Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Změna organizace dopravy na dané křižovatce v Kutné Hoře

Bc. Pavel Boháč

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra technologie a řízení dopravy
Akademický rok: **2008/2009**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Pavel BOHÁČ**
Studijní program:	**N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor:	**Technologie a řízení dopravy**
Název tématu:	**Změna organizace dopravy na vybrané křižovatce v Kutné Hoře**

Zásady pro vypracování:

Úvod
1. Analýza současného stavu organizace dopravy v Kutné Hoře
2. Návrh změny organizace dopravy na vybrané křižovatce
3. Zhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah grafických prací: **2-5**

Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

(1) Ugge, A. Dopravní inženýrství. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1996, ISBN 80-7194-042-9.

(2) Centrum dopravního výzkumu. Zásady pro navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích. Praha: Ministerstvo dopravy, 2006, ISBN 80-86502-30-9.

(3) Ředitelství silnic a dálnic [online]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz>.

(4) Ministerstvo dopravy ČR [online]. Dostupné z: <http://www.mdcr.cz>.

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2008**

Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2009**

prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.

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

V Pardubicích dne 31. ledna 2009

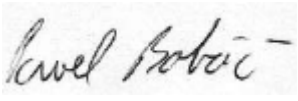
Prohlašuji:

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

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

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

V Kutné Hoře dne 24. 5. 2009



ANOTACE

Změna organizace dopravy je v dnešní době z hlediska trvalého trendu růstu dopravy velice aktuálním tématem. Bohužel častým jevem je rozpor v názoru široké veřejnosti a úzkého kruhu odborníků na danou problematiku.

Z tohoto důvodu jsem se v úvodu věnoval nejen popisu současné situace na dané křižovatce a v jejím okolí, ale také jsem provedl průzkum veřejného mínění.

Dále jsem se zaměřil již na samotnou křižovatku a výpočty ověřil její nevyhovující stav z hlediska kapacitního. Poté bylo nutné provést ověření kapacitní způsobilosti navrhované malé okružní křižovatky a to v návrhovém období 20-ti let. Pomocí výpočtů jsem odkryl nedostatky tohoto návrhu a v závěru práce jsem uvedl možnou úpravu, která by splňovala požadavky dopravy v návrhovém období 20-ti let. Tento vlastní návrh jsem podložil výpočty.

KLÍČOVÁ SLOVA

dopravní intenzita, dopravní proud, kapacita křižovatky, okružní křižovatka

TITLE

The change of traffic organization on the crossroads in the city of Kutná Hora

ANNOTATION

The change of traffic organization is current topic, thanks to the growth of traffic. But the engineer’s view is different than the view of the public.

For that reason I was interested in the view of public of that crossroads.

After this I verified the capacity of the crossroads, which was insufficient.

After the verification it was necessary to calculate the capacity of the traffic circle for the time period 20 years.

Thanks to this calculations I recovered shortage of this traffic circle and in the end I proposed new solution of the traffic circle, which was verified with calculations.

KEY WORDS

frequency of transport, stream of traffic, capacity of the crossroads, traffic circle

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji paní Ing. Michaele Ledvinové, Ph.D. za odborné konzultace, připomínky a pomoc při zpracování daného tématu.

Zároveň chci vyjádřit poděkování své rodině za podporu během studia.

OBSAH

Úvod 9
1 Základní informace o Kutné Hoře 10
1.1 Organizace dopravy 10
1.2 Poloha křižovatky silnic II/126 x III/03321 v rámci Kutné Hory 12
1.3 Organizace dopravy na křižovatce 14
2 Průzkum veřejného mínění 16
2.1 Vyhodnocení muži vs. ženy 17
2.2 Souhrnné vyhodnocení 18
3 organizační uspořádání křižovatky 19
3.1 Rozměry a uspořádání řadících pruhů 20
3.2 Výpočet poloměrů odbočení 21
3.3 Poloměry odbočení 24
3.3.1 Odbočení vpravo 24
3.3.2 Odbočení vlevo 25
3.3.3 Poloměry odbočení - hodnoty 26
4 Dopravní průzkum 27
5 Posouzení kapacity průsečné neřízené křižovatky podle TP 188 31
5.1 Názvosloví použité v diplomové práci 31
5.2 Postup výpočtu 32
5.3 Posouzení kapacity stávající průsečné křižovatky II/126 x III/03321 38
6 Posouzení kapacity okružní křižovatky 44
6.1 Výhody okružních křižovatek 44
6.2 Posouzení kapacity okružní křižovatky Brillonovou metodou 45
6.2.1 Posouzení kapacity okružní křižovatky pro rok 2010 46
6.2.2 Posouzení kapacity okružní křižovatky v roce 2030 48
6.3 Posouzení kapacity okružní křižovatky podle TP 135 50
6.3.1 Parametry navrhované okružní křižovatky 55
6.4 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2010 56
6.5 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2025 59
6.6 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2030 62
6.7 Analýza dosažených výsledků 65

6.8 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2030 po přidání řadících pruhů pro pravé odbočení 67
7 Závěrečné shrnutí 70
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ 72
SEZNAM OBRÁZKŮ 73
SEZNAM TABULEK 74
SEZNAM ZKRATEK 75
SEZNAM PŘÍLOH 76

ÚVOD

Předkládaná diplomová práce řeší změny v organizaci dopravy v Kutné Hoře se zaměřením na neřízenou průsečnou křižovatku v městské části Karlov a její přebudování na křižovatku okružní. Stávající křižovatka je již kapacitně nedostačující, což je způsobeno stálým růstem intenzit dopravy.

Kapacita křižovatky je definována jako součet všech dopravních proudů vjíždějících do křižovatky za jednotku času.[1] Zjednodušeně se dá kapacita křižovatky definovat jako součet všech vozidel, která projedou danou křižovatkou za jednotku času.

Intenzita dopravy je definována jako počet vozidel, která projedou daným profilem komunikace za jednotku času.[2]

V rámci této práce bylo provedeno sčítání dopravy, stanovení intenzit dopravy v místě křižovatky, průzkum veřejného mínění a vytvoření modelových situací pro malou okružní křižovatku (dále MOK) v návrhovém období 20-ti let. Všechny dosažené výsledky byly vyhodnoceny a na jejich základě byla navržena úprava projektu MOK v městské části Karlov s důrazem na zklidnění dopravy v uvedeném návrhovém období a v požadovaném rozsahu.

[1] Observatoř bezpečnosti silničního provozu [online]. [cit. 2009-05-11]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/index.php?id=510>.
[2] Univerzita Pardubice – podklady pro cvičení z předmětu Dopravní inženýrství

1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O KUTNÉ HOŘE

1.1 Organizace dopravy

Okres Kutná Hora se nachází ve Středočeském kraji. Jeho sídlem je město Kutná Hora, které má přibližně 21 000 obyvatel.

V rámci kraje okres Kutná Hora sousedí s okresy Benešov a Kolín, dále pak s okresy Pardubice a Chrudim (Pardubický kraj) a okresem Havlíčkův Brod (kraj Vysočina).

Město Kutná Hora má celkem 8 městských částí. Městské části jsou uvedeny na obrázku 1.

Obrázek 1: Kutná Hora a její městské části

Zdroj: [7] s vlastními úpravami

Z obrázku je zřejmé, že silnice I/2 je vedena po obvodu městské části Kutná Hora-Vnitřní Město z důvodu ochrany historického centra. Centrum Kutné Hory je z historického hlediska velmi cenné a při projektování dopravní infrastruktury je nutné zachovat jeho podobu.. Ostatní městské části s výjimkou části Karlov jsou přímo ovlivněny dopravní situací na této komunikaci. Městskou částí Karlov je vedena silnice II/126, která byla projektována jako „obchvat“ Kutné Hory, ale s následným rozvojem města došlo k jejím začlenění do nově vznikajícího intravilánu.

Silnice I/2 (směr Praha – Pardubice) a silnice II/126 (směr Kutná Hora – Zruč nad Sázavou) se z velké části podílejí na celkové organizaci dopravy města (směrování a absorpce tranzitní dopravy).

Další významnou pozemní komunikací je silnice I/38 (směr Kolín – Havlíčkův Brod), která prochází v těsné blízkosti východního okraje města (městská část Malín), kde se mimoúrovňově kříží se silnicí I/2. Další dopravní obslužnost města a přilehlých oblastí je zajištěna prostřednictvím silnic III. třídy.

Z hlediska urbanistické struktury města a systému komunikací se v případě Kutné Hory jedná o ukázkový příklad diametrálního silničního průtahu městem.

Na obrázku 2 jsou všechny zmíněné pozemní komunikace vyobrazeny a barevně rozlišeny (oranžová – S I, žlutá – S II, bílá – S III). Dále je na obrázku zvýrazněna křižovatka II/126 x III/03321. Tato křižovatka a následná změna organizace dopravy v tomto dopravním uzlu je v této práci řešena.

Obrázek 2: Významné pozemní komunikace v Kutné Hoře

Zdroj: [7] s vlastními úpravami

1.2 Poloha křižovatky silnic II/126 x III/03321 v rámci Kutné Hory

Křižovatka silnic II/126 a III/03321 (dále jen křižovatka) se nachází v okrajové městské části Karlov. V místě křižovatky dochází ke křížení silnice II/126 a silnice III/03321. Silnice II/126 vede ve směru Kutná Hora – Zruč nad Sázavou (ulice Hrnčířská) a silnice III/03321 ve směru Kutná Hora – Čáslav (ulice Čáslavská), viz. obrázek 3.

Obrázek 3: Křižovatka ulic

Zdroj: [7]

Městská část Karlov je převážně obytného charakteru, ale z části do ní zasahuje průmyslová zóna. Právě tato křižovatka se dá považovat za pomyslnou hranici, oddělující obytnou část a průmyslovou zónu, viz. obrázek 4.

Obrázek 4: Průmyslová zóna

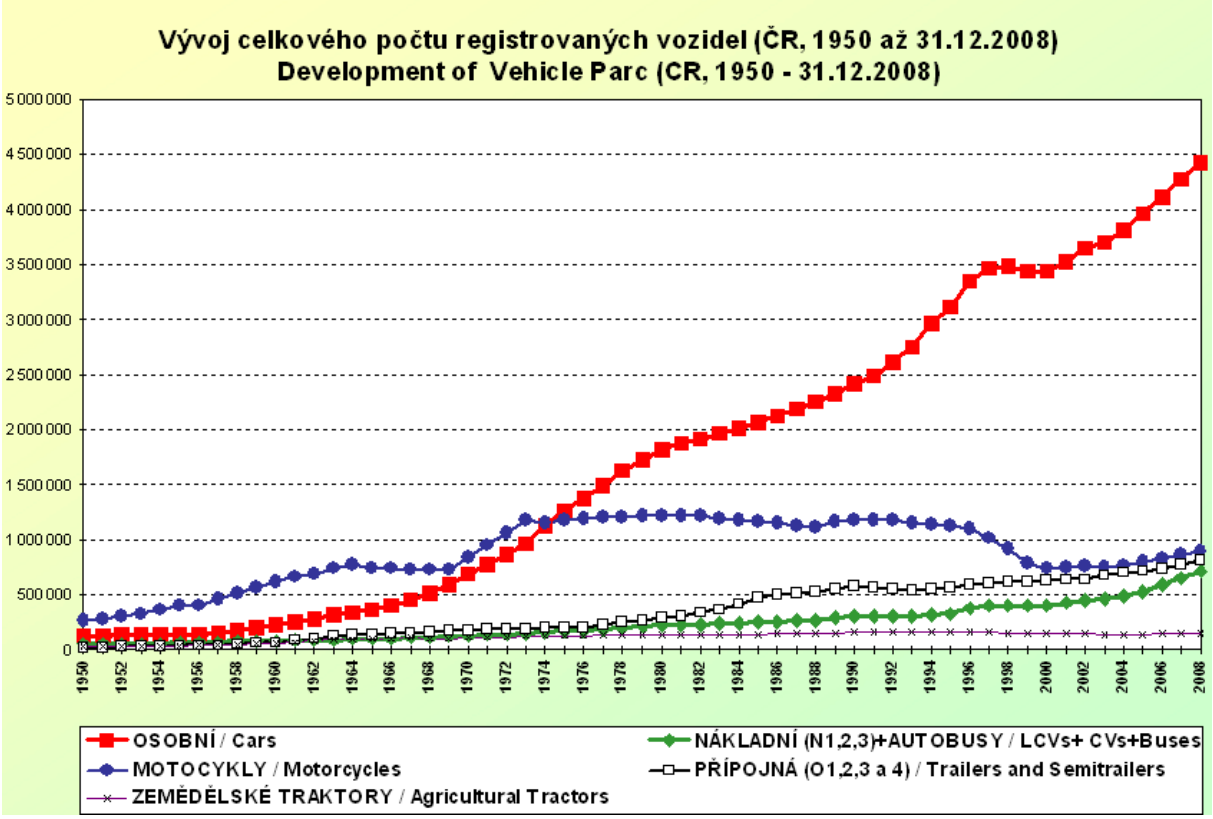
Zdroj: [7] s vlastními úpravami

1.3 Organizace dopravy na křižovatce

Stav organizace dopravy na křižovatce je neuspokojivý. Tento neuspokojivý stav je zapříčiněn dlouhou čekací dobou na obou vjezdech z vedlejší pozemní komunikace.

Trend narůstající čekací doby na vjezdech z vedlejšího paprsku ovlivňují:

1) stálý nárůst počtu vozidel v ČR (viz obrázek 5**)**, následný nárůst intenzity dopravy v ČR a v jednotlivých dopravních uzlech (ovlivnění kapacity křižovatek),
2) konstrukční provedení křižovatky (především uspořádání a počet řadících pruhů).



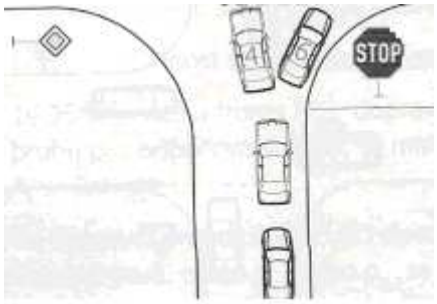
Obrázek 5: Vývoj růstu počtu registrovaných vozidel v ČR

Zdroj: [10]

To má za následek pravidelné kongesce v obou směrech na vedlejší pozemní komunikaci.

Křižovatka je umístěna v intravilánu, především šířka vedlejší komunikace je ovlivněna okolní zástavbou, a tudíž je zde absence řadících pruhů pro odbočení. Z toho důvodu bylo při projektování křižovatky přistoupeno k variantě společného pruhu v obou směrech vedlejší komunikace pro odbočení vlevo, jízdu v přímém směru a odbočení vpravo. Právě tato varianta, která byla jediným možným řešením, zapříčiňuje tvorbu dlouhých vzdutí na vedlejší komunikaci.

Důvodem je neoddělení dopravních proudů s různými směry jízdy.



Obrázek 6: Neoddělení dopravních proudů s různými směry jízdy

Zdroj: [1]

Z tohoto důvodu se krajský úřad Středočeského kraje a město Kutná Hora (oddělení silničního hospodářství) rozhodly tento problém řešit a přistoupily k přestavbě této průsečné křižovatky na křižovatku okružní s vnějším poloměrem 20 metrů a dalšími parametry charakteristickými pro MOK. Navrhovaná MOK je podrobněji popsána v další části práce.

Samotná přestavba nebyla zatím realizována. Stavební práce by měly být zahájeny v časovém horizontu dvou let.

2 PRŮZKUM VEŘEJNÉHO MÍNĚNÍ

Hlavní myšlenkou, proč provádět průzkumy veřejného mínění, je snaha tazatele získat informace o pohledu široké veřejnosti na určitou problematiku.

V tomto případě se jedná o problematiku organizace dopravy v urbanizovaném prostředí (okrajová oblast města na rozhraní obytných čtvrtí a přilehlé průmyslové zóny) se zaměřením na průsečnou křižovatku a její plánovanou přestavbu na okružní křižovatku.

Jedná se o křížení silnice II/126 (ulice Hrnčířská) a silnice III/03321 (ulice Čáslavská).

Důvody pro tento průzkum byly dva:

1) sběr dat a informací od místních obyvatel,
2) snaha zapojit dotčené obyvatele a při vyhodnocení přihlédnout k jejich názorům.

Pro teto průzkum byl zvolen způsob dotazování prostřednictvím dotazníků. Dotazník obsahuje devět otázek. Každá otázka má předdefinované odpovědi, které se kroužkují. Vždy se vybírala jedna odpověď.

Celkový počet dotazníků jsem stanovil na 100.

Vzor dotazníku je umístěn v přílohách (v příloze B).

Při volbě, kde bude vhodné sbírat informace, bylo nutné přihlédnout k větší zainteresovanosti obyvatel a pracujících v městské části Karlov. Za tímto účelem bylo jako optimální místo zvolena Střední odborná škola a střední odborné učiliště řemesel Kutná Hora, které jsou situovány 300 m od dané křižovatky. Zde byla získána polovina respondentů z řad žáků, učitelů a personálu školy. Druhá polovina dotazníků byla rozdána obyvatelům jednotlivých městských částí Kutné Hory.

Nezaměřil jsem se pouze na určité věkové skupiny. V dotazníků jsou zahrnuty všechny věkové skupiny. Nejnižší věková hranice je stanovena na 15 let.

Cílem průzkumu bylo získat dostatečně průkazný materiál, který by schvaloval plánovanou přestavbu.

Celý dotazník je vyhodnocen formou tabulek umožňujících dokonalou přehlednost o jednotlivých kategoriích.

Vyhodnocení se skládá ze dvou variant:

1) vyhodnocení s přihlédnutím k názorům mužů a žen (muži vs. ženy),
2) souhrnné vyhodnocení.

2.1 Vyhodnocení muži vs. ženy

Základním kamenem této varianty je porovnání rozdílného pohledu mužů a žen na dopravní problematiku. Poměr muži/ženy je 55/45 (celkem 100).

Souhrnné vyhodnocení je uvedeno v tabulce 4.

Tabulka 1: Vyhodnocení dotazníků (muži vs. ženy)

Preference možných variant		
	MUŽI	ŽENY
křižovatka	8	5
křižovatka řízená SZZ	13	9
okružní křižovatka	34	31
Pohledy na současný stav		
	MUŽI	ŽENY
nespokojen/a	23	18
spíše nespokojen/a	18	15
spíše spokojen/a	11	10
spokojen/a	3	2
Užitý dopravní prostředek		
	MUŽI	ŽENY
osobní automobil	42	32
motocykl	4	2
jízdní kolo	6	9
VHD	2	2
jiný způsob	1	0

Zdroj: autor

Z výše uvedených údajů lze jednoduše vyčíst, že se v tomto případě názory mužů a žen téměř neliší. Z toho vyplývá, že celkový výsledek průzkumu není ovlivněn odlišnými názory mužů a žen.

2.2 Souhrnné vyhodnocení

V této části jsou souhrnně vyhodnoceny následující kategorie, uvedené v tabulce 5.

Tabulka 2: Souhrnné vyhodnocení dotazníků

Preference možných variant	
	M+Ž
křižovatka	13
křižovatka řízená SZZ	22
okružní křižovatka	**65**

Pohledy na současný stav	
	M+Ž
nespokojen/a	**41**
spíše nespokojen/a	**33**
spíše spokojen/a	21
spokojen/a	5

Užitý dopravní prostředek	
	M+Ž
osobní automobil	74
motocykl	6
jízdní kolo	15
VHD	4
jiný způsob	1

Věkové skupiny	
	M+Ž
15 – 17	5
18 – 21	22
22 – 35	29
36 – 55	27
56 – 65	12
66 a více	5

Podíl mužů a žen	
muži	55
ženy	45

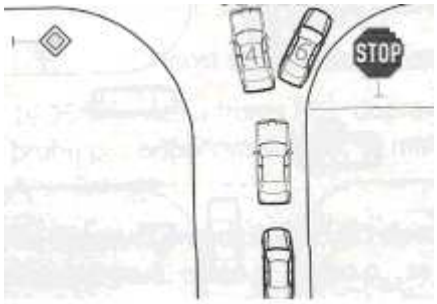
Zdroj: autor

Za určitých předpokladů, které budou potvrzeny výpočty, se dá usuzovat, že okružní křižovatka je pro tento dopravní uzel optimálním řešením ze všech dostupných variant.

Vše potvrzují i hodnoty z tabulek průzkumu veřejného mínění. Přestavbou na okružní křižovatku by se mělo dosáhnout zklidnění dopravy a zároveň i souladu s názorem veřejnosti, což by bylo velkým úspěchem.

3 ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ KŘIŽOVATKY

Jedná se o úrovňovou průsečnou křižovatku s určením přednosti v jízdě dopravním značením (dopravní značka „Stůj, dej přednost v jízdě!“). Dopravní proudy jsou usměrněny dopravním značením, určujícím přednost v jízdě a řadícími pruhy pro odbočení vlevo na hlavní komunikaci. Na vedlejší komunikaci je v obou směrech společný pruh pro odbočení vlevo, jízdu v přímém směru a odbočení vpravo. Tento společný pruh má rozšířený vjezd vpravo. To umožňuje vozidlům odbočujícím vpravo zastavit v místě rozhledu vedle vozidla jedoucího v přímém směru, popř. odbočujícího vlevo.



Obrázek 7: Společný pruh na vedlejší PK

Zdroj: [1]

Pro následné výpočty je nutnou podmínkou znalost následujících charakteristik:

- počet, délka, šířka a uspořádání řadících pruhů na hlavní komunikaci,
- počet, délka, šířka a uspořádání řadících pruhů na vedlejší komunikaci,
- poloměry odbočení (poloměry kružnic, které kopírují trajektorii odbočujících vozidel),
- úprava přednosti v jízdě na vedlejším paprsku,
- vzdálenost nejbližší světelně signalizované křižovatky nebo železničního přejezdu,
- způsob převedení chodců a cyklistů,
- rychlost na hlavním komunikaci.

Rozměry řadících pruhů byly změřeny přímo na křižovatce.

Hodnoty poloměrů odbočení musely být získány měřením a výpočtem, který je uveden dále (kapitola Výpočet poloměrů odbočení). Jedná se o metodu opsaných kružnic trojúhelníku.

Projektovou dokumentaci křižovatky nebylo možné obstarat, a proto byly geometrické charakteristiky křižovatky získány přímo v terénu.

Úprava přednosti v jízdě na vedlejším paprsku je provedena dopravní značkou č. P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“.

V blízkosti křižovatky není železniční přejezd a nejbližší světelně signalizovaná křižovatka je ve vzdálenosti cca. 1200 metrů a nemá zásadní vliv na časový odstup vozidel.

Vliv přecházejících chodců, popř. cyklistů je v tomto případě zanedbatelný. Počet chodců a cyklistů je minimální, během dopravního průzkumu nebyl zaznamenán ani jeden chodec, popř. cyklista.

Rychlost na hlavní komunikaci je 50 km/h.

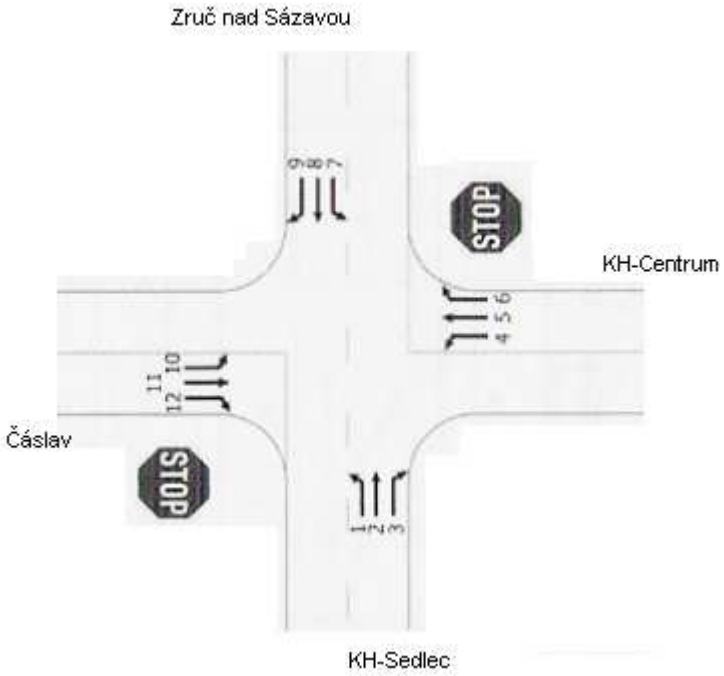
3.1 Rozměry a uspořádání řadících pruhů

V případě hlavní komunikace se jedná o dva řadící pruhy. Jeden pruh je řadícím pruhem pro levé odbočení, druhý pruh je společný pro jízdu v přímém směru a pro odbočení vpravo.

Na vedlejší pozemní komunikaci je pouze jeden řadící pruh. Tento pruh je společný pro jízdu v přímém směru, pro odbočení vlevo a vpravo. Tento pruh je na vjezdu rozšířen vpravo. To znamená, že vozidla odbočující vpravo se v místě rozhledu mohou řadit vedle vozidel jedoucích v přímém směru, popř. vedle vozidel odbočujících vlevo.

Toto uspořádání řadících pruhů je společné pro oba směry hlavní a vedlejší komunikace.

Řadící pruhy jsou pří výpočtu kapacity neřízené pozemní komunikace značeny číselně dle dopravních proudů, viz. obrázek 8.



Obrázek 8: Označení řadících pruhů a dopravních proudů

Zdroj: [1]

Uspořádání řadících pruhů na hlavní komunikaci je následující.

Na hlavní komunikaci je řadící pruh pro odbočení vlevo (ŘP 1) a společný řadící pruh pro jízdu v přímém směru a odbočení vpravo (ŘP 2+3).Toto uspořádání platí pro oba směry.

Rozměry řadících pruhů jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 3: Řadící pruhy na hlavní komunikaci

Řadící pruhy		
	Délka l_r [m]	Šířka [m]
ŘP 1	45	4
ŘP 2+3	-	6
ŘP 7	70	4
ŘP 8+9	-	6

Zdroj: autor

Délka řadícího pruhu pro odbočení vlevo je podle TP 188 označována l_r. Jedná se o délku úseku pro zastavení v řadícím pruhu pro odbočení vlevo.

Uspořádání řadících pruhů na vedlejší komunikaci je následující.

Na vedlejší komunikaci je pouze jeden společný pruh pro všechny směry jízdy, pruh je na vjezdu rozšířen vpravo. To platí pro oba směry vedlejší komunikace. Rozměry řadících pruhů jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 4: Řadící pruhy na vedlejší komunikaci

Řadící pruhy			
	Délka [m]	Šířka [m]	Délka l_u [m]
ŘP 4+5+6	-	6	12,5
ŘP 10+11+12	-	6	12

Zdroj: autor

Podle TP 188 je délka rozšířeného vjezdu vpravo označováno l_u.

3.2 Výpočet poloměrů odbočení

Velikosti poloměrů odbočení nebylo možné změřit přímo na místě, a proto musely být dopočítány. Postup byl následující:

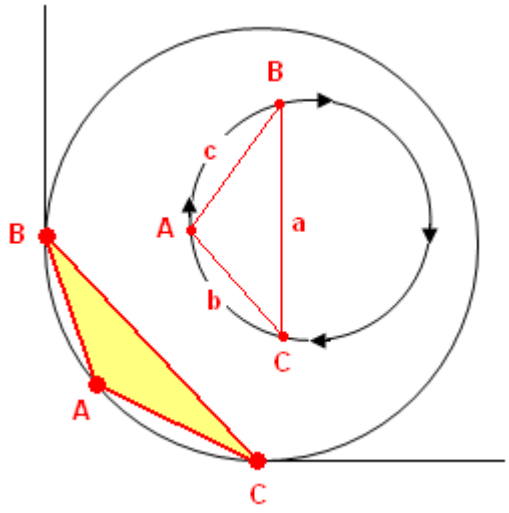
- stanovení tří pevných bodů různých souřadnic, ležících na trajektorii odbočení,
- body umísťovány na vnější okraj vodící čáry vodorovného značení (trajektorie opisovaná vnitřním kolem vozidla),
- první bod (A) umístěn na libovolné místo kruhového oblouku,

- druhý bod (B) umístěn v bodu dotyku kruhového oblouku (část kružnice) a přímého směru (tečna této kružnice), popř. v nejbližší možné vzdálenosti tomuto bodu, při výjezdu ze zatáčky,
- třetí bod (C) umístěn v bodu dotyku kruhového oblouku (část kružnice) a přímého směru (tečna této kružnice), popř. v nejbližší možné vzdálenosti tomuto bodu, při vjezdu do zatáčky,
- změření velikostí stran vzniklého trojúhelníku ABC,
- závěrečný výpočet poloměru kružnice opsané tomuto trojúhelníku,
- poloměr opsané kružnice je totožný s poloměrem kruhového oblouku, který je totožný s trajektorií odbočujícího vozidla.

Obecný postup pojmenování vrcholů trojúhelníku je následující:

1) strana a je vždy nejdelší, vrchol A proti této straně,
2) pojmenování zbylých vrcholů podle principu chodu hodinových ručiček.

Postup je zjednodušeně uveden na obrázku 9.



Obrázek 9: Pojmenování vrcholů trojúhelníku

Zdroj: autor

Získané hodnoty jsou pouze přibližné. Veškerá měření probíhala za provozu a proto nebylo možné dosáhnout přesných hodnot.

Pro poloměr kružnice opsané trojúhelníku platí vztah:

$$r = \frac{a}{2 \cdot \sin(\alpha)} = \frac{b}{2 \cdot \sin(\beta)} = \frac{c}{2 \cdot \sin(\gamma)} \quad [\text{m}] \qquad (1)$$

kde:

r.....poloměr kružnice opsané [m],

a, b, c.....velikost stran trojúhelníku [m],

α, β, γ.....velikost vnitřních úhlů trojúhelníku ve stupňové míře.

Pro výpočet poloměru kružnice opsané je nutné znát:

1) velikost alespoň jednoho vnitřního úhlu,
2) velikost strany protilehlé k tomuto úhlu.

V tomto případě je známa velikost všech stran trojúhelníku, ale velikosti vnitřních úhlů jsou neznámé. Protože velikost všech stran trojúhelníku je známa, je možné k výpočtu velikosti libovolného vnitřního úhlu využít Kosinovu větu.

Matematický zápis Kosinovy věty je:

$$\begin{aligned} a^2 &= b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos(\alpha) \\ b^2 &= a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos(\beta) \quad [-] \\ c^2 &= a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos(\gamma) \end{aligned} \qquad (2)$$

kde:

a, b, c.....velikost stran trojúhelníku [m],

α, β, γ.....velikost vnitřních úhlů trojúhelníku ve stupňové míře.

Po několika jednoduchých úpravách je získán vztah pro výpočet velikosti úhlu určený ve stupňové míře:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{a^2 - b^2 - c^2}{-2 \cdot b \cdot c}\right) \quad [°] \qquad (3)$$

kde:

α.....velikost vnitřního úhlu α [°],

a, b, c.....velikost stran trojúhelníku [m],

za podmínky:

$$\arccos(\cos(x)) = x, 0 \le x \le \pi \quad [°] \qquad (4)$$

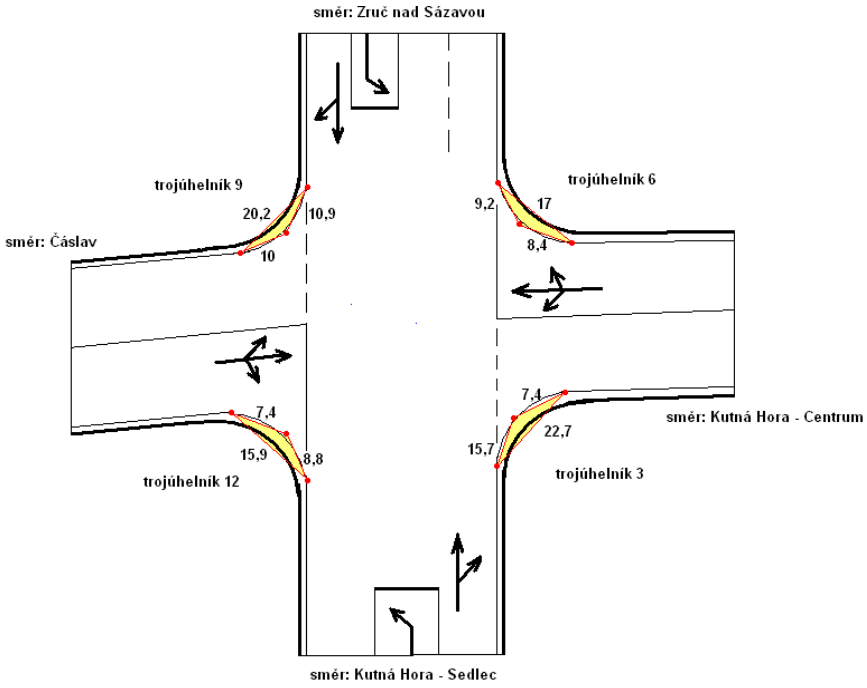
Nyní je možné použít vztah pro výpočet poloměru kružnice opsané trojúhelníku, viz. vzorec 1. Pro urychlení výpočtů byl použit software MS Excel.

3.3 Poloměry odbočení

Trojúhelníky potřebné k výpočtu těchto poloměrů jsou uvedeny na následujících obrázcích 10 a 11. Jedná se o zjednodušený nákres a uváděné hodnoty jsou v metrech. Trojúhelníky jsou označeny stejnou číselnou hodnotou jako příslušný dopravní proud.

3.3.1 Odbočení vpravo

V tomto případě se jedná o dopravní proudy 3,6,9,12, tedy čtyři trojúhelníky, viz. obrázek 10.



Obrázek 10: Odbočení vpravo

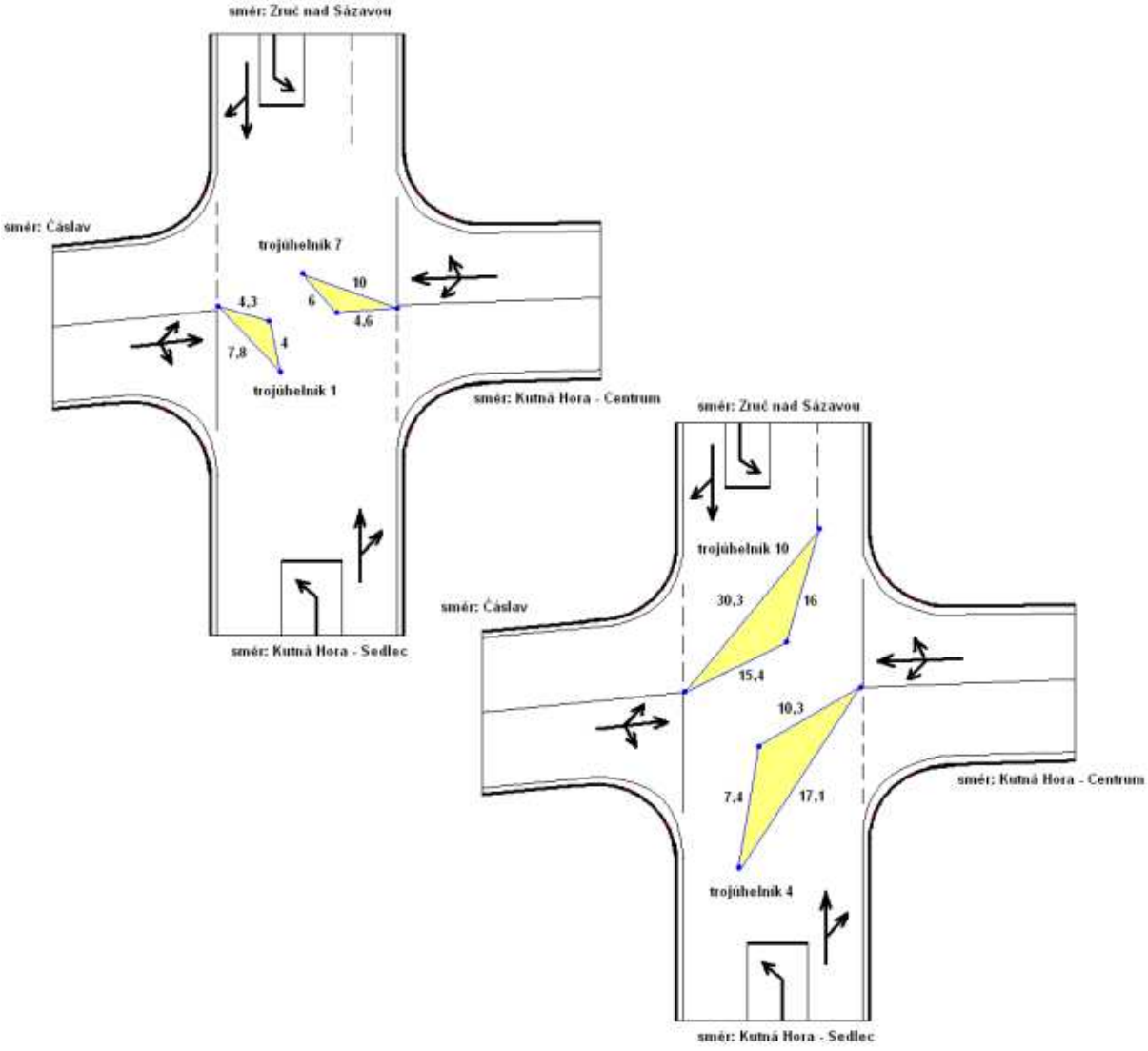
Zdroj: autor

Seznam trojúhelníků:

- trojúhelník 3 pro odbočení vpravo od KH-Sedlec do směru KH-Centrum,
- trojúhelník 6 pro odbočení vpravo od KH-Centrum do směru Zruč nad Sázavou,
- trojúhelník 9 pro odbočení vpravo od Zruče nad Sázavou do směru Čáslav,
- trojúhelník 12 pro odbočení vpravo od Čáslavi do směru KH-Sedlec.

3.3.2 Odbočení vlevo

V tomto případě se jedná o dopravní proudy 1,4,7,10, tedy čtyři trojúhelníky, viz. obrázek 11.



Obrázek 11: Odbočení vlevo

Zdroj: autor

Seznam trojúhelníků:

- trojúhelník 1 pro odbočení vlevo od KH-Sedlec do směru Čáslav,
- trojúhelník 4 pro odbočení vlevo od KH-Centrum do směru KH-Sedlec,
- trojúhelník 7 pro odbočení vlevo od Zruče nad Sázavou do směru KH-Centrum,
- trojúhelník 10 pro odbočení vlevo od Čáslavi do směru Zruč nad Sázavou.

3.3.3 Poloměry odbočení - hodnoty

Hodnoty poloměrů odbočení jsou uvedeny v tabulce 3. V příloze (příloha A) je uveden list z MS Excel s jednotlivými výpočty.

Tabulka 5: Hodnoty poloměrů odbočení

Hodnoty poloměrů odbočení		
Odbočení vpravo		
	směr	vypočtená hodnota [m]
Trojúhelník 3	od KH-Sedlec od KH-Centrum	29
Trojúhelník 6	od KH-Centrum do Zruč nad Sázavou	17
Trojúhelník 9	od Zruče nad Sázavou do Čáslav	20
Trojúhelník 12	od Čáslavi do KH-Sedlec	21
Odbočení vlevo		
	směr	vypočtená hodnota [m]
Trojúhelník 1	od KH-Sedlec do Čáslav	7
Trojúhelník 4	od KH-Centrum do KH-Sedlec	17
Trojúhelník 7	od Zruče nad Sázavou do KH-Centrum	8
Trojúhelník 10	od Čáslavi do Zruč nad Sázavou	30

Zdroj: autor

Vypočtená hodnota byla získána výpočtem uvedeným výše (podkapitola Výpočet poloměrů odbočení) a představuje hodnotu poloměru trajektorie, která je opisována vnitřním kolem vozidla.

4 DOPRAVNÍ PRŮZKUM

Pro posouzení kapacity křižovatky je nutná znalost dopravních intenzit všech dopravních proudů s ohledem na jejich složení, tedy na druh dopravního prostředku.

Jsou rozlišovány dva druhy kapacit křižovatky:

1) současná kapacita,
2) výhledová kapacita.

Při výpočtu současné kapacity jsou použity hodnoty intenzit získané dopravním průzkumem popř. hodnoty získané přepočtem pomocí variačních koeficientů dle TP 189. Při výpočtu výhledové kapacity, která je obvykle 20 let (platné pro silnice i místní komunikace), jsou použity hodnoty intenzit získané přepočtem pomocí růstových koeficientů (vydávaných ŘSD ČR).

Při dopravním průzkumu je nutné zohlednit složení jednotlivých dopravních proudů podle druhů vozidel. Toto členění je následující:

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

Samotný dopravní průzkum na křižovatce II/126 x III/03321 byl prováděn ve dnech 5. a 6. 11. 2008 formou sčítání dopravy (čárkování na připravené sčítací listy). Sčítací listy jsou umístěny v přílohách (v příloze C).

Pro každý dopravní proud byla získána hodnota intenzity ve dvou časových intervalech, a to v intervalu od 7:00 do 8:00 (5. a 6. 11. 2008) a následně hodnota odpolední intenzity od 15:00 do 16:00 (5. a 6. 11. 2008). Průzkum byl záměrně prováděn v těchto hodinách, které byly předběžným sledováním určeny jako špičkové. Jednotkou intenzity dopravního proudu je vozidlo za hodinu [voz/h].

Získané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Získané hodnoty dopravních intenzit

Dopravní průzkum - získané hodnoty intenzit [voz/h]			
čas	KH Sedlec ⇒		
	Zruč **(2)**	KH Centrum **(3)**	Čáslav **(1)**
7:00 - 8:00	192	66	95
15:00 - 16:00	210	65	161
čas	KH Centrum ⇒		
	Čáslav **(5)**	Zruč **(6)**	KH Sedlec **(4)**
7:00 - 8:00	160	81	34
15:00 - 16:00	178	124	43
čas	Zruč nad Sázavou ⇒		
	KH Sedlec **(8)**	Čáslav **(9)**	KH Centrum **(7)**
7:00 - 8:00	161	13	121
15:00 - 16:00	150	22	154
čas	Čáslav ⇒		
	KH Centrum **(11)**	KH Sedlec **(12)**	Zruč **(10)**
7:00 - 8:00	167	104	26
15:00 - 16:00	170	129	19
čas	celkem [voz/h]		
7:00 - 8:00	1220		
15:00 - 16:00	1425		

Zdroj: autor

Dosahované hodnoty dopravní intenzity během dne a v průběhu roku jsou různorodé, což je způsobeno variací dopravních intenzit.

Proto musely být hodnoty intenzit přepočítány variačními koeficienty uvedenými v TP 189. Při tomto přepočtu dojde k upřesnění hodnot intenzit s přihlédnutím k hodině, dni a měsíci v roce, kdy docházelo k dopravnímu průzkumu.

Postup je následující:

1) stanovení odhadu denní intenzity v den průzkumu – zohlednění denních variací – přepočet intenzity zjištěné za dobu průzkumu na hodnotu denní intenzity v den průzkumu,
2) stanovení odhadu týdenního průměru denních intenzit – zohlednění týdenních variací – přepočet denní intenzity v den průzkumu na hodnotu týdenního průměru denních intenzit,
3) stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit – přepočet týdenního průměru denních intenzit na roční průměr denních intenzit (RPDI).[3]

Tímto postupem byly přepočítány intenzity jednotlivých dopravních proudů, získané hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7: Hodnoty dopravních intenzit po úpravě variačními koeficienty

Dopravní proud		Stav v roce 2008		
		Intenzita dopravy [voz/h]		
z	do	Osobní vozidla	Nákladní vozidla, autobusy	Nákladní soupravy
Sedlec	Zruč	213	18	20
	Centrum	70	10	3
	Čáslav	129	16	14
Centrum	Čáslav	182	20	10
	Zruč	116	11	3
	Sedlec	44	4	2
Zruč	Sedlec	154	20	16
	Čáslav	16	4	2
	Centrum	153	16	3
Čáslav	Centrum	191	17	4
	Sedlec	115	20	7
	Zruč	22	4	3

Zdroj: autor

Protokoly s výsledky a postupem převodu jsou uvedeny v přílohách (v příloze D).

Následně bylo nutné tyto hodnoty upravit doporučenými přepočtovými koeficienty dopravního proudu dle ČSN 73 6102, které zohledňují druh vozidla a typ křižovatky.

[3] *TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích – Publikace – Edip s.r.o. dopravní inženýrství* [online]. [cit 2009-04-26]. Dostupné z: <http://www.edip.cz/cs/publikace/publikace-detail/tp-189-stanoveni-intenzit-dopravy-na-pozemnich-komunikacich/>.

Tyto koeficienty jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8: Přepočtové koeficienty dopravního proudu

Doporučené přepočtové koeficienty dopravního proudu dle ČSN 73 6102					
	Kola	Motocykly	Osobní vozidla	Nákladní vozidla, autobusy	Nákladní soupravy
Průsečná bez SZZ	0,5	0,8	1	1,5	2
Průsečná řízená SZZ	0,5	0,8	1	1,7	2,2
Okružní	0,5	0,8	1	2	3

Zdroj: [6]

Po tomto převodu je jednotkou intenzit dopravních proudů vozidlová jednotka za hodinu [vozj/h]. Protokol s přepočtenými hodnotami intenzit je uveden v přílohách (v příloze E).

Pro výpočty modelových situací (okružní křižovatka, křižovatka řízená SZZ) v letech 2010, 2025 a 2030 byly tyto hodnoty intenzit ještě přepočítány na výhledovou hodnotu roku pomocí koeficientů růstu dopravy, které zveřejňuje Ředitelství silnic a dálnic.

Tyto koeficienty jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9: Růstové koeficienty dopravy

Rok	2005	2010	2015	2020	2025	2030
osobní vozidla	1,00	1,19	1,34	1,43	1,51	1,57
těžká vozidla	1,00	1,06	1,10	1,15	1,18	1,21

Zdroj: [6]

Hodnota koeficientu pro rok 2008 byla díky znalosti koeficientů pro rok 2005 a 2010 stanovena jednoduchou aproximací na 1,114 pro osobní vozidla a 1,036 pro těžká nákladní vozidla (nákladní soupravy).

Protokol s výslednými hodnotami pro roky 2025 a 2030 je uveden v přílohách (v příloze F).

5 POSOUZENÍ KAPACITY PRŮSEČNÉ NEŘÍZENÉ KŘIŽOVATKY PODLE TP 188

Při posuzování kapacity křižovatky bylo postupováno dle TP 188 (Posuzování kapacit neřízených úrovňových křižovatek). Základní pojmy jsou uvedeny dle TP 188.

5.1 Názvosloví použité v diplomové práci[4]

Hlavní komunikace – komunikace s předností v jízdě.

Vedlejší komunikace – komunikace na které dávají vozidla přednost vozidlům jedoucím po hlavní komunikaci.

Jízdní proud – sled všech vozidel pohybujících se v jízdním pruhu za sebou.

Dopravní proud (vozidel) – sled všech vozidel pohybujících se v jízdním pruhu za sebou v jízdních pruzích vedle sebe týmž směrem.

Nadřazený dopravní proud – dopravní proud s předností v jízdě.

Podřazený dopravní proud – dopravní proud bez přednosti v jízdě.

Přepočtená intenzita podřazeného proudu – intenzita upravená pomocí přepočtových koeficientů skladby podřazeného proudu vyjádřená v přepočtových vozidlech [pvoz/h], totožné s vozidlovou jednotkou [vozj/h].

Časový odstup vozidel – doba mezi průjezdem čel dvou vozidel jedoucích v dopravním pruhu za sebou.

Přijatelný časový odstup (pro konkrétního řidiče) – nejmenší časový odstup mezi vozidly v nadřazených dopravních proudech, který je řidič v podřazeném dopravním proudu ochoten přijmout k zařazení do nadřazeného dopravního proudu nebo k projetí křižovatkou v daných vnějších podmínkách.

Kritický časový odstup (t_g) pro křižovatku – střední hodnota přijatelných časových odstupů na křižovatce (všech řidičů) v daných vnějších podmínkách.

Následný časový odstup (t_f) – střední hodnota časových odstupů mezi dvěma následujícími vozidly podřazeného dopravního proudu, které se nacházejí ve frontě za sebou a zařazují se do stejné časové mezery (odstupu) v nadřazeném dopravním proudu nebo v této mezeře (odstupu) nadřazené dopravní proudy křižují.

[4] BARTOŠ, L. *Posuzování kapacity neřízených úrovňových křižovatek, Technické podmínky*. Mariánské Lázně: Koura Publishing – Luděk Bartoš, 2007. 64s.
ISBN 978-80-902527-6-9.

Základní kapacita jízdního pruhu – výchozí kapacita samostatného jízdního pruhu pro jeden dopravní proud vozidel bez vlivu vzdutí nadřazených dopravních proudů.

Kapacita jízdního pruhu – kapacita samostatného jízdního pruhu pro jeden dopravní proud vozidel zohledňující pravděpodobnost nevzdutí vozidel v nadřazených proudech.

Kapacita společného jízdního pruhu – kapacita jízdního pruhu určeného pro dva nebo tři smíšené dopravní proudy.

Rezerva kapacity – rozdíl mezi kapacitou a návrhovou intenzitou dopravy.

Rozšíření vjezdu – zaoblením nároží velkým poloměrem vzniká plocha, která umožňuje, aby v ní zastavila vozidla s povinností dát přednost v jízdě vedle sebe i v případě, že se jedná o jeden pro ně společný pruh.

Doba zdržení – ztrátový čas po odečtení časových ztrát během brzdění a rozjezdu vozidla na křižovatce.

Stupeň podřazenosti dopravních proudů – zařazení dopravních proudů do posloupnosti v závislosti na přednosti v jízdě na křižovatce.

Společný jízdní pruh – jízdní pruh společně využívaný proudy vozidel s různým směrem jízdy, na kterém tato vozidla nemohou stát vedle sebe.

Smíšený proud – dopravní proud vozidel skládající se z proudů s různým směrem jízdy využívající jeden společný jízdní pruh.

5.2 Postup výpočtu

V úvodu samotného výpočtu je důležité rozdělit dopravní proudy do čtyř skupin. Kritéria pro rozdělení jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Stupně dopravních proudů

Stupeň	Charakteristika	Dopravní proudy
1. stupeň	nadřazenost	2, 3, 8, 9
2. stupeň	jednoduchá podřazenost proudu 1. stupně	1, 6, 7, 12
3. stupeň	dvojnásobná podřazenost proudům 1. a 2. stupně	5, 11
4. stupeň	trojnásobná podřazenost proudům 1., 2. a 3. stupně	4, 10

Zdroj: [1]

Poté se stanoví základní (výchozí) kapacita G_n podle vztahu:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600}\cdot(t_g - \frac{t_f}{2})} \quad [\text{pvoz/h}] \qquad (5)$$

kde:

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

I_H ..... rozhodující intenzita nadřazených dopravních proudů [voz/h],

t_f ..... hodnota následných odstupů [s],

t_g ..... hodnota kritických odstupů [s].

Hodnota kapacity jízdních pruhů nadřazených dopravních proudů (2, 3, 8, 9) je pevně stanovena na 1800 voz/h.

Při znalosti základní kapacity je možné určit stupně vytížení jednotlivých jízdních pruhů a_v. To se provede na základě vztahu 6:

$$a_v = \frac{I_n}{C_n} \quad [-] \qquad (6)$$

kde:

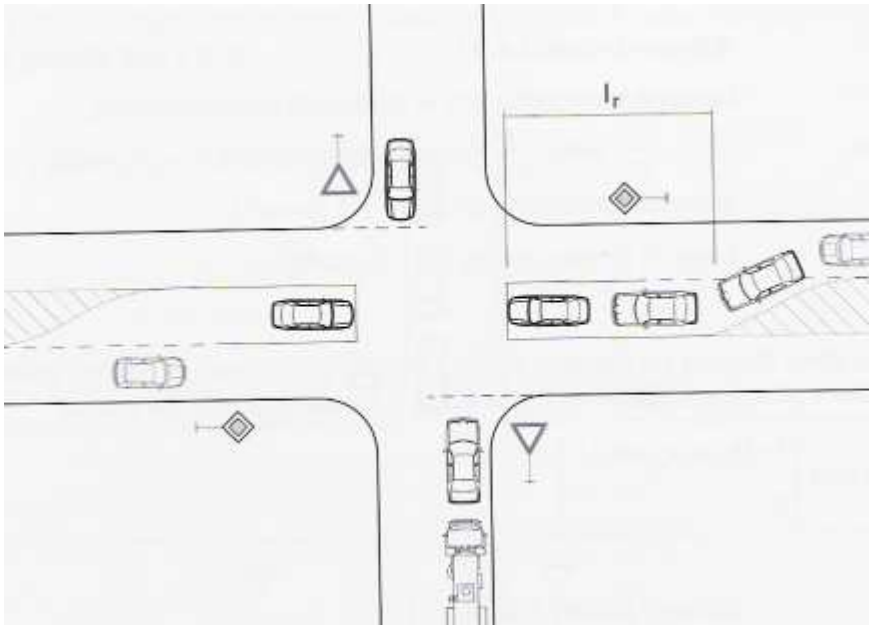
a_v ..... stupeň vytížení [-],

I_n ..... intenzita dopravního proudu n-tého proudu [pvoz/h], u nadřazených dopr. proudů [voz/h],

C_n ..... kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h], u nadřazených dopr. proudů [voz/h], v tomto případě se jedná o G_n.

Následně se vypracuje posouzení celkových kapacit jednotlivých pruhů. Při posuzování se musí dbát na volbu správného vzorce v závislosti na uspořádání jízdních pruhů hlavní a vedlejší komunikace.

Na hlavní komunikaci dochází k omezení kapacity pouze v případě, že by došlo k překročeni délky úseku pro zastavení v pruhu pro odbočení vlevo lr délkou čekací fronty vozidel, jak je uvedeno na obrázku 12.



Obrázek 12: Odbočení vlevo na hlavní komunikaci

Zdroj: [1]

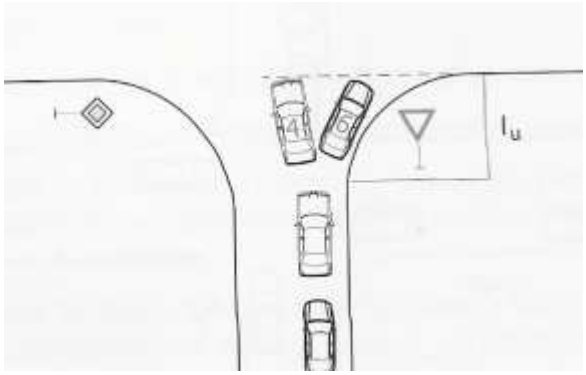
Celková kapacita proudů na společném pruhu se vypočítá podle vztahu:

$$C_{n,vlevo} = \min\left\{\begin{array}{c}\dfrac{I_i + I_j + I_k}{\sqrt[\frac{l_r}{6}+1]{a_{vi}^{\frac{l_r}{6}+1} + (a_{vj} + a_{vk})^{\frac{l_r}{6}+1}}} \\ 1800\end{array}\right\} \quad [\text{pvoz/h}] \qquad (7)$$

kde:

i	dopravní proudy 1 a 7,
j	dopravní proudy 2 a 8,
k	dopravní proudy 3 a 9,
$C_{n,vlevo}$	kapacita společného pruhu [pvoz/h],
a_{vi}, a_{vj}, a_{vk}	stupeň vytížení pro dopravní proudy i, j, k [-],
I_i, I_j, I_k	intenzita dopravních proudů i, j, k [pvoz/h],
l_r	délka úseku pro zastavení v pruhu pro odbočení vlevo [m].

Na vedlejší pozemní komunikaci se v tomto případě jedná o kapacitu společného pruhu rozšířeném na vjezdu vpravo, a to v obou směrech vedlejší komunikace. Způsob řazení vozidel v tomto společném pruhu je zobrazen na obrázku 13.



Obrázek 13: Rozšířený vjezd vpravo na vedlejší komunikaci

Zdroj: [1]

Kapacita společného pruhu s rozšířeným vjezdem vpravo se vypočítá podle vztahu:

$$C_{n,vpravo} = \min\left\{ \frac{I_i + I_j + I_k}{\sqrt[\frac{l_{u,vpravo}}{6}+1]{(a_{vi} + a_{vj})^{\frac{l_{u,vpravo}}{6}+1} + a_{vk}^{\frac{l_{u,vpravo}}{6}+1}}} ; 1800 \right\} \text{ [pvoz/h]} \qquad (8)$$

kde:

i	dopravní proudy 4a 10,
j	dopravní proudy 5 a 11,
k	dopravní proudy 6 a 12,
$C_{n,vpravp}$	kapacita společného pruhu [pvoz/h],
a_{vi}, a_{vj}, a_{vk}	stupeň vytížení dopravního proudu i, j, k [-],
I_i, I_j, I_k	návrhová intenzita dopravy dopravního proudu i, j, k [pvoz/h],
$l_{u,\ vpravo}$	délka úseku společného pruhu pro možnost zastavení v pruhu pro odbočování vpravo nebo v rozšířeném vjezdu [m].

Poté, co jsou vypočítány skutečné kapacity jízdních pruhů, opět se určí jejich stupeň vytížení a_v, podle výše uvedeného vztahu pro výpočet stupně vytížení (vzorec 6).

Výpočet délky fronty na vjezdech do neřízené křižovatky v závislosti na stupních vytížení se provede podle vztahu:

$$N_{95\%} = \frac{3}{2} \cdot C_n \cdot \left(a_v - 1 + \sqrt{(1-a_v)^2 + 3{,}0 \cdot \frac{8 * a_v}{C_n}} \right) \quad [\text{m}] \qquad (9)$$

kde:

$N_{95\%}$.....délka fronty [m],

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

a_v .....stupeň vytížení [-].

Na závěr se určí rezervy kapacity jízdních pruhů Rez podle vztahu:

$$\mathrm{Re}\, z = C_n - I_n \quad [\text{pvoz/h}] \qquad (10)$$

kde:

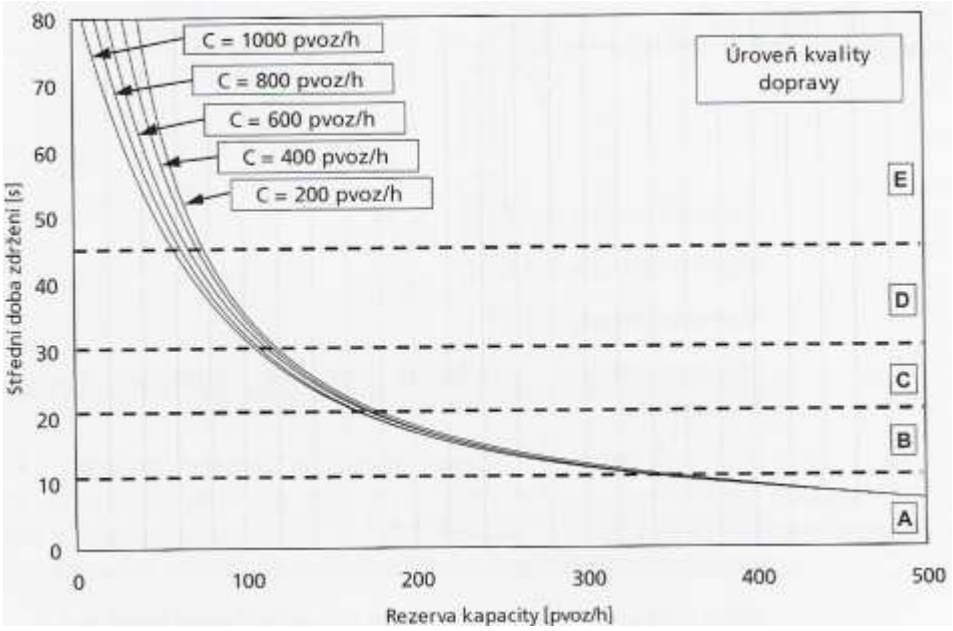
Rez .....rezerva kapacity jízdního pruhu [pvoz/h],

C_n .....kapacita jízdního pruhu [pvoz/h],

I_n.....intenzita dopravního proudu [pvoz/h].

Poté, co jsou známy jednotlivé rezervy kapacit, určíme úroveň kvality dopravy (UKD) pro jednotlivé jízdní pruhy na základě střední doby zdržení.

Graf závislosti střední doby zdržení na rezervě kapacity je uveden na obrázku 14.



Obrázek 14: Závislost střední doby zdržení na rezervě kapacity

Zdroj: [1]

Posouzení splnění podmínky nepřekročení nejvyšší přípustné hodnoty střední doby zdržení se provede pro všechny podřazené dopravní proudy a pro všechny případné smíšené dopravní proudy. Pro celkové hodnocení křižovatky výsledným stupněm UKD je rozhodující nejméně příznivé hodnocení nejvyšší střední dobou zdržení.

Jednotlivé stupně UKD jsou popsány v tabulce 11.

Tabulka 11: Úroveň kvality dopravy

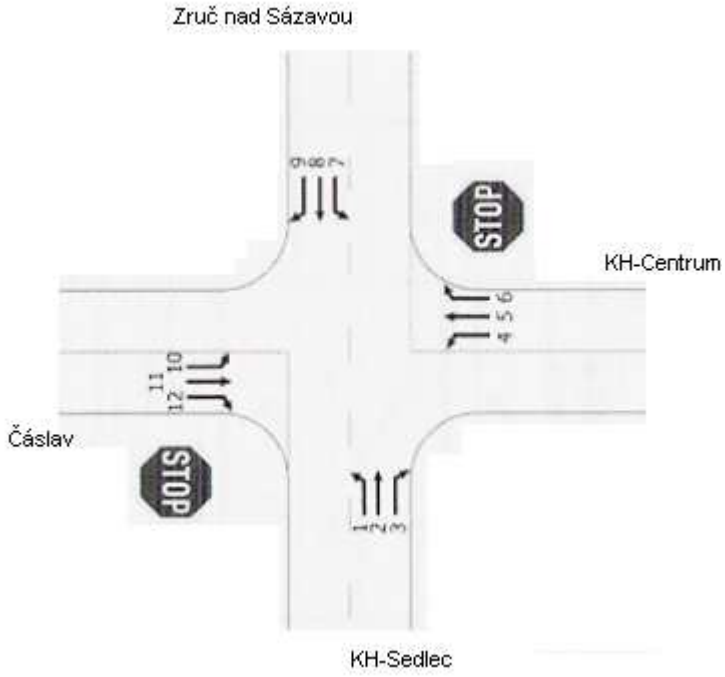
Úroveň kvality dopravy		**Střední doba zdržení v sekundách**
Označení	**Charakteristika doby zdržení**	
A	Doba zdržení velmi malá	≤ 10
B	Zdržení ještě bez front	≤ 20
C	Ojedinělé krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≥ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	při $a_v > 1$

Zdroj: [1]

Podle ČSN 73 6102 se pro křižovatky požadují stupně kvality dopravy podle třídy pozemní komunikace. V případě této křižovatky se jedná o silnici II. třídy (stupeň D) a silnici III. třídy (stupeň E).

5.3 Posouzení kapacity stávající průsečné křižovatky II/126 x III/03321

Jedná se o stykovou křižovatku silnice II. třídy a silnice III. třídy v okrajové části města. Obě komunikace jsou přibližně stejně zatíženy. Silnice II. třídy prochází v hlavním směru, silnice III. třídy je vedlejším paprskem. Úprava přednosti v jízdě je provedena značkou č. P6 (Stůj, dej přednost v jízdě!). Na obrázku 15 je zobrazena úprava přednosti v jízdě a označení dopravních proudů.



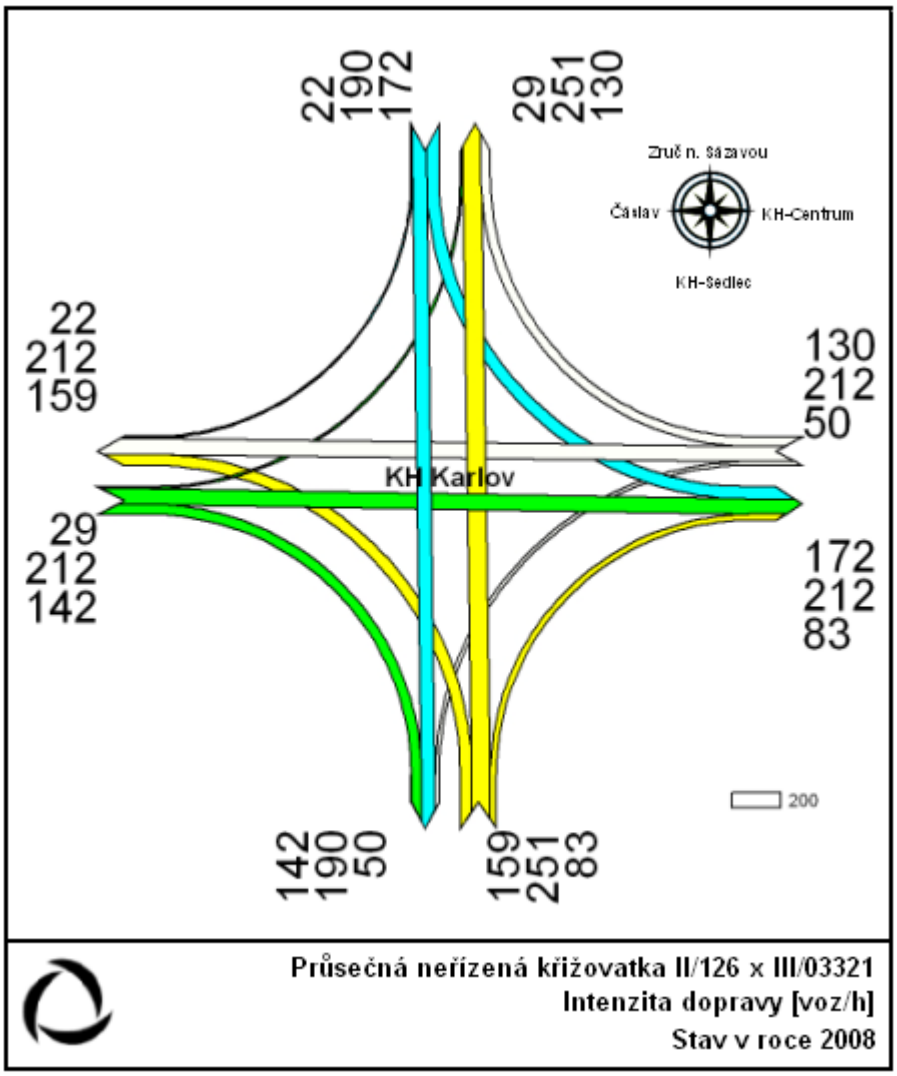
Obrázek 15: Označení dopravních proudů

Zdroj: [1]

Počet vozidel projíždějících ve špičkové hodině touto křižovatkou je 1652 voz/h, z toho 247 voz/h tvoří nákladní doprava (nákladní vozidla, těžká nákladní vozidla) a autobusová doprava, což činí podíl 15% z celkové intenzity. Podíl osobních vozidel je 85%. Podíl jízdních kol, motocyklů a jiných druhů vozidel je zanedbatelný. Intenzita chodců na této křižovatce je zanedbatelná (v době průzkumu nebyl zaznamenán ani jeden chodec).

Při výpočtu byly použity hodnoty intenzit upravené pomocí variačních koeficientů.

Kartogram intenzit všech vozidel za špičkovou hodinu je uveden na obrázku 16.



Obrázek 16: Kartogram vytížení průsečné křižovatky, 2008

Zdroj: autor

Vstupní hodnoty byly upraveny pouze variačními koeficienty a jsou uvedeny v tabulce 12.

Tabulka 12: Vstupní hodnoty, kapacita průsečné křižovatky

Dopravní proud	Intenzita dopravního proudu [voz/h]	(zohledněná) intenzita dopr. proudu [pvoz/h]	Intenzita řadícího pruhu		Řadící pruh
1	159	181	181	**[pvoz/h]**	**1**
2	251	ne	334	**[voz/h]**	**2+3**
3	83	ne			
4	50	54	425	**[pvoz/h]**	**4+5+6**
5	212	232			
6	130	139			
7	172	183	183	**[pvoz/h]**	**7**
8	190	ne	212	**[voz/h]**	**8+9**
9	22	ne			
10	29	34	418	**[pvoz/h]**	**10+11+12**
11	212	225			
12	142	159			

Zdroj: autor

Intenzita nadřazených dopravních proudů je uváděna v jednotce [voz/h]. Intenzita podřazených dopravních proudů je upravena přepočtovými koeficienty dopravního proudu a uváděna v jednotce [pvoz/h]. Jednotka [pvoz/h] je shodná s jednotkou [vozj/h], která je dále použita ve výpočtech kapacity okružní křižovatky, z důvodu dodržení formální úpravy výpočtů.

Hodnoty základních kapacit a stupňů vytížení jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13: Základní kapacita řadících pruhů

Podřazené dopravní proudy			
Dopravní proud	(zohledněná) **intenzita dopr. proudu** [pvoz/h]	**základní kapacita G_n** [pvoz/h]	**stupeň vytížení a_v** [-]
1	181	1147	0,158
7	183	1029	0,178
6	139	772	0,180
12	159	830	0,192
5	232	345	0,672
11	225	333	0,676
4	54	219	0,247
10	34	222	0,153
Nadřazené dopravní proudy			
Dopravní proud	**skutečná intenzita dopr. proudu** [voz/h]	**základní kapacita G_n** [voz/h]	**stupeň vytížení a_v** [-]
2	251	1800	0,139
3	83	1800	0,046
8	190	1800	0,106
9	22	1800	0,012

Zdroj: autor

V tabulce 14 jsou uvedeny hodnoty kapacit, stupňů vytížení a délek fronty na vjezdech do neřízené křižovatky.

Tabulka 14: Kapacita podřazených dopravních proudů

Řadící pruh	**kapacita $C_{n\ vlevo}$** [pvoz/h]	**kapacita $C_{n\ vpravo}$** [pvoz/h]	**stupeň vytížení a_v [-]**	**délka fronty $N_{95\%}$ [-]**	**l_r [m]**, délka úseku pro zastavení v PpOL
1	629	ne	0,101	**3,4**	**45**
7	1800	ne	0,102	**3,9**	**70**
4+5+6	ne	461	0,922	**106,8**	ne
10+11+12	ne	502	0,833	**70,1**	ne

Zdroj: autor

Délka úseku pro zastavení v pruhu pro odbočení vlevo na hlavní komunikaci (dopravní proudy 1 a 7) není překročena délkou fronty a proto nedochází k omezování kapacity společného pruhu hlavní komunikace v obou směrech.

Hodnoty délek fronty na obou paprscích vedlejší komunikace prozrazují, že UKD zde zřejmě bude nedostačující.

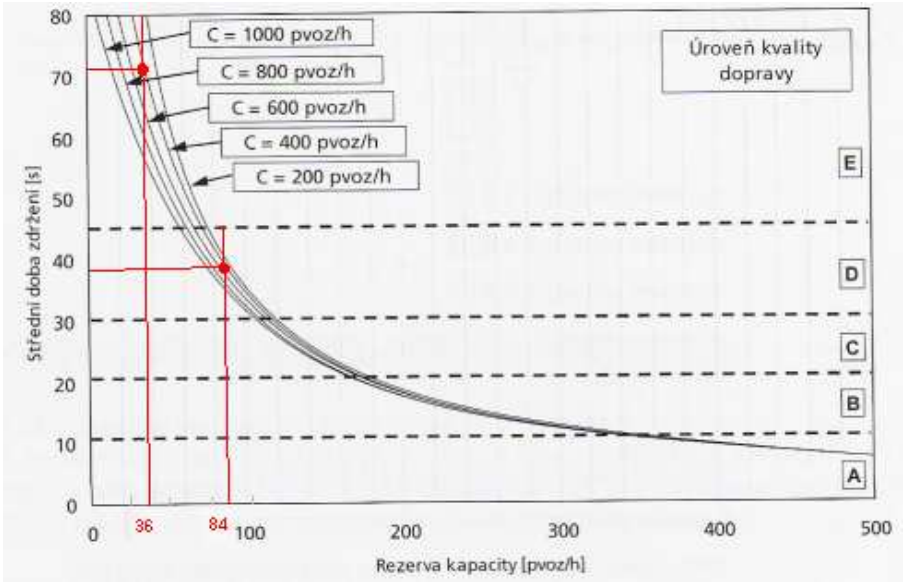
V tabulce 15 jsou uvedeny hodnoty rezervy kapacity jednotlivých společných pruhů v obou směrech vedlejší komunikace.

Tabulka 15: Rezerva kapacity vjezdů z vedlejší komunikace

dopravní proud		řadící pruh	**kapacita $C_{n\ vpravo}$** [pvoz/h]	**intenzita řadícího pruhu I_n** [pvoz/h]	**Rez** [pvoz/h]
z	do				
KH Centrum	Sedlce	4+5+6	**461**	**425**	**36**
	Čáslavi				
	Zruče				
Čáslavi	Zruče	10+11+12	**502**	**418**	**84**
	Centra				
	Sedlce				

Zdroj: autor

Následně byla z grafu závislosti čekací doby na rezervě kapacity, který je uveden na obrázku 17, určena střední hodnota doby zdržení na vjezdech vedlejší komunikace.



Obrázek 17: Graf závislosti střední čekací doby na rezervě kapacity

Zdroj: [1] s vlastními úpravami

Hodnocení UKD je přehledně zobrazeno v tabulce 16.

Tabulka 16: Hodnoty UKD

Dopravní proud		Řadící pruh	**Rezerva kapacity**	Délka fronty	Střední doba zdržení	UKD
z	do					
KH Sedlec	Čáslavi	1	1619	3,4	≤ 10	A
	Zruče	2	1466	0	≤ 10	A
	Centra	3				
KH Centrum	Sedlce	4	**36**	**106,8**	**≥ 45**	**E - F**
	Čáslavi	5				
	Zruče	6				
Zruče	Centra	7	1617	3,9	≤ 10	A
	Sedlce	8	1588	0	≤ 10	A
	Čáslavi	9				
Čáslavi	Zruče	10	**84**	**70,1**	**≤ 45**	**D**
	Centra	11				
	Sedlce	12				

Zdroj: autor

Hodnocení UKD pro celou křižovatku je nevyhovující, a to z důvodu dosažení stupně F na jednom z vjezdů (vjezd ze směru KH-Centrum). Stupněm F má být ohodnocen řadící pruh, jehož stupeň vytížení je větší než 1. V tomto případě je stupeň vytížení tohoto řadícího pruhu 0,922, ale díky dlouholetým zkušenostem s průjezdem touto křižovatkou byl zvolen stupeň F, nikoliv E. A to z důvodu vzniku častých kongescí, při nichž v době dopravní špičky dochází k nárůstu délky čekací fronty, nikoliv k jejímu snižování. Tento jev je pravidelný na vjezdu ze směru KH-Centrum, a v nemalé míře se vyskytuje i na vjezdu ze směru Čáslav.

Délka fronty od KH-Centrum dosahuje hodnoty 106,8 m, délka fronty od Čáslavi dosahuje hodnoty 70,1 m. Tyto hodnoty odpovídají skutečnosti.

Z důvodu nevyhovujícího stavu na této křižovatce bude v další části této práce řešeno nahrazení průsečné křižovatky MOK.

6 POSOUZENÍ KAPACITY OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKY

Posuzování kapacity okružní křižovatky proběhlo ve dvou fázích. Nejprve byla kapacita posouzena Brillonovou metodu a následně ověřena metodou podle TP 135. Před samotnými výpočty je v následující podkapitole uvedeno, proč by bylo vhodné stávající průsečnou křižovatku přebudovat na křižovatku okružní.

6.1 Výhody okružních křižovatek

Trendem současnosti je vzrůstající obliba okružních křižovatek, která je způsobena dvěma skutečnostmi. Jedná se o pozitivní urbanistický prvek a zároveň o účinný nástroj zklidňování dopravy. Dále je uvedeno několik argumentů, proč zvolit variantu MOK v městské části Karlov.

Mezi prvky nejčastěji vnímané širokou veřejností patří:

1) podpora městské zeleně (výsadba na středovém ostrůvku),
2) splynutí s ostatní zástavbou,
3) vzrůstající obliba u řidičů (upozorňuji, že v případě miniokružních křižovatek je tomu naopak)

Mezi prvky z hlediska dopravního inženýrství patří:

- snížení nehodovosti (při vjezdu na okružní křižovatku jsou všechna vozidla na vedlejší a je nutné sledovat pouze provoz na okružním pásu, popř. pohyb chodců),
- menší počet kolizních bodů oproti průsečným křižovatkám,
- plynulost provozu daná větší přehledností dopravní situace,
- není nutná dostavba inženýrských sítí jako je tomu v případě křižovatek řízených SZZ,
- vynaložení pouze nákladů spojených s výstavbou a uvedením do provozu (oproti křižovatkám řízených SZZ),
- celkové zklidnění dopravy (nutnost snížení rychlosti při průjezdu okružní křižovatkou).

Výše uvedené vlastnosti okružních křižovatek podporují variantu výstavby MOK v městské části Karlov.

Před samotnou výstavbou je však bezpodmínečně nutné ověřit, zda navrhovaný typ okružní křižovatky, bude splňovat dopravní požadavky nejen v době návrhu, ale také v návrhovém období 20-ti let. Kapacitní nezpůsobilost by mohla být jediným negativem této varianty.

6.2 Posouzení kapacity okružní křižovatky Brillonovou metodou

Tato metoda je založena na výpočtech kapacity jednotlivých vjezdů do křižovatky, které jsou ovlivněny intenzitami vozidel na předcházejících úsecích na okruhu MOK. Lze ji použít v případě, kdy nejsou známé rozměry okružní křižovatky. V České Republice je upřednostňován výpočet kapacity podle TP 135, ale Brillonova metoda je vhodným nástrojem pro vytvoření prvotní modelové situace, která v hrubých odhadech znázorňuje možný budoucí stav.

Výpočet se provádí na základě vztahu:

$$Q_e = A \cdot e^{-B \cdot 10^{-4} \cdot Q_c} \quad \text{[vozj/h]} \qquad (11)$$

kde:

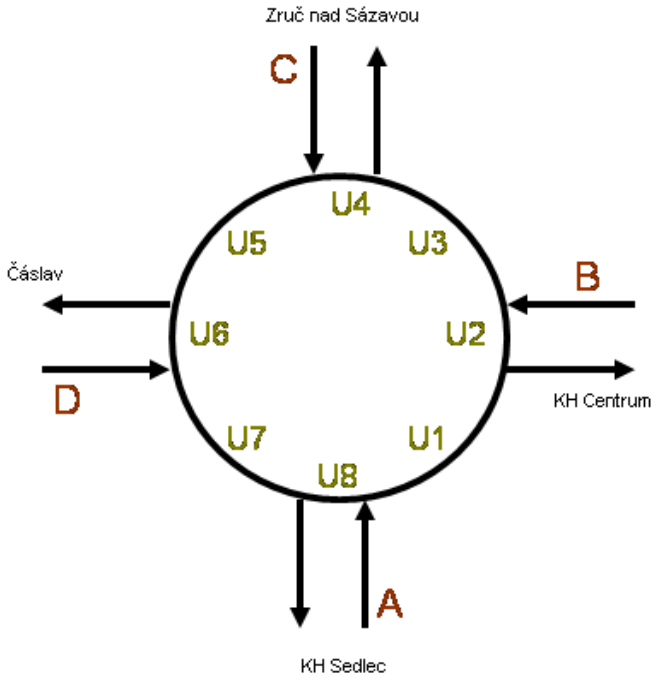
Q_e .....kapacita vjezdu [vozj/h],

Q_c .....intenzita na okruhu v místě vjezdu [vozj/h],

e.....Eulerovo číslo,

A, B.....koeficienty podle typu okružní křižovatky.

Dále je na obrázku 18 uvedeno schéma okružní křižovatky s označením vjezdů (A, B, C, D) a jednotlivými úseky okružní křižovatky (U1 až U8). Úsekům U2, U4, U6, U8 odpovídají intenzity na okruhu v místech vjezdů B, C, D, A.



Obrázek 18: Jednoduché schéma okružní křižovatky

Zdroj: [6]

Výpočty byly prováděny pro dvě modelové situace. Stav v roce 2010 (předpokládané uvedení do provozu MOK) a 2030. Výchozí hodnoty pro tyto výpočty byly upraveny podle postupu uvedeného v kapitole Dopravní průzkum a intenzity dopravy.

6.2.1 Posouzení kapacity okružní křižovatky pro rok 2010

Hodnoty použité pro tento výpočet jsou uvedeny v tabulce 17.

Tabulka 17: Hodnoty intenzit, okružní křižovatka, 2010

Dopravní proud		Prognóza na rok 2010 [vozj/h]		
z	**do**	**Okružní**	**Intenzita vjezdu [vozj/h]**	**Vjezd**
Sedlec	**Zruč**	328	650	**A**
	Centrum	107		
	Čáslav	215		
Centrum	**Čáslav**	269	490	**B**
	Zruč	158		
	Sedlec	63		
Zruč	**Sedlec**	258	499	**C**
	Čáslav	33		
	Centrum	208		
Čáslav	**Centrum**	254	485	**D**
	Sedlec	188		
	Zruč	43		

Zdroj: autor

Hodnoty intenzity na okruhu v místě vjezdu jsou uvedeny v tabulce 18.

Tabulka 18: Hodnoty intenzit na okružním pásu, 2010

Úsek	ΣU_i [vozj/h]	Vjezd
U1	1155	
U2	**586**	**B**
U3	1076	
U4	**547**	**C**
U5	1046	
U6	**529**	**D**
U7	1014	
U8	**505**	**A**

Zdroj: autor

Při výpočtech byly zohledněny 4 varianty provedení okružní křižovatky:

1) 1 jízdní pruh na okruhu a 1 řadící pruh na každém vjezdu,
2) 2 jízdní pruhy na okruhu, 1 řadící pruh na vjezdu (B, D – vedlejší paprsky stávající křižovatky) a 2 řadící pruhy na vjezdu (A, C – hlavní paprsek stávající křižovatky),
3) 2 jízdní pruhy na okruhu a 2 řadící pruhy na každém vjezdu,
4) 1 jízdní pruh na okruhu, 1 řadící pruh pro vjezd na okružní křižovatku a 1 řadící pruh pro odbočení vpravo na každém vjezdu (tato varianta je řešena i podle TP 135).

Varianta č. 2, 3 jsou pouze ilustrační a v dalších výpočtech podle TP 135 již nejsou podrobně zkoumány z důvodu prostorových omezení.

Výsledné hodnoty kapacity vjezdu jsou uvedeny v tabulce 19.

Tabulka 19: Výsledné hodnoty kapacit

varianta	vjezd	intenzita ovliv. úseku [vozj/h]	kapacita vjezdu [vozj/h]	intenzita vjezdu [vozj/h]
1 JP 1 ŘP	**A**	505	**749**	**650**
	B	586	**705**	**490**
	C	547	**726**	**499**
	D	529	**617**	**485**
2 JP 1 ŘP-B,D 2 ŘP-A,C	**A**	505	1108	654
	B	586	783	490
	C	547	1078	500
	D	529	816	485
2 JP 2 ŘP	**A**	505	1108	654
	B	586	1050	490
	C	547	1078	500
	D	529	1095	485
1 JP 1 ŘP 1 ŘPpO	**A**	505	**749**	**548**
	B	586	**705**	**332**
	C	547	**726**	**467**
	D	529	**617**	**296**

Zdroj: autor

Z hodnot uvedených v tabulce 19 jednoznačně vyplývá, že všechny varianty okružní křižovatky kapacitně pokrývají potřeby dopravy v roce 2010, kdy hodnoty kapacit vjezdů převyšují hodnoty intenzit na vjezdech.

6.2.2 Posouzení kapacity okružní křižovatky v roce 2030

Hodnoty použité pro tento výpočet jsou uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20: Hodnoty intenzit, okružní křižovatka, 2010

Dopravní proud		Prognóza na rok 2030 [vozj/h]		
z	do	Okružní	Intenzita vjezdu [vozj/h]	Vjezd
Sedlec	Zruč	422	837	A
	Centrum	138		
	Čáslav	277		
Centrum	Čáslav	349	637	B
	Zruč	206		
	Sedlec	82		
Zruč	Sedlec	331	645	C
	Čáslav	42		
	Centrum	272		
Čáslav	Centrum	333	631	D
	Sedlec	244		
	Zruč	54		

Zdroj: autor

Hodnoty intenzity na okruhu v místě vjezdu jsou uvedeny v tabulce 21.

Tabulka 21: Hodnoty intenzit na okružním pásu, 2010

Úsek	ΣU_i [vozj/h]	Vjezd
U1	1496	
U2	**753**	B
U3	1390	
U4	**708**	C
U5	1353	
U6	**685**	D
U7	1316	
U8	**659**	A

Zdroj: autor

Výsledné hodnoty kapacity vjezdu jsou uvedeny v tabulce 22.

Tabulka 22: Výsledné hodnoty kapacit

Varianta	Vjezd	Intenzita ovlivňujícího úseku	Kapacita vjezdu [vozj/h]	Intenzita vjezdu]vozj/h]
1 JP 1 ŘP	**A**	659	**668**	**837**
	B	753	**623**	**637**
	C	708	**645**	**645**
	D	685	**521**	**631**
2 JP 1 ŘP-B,D 2 ŘP-A,C	**A**	659	1000	837
	B	753	693	637
	C	708	968	645
	D	685	728	631
2 JP 2 ŘP	**A**	659	1000	837
	B	753	939	637
	C	708	968	645
	D	685	988	631
1 JP 1 ŘP 1 ŘPpO	**A**	659	**668**	**723**
	B	753	**623**	**438**
	C	708	**645**	**616**
	D	685	**521**	**390**

Zdroj: autor

Z hodnot uvedených v tabulce 22 jednoznačně vyplývá, že varianty č. 2 a 3 kapacitně pokrývají potřeby dopravy v roce 2030, ale z důvodu prostorového omezení v místě stávající křižovatky nejsou realizovatelné, a dále již nebudou zmiňovány.

U varianty č. 1 dochází k překročení kapacity na vjezdech A, B, D.

U varianty č. 4 dochází k překročení kapacity na vjezdu A.

Překročení kapacity na jednom a více vjezdech způsobuje kapacitní nezpůsobilost (přetížení) okružní křižovatky.

Varianty č. 1 a 4 nepokrývají kapacitní potřeby dopravy v roce 2030. Podrobně jsou tyto varianty propočítány podle TP 135 v další části této práce. Výpočet podle TP 135 potvrzuje výsledky dosažené metodou profesora Brillona s mírnými odchylkami.

Přehled dosažených výsledků je uveden v tabulce 23.

Tabulka 23: Přehled dosažených výsledků Brillonovou metodou

Porovnání výsledků pro modelovou situaci v roce 2030			
Varianta	Vjezd	Brillonova metoda	Metoda podle TP 135
1 JP, 1 ŘP	A	nevyhovuje	nevyhovuje
	B	nevyhovuje	nevyhovuje
	C	vyhovuje	nevyhovuje
	D	nevyhovuje	nevyhovuje
1 JP, 1 ŘP, 1 ŘPpO	A	nevyhovuje	nevyhovuje
	B	vyhovuje	nevyhovuje
	C	vyhovuje	vyhovuje
	D	vyhovuje	vyhovuje

; Zdroj: autor

Vše je podrobně analyzováno při výpočtu podle TP 135.

6.3 Posouzení kapacity okružní křižovatky podle TP 135

Tato metoda je v České Republice základním nástrojem pro stanovení kapacity okružních křižovatek. Při použití této metody je nezbytně nutné znát rozměry okružní křižovatky, které jsou při výpočtu zohledněny.

Výpočet podle TP 135 je založen na výpočtu kapacity vjezdu L_e podle vztahu:

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + \alpha \cdot Q_a) \quad \text{[vozj/h]} \qquad (12)$$

kde:

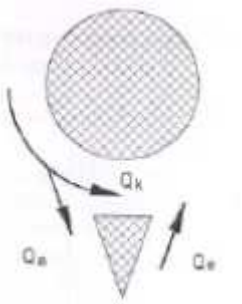
L_e ..... kapacita vjezdu [vozj/h],

Q_a ..... intenzita vozidel na výjezdu [vozj/h],

Q_k ..... intenzita vozidel na okružním pásu křižovatky mezi výjezdem a (následujícím) posuzovaným vjezdem [vozj/h],

α ..... faktor zohledňující vzájemnou vzdálenost výjezdu a vjezdu na jednom paprsku křižovatky.

Rozložení jednotlivých intenzit na okružní křižovatce je zobrazeno na obrázku 19.



Obrázek 19: Rozložení intenzit na okružním pasu

Zdroj: [3]

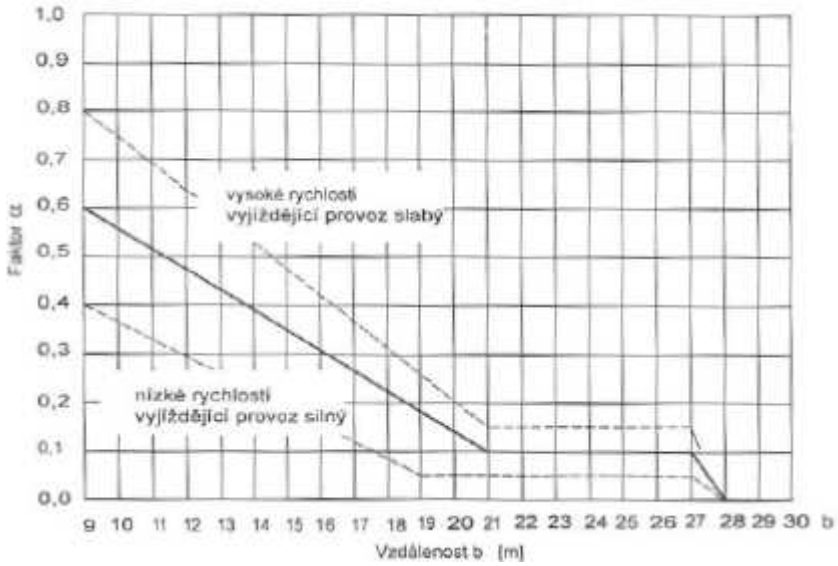
Na obrázku 20 je znázorněna vzdálenost b mezi kolizními body, jejíž velikost je ovlivněna vnějším poloměrem okružní křižovatky a vzdáleností os výjezdu a vjezdu na jednom paprsku.

Obrázek 20: Vzdálenost mezi kolizními body

Zdroj: [3]

Vzdálenost b ovlivňuje hodnotu faktoru α, který zohledňuje vzdálenost výjezdu a vjezdu na jednom paprsku křižovatky. Výsledná hodnota faktoru α z velké části ovlivňuje výslednou kapacitu okružní křižovatky.

Faktor α se zjišťuje z grafu, který je uveden na obrázku 21.



Obrázek 21: Faktor α zohledňující vzájemnou vzdálenost výjezdu a vjezdu

Zdroj: [2]

Z obrázku 21 vyplývá, že hodnota faktoru α je na kritické vzdálenosti b závislá nepřímo. Při růstu hodnoty b, dochází k poklesu faktoru α. Z výše uvedeného vyplývá, že při volbě okružní křižovatky s větším vnějším poloměrem snižujeme hodnotu faktoru α, čímž dosáhneme větší kapacity vjezdů okružní křižovatky. Zjednodušeně řečeno, větší vnější poloměr odpovídá větší kapacitě jednotlivých vjezdů okružní křižovatky.

Poté, co je známa hodnota kapacity vjezdu je možné určit rezervu kapacity vjezdu R ze vztahu:

$$R = L_e - Q_e \quad \text{[vozj/h]} \qquad (13)$$

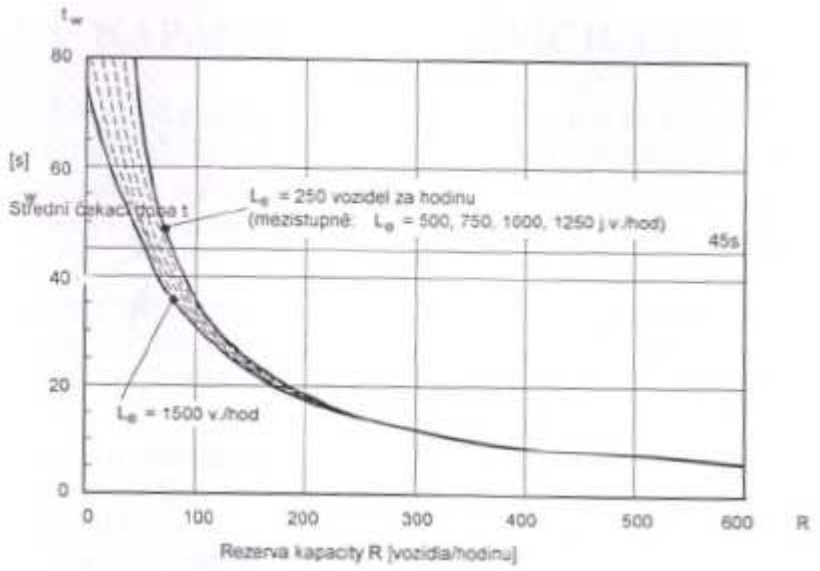
kde:

R.....rezerva kapacity [vozj/h],

L_e.....kapacita vjezdu [vozj/h],

Q_e .....intenzita vozidel na vjezdu [vozj/h].

Na velikosti rezervy kapacity je závislá délka střední čekací doby t_w. Tato závislost je zachycena na obrázku 22.



Obrázek 22: Závislost střední čekací doby na rezervě kapacity

Zdroj: [2]

Střední čekací doba je velice důležitou charakteristikou okružní křižovatky. Pokud střední čekací doba na jednom nebo více vjezdech přesáhne hodnotu jedné minuty, stává se okružní křižovatka kapacitně nevyhovující.

Další velice zajímavou hodnotou je délka čekací fronty L. Ta je vyjádřena vztahem:

$$L = \frac{Q_e \cdot t_w}{3600} \cdot L_{voz} \quad [\text{m}] \qquad (14)$$

kde:

L ..... délka čekací fronty [m],

Q_e ..... intenzita vozidel na vjezdu [vozj/h],

t_w ..... střední čekací doba [s],

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

Hodnoty délky fronty jsou zaokrouhlovány na celá čísla nahoru.

Dále může být dopočítán stupeň vytížení vjezdu ALG_e, který je dán vztahem:

$$ALG_e = \frac{Q_e}{L_e} \cdot 100 \quad [\%] \qquad (15)$$

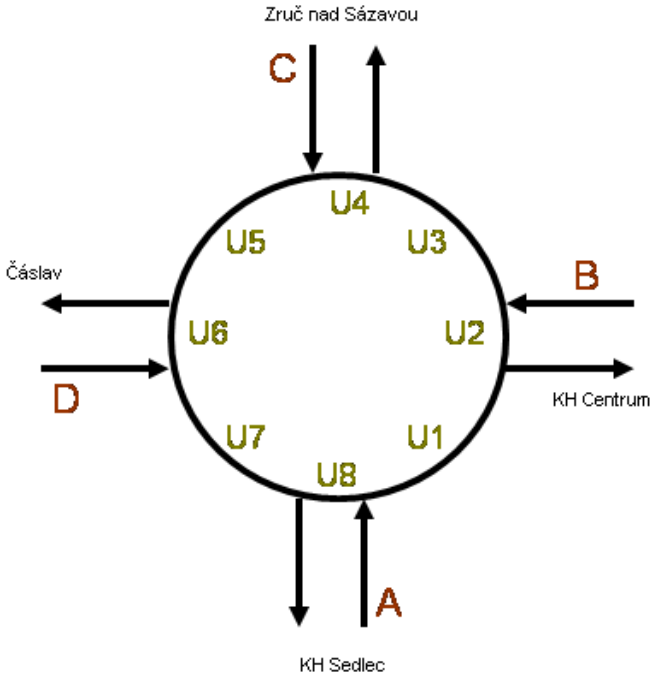
kde:

ALG_e ..... stupeň vytížení vjezdu [%],

Q_e ..... intenzita vozidel na vjezdu [vozj/h],

L_e ..... kapacita vjezdu [vozj/h].

Dále je na obrázku 23 uvedeno schéma okružní křižovatky s označením vjezdů (A, B, C, D) a jednotlivými úseky okružní křižovatky (U1 až U8). Úsekům U2, U4, U6, U8 odpovídají intenzity na okruhu Q_k v místech vjezdů B, C, D, A.



Obrázek 23: Jednoduché schéma okružní křižovatky

Zdroj: [6]

Výpočty byly prováděny pro tři modelové situace. Stav v roce 2010, 2025 a 2030. Výchozí hodnoty pro tyto výpočty byly upraveny podle postupu uvedeného v kapitole Dopravní průzkum a intenzity dopravy.

Výsledné hodnoty kapacit byly zaokrouhlovány na celá čísla dolů.

6.3.1 Parametry navrhované okružní křižovatky

V tabulce 24 jsou uvedeny základní hodnoty parametrů navrhované okružní křižovatky, která je navrhována v místě stávající křižovatky II/126 x III/03321.

Tabulka 24: Parametry navrhované okružní křižovatky

Parametr	Označení parametru	Hodnota [m]
Vnější průměr	D	20
Vnitřní průměr	d	10,5
Šířka prstence	p	1,5
Šířka okružního pásu	š	8
Šířka vjezdu	š1	3,75 - 5
Šířka výjezdu	š2	3,75 - 4

Zdroj: autor

Svými rozměry se tato okružní křižovatka řadí do skupiny MOK.

Hodnoty faktoru α pro jednotlivé paprsky jsou uvedeny v tabulce 25.

Tabulka 25: Hodnota faktoru α navrhované MOK

α, faktor zohledňující vzájemnou vzdálenost vjezdu a výjezdu				
vjezd/výjezd	Upravené D [m]	φ [st]	b [m]	**α**
Sedlec (A)	19,5	29	9,86	**0,564**
Centrum (B)	19,5	29	9,86	**0,564**
Zruč (C)	19,5	29	9,86	**0,564**
Čáslav (D)	19,5	27	9,18	**0,593**

Zdroj: autor

Hodnota vzdálenosti b byla dopočítána pro jednotlivé paprsky podle vztahu pro výpočet délky kruhového oblouku:

$$b = \frac{2\pi \cdot r}{360} \cdot \varphi \quad [\text{m}] \qquad (16)$$

kde:

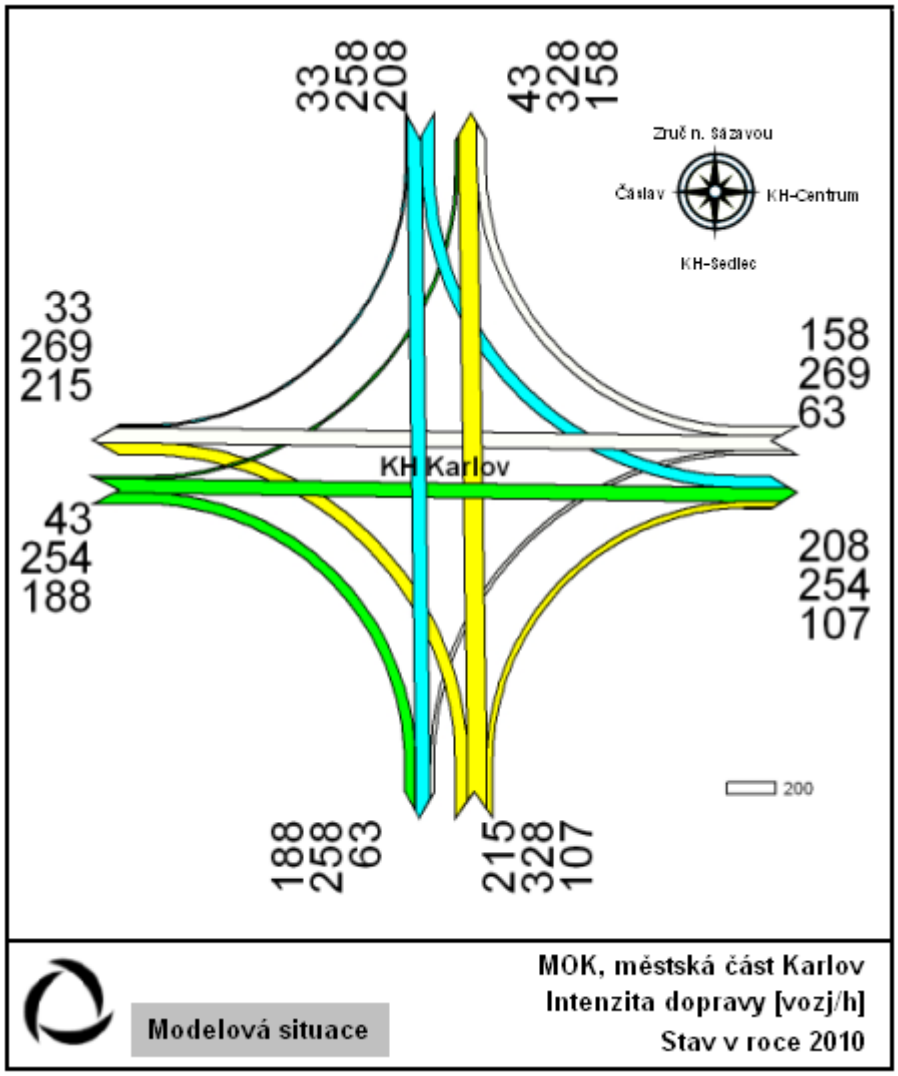
b ..... vzdálenost mezi kritickými body (výjezdem a vjezdem na jednom paprsku) [m],

r ..... vnější poloměr, v našem případě, zmenšený o hodnotu 0,5 m [m],

φ ..... úhel ve stupňové míře, který svírají osy výjezdu a vjezdu na jednom paprsku [°].

6.4 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2010

Základními vstupními hodnotami byly hodnoty prognózované intenzity dopravy v místě této křižovatky pro rok 2010. Prognóza intenzit dopravy pro rok 2010 je přehledně zobrazena kartogramem vytížení křižovatky na obrázku 24.



Obrázek 24: Kartogram vytížení okružní křižovatky, 2010

Zdroj: autor

Pro další zjednodušení byly tyto hodnoty převedeny do tabulkové podoby. Hodnoty dopravních intenzit na jednotlivých vjezdech MOK jsou uvedeny v tabulce 26.

Tabulka 26: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, 2010

Qe, Intenzita vozidel na vjezdu				
Dopravní proud		**Prognóza na rok 2010 [vozj/h]**		
z	**do**	**Okružní**	Intenzita [vozj/h]	Vjezd
Sedlec	**Zruč**	328	650	**A**
	Centrum	107		
	Čáslav	215		
Centrum	**Čáslav**	269	490	**B**
	Zruč	158		
	Sedlec	63		
Zruč	**Sedlec**	258	499	**C**
	Čáslav	33		
	Centrum	208		
Čáslav	**Centrum**	254	485	**D**
	Sedlec	188		
	Zruč	43		

Zdroj: autor

Další vstupní hodnotou je intenzita vozidel na okružním pásu mezi vjezdem a výjezdem Q_k. A to pro každý paprsek MOK. Hodnoty intenzity Q_k jsou uvedeny v tabulce 27.

Tabulka 27: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, 2010

úsek	Qk [vozj/h]	Vjezd
U1	1155	
U2	**586**	**B**
U3	1076	
U4	**547**	**C**
U5	1046	
U6	**529**	**D**
U7	1014	
U8	**505**	**A**

Zdroj: autor

Posledním vstupem do výpočtu je intenzita vozidel na jednotlivých výjezdech Q_a. Intenzity vozidel na výjezdech jsou uvedeny v tabulce 28.

Tabulka 28: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, 2010

Qa, Intenzita vozidel na výjezdu [vozj/h]						
vjezd	**výjezd**	**Intenzita**	**Sedlec**	**Centrum**	**Zruč**	**Čáslav**
Sedlec	**Zruč**	328		107	328	215
	Centrum	107				
	Čáslav	215				
Centrum	**Čáslav**	269	63		158	269
	Zruč	158				
	Sedlec	63				
Zruč	**Sedlec**	258	258	208		33
	Čáslav	33				
	Centrum	208				
Čáslav	**Centrum**	254	188	254	43	
	Sedlec	188				
	Zruč	43				
Qa			**509**	**569**	**529**	**517**

Zdroj: autor

Výpočtem byly získány výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik. Těmito charakteristikami jsou:

- L_e, kapacita vjezdu,
- ALG_e, stupeň vytížení vjezdu,
- R, rezerva kapacity vjezdu,
- t_w, střední čekací doba ve frontě,
- L, délka fronty.

Výsledky jsou pro větší přehlednost uvedeny v tabulce 29.

Tabulka 29: Výsledné hodonty jednotlivých charakteristik MOK, 2010

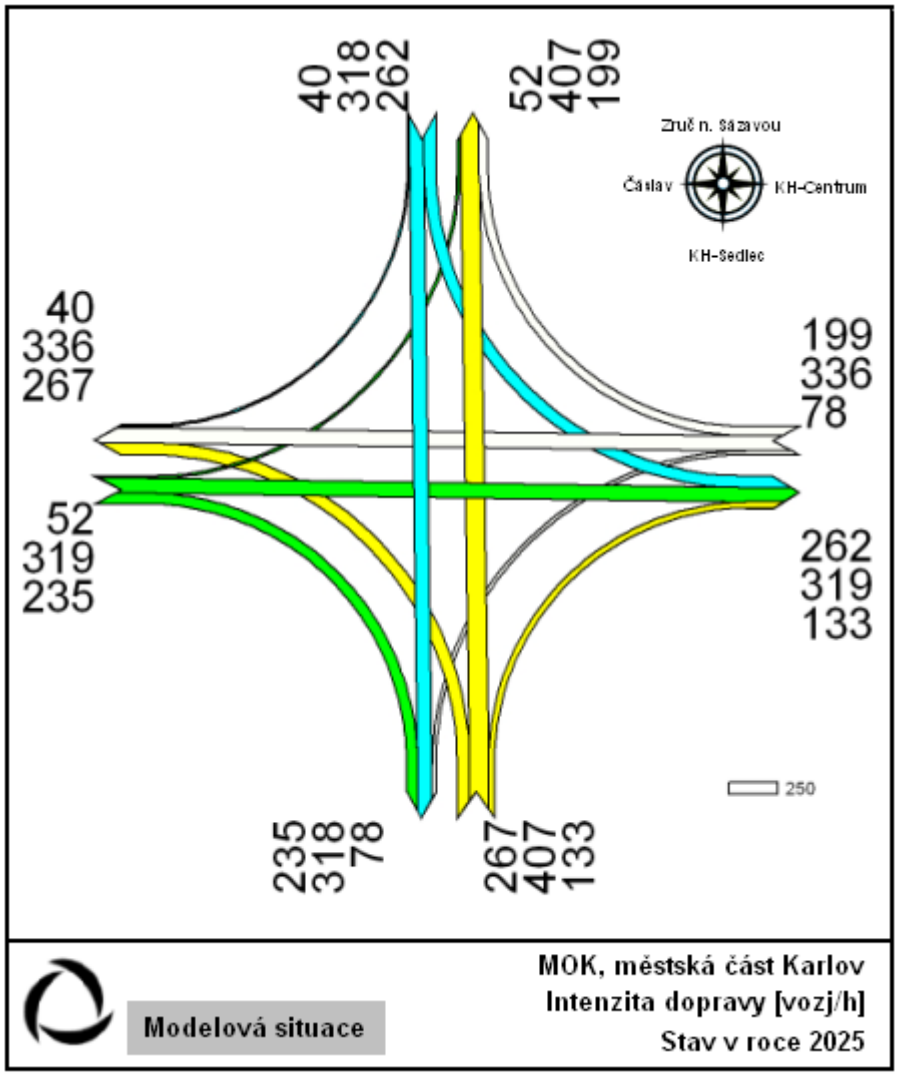
Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik					
vjezd/výjezd	Le [vozj/h]	**ALGe (%)**	R [vozj/h]	**tw [s]**	L [m]
Sedlec (A)	795	**81,8**	145	**24**	26
Centrum (B)	693	**70,7**	203	**17**	14
Zruč (C)	748	**66,7**	249	**15**	13
Čáslav (D)	757	**64,1**	272	**13**	11

Zdroj: autor

Při pohledu na dosažené hodnoty, především na střední čekací doby (zdaleka nedosahují hodnoty 60 s), je možné konstatovat, že tato MOK bude v roce 2010 kapacitně vyhovující.

6.5 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2025

Základními vstupními hodnotami byly hodnoty prognózované intenzity dopravy v místě této křižovatky pro rok 2025. Prognóza intenzit dopravy pro rok 2025 je přehledně zobrazena kartogramem vytížení křižovatky na obrázku 25.



Obrázek 25: Kartogram vytížení MOK, 2025

Zdroj: autor

Pro další zjednodušení byly tyto hodnoty převedeny do tabulkové podoby. Hodnoty dopravních intenzit na jednotlivých vjezdech MOK jsou uvedeny v tabulce 30.

Tabulka 30: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, 2025

Qe, Intenzita vozidel na vjezdu				
Dopravní proud		**Prognóza na rok 2025 [vozj/h]**		
z	**do**	**Okružní**	Intenzita [vozj/h]	Vjezd
Sedlec	**Zruč**	407	807	**A**
	Centrum	133		
	Čáslav	267		
Centrum	**Čáslav**	336	613	**B**
	Zruč	199		
	Sedlec	78		
Zruč	**Sedlec**	318	620	**C**
	Čáslav	40		
	Centrum	262		
Čáslav	**Centrum**	319	606	**D**
	Sedlec	235		
	Zruč	52		

Zdroj: autor

Další vstupní hodnotou je intenzita vozidel na okružním pásu mezi vjezdem a výjezdem Q_k. A to pro každý paprsek MOK. Hodnoty intenzity Q_k jsou uvedeny v tabulce 31.

Tabulka 31: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, 2025

úsek	Qk [vozj/h]	vjezd
U1	1440	
U2	**726**	**B**
U3	1339	
U4	**681**	**C**
U5	1301	
U6	**658**	**D**
U7	1264	
U8	**633**	**A**

Zdroj: autor

Posledním vstupem do výpočtu je intenzita vozidel na jednotlivých výjezdech Q_a. Intenzity vozidel na výjezdech jsou uvedeny v tabulce 32.

Tabulka 32: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, 2025

Qa, Intenzita vozidel na výjezdu [vozj/h]						
vjezd	**výjezd**	**Intenzita**	**Sedlec**	**Centrum**	**Zruč**	**Čáslav**
Sedlec	**Zruč**	407		133	407	267
	Centrum	133				
	Čáslav	267				
Centrum	**Čáslav**	336	78		199	336
	Zruč	199				
	Sedlec	78				
Zruč	**Sedlec**	318	318	262		40
	Čáslav	40				
	Centrum	262				
Čáslav	**Centrum**	319	235	319	52	
	Sedlec	235				
	Zruč	52				
Qa			**631**	**714**	**658**	**643**

Zdroj: autor

Výpočtem byly získány výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik. Těmito charakteristikami jsou:

- L_e, kapacita vjezdu,
- ALG_e, stupeň vytížení vjezdu,
- R, rezerva kapacity vjezdu,
- t_w, střední čekací doba ve frontě,
- L, délka fronty.

Výsledky jsou pro větší přehlednost uvedeny v tabulce 33.

Tabulka 33: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik MOK, 2025

Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik					
vjezd/výjezd	Le [vozj/h]	**ALGe (%)**	**R [vozj/h]**	**tw [s]**	**L [m]**
Sedlec (A)	620	**130,2**	**-187**	**nevyhovující**	**nevyhovující**
Centrum (B)	496	**123,6**	**-117**		
Zruč (C)	564	**110**	**-56**		
Čáslav (D)	576	**105,2**	**-30**		

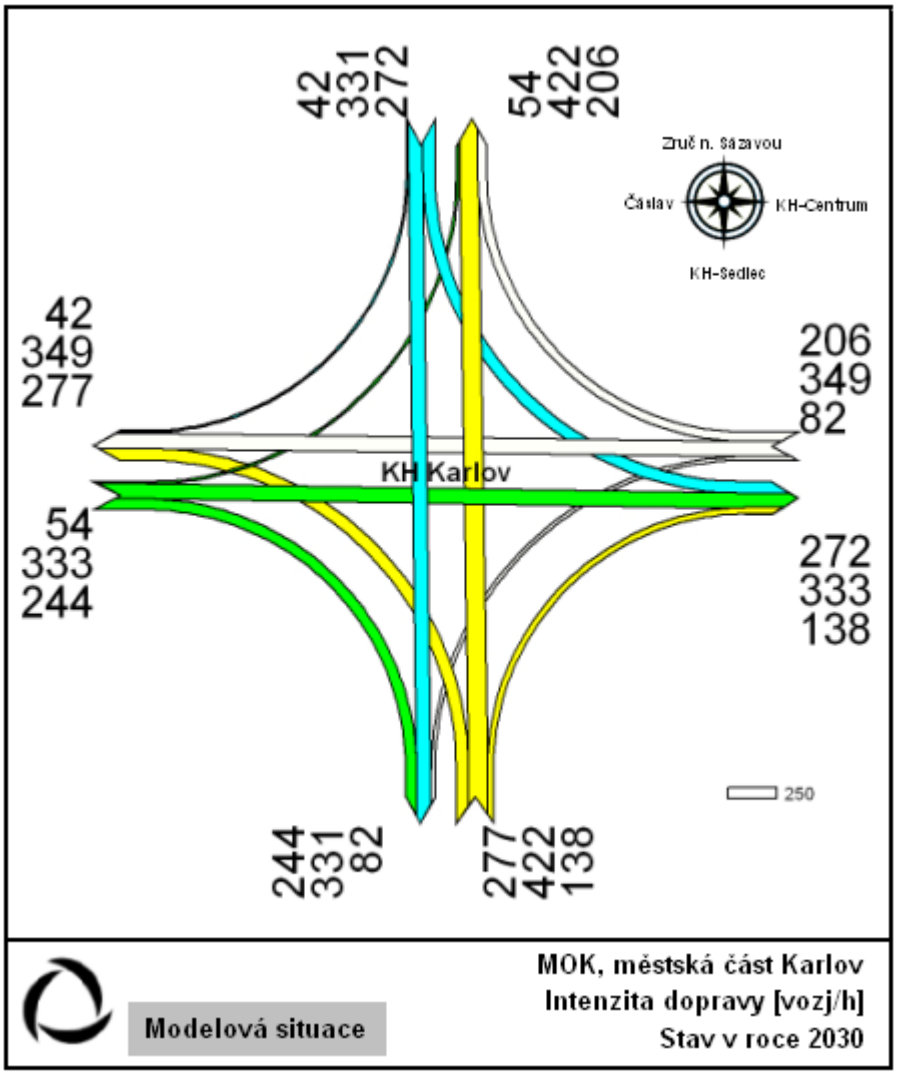
Zdroj: autor

Při pohledu na dosažené hodnoty, především na rezervy kapacit vjezdů (všechny vjezdy dosahují záporné kapacity), je možné konstatovat, že tato MOK bude v roce 2025 kapacitně nevyhovující.

6.6 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2030

Aby byly dodrženy stanovené postupy, je nutné ověřit kapacitní stav navrhované MOK i v roce 2030. A to i přesto, že při modelové situaci pro rok 2025 bylo dosaženo nevyhovujících hodnot.

Základními vstupními hodnotami byly hodnoty prognózované intenzity dopravy v místě této křižovatky pro rok 2030. Prognóza intenzit dopravy pro rok 2030 je přehledně zobrazena kartogramem vytížení křižovatky na obrázku 26.



Obrázek 26: Kartogram vytížení MOK, 2030

Zdroj: autor

Pro další zjednodušení byly tyto hodnoty převedeny do tabulkové podoby. Hodnoty dopravních intenzit na jednotlivých vjezdech MOK jsou uvedeny v tabulce 34.

Tabulka 34: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, 2030

Qe, Intenzita vozidel na vjezdu				
Dopravní proud		**Prognóza na rok 2030 [vozj/h]**		
z	**do**	**Okružní**	Intenzita [vozj/h]	Vjezd
Sedlec	**Zruč**	422	837	**A**
	Centrum	138		
	Čáslav	277		
Centrum	**Čáslav**	349	637	**B**
	Zruč	206		
	Sedlec	82		
Zruč	**Sedlec**	331	645	**C**
	Čáslav	42		
	Centrum	272		
Čáslav	**Centrum**	333	631	**D**
	Sedlec	244		
	Zruč	54		

Zdroj: autor

Další vstupní hodnotou je intenzita vozidel na okružním pásu mezi vjezdem a výjezdem Q_k. A to pro každý paprsek MOK. Hodnoty intenzity Q_k jsou uvedeny v tabulce 35.

Tabulka 35: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, 2030

úsek	Qk [vozj/h]	vjezd
U1	1496	
U2	**753**	**B**
U3	1390	
U4	**708**	**C**
U5	1353	
U6	**685**	**D**
U7	1316	
U8	**659**	**A**

Zdroj: autor

Posledním vstupem do výpočtu je intenzita vozidel na jednotlivých výjezdech Q_a. Intenzity vozidel na výjezdech jsou uvedeny v tabulce 36.

Tabulka 36: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, 2030

Qa, Intenzita vozidel na výjezdu [vozj/h]						
vjezd	**výjezd**	**Intenzita**	**Sedlec**	**Centrum**	**Zruč**	**Čáslav**
Sedlec	**Zruč**	422		138	422	277
	Centrum	138				
	Čáslav	277				
Centrum	**Čáslav**	349	82		206	349
	Zruč	206				
	Sedlec	82				
Zruč	**Sedlec**	331	331	272		42
	Čáslav	42				
	Centrum	272				
Čáslav	**Centrum**	333	244	333	54	
	Sedlec	244				
	Zruč	54				
Qa			**657**	**743**	**682**	**668**

Zdroj: autor

Výpočtem byly získány výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik. Těmito charakteristikami jsou:

- L_e, kapacita vjezdu,
- ALG_e, stupeň vytížení vjezdu,
- R, rezerva kapacity vjezdu,
- t_w, střední čekací doba ve frontě,
- L, délka fronty.

Výsledky jsou pro větší přehlednost uvedeny v tabulce 37.

Tabulka 37: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik MOK, 2030

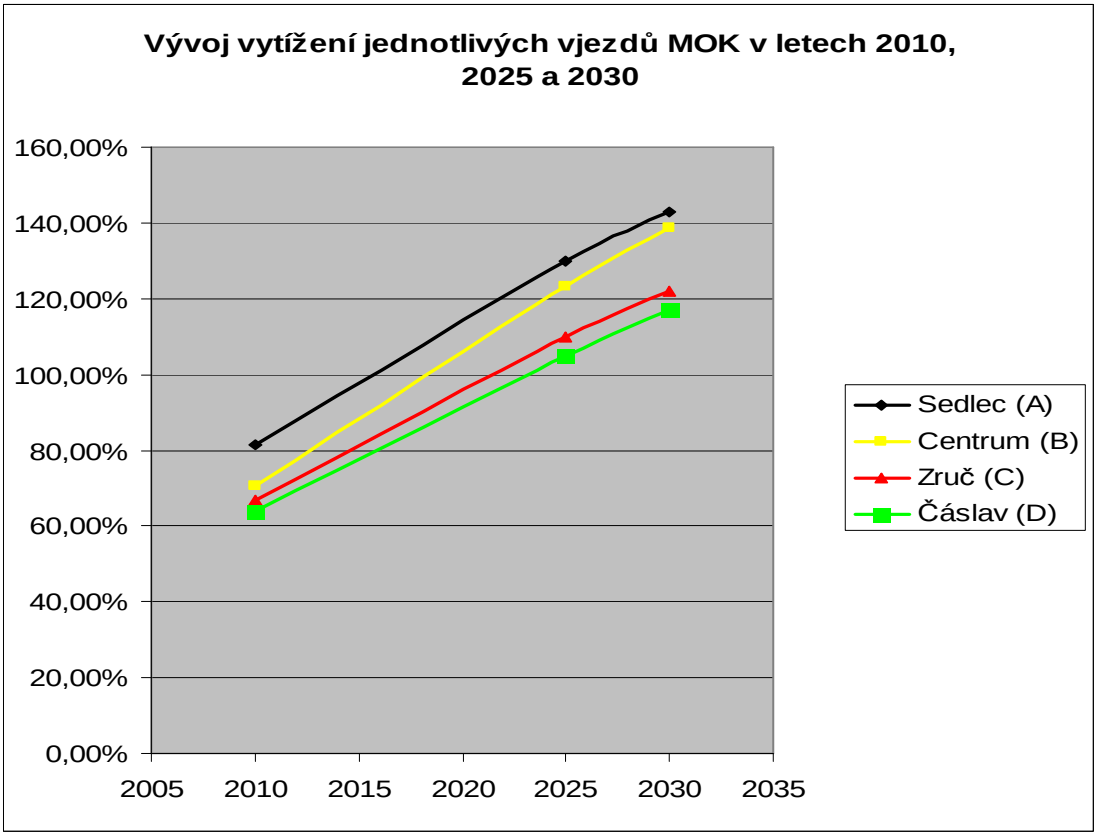
Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik					
vjezd/výjezd	Le [vozj/h]	**ALGe (%)**	**R [vozj/h]**	**tw [s]**	**L [m]**
Sedlec (A)	584	**143,3**	**-253**	**nevyhovující**	**nevyhovující**
Centrum (B)	458	**139,1**	**-179**		
Zruč (C)	528	**122,2**	**-117**		
Čáslav (D)	539	**117,1**	**-92**		

Zdroj: autor

Při pohledu na dosažené hodnoty, především na rezervy kapacit vjezdů (všechny vjezdy dosahují záporné kapacity), je možné konstatovat, že tato MOK bude v roce 2030 kapacitně nevyhovující.

6.7 Analýza dosažených výsledků

Již před samotným výpočtem se dalo očekávat, že by mohly nastat problémy s kapacitní způsobilostí MOK. Samotné výpočty tento předpoklad potvrdily. Na obrázku 27 je pro názornost uveden trend růstu vytížení jednotlivých vjezdů MOK.



Obrázek 27: Růst vytížení vjezdů MOK

Zdroj: autor

V případě této MOK je optimální hodnota vytížení vjezdu přibližně 93%. Při tomto stupni vytížení dosahuje střední čekací doba hraniční hodnoty 60 s. Tento stav stále zaručuje kapacitní způsobilost a zároveň maximální možné vytížení MOK.

Z grafu jasně vyplývá, že v roce 2030 dojde k výraznému překročení kapacity všech vjezdů MOK a jejich vytížení bude dosahovat hodnot v rozmezí 116 % - 143 %, což je velice nepříznivý jev z hlediska organizace dopravy v místě stávající křižovatky II/126 x III/03321. Je možné konstatovat, že realizací navrhovaného projektu MOK nedojde ke zklidnění dopravy v městské části Karlov v požadovaném časovém horizontu, ale pouze v krátkém časovém období.

Za předpokladu, že by byla tato navrhovaná MOK uvedena do provozu v roce 2010, došlo by ke zklidnění dopravy přibližně na 5 let, tedy do roku 2015 (vytížení vjezdů v roce 2015 by se pohybovalo v rozmezí 76 % - 97 %). Dá se předpokládat, že přibližně v roce 2016

by dopravní situace na MOK odpovídala dopravní situaci na stávající průsečné křižovatce v roce 2008. Pouze by došlo k přesunu kongescí. Kongesce by se vytvářely na vjezdu A (směr od KH-Sedlec) a na vjezdu B (směr od KH-Centrum).

Možným řešením tohoto problému je přepracování projektu MOK a posílení všech vjezdů přidáním řadícího pruhu pro pravé odbočení. Jedinou omezující podmínkou by opět zůstaly prostorová omezení v místě stávající křižovatky.

6.8 Posouzení kapacity malé okružní křižovatky pro rok 2030 po přidání řadících pruhů pro pravé odbočení

Základní myšlenkou tohoto návrhu je vedení stávajících dopravních proudů 3, 6, 9, 12 (dopravní proudy odbočující vpravo) mimo okružní pás MOK. Tím by se dosáhlo snížení intenzity vozidel na vjezdech a výjezdech. Intenzita vozidel na okružním pásu mezi vjezdem a výjezdem na jednotlivých paprscích by zůstala nezměněna. Následkem snížení intenzity na vjezdech a výjezdech by bylo zvýšení kapacity MOK.

Základními vstupními hodnotami byly hodnoty prognózované intenzity dopravy v místě této křižovatky pro rok 2030. Počet vozidlových jednotek, které projedou MOK je stejný jako v případě MOK bez těchto přidaných řadících pruhů pro odbočení. Pouze dojde k odklonu dopravních proudů, které by po vjezdu na okružní pás opustili křižovatku na následujícím výjezdu.

Z toho důvodu jsou použity upravené vstupní hodnoty intenzit na vjezdu, které jsou uvedeny v tabulce 38.

Tabulka 38: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, upravený návrh, 2030

Qe, Intenzita vozidel na vjezdu					
Dopravní proud		**Prognóza na rok 2030 [vozj/h]**			
z	**do**	**Okružní**	Intenzita [vozj/h]	Vjezd	Snížení intenzity o [vozj/h]
Sedlec	**Zruč**	422	699	**A**	**138**
	Centrum	0			
	Čáslav	277			
Centrum	**Čáslav**	349	431	**B**	**206**
	Zruč	0			
	Sedlec	82			
Zruč	**Sedlec**	331	603	**C**	**42**
	Čáslav	0			
	Centrum	272			
Čáslav	**Centrum**	333	387	**D**	**244**
	Sedlec	0			
	Zruč	54			

Zdroj: autor

Další vstupní hodnotou je intenzita vozidel na okružním pásu mezi vjezdem a výjezdem Q_k. A to pro každý paprsek MOK. Hodnoty intenzita Q_k jsou uvedeny v tabulce 39.

Tabulka 39: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, upravený návrh, 2030

úsek	Qk [vozj/h]	vjezd
U1	1358	
U2	**753**	**B**
U3	1184	
U4	**708**	**C**
U5	1311	
U6	**685**	**D**
U7	1072	
U8	**659**	**A**

Zdroj: autor

Hodnoty v tabulce potvrzují, že přidáním řadících pruhů pro odbočení nedojde ke změně hodnot intenzit Q_k na požadovaných úsecích (U2, U4, U6, U8).

Posledním vstupem do výpočtu je intenzita vozidel na jednotlivých výjezdech Q_a. Intenzity vozidel na výjezdech jsou opět upraveny a dosahují nižších hodnot.

Hodnoty jsou uvedeny v tabulce 40.

Tabulka 40: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, upravený návrh 2030

Qa, Intenzita vozidel na výjezdu [vozj/h]						
vjezd	**výjezd**	**Intenzita**	**Sedlec**	**Centrum**	**Zruč**	**Čáslav**
Sedlec	**Zruč**	422		**0**	422	277
	Centrum	**0**				
	Čáslav	277				
Centrum	**Čáslav**	349	82		**0**	349
	Zruč	**0**				
	Sedlec	82				
Zruč	**Sedlec**	331	331	272		**0**
	Čáslav	**0**				
	Centrum	272				
Čáslav	**Centrum**	333	**0**	333	54	
	Sedlec	**0**				
	Zruč	54				
Qa			**413**	**605**	**476**	**626**

Zdroj: autor

Výpočtem byly získány výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik. Těmito charakteristikami jsou:

- L_e, kapacita vjezdu,
- ALG_e, stupeň vytížení vjezdu,
- R, rezerva kapacity vjezdu,
- t_w, střední čekací doba ve frontě,
- L, délka fronty.

Výsledky jsou pro větší přehlednost uvedeny v tabulce 41.

Tabulka 41: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik, upravený návrh, 2030

Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik					
vjezd/výjezd	Le [vozj/h]	**ALGe (%)**	R [vozj/h]	**tw [s]**	L [m]
Sedlec (A)	707	**98,9**	8	**125**	146
Centrum (B)	527	**81,8**	96	**35**	26
Zruč (C)	631	**95,6**	28	**75**	76
Čáslav (D)	561	**69**	174	**22**	15

Zdroj: autor

Dosažené výsledky nám jasně potvrzují, že přidáním řadících pruhů pro odbočení vpravo dojde k rapidnímu poklesu hodnot vytížení jednotlivých vjezdů a k následnému snížení střední čekací doby na vjezdech.

Vjezd B (směr od KH-centrum) a vjezd D (směr od Čáslavi) kapacitně vyhovují, což potvrzují hodnoty středních čekacích dob a vytížení vjezdů.

Na hranici kapacitní nezpůsobilosti se pohybuje vjezd C (směr od Zruče). Vytížení vjezdu C dosahuje hodnoty 95,6 % a střední čekací doba je 75 s.

Kapacitně nezpůsobilý je vjezd A (směr od KH-Sedlec). Vytížení vjezdu A dosahuje hodnoty 98,9 % a střední čekací doba je přibližně 125 s. V tomto případě dosahuje střední čekací doba přibližně dvojnásobku hraniční hodnoty, což je v běžné praxi nepřípustné.

V tomto případě, kdy se jedná o prognózu na období 20 let a s přihlédnutím k prostorovým možnostem stávající křižovatky, je možné vjezdy C a A označit za kapacitně způsobilé, ovšem s výskytem kongescí během dopravních špiček.

K veškerým výpočtům byl použit tabulkový editor MS Excel, pro tvorbu kartogramů zatížení křižovatek byl použit software OMNITRANS.

7 ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

Cílem této práce bylo potvrdit fakt, že stávající neřízená křižovatka již nesplňuje svou kapacitou dopravní požadavky a posoudit, zda je navrhovaná varianta MOK v tomto místě vhodnou volbou, popř. pokusit se navrhnout úpravy navrhované MOK, které by vedly ke zvýšení její kapacity a celkovému zklidnění dopravy v této městské části v návrhovém období 20-ti let.

Průzkumem veřejného mínění, který byl prováděn v počáteční fázi celé práce, bylo zjištěno, co místní občané preferují. Byl potvrzen předpoklad nespokojenosti se současným stavem na stávající křižovatce, kdy 74 % respondentů bylo nespokojeno, popř. spíše nespokojeno se současným stavem. Dále byl potvrzen současný trend vzrůstající obliby okružních křižovatek. Z celkového počtu 100 dotázaných bylo 65 respondentů pro variantu okružní křižovatky, 22 respondentů pro křižovatku řízenou SSZ a pouze 13 respondentů pro zachování stávající křižovatky. Je zřejmé, že při volbě okružní křižovatky by došlo ke zklidnění dopravy a zároveň souladu s názorem obyvatel, což se dá v dnešní době považovat za velký úspěch.

Následné výpočty potvrdily přetížení stávající křižovatky a to především na vedlejším paprsku. Vypočtené hodnoty rezervy kapacity, délky front a odvozené střední doby zdržení vykazují nevyhovující stav. Získané hodnoty korespondují s reálným stavem na této křižovatce. Z těchto důvodů byl této křižovatce přidělen stupeň úrovně kvality dopravy F, a celá křižovatka byla shledána nevyhovující.

Poté bylo nutné posoudit, zda je navrhovaná MOK vhodným řešením.

Vhodnost volby MOK byla ověřena výpočtem. Ověřování mělo dvě části. V první části byla potvrzena kapacitní způsobilost okružní křižovatky pro rok 2010 a naopak kapacitní nezpůsobilost v roce 2030 pomocí Brillonovy metody (obecný postup při nezohlednění rozměrů okružní křižovatky). Tato stanoviska byla v druhé části ověřována výpočtem podle TP 135 (zohlednění rozměrů navrhované MOK) a předchozí výsledky byly potvrzeny. Obě metody byly použity pro návrhové období 20-ti let. Metodou podle TP 135 byla ověřována kapacitní způsobilost MOK pro roky 2010, 2025 a 2030. Byla potvrzena kapacitní způsobilost v roce 2010. Výpočet však odhalil kapacitní nezpůsobilost již v roce 2025 a následně i v roce 2030. Z tohoto důvodu byla tato navrhovaná varianta MOK shledána jako nezpůsobilá.

Proto byla navržena stavební úprava navrhované MOK, která spočívá v přidání jednoho řadícího pruhu pro odbočení vpravo na každém vjezdu. Touto úpravou by došlo ke snížení vytížení vjezdů a zároveň i výjezdů, což by vedlo ke zvýšení celkové kapacity MOK.

Tento předpoklad byl potvrzen i výpočtem dle TP 135 pro modelovou situaci v roce 2030, kdy došlo ke snížení vytížení vjezdů. Optimální vytížení vjezdů se v tomto konkrétním případě pohybuje kolem 93 %. Po této úpravě dosahuje nejvytíženější vjezd hodnoty vytížení 98,9 % oproti původní hodnotě 143,3 %. I přesto, že střední čekací doba na tomto vjezdu by přibližně dvojnásobně překračovala akceptovatelnou hodnotu 60 s, je možné takto pozměněný návrh MOK označit za vyhovující.

Takto pozměněný návrh MOK by byl vhodnou volbou při celkové přestavbě stávající průsečné křižovatky na křižovatku okružní a umožnil by zklidnit dopravu v této městské části v požadovaném rozsahu.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

[1] BARTOŠ, L. *Posuzování kapacity neřízených úrovňových křižovatek, Technické podmínky*. Mariánské Lázně: Koura Publishing – Luděk Bartoš, 2007. 64s. ISBN 978-80-902527-6-9.

[2] MALINA, T. *Technické podmínky TP 135, Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích.* Slezská Ostrava: V-projekt s.r.o. 2005, 32 s. ISBN není.

[3] SLABÝ, P. UHLÍK, M. *Dopravní inženýrství I.* Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 101 s. ISBN 80-01-03365-1.

[4] MIKULČÁK, J. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy.* Praha: Nakladatelství Prometheus, 2003. 206 s. ISBN 80-85849-84-4.

[5] Okresní úřad Kutná Hora – interní materiály.

[6] Univerzita Pardubice – podklady pro cvičení z předmětu Dopravní inženýrství.

[7] *ŘSD ČR – Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. [cit. 2009-03-26]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/doprava/silnicni_sit/pics/mapy/st.png>.

[8] *MAPY.cz* [online]. [cit. 2009-03-26]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>.

[9] *Okružní křižovatky* [online]. [cit. 2009-04-10]. Dostupné z: <http://web.quick.cz/z.pliska/>.

[10] *Sdružení automobilového průmyslu* [online]. [cit. 2009-05-03]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/sfiles/a1-9.htm#graf-celk>.

[11] *Edip s.r.o. dopravní inženýrství – průzkum, studie, návrhy* [online]. [cit. 2009-05-8]. Dostupné z: <http://www.edip.cz/cs/>.

[12] *Observatoř bezpečnosti silničního provozu* [online]. [cit. 2009-05-11]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/index.php?id=510>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kutná Hora a její městské části 10
Obrázek 2: Významné pozemní komunikace v Kutné Hoře 11
Obrázek 3: Křižovatka ulic 12
Obrázek 4: Průmyslová zóna 13
Obrázek 5: Vývoj růstu počtu registrovaných vozidel v ČR 14
Obrázek 6: Neoddělení dopravních proudů s různými směry jízdy 15
Obrázek 7: Společný pruh na vedlejší PK 19
Obrázek 8: Označení řadících pruhů a dopravních proudů 20
Obrázek 9: Pojmenování vrcholů trojúhelníku 22
Obrázek 10: Odbočení vpravo 24
Obrázek 11: Odbočení vlevo 25
Obrázek 12: Odbočení vlevo na hlavní komunikaci 34
Obrázek 13: Rozšířený vjezd vpravo na vedlejší komunikaci 35
Obrázek 14: Závislost střední doby zdržení na rezervě kapacity 36
Obrázek 15: Označení dopravních proudů 38
Obrázek 16: Kartogram vytížení průsečné křižovatky, 2008 39
Obrázek 17: Graf závislosti střední čekací doby na rezervě kapacity 42
Obrázek 18: Jednoduché schéma okružní křižovatky 45
Obrázek 19: Rozložení intenzit na okružním pasu 51
Obrázek 20: Vzdálenost mezi kolizními body 51
Obrázek 21: Faktor α zohledňující vzájemnou vzdálenost výjezdu a vjezdu 52
Obrázek 22: Závislost střední čekací doby na rezervě kapacity 53
Obrázek 23: Jednoduché schéma okružní křižovatky 54
Obrázek 24: Kartogram vytížení okružní křižovatky, 2010 56
Obrázek 25: Kartogram vytížení MOK, 2025 59
Obrázek 26: Kartogram vytížení MOK, 2030 62
Obrázek 27: Růst vytížení vjezdů MOK 65

SEZNAM TABULEK

Tabulka 4: Vyhodnocení dotazníků (muži vs. ženy) 17
Tabulka 5: Souhrnné vyhodnocení dotazníků 18
Tabulka 1: Řadící pruhy na hlavní komunikaci 21
Tabulka 2: Řadící pruhy na vedlejší komunikaci 21
Tabulka 3: Hodnoty poloměrů odbočení 26
Tabulka 6: Získané hodnoty dopravních intenzit 28
Tabulka 7: Hodnoty dopravních intenzit po úpravě variačními koeficienty 29
Tabulka 8: Přepočtové koeficienty dopravního proudu 30
Tabulka 9: Růstové koeficienty dopravy 30
Tabulka 10: Stupně dopravních proudů 32
Tabulka 11: Úroveň kvality dopravy 37
Tabulka 12: Vstupní hodnoty, kapacita průsečné křižovatky 40
Tabulka 13: Základní kapacita řadících pruhů 40
Tabulka 14: Kapacita podřazených dopravních proudů 41
Tabulka 15: Rezerva kapacity vjezdů z vedlejší komunikace 41
Tabulka 16: Hodnoty UKD 42
Tabulka 17: Hodnoty intenzit, okružní křižovatka, 2010 46
Tabulka 18: Hodnoty intenzit na okružním pásu, 2010 46
Tabulka 19: Výsledné hodnoty kapacit 47
Tabulka 20: Hodnoty intenzit, okružní křižovatka, 2010 48
Tabulka 21: Hodnoty intenzit na okružním pásu, 2010 48
Tabulka 22: Výsledné hodnoty kapacit 49
Tabulka 23: Přehled dosažených výsledků Brillonovou metodou 50
Tabulka 24: Parametry navrhované okružní křižovatky 55
Tabulka 25: Hodnota faktoru α navrhované MOK 55
Tabulka 26: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, 2010 57
Tabulka 27: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, 2010 57
Tabulka 28: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, 2010 58
Tabulka 29: Výsledné hodonty jednotlivých charakteristik MOK, 2010 58
Tabulka 30: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, 2025 60
Tabulka 31: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, 2025 60
Tabulka 32: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, 2025 61
Tabulka 33: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik MOK, 2025 61
Tabulka 34: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, 2030 63
Tabulka 35: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, 2030 63
Tabulka 36: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, 2030 64
Tabulka 37: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik MOK, 2030 64
Tabulka 38: Intenzita vozidel na vjezdu MOK, upravený návrh, 2030 67
Tabulka 39: Intenzita vozidel na okružním pásu MOK, upravený návrh, 2030 68
Tabulka 40: Intenzita vozidel na výjezdu MOK, upravený návrh 2030 68
Tabulka 41: Výsledné hodnoty jednotlivých charakteristik, upravený návrh, 2030 69

SEZNAM ZKRATEK

BUS	Vozidla kategorie M2, M3
ČR	Česká Republika
DP	Dopravní proud
MOK	Malá okružní křižovatka
ŘSD ČR	Ředitelství silnic a dálnic České Republiky
SZZ	Světelné zabezpečovací zařízení
UKD	Úroveň kvality dopravy
VHD	Veřejná hromadná doprava

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Tabulka výpočtů poloměrů odbočení

Příloha B: Vzor dotazníku

Příloha C: Sčítací listy dopravy

Příloha D: Tabulka přepočtů intenzit dopravních proudů pomocí variačních koeficientů (pro 12 dopravních proudů, jako vzor uvedena tabulka s přepočtem dopravního proudu 3)

Příloha E: Tabulky přepočtů dopravních proudů pomocí přepočtových koeficientů

Příloha F: Tabulky přepočtů intenzit dopravy pomocí růstových koeficientů

Příloha G: Tabulky s výpočtem kapacity stávající křižovatky dle TP 188

Příloha H: Vzor postupu výpočtu kapacity okružní křižovatky dle Brillonovy metody (intenzita vozidel na okružním pásu)

Příloha I: Vzor postupu výpočtu kapacity malé okružní křižovatky dle TP 135 (jako vzor uveden výpočet kapacity MOK pro modelovou situaci 2010)

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA A

(tabulka výpočtu poloměrů odbočení)

trojúhelník 3				
a	b	c		
22,7	15,7	7,4		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,921157	2,7418388	157,0957922	**29,16301**	**58,32603**

trojúhelník 10				
a	b	c		
30,3	16	15,4		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,862277	2,6105446	149,5731895	**29,91486**	**59,82972**

trojúhelník 6				
a	b	c		
17	8,4	9,2		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,865683	2,6173099	149,960813	**16,97989**	**33,95978**

trojúhelník 4				
a	b	c		
17,1	7,4	10,3		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,863028	2,61203	149,6582944	**16,92547**	**33,85093**

trojúhelník 9				
a	b	c		
20,2	10,9	10		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,868028	2,6220121	150,2302277	**20,34174**	**40,68348**

trojúhelník 7				
a	b	c		
10	4,6	6		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,776087	2,4592332	140,903684	**7,928631**	**15,85726**

trojúhelník 12				
a	b	c		
15,9	7,4	8,8		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,92606	2,7546301	157,8286772	**21,06645**	**42,1329**

trojúhelník 1				
a	b	c		
7,8	4,3	4		
cos (α)	úhel α (rad)	úhel α (stupně)	poloměr r	průměr d
-0,765988	2,4433737	139,9950023	**6,066692**	**12,13338**

trojúhelník 3				
a	b	c		
22,7	15,7	7,4		
cos (β)	úhel β (rad)	úhel β (stupně)	poloměr r	průměr d
0,963091	0,2725379	15,61527386	**29,16301**	**58,32603**

trojúhelník 3				
a	b	c		
22,7	15,7	7,4		
cos (γ)	úhel γ (rad)	úhel γ (stupně)	poloměr r	průměr d
0,991919	0,1272159	7,28893397	**29,16301**	**58,32603**

KONTROLA SPRÁVNOSTI VÝPOČTU

PŘÍLOHA B
(vzor dotazníku)

Dobrý den, jmenuji se Pavel Boháč a tímto bych Vás chtěl požádat o spolupráci.
V rámci své diplomové práce, která se týká změny organizace dopravy v Kutné Hoře se zaměřením na křižovatku v městské části Karlov (velká křižovatka pod ČKD), bych Vás chtěl požádat o vyplnění tohoto dotazníku. Vámi vybranou odpověď zakroužkujte, popř. odpovězte na doplňkovou otázku.
Děkuji.

1) Jste spokojen/a s dopravní situací na této křižovatce?

a) nespokojen
b) spíše nespokojen
c) spíše spokojen
d) spokojen

2) Jste spokojen/a s bezpečností provozu na této křižovatce?

a) nespokojen/a
b)spíše nespokojen/a
c) spíše spokojen/a
d) spokojen/a

3) Jste spokojen s plynulostí provozu na této křižovatce?

a) nespokojen/a
b) spíše nespokojen/a
c) spíše spokojen/a
d) spokojen/a

4) Co by jste preferoval/a v tomto místě?

a) stávající stav
b) řízení světelnou signalizací
c) kruhový objezd

5) Měl/a jste v tomto místě dopravní komplikaci?

a) ano (jakou?) -
b) ne

6) Jaký dopravní prostředek používáte?

a) osobní automobil
b) motocykl
c) jízdní kolo
d) veřejná hromadná doprava
e) jiný způsob

7) Jak projíždíte touto křižovatkou?

a) pravidelně
b) nepravidelně
1a) denně
2a) téměř denně
c) vč. víkendů

8) Pohlaví

a) muž
b) žena

9) Věk

a) 15 - 17
b) 18 - 21
c) 22 - 35
d) 36 - 55
e) 56 - 65
f) 66 a více

PŘÍLOHA C
(sčítací listy dopravy)

Datum: 5. 11. 08 Čas: 7⁰⁰ - 8⁰⁰ Špička: 7¹⁰ - 7⁴⁰ **1** **Sčítací list - proudy vozidel** Místo: II/126 X III/03521 Dopravní proud: 1, 2, 3

Rovně 1R 2	Osobní		157	192	353
	Malé nákl.		16		
	Nákladní		18		
	BUS		0		
	Jiné		1		
Vpravo 1P 3	Osobní		53	66	
	Malé nákl.		10		
	Nákladní		3		
	BUS		0		
	Jiné		0		
Vlevo 1L 1	Osobní		66	95	
	Malé nákl.		14		
	Nákladní		13		
	BUS		0		
	Jiné		2		

Datum: 5. 11. 08
Čas: 15⁰⁰ - 16⁰⁰ Špička: 14⁴⁵ - 15³⁵ **1**

Sčítací list - proudy vozidel

Místo: II/126 x III/0332-1
Dopravní proud: 1, 2, 3

Rovně 1R (2)	Osobní		176	210	436
	Malé nákl.		16		
	Nákladní		17		
	BUS		0		
	Jiné		1		
Vpravo 1P (3)	Osobní		56	65	
	Malé nákl.		7		
	Nákladní		1		
	BUS		0		
	Jiné		1		
Vlevo 1L (1)	Osobní		135	161	
	Malé nákl.		14		
	Nákladní		11		
	BUS		0		
	Jiné		1		

Datum: 5.11.08
Čas: 7⁰⁰ - 8⁰⁰ Špička: 7¹⁰ - 7⁴⁰ **2**

Sčítací list - proudy vozidel

Místo: II/126 x III/03321
Dopravní proud: ~~4~~, 5, 6

Rovně 2R (5)	Osobní		132	160	275
	Malé nákl.		15		
	Nákladní		11		
	BUS		0		
	Jiné		2		
Vpravo 2P (6)	Osobní		68	81	
	Malé nákl.		7		
	Nákladní		2		
	BUS		2		
	Jiné		2		
Vlevo 2L (4)	Osobní		27	34	
	Malé nákl.		4		
	Nákladní		2		
	BUS		1		
	Jiné		0		

Datum: 5. 11. 08
Čas: 15⁰⁰ – 16⁰⁰ Špička: 15⁰⁵ – 15⁵⁵ **2**

Sčítací list - proudy vozidel

Místo: II/126 x III/03321
Dopravní proud: 4, 5, 6

Rovně 2R 5	Osobní		152	178	345
	Malé nákl.		20		
	Nákladní		5		
	BUS		0		
	Jiné		1		
Vpravo 2P 6	Osobní		113	124	
	Malé nákl.		4		
	Nákladní		2		
	BUS		3		
	Jiné		2		
Vlevo 2L 4	Osobní		41	43	
	Malé nákl.		0		
	Nákladní		1		
	BUS		0		
	Jiné		1		

Datum: 6. 11. 08
Čas: 7⁰⁰ - 8⁰⁰ Špička: 7¹⁰ - 7⁴⁰

3 **Sčítací list - proudy vozidel**

Místo: II/126 x III/03501
Dopravní proud: 7, 8, 9

Rovně 3R 8	Osobní	𝍸 𝍸	130	161	295
	Malé nákl.	𝍸 𝍸 IIII	14		
	Nákladní	𝍸 𝍸 𝍸 II	17		
	BUS		0		
	Jiné		0		
Vpravo 3P 9	Osobní	𝍸 III	8	13	
	Malé nákl.	II	2		
	Nákladní	III	3		
	BUS		0		
	Jiné		0		
Vlevo 3L 7	Osobní	𝍸 III	103	121	
	Malé nákl.	𝍸	5		
	Nákladní	IIII	4		
	BUS	𝍸 III	8		
	Jiné	I	1		

Datum: 6. 11. 08
Čas: 15⁰⁰-16⁰⁰ Špička: 15⁰⁵-15³⁵ **3** **Sčítací list - proudy vozidel**

Místo: II/126 x III/03324
Dopravní proud: 7, 8, 9

Rovně 3R	Osobní	𝍸 𝍸	111		
	Malé nákl.	𝍸 𝍸 𝍸 𝍸 𝍸	24		
	Nákladní	𝍸 𝍸 𝍸	13	150	
	BUS	//	2		
8	Jiné		0		
Vpravo 3P	Osobní	𝍸 𝍸 𝍸 //	17		
	Malé nákl.	///	3		326
	Nákladní		0	22	
	BUS		0		
9	Jiné	//	2		
Vlevo 3L	Osobní	𝍸 /	136		
	Malé nákl.	𝍸 𝍸 𝍸 ///	18	154	
	Nákladní		0		
	BUS		0		
7	Jiné		0		

Datum: 6. 11. 08
Čas: 7⁰⁰ - 8⁰⁰ Špička: 7¹⁰ - 7⁴⁰

4 Sčítací list - proudy vozidel

Místo: II/126 x III/03351
Dopravní proud: 10, 11, 12

Rovně 4R 11	Osobní		141	167	297
	Malé nákl.		22		
	Nákladní		4		
	BUS		0		
	Jiné		0		
Vpravo 4P 12	Osobní		79	104	
	Malé nákl.		16		
	Nákladní		9		
	BUS		0		
	Jiné		0		
Vlevo 4L 10	Osobní		20	26	
	Malé nákl.		3		
	Nákladní		3		
	BUS		0		
	Jiné		0		

Datum: 6.11.08
Čas: 15⁰⁰–16⁰⁰ Špička: 15⁰⁵–15³⁵ **4** **Sčítací list - proudy vozidel**

Místo: II/126 x III/03321
Dopravní proud: 10, 11, 12

Rovně 4R (11)	Osobní	卌 ||	157	170	318
	Malé nákl.	卌 卌 |	11		
	Nákladní	||	2		
	BUS		0		
	Jiné		0		
Vpravo 4P (12)	Osobní	卌 |	101	129	
	Malé nákl.	卌 卌 卌 卌 |||	23		
	Nákladní	||||	4		
	BUS		0		
	Jiné	|	1		
Vlevo 4L (10)	Osobní	卌 卌 |||	13	19	
	Malé nákl.	|	1		
	Nákladní	||	2		
	BUS		0		
	Jiné	|||	3		

PŘÍLOHA D

(tabulka přepočtů intenzit dopravních proudů pomocí variačních koeficientů)

Místo:		Karlov	Datum:	5.11.2008			
Číslo komunikace:		II/126	Den týdne:	středa			
Stanoviště:		A	Doba průzkumu:	7:00-8:00, 15:00-16:00			
1.	Kategorie a třída komunikace:			silnice II. třídy			
2.	Nedělní faktor:			NE			
3.	Charakter provozu:			hospodářský	smíšený	rekreační	
4.	Skupina přepočtových koeficientů:			m			
				druh vozidel			
				O	N	K	S
5.	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne		I_m [voz]	333	34	35	402
6.	Přepočtový koeficient denních variací		$k_{m,d}$ [-]	7,11743772	7,36919676	8,10372771	7,15307582
7.	Denní intenzita dopravy		I_d [voz/den]	2370,10676	250,55269	283,63047	2875,53648
8.	Přepočtový koeficient týdenních variací		$k_{d,t}$ [-]	1	0,82987552	0,85034014	0,98716683
9.	Týdenní průměr denních intenzit dopravy		I_t [voz/den]	2370,10676	207,927543	241,182372	2838,63424
10.	Přepočtový koeficient ročních variací		$k_{t,RPDI}$ [-]	1,09289617	1,01112235	1,01112235	1,09289617
11.	Roční průměr denních intenzit dopravy		RPDI [voz/den]	2590,28061	210,240185	243,864886	3102,3325
12.	Odhad přesnosti určení RPDI		[%]	0,20524149	0,17884043	0,1921199	0,2042683

13.	Přepočtový koeficient		$k_{RPDI,SO}$ [-]	0,086			
14.	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy		I_{SO} [voz]	266,8005948			

15.	Přepočtový koeficient		$k_{RPDI,th}$ [-]	0,082			
16.	Intenzita špičkové hodiny		I_{th} [voz]	213	18	20	**255**

17.	Špičková hodina dle průzkumu	**15:00 - 16:00**	
18.	Intenzita špičkové hodiny dle průzkumu	I_{th} [voz]	**210**

			druh vozidel			
			O	N	K	S
		ráno	6,12	7,35	5,17	6,46
		odpoledne	7,93	6,22	7,17	7,52
6*.	Přepočtový koeficient denních variací	Součet	14,05	13,57	12,34	13,98

8*,10*.

Přepočtové koeficienty variací				
O	N	K	S	
100	120,5	117,6	101,3	týdenních
91,5	98,9	98,9	91,5	ročních

O = osobní
N = nákladní, BUS, jiné
K = nákladní soupravy
S = vozidla celkem

PŘÍLOHA E

(tabulky přepočtů dopravních proudů pomocí přepočtových koeficientů)

Doporučené přepočtové koeficienty dopravního proudu

Typ křižovatky	kola	moto-cykly	osobní vozidla	nákladní vozidla autobusy	nákladní soupravy
Průsečná bez SZZ	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
Průsečná řízená SZZ	0,5	0,8	1,0	1,7	2,2
Okružní	0,5	0,8	1,0	2,0	3,0

Dopravní proud		stav v roce 2008		
		vozidla		
z	do	osobní vozidla	nákladní vozidla, autobusy	nákladní soupravy
Sedlec	Zruč	213	18	20
	Centrum	70	10	3
	Čáslav	129	16	14
Centrum	Čáslav	182	20	10
	Zruč	116	11	3
	Sedlec	44	4	2
Zruč	Sedlec	154	20	16
	Čáslav	16	4	2
	Centrum	153	16	3
Čáslav	Centrum	191	17	4
	Sedlec	115	20	7
	Zruč	22	4	3

Dopravní proud		Přepočteno [vozj/h], 2008			
		Průsečná bez SZZ			
z	do	osobní vozidla	nákladní vozidla, autobusy	nákladní soupravy	celkem (os+nakl+bus)
Sedlec	Zruč	213	27	40	240
	Centrum	70	15	6	85
	Čáslav	129	24	28	153
Centrum	Čáslav	182	30	20	212
	Zruč	116	17	6	133
	Sedlec	44	6	4	50
Zruč	Sedlec	154	30	32	184
	Čáslav	16	6	4	22
	Centrum	153	24	6	177
Čáslav	Centrum	191	26	8	217
	Sedlec	115	30	14	145
	Zruč	22	6	6	28

Dopravní proud		Přepočteno [vozj/h], 2008			
		Průsečná řízená SZZ			
z	do	osobní vozidla	nákladní vozidla, autobusy	nákladní soupravy	celkem (os+nakl+bus)
Sedlec	Zruč	213	31	44	244
	Centrum	70	17	7	87
	Čáslav	129	28	31	157
Centrum	Čáslav	182	34	22	216
	Zruč	116	19	7	135
	Sedlec	44	7	5	51
Zruč	Sedlec	154	34	36	188
	Čáslav	16	7	5	23
	Centrum	153	28	7	181
Čáslav	Centrum	191	29	9	220
	Sedlec	115	34	16	149
	Zruč	22	7	7	29

Dopravní proud		Přepočteno [vozj/h], 2008			
		Okružní			
z	do	osobní vozidla	nákladní vozidla, autobusy	nákladní soupravy	celkem (os+nakl+bus)
Sedlec	Zruč	213	36	60	249
	Centrum	70	20	9	90
	Čáslav	129	32	42	161
Centrum	Čáslav	182	40	30	222
	Zruč	116	22	9	138
	Sedlec	44	8	6	52
Zruč	Sedlec	154	40	48	194
	Čáslav	16	8	6	24
	Centrum	153	32	9	185
Čáslav	Centrum	191	34	12	225
	Sedlec	115	40	21	155
	Zruč	22	8	9	30

PŘÍLOHA F

(tabulky přepočtů intenzit dopravy pomocí růstových koeficientů)

Dopravní proud		Prognóza na rok 2025 - vozidlové jednotky za hodinu		
z	do	Průsečná bez SZZ	Průsečná řízená SZZ	Okružní
Sedlec	Zruč	372	382	407
	Centrum	123	126	133
	Čáslav	240	249	267
Centrum	Čáslav	311	319	336
	Zruč	188	191	199
	Sedlec	73	76	78
Zruč	Sedlec	287	297	318
	Čáslav	35	38	40
	Centrum	247	254	262
Čáslav	Centrum	305	310	319
	Sedlec	213	221	235
	Zruč	45	48	52

	Koeficient růstu dopravy (2008)		
	2005	2010	2008
Os [vozj]	1,00	1,19	1,1140
TN [vozj]	1,00	1,06	1,0360

	Koeficient růstu dopravy (2025)
Os [vozj]	1,51
TN [vozj]	1,18

Dopravní proud		Prognóza na rok 2010 - vozidlové jednotky za hodinu		
z	do	Průsečná bez SZZ	Průsečná řízená SZZ	Okružní
Sedlec	Zruč	298	307	328
	Centrum	98	101	107
	Čáslav	193	200	215
Centrum	Čáslav	248	254	269
	Zruč	150	153	158
	Sedlec	59	61	63
Zruč	Sedlec	230	238	258
	Čáslav	29	31	33
	Centrum	197	202	208
Čáslav	Centrum	241	246	254
	Sedlec	170	177	188
	Zruč	37	39	43

	Koeficient růstu dopravy (2010)
Os [vozj]	1,19
TN [vozj]	1,06

Dopravní proud		Prognóza na rok 2030 - vozidlové jednotky za hodinu		
z	do	Průsečná bez SZZ	Průsečná řízená SZZ	Okružní
Sedlec	Zruč	386	396	422
	Centrum	128	132	138
	Čáslav	249	259	277
Centrum	Čáslav	323	331	349
	Zruč	196	200	206
	Sedlec	76	78	82
Zruč	Sedlec	298	308	331
	Čáslav	37	39	42
	Centrum	258	265	272
Čáslav	Centrum	316	322	333
	Sedlec	222	229	244
	Zruč	48	50	54

	Koeficient růstu dopravy (2030)
Os [vozj]	1,57
TN [vozj]	1,21

PŘÍLOHA G

(tabulky s výpočtem kapacity stávající křižovatky dle TP 188)

Název křižovatky:	II/126 x III/03321
Posuzovaný stav:	současný stav k roku 2008
Rychlost jízdy $v_{0,5\%}$ na hlavní komunikaci:	50
Dopravní značení na vedlejší komunikaci	
vjezd B	Dej přednost v jízdě — Stůj, dej přednost v jízdě
vjezd D	Dej přednost v jízdě — Stůj, dej přednost v jízdě

Požadovaný stupeň UKD	
na hlavní komunikac	D
na vedlejší komunika	E

Nejvyšší přípustná střední doba zdržení [s]	
na hlavní komunikaci	≤ 45
na vedlejší komunikaci	> 45

dopravní proud z	dopravní proud do	vjezd	řadící pruh (TP 188)	řadící pruh
KH Sedlec	Čáslavi	A	1	1L
	Zruče		2	1R
	Centra		3	1P
KH Centru	Sedlce	B	4	2L
	Čáslavi		5	2R
	Zruče		6	2P
Zruče	Centra	C	7	3L
	Sedlce		8	3R
	Čáslavi		9	3P
Čáslavi	Zruče	D	10	4L
	Centra		11	4R
	Sedlce		12	4P

paprsek křižovatky	dopravní proud	OA [voz/h]	NA [voz/h]	NS [voz/h]	M [voz/h]	C [voz/h]	celkem [voz/h]	(zohledněná) intenzita dopr. proudu	intenzita řadícího pruhu	
A	1	129	16	14	0	0	**159**	181	181	[pvoz/h]
	2	213	18	20	0	0	**251**	ne	334	[voz/h]
	3	70	10	3	0	0	**83**	ne		
B	4	44	4	2	0	0	**50**	54	425	[pvoz/h]
	5	182	20	10	0	0	**212**	232		
	6	116	11	3	0	0	**130**	139		
C	7	153	16	3	0	0	**172**	183	183	[pvoz/h]
	8	154	20	16	0	0	**190**	ne	212	[voz/h]
	9	16	4	2	0	0	**22**	ne		
D	10	22	4	3	0	0	**29**	34	418	[pvoz/h]
	11	191	17	4	0	0	**212**	225		
	12	115	20	7	0	0	**142**	159		

Výpočet základní kapacity (fiktivní hodnota)

Dopravní proud	(zohledněná) intenzita dopr. proudu	I_{+} (skutečná) intenzita nadřazených dopr. proudů	základní kapacita G_n	stupeň vytížení a_v [-]
1	181	212	1147	0,158
7	183	334	1029	0,178
6	139	293	772	0,180
12	159	201	830	0,192
5	232	836	345	0,672
11	225	866	333	0,676
4	54	1179	219	0,247
10	34	1167	222	0,153

Dopravní proud	skutečná intenzita dopr. proudu [voz/h]	I_{+} (skutečná) intenzita nadřazených dopr. proudů	základní kapacita G_n	stupeň vytížení a_v [-]
2	251	ne	1800	0,139
3	83	ne	1800	0,046
8	190	ne	1800	0,106
9	22	ne	1800	0,012

Kapacita pruhu podřazených proudů 2. stupně

Dopravní proud	kapacita $C_{n\ vlevo}$ [pvoz/h]	kapacita $C_{n\ vpravo}$ [pvoz/h]	l_r [m], délka úseku pro zastavení v PpOL	$l_{u\ vpravo}$ [m], délka rozšířeného vjezdu vpravo	stupeň vytížení a_v [-]	délka fronty $N_{95\%}$ [m]
1	1800	ne	45	ne	0,101	3,4
7	1800	ne	70	ne	0,102	3,9
6	ne	461	ne	12,5	0,922	106,8
12	ne	502	ne	12	0,833	70,1

PŘÍLOHA H

(vzor postupu výpočtu kapacity okružní křižovatky dle Brillonovy metody)

Intenzita vozidel na okružním pásu, 2010, [vozj/h]

úsek	z KH Sedlec			z KH Centrum			ze Zruče nad Sázavou			z Čáslavi			ΣU_i
	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	107	328	215					208			254	43	1155
U2		328	215									43	**586**
U3		328	215	63	158	269						43	1076
U4			215	63		269							**547**
U5			215	63		269	258	208	33				1046
U6				63			258	208					**529**
U7				63			258	208		188	254	43	1014
U8								208			254	43	**505**

Intenzita vouidel na okružním pásu, 2030, [vozj/h]

úsek	z KH Sedlec			z KH Centrum			ze Zruče nad Sázavou			z Čáslavi			ΣU_i
	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	133	407	267					262			319	52	1440
U2		407	267									52	**726**
U3		407	267	78	199	336						52	1339
U4			267	78		336							**681**
U5			267	78		336	318	262	40				1301
U6				78			318	262					**658**
U7				78			318	262		235	319	52	1264
U8								262			319	52	**633**

PŘÍLOHA I

(vzor postupu výpočtu kapacity malé okružní křižovatky dle TP 135)

Qe, Intenzita vozidel na vjezdu

Dopravní proud		Prognóza na rok 2010 [vozj/h]		
z	do	Okružní	Intenzita [vozj/h]	Vjezd
Sedlec	Zruč	328	650	A
	Centrum	107		
	Čáslav	215		
Centrum	Čáslav	269	490	B
	Zruč	158		
	Sedlec	63		
Zruč	Sedlec	258	499	C
	Čáslav	33		
	Centrum	208		
Čáslav	Centrum	254	485	D
	Sedlec	188		
	Zruč	43		

Qa, Intenzita vozidel na výjezdu [vozj/h]

vjezd	výjezd	Intenzita	Sedlec	Centrum	Zruč	Čáslav
Sedlec	Zruč	328		107	328	215
	Centrum	107				
	Čáslav	215				
Centrum	Čáslav	269	63		158	269
	Zruč	158				
	Sedlec	63				
Zruč	Sedlec	258	258	208		33
	Čáslav	33				
	Centrum	208				
Čáslav	Centrum	254	188	254	43	
	Sedlec	188				
	Zruč	43				
Qa			509	569	529	517

Qk, Intenzita vozidel na okružním pásu mezi vjezdem a následujícím výjezdem [vozj/h]

úsek	z KH Sedlec			z KH Centrum			ze Zruče nad Sázavou			z Čáslavi			Qk
	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	107	328	215					208			254	43	1155
U2		328	215									43	586
U3		328	215	63	158	269						43	1076
U4			215	63		269							547
U5			215	63		269	258	208	33				1046
U6				63			258	208					529
U7				63			258	208		188	254	43	1014
U8								208			254	43	505

α, faktor zohledňující vzájemnou vzdálenost vjezdu a výjezdu

vjezd/výjezd	Upravené D [m]	φ[st]	b [m]	α
Sedlec (A)	19,5	29	9,86	**0,564**
Centrum (B)	19,5	29	9,86	**0,564**
Zruč (C)	19,5	29	9,86	**0,564**
Čáslav (D)	19,5	27	9,18	**0,593**

Le, kapacita vjezdu MOK [vozj/h]

vjezd/výjezd	Qk	α	Qa	Le
Sedlec (A)	505	0,564	509	**795**
Centrum (B)	586	0,564	569	**693**
Zruč (C)	547	0,564	529	**748**
Čáslav (D)	529	0,593	517	**757**

ALGe, Stupeň vytížení vjezdu

vjezd/výjezd	Qe	Le	ALGe (%)
Sedlec (A)	650	795	**81,76**
Centrum (B)	490	693	**70,71**
Zruč (C)	499	748	**66,71**
Čáslav (D)	485	757	**64,07**

L, Délka čekací fronty [m]

vjezd/výjezd	Qe	tw	Lvoz [m]	L
Sedlec (A)	650	24	6	**26,00**
Centrum (B)	490	17	6	**14,00**
Zruč (C)	499	15	6	**13,00**
Čáslav (D)	485	13	6	**11,00**

R, rezerva kapacity [vozj/h]; tw, střední čekací doba [s]

vjezd/výjezd	Le	Qe	R	tw
Sedlec (A)	795	650	**145**	**24**
Centrum (B)	693	490	**203**	**17**
Zruč (C)	748	499	**249**	**15**
Čáslav (D)	757	485	**272**	**13**