



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta dopravní
Ústav dopravních systémů**

Vliv stylu jízdy českých a německých řidičů na kapacitu okružních křižovatek

Impact of driving style of Czech and German drivers on roundabout capacity

Diplomová práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Dopravní systémy

Vedoucí práce: Ing. Bc. Petr Kumpošt, Ph.D., Ing. Tomáš Padělek

Bc. Markéta Wranová

Praha 2015

Poděkování

Na tomto místě bych ráda upřímně poděkovala všem, kteří mi pomohli při získávání podkladů potřebných pro vytvoření této práce. V první řadě patří mé velké poděkování vedoucím mojí diplomové práce za odborné vedení, konzultování a především ochotnou pomoc při natáčení průzkumů. Velkými pomocníky v oblasti dopravních průzkumů byli také moji přátelé Eva Hummelová a Jakub Kosatík, kterým také patří moje srdečné poděkování.

Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi poskytli přístup k mnoha důležitým materiálům a také těm, kteří mi při natáčení průzkumů vyšli vstříc. Zde bych vyzdvihla především dopravní oddělení německého města Heidenau, ze kterého mi byl zaslán výkres zkoumané okružní křižovatky se všemi potřebnými detaily. Velký dík patří také zaměstnancům stavebnin Bauzentrum ve městě Pirna, kde mi vždy ochotně umístili kameru do areálu obchodu tak, aby byla přilehlá okružní křižovatka natočena z vhodného úhlu. A nakonec také dopravnímu podniku Transys v Chrudimi, ve kterém mi pan ředitel dovolil umístit kameru do jedné z jejich kanceláří tak, aby byla v záběru celá křižovatka ležící pod jejich okny.

V neposlední řadě bych ráda poděkovala své rodině, která mi byla oporou a často i dobrými rádci. A to nejen při psaní diplomové práce, ale v průběhu celého dosavadního studia.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr magisterského studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č.121/2000 Sb, o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 30. května 2015

.....

Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

VLIV STYLU JÍZDY ČESKÝCH A NĚMECKÝCH ŘIDIČŮ
NA KAPACITU OKRUŽNÍCH KŘIŽOVATEK

Diplomová práce

Květen 2015

Markéta Wranová

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce „**Vliv stylu jízdy českých a německých řidičů na kapacitu okružních křižovatek**“ je prověření hypotézy, podle které bývá výsledná kapacita českých okružních křižovatek často nižší, než by měla být na základě teoretických výpočtů. Tento nesoulad může vzniknout z důvodu, že základní teoretický model TP 234 „Posuzování kapacity okružních křižovatek“ používaný v České republice vychází z metodiky německé směrnice „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS) a způsob jízdy německých a českých řidičů se může v jistých ohledech lišit. Cílem práce je danou hypotézu na základě provedených průzkumů podpořit nebo případně vyvrátit.

Klíčová slova

Okružní křižovatky, kapacita, intenzita, časová mezera, dopravní chování, dopravní průzkumy, bezpečnost, rozhledové trojúhelníky, chodci.

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

IMPACT OF DRIVING STYLE OF CZECH AND GERMAN DRIVERS
ON ROUNDABOUT CAPACITY

Master's thesis

May 2015

Markéta Wranová

ABSTRACT

The subject of the master's thesis "**Impact of driving style of Czech and German drivers on roundabout capacity**" is verification of following hypothesis: it is a frequent occurrence that the real capacity of Czech roundabouts appears lower than it supposed to be according to calculations. One of the possible explanations is a fact that the basic theoretical model used in the Czech Republic for capacity calculation of roundabouts, the TP 234 "Assessment of capacity of roundabout", results from a methodology of German standards "Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen" (HBS) and the behaviour of German and Czech drivers might be slightly different in particular situations. The aim of the thesis is to validate or disprove the hypothesis on the basis of the accomplished surveys.

Key words

Roundabouts, capacity, intensity, time gap, driver behaviour, traffic surveys, safety, sight triangles, pedestrians.

Obsah

Seznam zkratk a symbolů	7
Citovaná literatura.....	9
1) Úvod	12
2) Teoretická část.....	14
2.1) Návrh řešení	14
2.2) Popis řešení.....	15
2.3) Definice pojmů dle TP 135, TP 234 a TP 189	16
2.4) Výpočet kapacity OK	19
Výpočet kapacity vjezdu.....	19
Výpočet kapacity výjezdu	21
Srovnání výpočtu kapacity dle TP 135	23
2.5) Uplatnění zjištěných výsledků.....	24
3) Současný stav.....	25
3.1) Legislativa České republiky	25
3.2) Rozdíly mezi ČSN 73 6102 a německou směrnicí HBS	27
4) Analytická část	28
4.1) Průzkumy na německých OK.....	31
Königstein	31
Heidenau	33
Pirna	34
4.2) Průzkumy na českých OK	36
Chrudim	37
Praha – Čelákovice	38
Praha – OK Vídeňská x Dobronická.....	39
4.3) Data získaná z průzkumů.....	40
Vyhodnocení německých průzkumů.....	42
Vyhodnocení českých průzkumů.....	48
4.4) Vyhodnocení průzkumů	54

5) Závěry a doporučení	58
6) Seznam obrázků	60
7) Seznam tabulek	61
8) Seznam příloh	62
Přílohy	63
Příloha 1) Naměřená data z průzkumů.....	63
Příloha 1.1) Data z průzkumů na německých OK.....	63
Příloha 1.2) Data z průzkumů na českých OK	69
Příloha 2) Fotodokumentace	76

Seznam zkratek a symbolů

OK – okružní křižovatka

MOK – miniokružní křižovatka

TP – technické podmínky

ČSN – Česká státní norma

ČR – Česká republika

HBS – Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen

TČO – teorie časových odstupů

MD – ministerstvo dopravy

VaV – věda a výzkum

Fyzikální veličiny použité ve vzorcích:

pvoz – přepočítaná vozidla

C_i – kapacita vjezdu [pvoz/h]

C_e – kapacita výjezdu [voz/h]

I_k – intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h]

I_e – intenzita vozidel na výjezdu [voz/h]

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

n_k – počet jízdnic pruhů na okruhu [-]

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

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

t_g – kritický časový odstup [s]

t_f – následný časový odstup [s]

Δ – minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s]

- b – vzdálenost mezi kolizními body na okruhu [m]
- R_i – poloměr vjezdu [m]
- R_e – poloměr výjezdu [m]
- d_p – délka přechodu [m]
- v_p – rychlost chodce [m/s]
- d_v – délka vozidla [m]
- v_v – rychlost vozidla [m/s]
- t_{bezp} – bezpečnostní odstup vozidla a chodce [s]

Citovaná literatura

- [1] ČSN 73 6102/Z1. Projektování křižovatek na pozemních komunikacích. 2011. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [2] **BARTOŠ, Luděk**. 2012. Poznatky z výzkumu kapacity vjezdu do okružní křižovatky. *Dopravní inženýrství - časopis o dopravní problematice* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/poznatky-z-vyzkumu-kapacity-vjezdu-do-okruzni-krizovatky/>
- [3] TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích. 2005. In: *Technické podmínky*. Ostrava: V-projekt s.r.o.
- [4] TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek. 2011. In: *Technické podmínky*. Liberec: EDIP s.r.o.
- [5] TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. 2007. In: *Technické podmínky*. Plzeň: Koura publishing - Luděk Bartoš.
- [6] Kapacita neřízených křižovatek. Křižovatky - Křivda V., Frič J.: OŘD [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/ord/krizovatky-kapacita.htm>
- [7] Aktualizace výpočtových modelů pro stanovení kapacity okružních křižovatek (2005-2008, MD0/1F). 2009. *Hodnocení výsledků výzkumných organizací v roce 2013* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.isvav.cz/h13/projectDetail.do;jsessionid=63ED4A6A26C8DDD21E19DD64E63BC822?rowId=1F52I%2F063%2F120>
- [8] **MARTOLOS, Jan a Luděk BARTOŠ**. 2011. Kapacita výjezdu z okružní křižovatky v závislosti na intenzitě přecházejících chodců. *Dopravní inženýrství - časopis o dopravní problematice* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/kapacita-vyjezdu-z-okruzni-krizovatky-v-zavislosti-na-intenzite-prechazejicich-chodcu/>
- [9] **NOVOTNÝ, Petr**. 2011. Okružní křižovatky - aktuální stav legislativy a provozních zkušeností v ČR. *Silniční obzor* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: http://www.ateliermok.eu/docs/clanky/2011_Okruzni_krizovatky-aktualni_stav_legislativy_a_provoznich_zkusenosti_v_CR.pdf
- [10] Změna zákona o provozu na pozemních komunikacích. 2005. In: *Sbírka zákonů*. Dostupné také z: <http://www.mdcr.cz/NR/rdonlyres/FD5FDECB-49B6-4AA1-8E79-2A5B635B2684/0/MicrosoftWord411.pdf>

- [11] Moderní turbo-okružní křižovatky a jejich aplikace v návrhu dopravních staveb (2013-2015, TA0/TA). 2013. *Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací*. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <http://www.isvav.cz/projectDetail.do?rowId=TA03030050>
- [12] **SLABÝ, Petr a Milan KOUKOL**. 2007. Faktory ovlivňující kapacitu křižovatky. *Observatoř bezpečnosti silničního provozu* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/faktory-ovlivnujici-kapacitu-krizovatky/>
- [13] **BRILON, Werner**. 2008. Okružní křižovatky v Německu - situační zpráva. *Dopravní inženýrství - časopis o dopravní problematice* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/kreisverkehre-in-deutschland-ein-Situations-bericht-okruzni-krizovatky-v-nemecku-situacni-zprava/>
- [14] *Königstein Sächsische Schweiz* [online]. 2010. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.koenigstein-sachsen.de/>
- [15] *Automatische Straßenverkehrszählung: aktuelle Werte* [online]. 2013. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://www.bast.de/DE/FB-V/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html?nn=624736
- [16] *Pevnost Königstein: Turistické informace o pevnosti Koenigstein a Saském Švýcarsku* [online]. 2013. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.koenigstein.cz/>
- [17] *Königstein - Mapy Google* [online]. 2015. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/K%C3%B6nigstein,+N%C4%9Bmecko/@50.5494896,13.9192615,9z/data=!4m2!3m1!1s0x4709a4aaadb59d1b:0x421b1cb4288e840>
- [18] *Dresdner Str. - Mapy Google* [online]. 2015. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Dresdner+Str.,+01824+K%C3%B6nigstein,+N%C4%9Bmecko/@50.919159,14.0734094,17z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x4709a4a8f0bf6a83:0x331340dca1078a0d>
- [19] *ISAW Extreme Play Edition* [online]. 2013. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.isaw.cz/>
- [20] *Stadt Heidenau* [online]. 2015. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://www.heidenau.de/Stadt-Rathaus/Stadt/Stadtportrait>
- [21] *Automatische Straßenverkehrszählung: aktuelle Werte* [online]. 2013. [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://www.bast.de/DE/FB-V/Fachthemen/v2-verkehrszaehlung/Aktuell/zaehl_aktuell_node.html?nn=624736&cms_detail=4217&cms_map=0

- [22] *Pirna facts & figures* [online]. 2011 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: <http://en.pirna.de/Citizens/Pirna-facts---figures-/423111/>
- [23] *Mapy Google* [online]. 2015. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@50.9568991,13.946278,16z>
- [24] *Prezentace výsledků sčítání dopravy 2010* [online]. 2010. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>
- [25] *Mapy Google* [online]. 2015. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/Chrudim/@49.9479264,15.7896146,15z/data=!4m2!3m1!1s0x470dc9f57d62f68d:0x400af0f6614e7d0>
- [26] *Chrudim: Základní informace* [online]. 2011 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.chrudim.eu/mesto/o-chrudimi/zakladni-informace.html>
- [27] *Město Čelákovice: O městě* [online]. 2014. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.celakovice.cz/cs/mesto/o-meste/>
- [28] *Čelákovice*. 2001. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Celakovice_PH_CZ.png
- [29] *Mapy Google* [online]. 2015. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/%C4%8Cel%C3%A1kovice/@50.1617493,14.7421451,15z/data=!4m2!3m1!1s0x470bf6a191629bb9:0x400af0f6614d900>
- [30] *Oficiální web městské části: Základní informace o MČ* [online]. 2013 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://praha-kunratice.cz/zakladni-informace-o-mc>
- [31] *Mapy Google* [online]. 2015. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/@50.0121174,14.4759029,18z>
- [32] TP 188 Posuzování kapacity neřízených úroňových křižovatek. 2007. In: *Technické podmínky*. Plzeň: Koura publishing - Luděk Bartoš.
- [33] *Tralys.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.tralys.cz/>

1) Úvod

Vzhledem k rostoucí oblíbenosti navrhování a výstavby okružních křižovatek (dále jen OK) v České republice (dále jen ČR) je otázka správného určení jejich kapacity stále aktuálnějším tématem. Tato obliba je dána poměrně vysokou úrovní bezpečnosti provozu na OK díky zjednodušeným manévřům v křižovatce a také častým zvýšením kapacity, ke kterému obvykle po přestavbě křižovatky dochází. Středový ostrov vytváří přirozenou překážku, kolem které jezdí řidiči pomaleji, a proto i případné nehody nemívají tak těžké následky jako tomu bývá u klasických úrovnových křižovatek. V případě nehody na OK se vozidla obvykle srazí boky v ostrém úhlu, zatímco na klasické křižovatce ke střetu dochází spíše v pravém úhlu nebo čelně s výrazně horšími následky. Pro rychlé srovnání kapacit různých typů křižovatek slouží tabulka uvedená v ČSN 73 6102 „Projektování křižovatek na pozemních komunikacích“ [1]:

Tab. 1 Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek [1]

Typ křižovatky	Maximální hodinová kapacita [voz/h]	Maximální celodenní kapacita [voz/den]
Neřízená křižovatka ^a	1 500 – 2 000	18 000 – 24 000 ^c
Okružní křižovatka s jedním pruhem na okružním pásu a jedním pruhem na vjezdu ^a	2 000 – 2 500	25 000 – 30 000 ^c
Okružní křižovatka s dvěma pruhy na okružním pásu a dvěma pruhy na vjezdu ^a	2 500 – 3 500	30 000 – 40 000 ^c
Světelně řízená křižovatka ^b	3 000 – 6 400	36 000 – 77 000 ^c

^a V závislosti na počtu jízdních nebo řadicích pruhů a na intenzitách jednotlivých dopravních proudů.
^b Kapacita řízené křižovatky závisí – kromě způsobu řízení – především na počtu řadicích pruhů.
^c Odvozeno z hodinových kapacit při běžných denních variacích dopravy.

Teorie výpočtu kapacity neřízených křižovatek bývá založena buď na empirických vztazích, které na základě měření přesně popisují konkrétní situaci, nebo vychází z teorie časových odstupů [2]. Druhá ze zmíněných metod se poslední dobou více posazuje díky své jednoduchosti a možnosti aplikace na všechny typy OK a je tedy základním podkladem i tohoto díla.

Tato diplomová práce se věnuje prověření hypotézy, která vzešla z požadavku Technické správy komunikací (TSK) hl. města Prahy. Řešená hypotéza říká, že reálná kapacita na českých OK je ve srovnání s teoretickou kapacitou vypočítanou dle příslušných technických předpisů, resp. modelovaná v německém softwaru Vissim určeného pro mikroskopické simulace, často nižší. Tento rozdíl může vznikat kvůli rozdílnému způsobu jízdy českých a německých řidičů a v této práci je pozornost zaměřena především na prozkoumání hodnot kritických a následných odstupů.

Způsob jízdy českých řidičů je porovnáván právě s německými řidiči z toho důvodu, že základní model TP 234 „Posuzování kapacity okružních křižovatek“ používaný v ČR vychází z německé směrnice „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS). Případný rozdíl ve stylu jízdy českých a německých řidičů by pak logicky ovlivňoval výslednou kapacitu na OK, jež je počítána na základě podobných principů.

V práci by měla být zpracována analýza tuzemských a vybraných zahraničních technických předpisů stanovujících kapacitu OK a na základě jejich znalosti budou následně vyhodnocovány určité lokality z Německa a ČR. Výsledná analýza dat vychází z pořízených videozáznamů dopravního proudu na vybraných lokalitách, ze kterých se vyhodnocuje ochota řidičů přijmout časový odstup mezi vozidly a dopad jejich rozhodování na kapacitu OK. K posuzování byly vybírány křižovatky s jedním pruhem na okruhu, které patří mezi nejklaasičtější zástupce OK u nás a u kterých se sledované veličiny vyhodnocují nejlépe.

Cílem této práce je potvrzení nebo vyvrácení výše zmíněné hypotézy o přijímání kritických a následných časových odstupů českými a německými řidiči a snahou je na základě výsledků podat případný podnět k podrobnějšímu zkoumání a úpravě vzorců pro výpočet kapacity na OK tak, aby lépe reflektovaly jízdní styl řidičů v ČR.

2) Teoretická část

V teoretické části je kladen důraz na popis a postup řešení zadaného tématu, dále na vysvětlení jednotlivých pojmů souvisejících s OK či výpočtem jejich kapacity a v neposlední řadě je uveden návrh uplatnění zjištěných výsledků v praxi.

2.1) Návrh řešení

Správné určení kapacity křižovatky patří při jejím navrhování mezi jednu z nejzásadnějších úloh projektanta, aby se nestalo, že nově vzniknuvší křižovatka nebude vyhovovat dopravním výkonům v dané oblasti. Proto je potřeba věnovat této problematice zvýšenou pozornost pro maximální efektivitu návrhů nových nebo rekonstrukcí stávajících křižovatek. Jedná se o problematiku, ve které je potřeba zohlednit spoustu vstupních veličin, jako jsou například geometrie křižovatky, intenzity provozu (jak na silnicích, tak intenzity chodců přecházejících přes komunikaci), ale i těžko odhadnutelné chování řidičů.

OK může být chápána jako soustava stykových neřízených křižovatek s jednosměrným provozem a odtud vycházejí i metody pro výpočet kapacity OK. Kapacita neřízených úrovnových křižovatek je založena na dvou rozdílných přístupech, které byly stručně zmíněny v úvodu této práce a jejichž popis byl uveden v jednom ze článků Dopravního inženýrství [2]. Jedná se o:

- **empirické vztahy stanovené regresní analýzou**, které jsou založeny na měření intenzit v konkrétní situaci v době, kdy dochází k vyčerpání kapacity křižovatky a stanovení kapacity na vjezdu pomocí regresní analýzy (intenzita dopravy na vjezdu v závislosti na intenzitě dopravy na okruhu). Tato metoda je však nepřenosná do podmínek odlišných od měření a při praktickém využití neumožňuje projektantovi teoreticky pochopit dopravní chování vozidel na OK.
- **teorie časových odstupů (TČO)** popisuje model, ve kterém kapacita vjezdu závisí na hodnotách t_g (kritický časový odstup), t_r (následný časový odstup) a na teoretickém rozdělení časových odstupů v jízdním proudu. S rozvojem možností výpočetní techniky a jejím rozšířením se začíná tato metoda více prosazovat. Je možno ji uplatnit jednotně pro všechny druhy OK, je snadno vysvětlitelná a stanovení kapacity každého vjezdu je jednoznačné.

Jak už bylo zmíněno v úvodu, v této práci je pro posouzení zadané hypotézy aplikována TČO. Podnětem k tomuto rozhodnutí byl fakt, že aktuální česká metodika pro výpočet kapacity OK z této teorie vychází. Výsledná metodika zohledňuje znalost hodnot kritických a následných časových odstupů v českém prostředí a jejich závislosti na geometrii OK.

V článku [2] se uvádí, že výsledné výpočty kapacity podle TČO jsou srovnatelné s výsledky dle německé HBS a vykazují o něco přesnější výsledky než dříve používaná metoda popsaná v TP 135. Určité optimalizace v oblasti výpočtu kapacity českých OK bylo tedy už v roce 2011 vydáním TP 234 dosaženo.

Jako návrh řešení pro tuto práci bylo zvoleno natáčení křižovatek digitální kamerou se širokým úhlem záběru a následné manuální vyhodnocení videozáznamu. Cílem vyhodnocení bylo především určení kritických a následných časových odstupů na vhodně vybraných českých a německých OK a dále porovnání naměřených hodnot. Nejprve se uvažovalo o sledování jedné české a jedné německé OK, případně dvou, nakonec však byly natočeny průzkumy na čtyřech českých a německých OK, čímž se zvýšila vypovídací hodnota získaných výsledků. Všechny vybrané křižovatky se nacházejí v intravilánu.

2.2) Popis řešení

Dopravní průzkumy probíhaly nejprve na vybraných německých křižovatkách, které svým geometrickým uspořádáním a především dostatečnými intenzitami provozu odpovídaly požadavkům na výběr lokality. Už v rámci prvních návštěv německých OK v zimních měsících se podařilo získat relativně uspokojivé množství hodnot přijatelných a následných časových odstupů. Další průzkumy na již prověřených německých křižovatkách byly provedeny v souladu s TP 189 „Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích“, a to v měsíci dubnu, v doporučených denních dobách a délkách trvání průzkumů. Posléze byly na základě tohoto dokumentu přepočítány naměřené intenzity. Toho bylo později využito pro určení podobně zatížených českých OK.

Výběr českých lokalit vycházel v první řadě z geometrického uspořádání OK srovnatelného s měřeními německými křižovatkami (mezi důležité faktory patřil např. počet větví, tvar, vnější průměr OK a středového ostrova, šířka prstence či jízdního pruhu na okružním páse, aj.). Dále byla snaha najít podobně zatížené křižovatky nebo přihlídnout k velikosti a počtu obyvatel města, ve kterém se křižovatky nacházejí.

Měření probíhala vždy v době ranní nebo odpolední špičky, z toho důvodu, aby se křižovatky v průběhu zkoumání pohybovaly co nejbližší hranici vyčerpané kapacity a aby se tak tvořily fronty čekajících vozidel. Časový rozsah průzkumů byl stanoven minimálně na 120 minut ve špičkovém období, ale cílem bylo natočit ideálně 240 minut na každé křižovatce. Pro vyhodnocování křižovatkových pohybů je vhodné natáčet z výšky cca 6 m nad úroveň křižovatky případně výše, čehož bylo ve většině případů dosaženo. Pro natáčení bylo často využíváno okolních staveb, přilehlých mostů, vyvýšených míst nebo přenosného stativu. Z kamerových záznamů byly nakonec v hodinových intervalech určovány intenzity jednotlivých větví OK a hodnoty přijatelných a následných odstupů.

2.3) Definice pojmů dle TP 135, TP 234 a TP 189

Definice níže uvedených pojmů byly převzaty převážně ze zdrojů [3], [4] a [5].

Kapacita křižovatky vyjadřuje propustnost danou počtem vozidel, která mohou projet OK za určitý časový úsek. Kapacita OK je podmíněna kapacitou v každém střetném bodu křižovatky, ve kterém dochází k přetínání, spojení nebo rozpojení dopravních proudů [1].

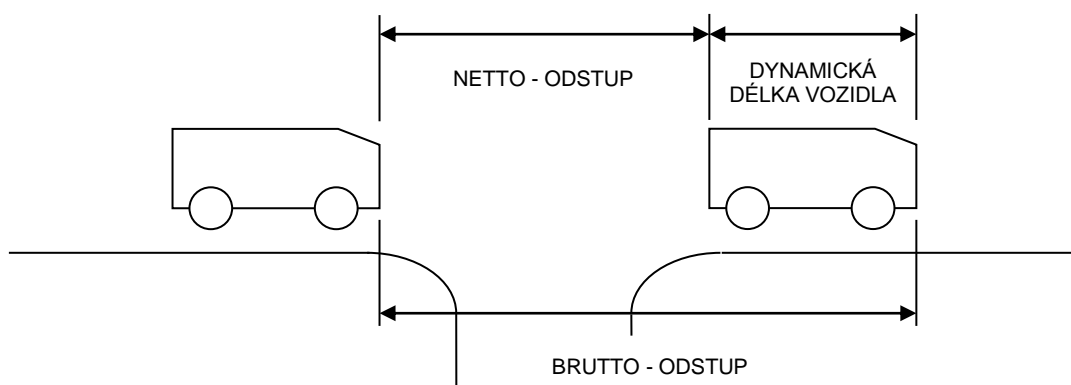
Intenzita dopravního proudu – počet silničních vozidel nebo chodců, který projede nebo projde určitým příčným řezem pozemní komunikace nebo jeho částí za zvolené časové období v jednom směru.

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

V praxi s ohledem na používání měřicí techniky rozlišujeme dva druhy odstupů, které jsou dobře popsány v článku [6]:

- „netto“, tj. odstup záď – čelo dvou za sebou jedoucích vozidel
- „brutto“, tj. odstup čelo – čelo dvou za sebou jedoucích vozidel

Diference mezi těmito dvěma odstupy závisí v první řadě na délce prvního vozidla a v druhé řadě na rychlosti pohybu prvního vozidla. Rozdíl je tedy tvořen časem, za který první vozidlo projede svoji délku. Tento čas se nazývá „dynamická délka vozidla“ (viz Obr. 1).



Obr. 1 Názorné vysvětlení dynamické délky vozidla a rozdílu mezi netto a brutto – odstupem [6]

Kritický časový odstup (t_g) (pro vjezd) – 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.

Okružní křižovatka - je druh úrovňové křižovatky, která má okružní jízdní pás ve tvaru mezikruží, nebo ve tvaru jemu blízkém, na níž je silniční provoz veden jednosměrným objezdem kolem středového ostrova proti směru hodinových ručiček od vjezdu ke zvolenému výjezdu.

Středový ostrov – je kruhová nebo kruhu blízká fyzická nebo optická překážka sloužící k usměrnění pohybu vozidel po okružním jízdním pásu křižovatky proti směru hodinových ručiček. Součástí středového ostrova je i prstenec, jímž se v některých případech lemuje okraj středového ostrova.

Prstenec – je zpevněná část vnějšího okraje středového ostrova u OK o vnějším průměru $D < 50\text{m}$. Prstenec se navrhuje tak, aby mohl být ojedinele pojížděn zejména rozměrnými vozidly (kamión, kloubový autobus, nadměrné přepravy apod.).

Okružní jízdní pás křižovatky – je jízdní pás v šířce zpevnění vozovky okolo středového ostrova (vozovka včetně zpevněných krajnic).

Vjezd – je jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, ze kterého se vjíždí na okružní jízdní pás křižovatky.

Výjezd – je jízdní pruh nebo pás křižující komunikace, kterým vozidla vyjíždějí z okružního jízdního pásu křižovatky.

Větev okružní křižovatky – je jízdní pás (pruh), kterým jsou propojeny pozemní komunikace v oblasti křižovatky na okružní jízdní pás a vzájemně mezi sebou.

Dělicí ostrůvek – je plocha ohraničená na všech stranách fyzicky nebo opticky vůči přilehlým jízdním pruhům. Dělicí ostrůvek se umísťuje mezi protisměrnými jízdními pruhy/pásky v délce 5 – 25 m a tvoří zpomalovací (retardační) prvek před vjezdem do křižovatky. Slouží také ke zdvojenému osazení svislých dopravních značek, popřípadě i jako ochranný ostrůvek pokud je využíván pro přechod pěších.

Vnější průměr okružní křižovatky – je průměr kružnice, kterou lze vepsat mezi vnější stavební ohraničení okružního jízdního pásu křižovatky.

Vnitřní průměr okružní křižovatky – je průměr středového ostrova (vč. případného prstence) OK.

Okružní křižovatka (ve smyslu rozměrů) – je ta, jejíž vnější průměr $D > 23$ m a jeho rozměr je závislý na počtu připojených větví křižujících komunikací, které jsou napojeny na okružní jízdní pás a na způsobu připojení vjezdů (stykové připojení, připojovací pruh) i na místních možnostech připojení komunikací na okružní jízdní pás.

Miniokružní křižovatka – je ta, jejíž vnější průměr $D \leq 23$ m, vždy se zpevněným středovým ostrovem. Má podobnou charakteristiku jako OK, kde větší vozidla nemohou projet po okružním jízdním pásu. Průjezd větších vozidel je ojedinele možný, ale tak, že MOK projedou jako průsečnou křižovatkou, tj. přes zpevněný středový ostrov. Takto projíždějící vozidlo musí dát přednost v jízdě všem vozidlům, které MOK projíždějí nebo do ní vjíždějí [1].

Úroveň kvality dopravy - Příslušný stupeň kvality dopravy v rozmezí A – F se stanoví v závislosti na délce střední doby zdržení proudů na vjezdu do křižovatky do neřízené křižovatky podle Tab. 2.

Tab. 2 Limitní hodnoty střední doby zdržení proudů na vjezdu do křižovatky do úrovňové neřízené křižovatky (průsečné, stykové i okružní)

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	Ojediné krátké fronty	≤ 30
D	Stabilní stav s vysokými ztrátami	≤ 45
E	Nestabilní stav	> 45
F	Překročená kapacita	-

Stupeň A: Doba zdržení je velmi malá.

Stupeň B: Dopravní proud dávající přednost v jízdě je ovlivněný. Doba zdržení je malá.

Stupeň C: Doba zdržení je citelná. Vznikají ojediné krátké fronty.

Stupeň D: Fronta vozidel vyvolává výrazné časové ztráty. Dopravní situace je ještě stabilní.

Stupeň E: Tvoří se fronta, která se při existujícím zatížení již nesnižuje. Charakteristická je citlivá závislost, kdy malé změny zatížení vyvolají prudký nárůst ztrát.

Stupeň F: Kapacita je překročena. Fronta vozidel narůstá bez ohledu na dobu čekání. Křižovatka je přetížena v delším časovém intervalu. [1]

2.4) Výpočet kapacity OK

Vývoj vzorce pro výpočet kapacity OK má svoji významnou historii, která je stručně, ale výstižně popsána v obsáhlém článku [2] a pro hlubší vhled do tématu je historický vývoj uveden i v této práci. První vzorec, kterým se určovala kapacita OK, vycházel z výzkumného projektu Stuwe, jenž se datuje do roku 1992. Výpočet byl založen na metodě regresní analýzy a kromě počtu pruhů na okruhu a na vjezdu zohledňoval také vnější průměr OK, počet ramen křižovatky a vzdálenost mezi výjezdem a vjezdem. Závislosti na běžných rozměrech OK byl výpočet zbaven až aktualizací metody autory Brilon a Bondzio v roce 1996. Jejich výpočet využíval lineární regresní metody a kapacita vjezdu závisela už jen na počtu pruhů na okruhu a vjezdu.

Profesor Brilon se otázce kapacity křižovatek věnuje dodnes a pod jeho vedením fungují výzkumná pracoviště v Německu a právě zde, v týmu RU Bochum pro účely německé příručky HBS, vznikla v roce 1997 aktuálně oficiálně využívaná metoda teorie kritických časových odstupů. Kapacity vjezdu podle této metody závisí pouze na počtu jízdních pruhů na vjezdu a na okruhu, jelikož hodnoty t_g , t_f a t_{min} se do příslušného vzorce zadávají jako konstanty. V roce 2008 přišli autoři Brilon, Wu s upřesněním metody v článku „Kapazität von Kreisverkehren - Aktualisierung, Strassenverkehrstechnik (2008). V případě jednopruhových OK se hodnoty t_g , t_f a t_{min} stanovují již v závislosti na vnějším průměru křižovatky [2].

V ČR se nejprve využívaly metody vyplývající z regresní analýzy založené na metodách německého profesora Brilona a švýcarského profesora Bovyho. Po vydání TP 135 v roce 2000 se tedy výpočet kapacity OK řídil metodou regresní analýzy a pro OK s vnějším průměrem do 50 m byla pro české podmínky závazně převzata metoda profesora Bovyho ve zjednodušené podobě. Nicméně definované metody pro vícepruhové OK se v TP 135 již od metod profesora Bovyho odlišovaly a pro stanovení kapacity vícepruhové OK zohledňovaly i délku zařazovacího úseku [2]. V roce 2011 byly pro účely posuzování kapacity OK schváleny TP 234, jejichž metodika je popsána níže.

Výpočet kapacity vjezdu

V současné době se kapacita českých OK určuje podle Technických podmínek TP 234 „Posuzování kapacity okružních křižovatek“, které jsou účinné od 1. září 2011 a které vzešly z výzkumného projektu provedeného firmou EDIP s.r.o. v letech 2005 – 2008 [2]. Výpočet kapacity **vjezdu** do OK se podle TP 234 [4] provádí jen tehdy, překročí-li návrhová intenzita dopravy na křižovatce zjištěná součtem všech vozidel vjíždějících do křižovatky hodnotu:

- více než 10 000 voz/den u MOK
- více než 15 000 voz/den u ostatních typů OK.

Pro srovnání s metodologií uváděnou v TP 135 [3] se výpočet kapacity OK prováděl jen tehdy, pokud stejně určovaná intenzita dopravy překročila dle prognózy hodnotu více než 18 000 voz/24h.

Kapacita OK je dle [4] dostatečná, pokud kapacita všech vjezdů a výjezdů splňuje příslušná kritéria úrovně kvality dopravy (střední doba zdržení) podle ČSN 73 6102 [5] pro příslušné kategorie komunikací. Aktuální česká metodika TP 234 [3] určuje kapacitu vjezdů pro všechny druhy OK za použití teorie časových odstupů dle následujícího vzorce:

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_k}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \left(\frac{n_{i,koef}}{t_f}\right) \cdot e^{-\frac{I_k}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)}, \quad (1)$$

kde:

I_k – intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h]

n_k – počet jízdnic pruhů na okruhu [-]

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

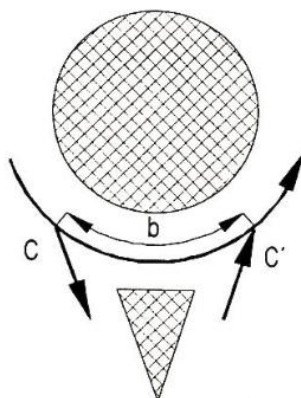
t_g – kritický časový odstup [s]

t_f – následný časový odstup [s]

Δ – minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s]

Tato metodika zohledňuje znalost hodnot kritických a následných časových odstupů v českém prostředí a jejich závislosti na geometrii OK. Faktory, které nejvýznamněji ovlivňují tyto časové odstupy, jsou v českém prostředí následující:

- hodnota kritického časového odstupu je závislá na vzdálenosti kolizních bodů C - C' (vzdálenost mezi výjezdem a vjezdem, viz Obr. 2),



Obr. 2 Vzdálenost b mezi kolizními body C a C' [3]

- hodnota následného časového odstupu je závislá na poloměru vjezdu [2].

Pro OK s jedním pruhem na okruhu se dle TP 234 [4] udávají do vzorce tyto hodnoty kritických, následných a minimálních časových odstupů:

- t_g v závislosti na vzdálenosti mezi kolizními body b :
 - $b < 11,00 \text{ m}$ $t_g = 4,5 \text{ s}$
 - $11,00 \leq b \leq 20,00$ $t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b$
 - $b > 20,00 \text{ m}$ $t_g = 3,6 \text{ s}$
- t_f v závislosti na poloměru vjezdu R_i :
 - $R_i < 8,00 \text{ m}$ $t_f = 3,1 \text{ s}$
 - $8,00 \leq R_i \leq 16,00$ $t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i$
 - $R_i > 16,00 \text{ m}$ $t_f = 2,6 \text{ s}$
- Δ jako konstantní hodnota: $\Delta = 2,1 \text{ s}$

Výpočet kapacity výjezdu

Do procesu posuzování kapacity OK podle TP 234 [4] patří také vzorec pro posouzení kapacity **výjezdu**, kdy základní kapacita výjezdu z OK je dána jednoduchým vztahem:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f}, \quad (2)$$

s tím, že do vzorce vstupuje koeficient $n_{e,koef}$ zohledňující počet pruhů na výjezdu a následný časový odstup vozidel na výjezdu z OK t_f . Hodnoty následného časového odstupu t_f jsou voleny na základě následujících podmínek:

$$t_f = \begin{cases} 3,0 \text{ s} & \text{pro } R_e < 15,00 \text{ m} \\ 3,6 - 0,04 \cdot R_e & 15,00 \leq R_e \leq 30,00 \\ 2,4 \text{ s} & R_e > 30,00 \text{ m}, \end{cases} \quad (3)$$

kde R_e je poloměr výjezdu [m].

Obsahem technických podmínek TP 234 je však nově i teoretický model pro posuzování kapacity výjezdu s ohledem na vliv přecházejících chodců. Dle tvrzení v článku [2] nebyl vliv přecházejících chodců na kapacitu výjezdu zatím v žádných metodikách řešen. Všechny dostupné metodiky se doposud věnují pouze vlivu chodců na kapacitu vjezdu. V rámci výzkumného projektu [7] firmy EDIP s.r.o. však bylo zjištěno, že přecházející chodci mají zásadní vliv zejména na kapacitu výjezdu, kdy při jejich přecházení docházelo ke zpětnému vzduť čekajících vozidel před přechodem pro chodce a celkovému zastavení provozu na okružním pásu. Problematice se podrobněji věnoval článek [8], který obsahuje i graf pro orientační posouzení.

Jak uvádí TP 234 [4] pokud přes výjezd z OK přecházejí chodci, dochází k ovlivňování kapacity výjezdu. V případě, že je intenzita přecházejících chodců I_{ch} vyšší než 250 ch/h a nebo součet intenzit přecházejících chodců a vyjíždějících vozidel $I_{ch} + I_e$ vyšší než 800 (voz+ch)/h, stanovuje se kapacita výjezdu podle vzorce:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_{ch}}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2}\right)}, \quad (4)$$

který je oproti základnímu vzorci rozšířen o následující veličiny:

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

t_g – kritický časový odstup [s], který se určí podle vzorce:

$$t_g = \frac{d_p}{v_p} + \frac{d_v}{v_v} + t_{bezp}, \quad (5)$$

kde:

d_p – délka přechodu [m]

v_p – rychlost chodce [m/s] (konstantní hodnota: $v_p = 1,6$ m/s)

d_v – délka vozidla [m] (konstantní hodnota: $d_v = 6,0$ m)

v_v – rychlost vozidla [m/s]

– $v_v = 5,56$ m/s (20 km/h) $R_e \leq 15$ m

– $v_v = 8,33$ m/s (30 km/h) $R_e > 15$ m

t_{bezp} – bezpečnostní odstup vozidla a chodce [s] (konstantní hodnota: $t_{bezp} = 1,7$ s)

K výše uvedenému vzorci došli autoři tím způsobem, že využili analogie z teorie neřízených křižovatek, což v praxi znamená, že použili vzorec pro pravděpodobnost výskytu časových mezer vhodných pro zařazení do nadřazeného dopravního proudu. Pravděpodobnost výskytu časových mezer je závislá na intenzitě nadřazeného proudu a byla definována Hardersem v roce 1968 (resp. Siedlochem v roce 1973). Kapacita podřazeného proudu je tedy dána vztahem: $C_e = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-q_p \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2}\right)}$ (6), což je očividně hlavní část vzorce (4) pouze s tím rozdílem, že q_p zde popisuje obecně intenzitu nadřazeného proudu, zatímco ve vzorci (4) je tato veličina nahrazena intenzitou chodců, kteří v tomto případě nadřazený dopravní proud zastupují [8].

Přínos implementace vzorce pro výpočet kapacity výjezdu s ohledem na vliv chodců je nepopíratelně velký a dle příkladů ověření tohoto jednoduchého teoretického modelu se zdá být i dobře funkční. Jako určitou slabinu tohoto vztahu hodnotí Ing. Jan Adámek z TSK potřebu kalibrace vztahu pomocí hodnoty t_{bezp} a platnost vztahu pouze pro krátké přechody převádějící chodce přes jednopruhé nebo nanejvýš dvoupruhové jízdní pásy [8].

Srovnání výpočtu kapacity dle TP 135

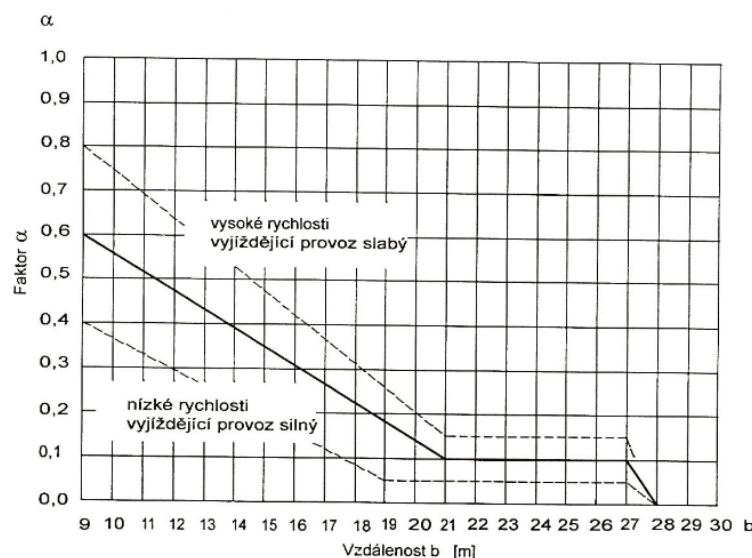
Pro srovnání je zajímavé zde uvést, jakým způsobem se určovala kapacita dle TP 135 [3] ještě pomocí metody vyplývající z regresní analýzy. Maximální hodnoty kapacity jednoho vjezdu, označované L_e , za předpokladu známých hodnot zatížení vjezdu a výjezdu byly dány vztahem:

$$L_e = 1500 - \frac{8}{9} \cdot (Q_k + a \cdot Q_a), \quad (7)$$

kde:

- Q_k – intenzita vozidel na vozovce okružního pásu křižovatky mezi výjezdem a následujícím (posuzovaným) vjezdem
- Q_a – intenzita vozidel na výjezdu
- a – faktor zohledňující geometrické poměry vjezdu OK v závislosti na vzdálenosti b mezi dvěma kolizními body C a C'

Faktor a se v TP 135 [3] určuje ze speciálního grafu, kde na vodorovné ose figuruje vzdálenost b uváděná v rozpětí 9 – 30 metrů a na ose svislé je vyznačen hledaný faktor a v rozpětí 0 až 1 po desetínách. V grafu jsou pak čárkovaně vyneseny dvě křivky zastupující dvě různé dopravní situace, kdy jedna z nich označuje silný provoz s výskytem nízkých rychlostí, zatímco druhá naopak vyjadřuje vyjíždějící provoz slabý a vysoké rychlosti. Mezi těmito křivkami se nachází křivka simulující normální provoz (viz Obr. 3).



Obr. 3 Graf pro zjištění faktoru a z TP 135 [3]

Nicméně zajímavým faktem je, že snížení kapacity OK vlivem přecházejících chodců se v TP 135 [3] zanedbává s ohledem na skutečnost, že výpočet kapacity OK má v časové jednotce jedné hodiny dostatečnou kapacitní rezervu. V případě vyššího dopravního zatížení na vjezdu mají pak vyjíždějící vozidla prodlevy, kterých pak mohou chodci využít pro přechod přes sledovanou komunikaci.

2.5) Uplatnění zjištěných výsledků

Prověření hodnot kritických a následných časových odstupů by mělo sloužit jako podnět k jejich případnému hlubší zkoumání a úpravě stávající metody stanovení kapacity OK pro dosažení přesnějších výpočtů. Výsledky zjištěné v této práci budou orientačně porovnány konstantními hodnotami používanými v české metodologii TP 234.

Pokud se potvrdí hypotéza, že čeští řidiči využívají delší kritické i následné časové odstupy, mělo by se přistoupit k realizaci nového projektu, ve kterém se podrobí zkoumání určité množství českých OK. Vzhledem k tomu, že v rámci výzkumného projektu IF521/063/120 „Aktualizace výpočtových modelů pro stanovení kapacity okružních křižovatek“ [7], který řešila firma EDIP s.r.o. v letech 2005 – 2008 pro Ministerstvo dopravy ČR, byly provedeny dopravní průzkumy jen na šesti OK s jedním pruhem na okruhu a na dvou OK se dvěma pruhy na okruhu [2], nabízí se udělat širší průzkumy alespoň v řádu desítek OK. Případně nově naměřené hodnoty by bylo posléze potřeba změnit v české legislativě, aby vzorec pro výpočet kapacity na českých OK ještě lépe odpovídal skutečnosti.

V případě vyvrácení hypotézy je potřeba zaměřit se v rámci výzkumu na další faktory vstupující do výpočtu kapacity OK a najít veličiny nebo chybné předpoklady v používaných vzorcích, které zcela neodpovídají chování českých řidičů a vytvářejí tak odchylku mezi vypočtenou a reálnou kapacitou.

3) Současný stav

Níže uvedené statě jsou pasáže o české legislativě, které určitým způsobem souvisejí s OK. Místy jsou uvedeny i výňatky ze zákonů či jiných zdrojů, které poukazují na důležité aspekty problematiky OK. Co se týká hierarchie v legislativě, zákony jsou na nejvyšší úrovni a ostatní prohlášení, normy apod. jim jsou podřízeny a jen je doplňují.

3.1) Legislativa České republiky

Zákon č. 411/2005 Sb.

Tímto zákonem se mění zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a který upravuje chování řidičů na OK, říká následující [10]:

§ 22, odstavec 5

Řidič vjíždějící na kruhový objezd označený dopravními značkami „Kruhový objezd“ společně se značkou „Dej přednost v jízdě!“, nebo „Kruhový objezd“ společně se značkou „Stůj, dej přednost v jízdě!“, musí dát přednost v jízdě vozidlům a jezdcům na zvířatech jedoucím po kruhovém objezdu a organizovanému útvaru chodců a průvodci vedených a hnaných zvířat se zvířaty jdoucimi po kruhovém objezdu.

Paragraf 30, odstavec 5

Při vjíždění na kruhový objezd a jízdě po kruhovém objezdu, nepřejíždí-li z jednoho jízdního pruhu do druhého podle par. 12 odst. 5, řidič nedává znamení o změně směru jízdy; při vyjíždění z kruhového objezdu řidič je povinen dát znamení o změně směru jízdy.

TP 135

Tyto technické podmínky platí pro projektování OK na silnicích, místních komunikacích a veřejně přístupných účelových komunikacích, přičemž navazují, rozšiřují a upřesňují ČSN 73 6102. TP 135 jsou účinné již od roku 2000 a například v oblasti počítání kapacity OK již byly překonány novými TP 234. Nicméně jejich velká část je stále platná a při návrzích aktivně používaná a pouze se aktualizuje a rozšiřuje. S poslední aktualizací v roce 2005 došlo k novému rozdělení OK oproti původnímu vydání z roku 2000, kde bývalo používáno rozdělení na mini okružní křižovatky, malé okružní křižovatky a velké okružní křižovatky. V aktuálním vydání jsou už rozlišovány pouze dvě kategorie, a to mini okružní křižovatky a okružní křižovatky [3].

Další kroky k přiblížení legislativy aktuálním potřebám byly provedeny v roce 2010 v rámci řešení projektu č. CG911-008-910 „Vliv geometrie stavebních prvků na bezpečnost a plynulost provozu na okružních křižovatkách a možnost predikce vzniku dopravních nehod“ pro VaV MD, když firma EDIP s.r.o. vydala metodiku „Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích“.

Metodika byla podkladem pro revizi technických podmínek TP 135 a byla zpracována jako návrh paragrafového znění nového přepracovaného vydání těchto technických podmínek. Oproti původní verzi TP 135 byl kladen zvýšený důraz na bezpečnost návrhu například tím, že se věnovala pozornost kolizním bodům, směrovému a příčnému uspořádání komunikace před vjezdem do OK či zajištění nízké rychlosti průjezdu vozidel. Také zde byla uvedena informace o tom, že OK s klasickým dvoupruhovým uspořádáním okružního jízdního pásu a s dvoupruhovými vjezdy a výjezdy vykazuje 4,4krát vyšší nehodovost ve srovnání s jednopruhou OK umístěnou na komunikacích se stejnými rychlostními podmínkami na příjezdových úsecích (nehodovost na spirálovitě uspořádané vícepruhové OK však nebyla zjišťována s ohledem na minimální výskyt tohoto typu křižovatky v ČR v době zpracování revize TP 135). Dle slov pana Petra Novotného posouvá nová metodika projektování jednopruhových OK a MOK k evropskému standardu, přestože v ní zatím chybí řešení kapacitních OK [9].

TP 234

Nový pohled na určování kapacity OK přinesly schválené technické podmínky Ministerstva dopravy ČR TP 234, které jsou účinné od 1. 9. 2011. Navazují na normu ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích, kterou rozpracovávají do podoby jednotného postupu při posuzování kapacity OK. TP 234 nahrazují kapitolu 6 technických podmínek TP 135 a jsou platné pro výpočet a posuzování kapacity všech druhů OK s předností v jízdě na okružním pásu. Do výčtu dělení OK v ČR patří:

- OK s jedním pruhem na okruhu
- OK se dvěma (nebo více) pruhy na okruhu
- Spirálovitá OK
- MOK

V tištěné podobě jsou TP234 vydány jako příloha výše zmíněné odborné publikace „Posuzování kapacity okružních křižovatek“ [7], ve které je možno nalézt doplňkový komentář k jednotlivým postupům metodiky a příklady výpočtu všech typů OK [2].

Aktuální informací z oblasti legislativy je také vypsání veřejné soutěže ve výzkumu a vývoji na téma vytvoření příručky pro návrh turbo-okružních křižovatek v podmínkách ČR [11].

3.2) Rozdíly mezi ČSN 73 6102 a německou směrnici HBS

Tato kapitola je věnována krátkému porovnání německé metodiky HBS s českou normou ČSN 73 6102. Protože se jedná o dokumenty obecně popisující projektování všech křižovatek na pozemních komunikacích, nesouvisí uvedené poznatky jen s OK. Kapitola je založena především na informacích vyplývajících ze článku uvedeného na stránkách Observatoře bezpečnosti silničního provozu, ve kterém je této tématice věnován prostor. Jak tedy pan docent Slabý a pan doktor Koukol v článku [12] uvádějí při výpočtu kapacity dle ČSN 73 6102 modelem časových mezer (Harderse) má rozhodující vliv několik faktorů:

- druh jízdního úkonu
- vyznačení přednosti na vedlejší komunikaci
- přípustná rychlost
- druh vozidla (eventuálně skladba dopravního proudu)

a vliv těchto faktorů se promítá do výpočtových hodnot kritické a následné mezery.

Metodika HBS samozřejmě uvažuje velice obdobné vlivy, nicméně je zahrnuje pod jiné ukazatele, což se v praxi promítne například tím, že vliv rychlosti nadřazených proudů je nahrazen polohou křižovatky. V HBS hraje ale roli i použití směrového ostrůvku při výjezdu z hlavní komunikace s oddělením kolizních bodů, stejně jako šířka vjezdu nad 4m, umožňující nevyznačené řazení vozidel vedle sebe.

Jako hlavní nedostatky metodiky HBS jsou uváděny následující body:

- vliv chodců a cyklistů není zohledněn,
- metoda neplatí pro křižovatky s principem řízení „přednost zprava“. Tento typ rozlišení křižovatky je vhodný pro nízké zatížení do 600 až 800 voz/hod jako součtu intenzit všech čtyř ramen křižovatky,
- pro případy tří a více jízdních pruhů na hlavním vjezdu by měly platit modifikované hodnoty kritických a následných mezer.
- blízkost řízené křižovatky, která porcuje příjezd vozidel v hlavním směru k neřízené křižovatce do kolon, stejně jako koordinace SSZ jsou případy, které metoda rovněž nezohledňuje. Doporučuje se použít simulačních modelů.

Zajímavou informací v článku [12] je zjištění vysoké citlivosti klasické čtyřramenné OK na skladbu dopravního proudu, a to průměrným rozdílem 597 voz/hod při změně podílu pomalých vozidel z 0% na 20%, zatímco u průsečné křižovatky je tento rozdíl výrazně zanedbatelnější.

4) Analytická část

V analytické části jsou zveřejněny výsledky z naměřených průzkumů, které podávají komplexní informaci o dopravním chování českých a německých řidičů na konkrétních OK a tvoří podklady pro výslednou analýzu. Cílem průzkumů bylo získat především hodnoty intenzity dopravy v rozlišení podle směrů jízdy a podle druhu vozidel, dále hodnoty kritických a následných časových odstupů (t_g , t_r) a následně do výpočtů vstupují také informace o geometrii jednotlivých OK.

Při hodnocení přijatelných a následných časových odstupů bylo potřeba zvolit vhodnou metodu jejich určení. Jak již bylo popsáno v kapitole 2.3) při měření časových odstupů rozlišujeme dva způsoby jejich určení, a to:

- „netto“ mezeru, tj. odstup zád' – čelo dvou za sebou jedoucích vozidel
- „brutto“ mezeru, tj. odstup čelo – čelo dvou za sebou jedoucích vozidel [6]

Vzhledem k tomu, že difference mezi těmito dvěma odstupy závisí na délce prvního vozidla a rychlosti jeho pohybu, je z mého pohledu vhodnější volit netto mezeru, tedy odstup zád' – čelo. Nicméně s ohledem na hodnoty uváděné v TP 234 a pro možnost vzájemného porovnání byla ve všech případech volena brutto mezera a tím pádem jsou všechny uváděné přijatelné a následné mezery naměřeny mezi čely vozidel.

V první řadě byly u průzkumů vždy vyhodnocovány intenzity dopravy. Tento proces probíhal tak, že se nejprve každému z ramen přidělilo číslo (vzestupně vždy podle směru jízdy vozidel) a při spuštěném videozáznamu pozorovatel sledoval jednotlivá ramena OK a zapisoval dle kategorie vozidla a jejich směru jízdy počet projíždějících vozidel. Dělení vozidel dle kategorií a jejich přečtové koeficienty odpovídají tabulce Tab. 3 z TP 188 „Posuzování kapacity neřízených úroňových křižovatek“ [32].

Tab. 3 Doporučené přečtové koeficienty skladby dopravního proudu

<i>Jízdní kola</i>	<i>Motocykly</i>	<i>Osobní vozidla ^{a)}</i>	<i>Nákladní vozidla, autobusy ^{b)}</i>	<i>Nákladní soupravy, kloubové autobusy</i>
0,5	0,8	1,0	1,5	2,0

a) Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti
b) Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy

Každé měření bylo rozděleno po hodinových intervalech. Následně došlo k vyhodnocení naměřených hodnot a výpočtu hodnoty celodenní intenzity na křižovatce dle TP189. Sledovány byly samozřejmě také intenzity chodců, které ovlivňují především kapacitu výjezdů.

Jak se uvádí v TP 189 [5] posuzování kapacity pozemních komunikací se provádí na hodinovou intenzitu dopravy a ta je definována pro:

- silnice, dálnice a veřejné přístupové komunikace ve volné krajině (viz ČSN 73 6101) jako *padesátirázová intenzita* silničního provozu,
- pro místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace v zastavěném i nezastavěném území obcí a pro průjezdní úseky silnic v zastavěném území obcí (viz ČSN 73 6110) jako *intenzita špičkové hodiny* stanovení přepočtem podle denního rozdělení intenzit.

Proto bylo potřeba naměřené hodnoty intenzit správně přepočítat, aby bylo možné na jejich základě později vyhodnotit kapacitu řešených OK. Úkol přepočítání intenzit byl řešen pomocí webového portálu Tralys [33] obsahujícího výpočtovou aplikaci pro zjednodušení dopravně-technických výpočtů. Po zadání intenzit jednotlivých kategorií vozidel pro konkrétní směr dané OK je výstupem programu Tralys komplexní soubor s přepočtenými intenzitami, viz Obr. 4).

Stanovení intenzit dopravy - TP 189

Nadpis	Stanovení intenzit dle TP189									
Autor	Wranová Markéta									
Lokalita	Heidenau									
GPS	50.980492, 13.861045									
Datum průzkumu	15.04.2015									
Den, měsíc	středa, duben									
Období roku	jaro									
Doba(y) průzkumu	9:00 - 12:00									
Poznámka	Heidenau 2 -> 4									
<hr/>										
Kategorie a třída komunikace	II - silnice II. a III. třídy (včetně průjezdních úseků silnic)									
Nedělní faktor	-									
Charakter provozu	S - smíšený									
Skupina přepočtových koeficientů	II-5									
<hr/>										
Měření										
				Druhy vozidel						
#	Delka měření	Začátek měření	Konec měření	M	O	N	A	K	S	
1	3:00	9:00	12:00	5	94	5	0	0		104
<hr/>										
				Druhy vozidel						
				M	O	N	A	K	S	
5	Intenzita dopravy za dobu průzkumu běžného pracovního dne	$I_{[voz/dobu]}$		5	94	5	0	0		104
6	Přepočtový koeficient denních variací intenzit dopravy	$k_{d,d}$		7.358	5.414	4.16	-	-		
7	Denní intenzita dopravy (ve dni průzkumu)	$I_{[voz/den]}$		37	509	21	0	0		567
8	Přepočtový koeficient týdenních variací intenzit dopravy	$k_{d,t}$		1.053	0.963	0.806	-	-		
9	Týdenní průměr denních intenzit dopravy	$I_{[voz/den]}$		40	491	17	0	0		548
10	Přepočtový koeficient ročních variací intenzit dopravy	$k_{d,r}$		0.558	0.58	0.935	-	-		
11	Roční průměr denních intenzit dopravy	RPDI[voz/den]		23	482	16	0	0		521
12	Odhad přesnosti určení RPDI	%								±16
<hr/>										
				M	O	N	A	K	S	
	Koeficient týden. variací intenzit dopravy v běžný prac. den	$k_{d,rpdi}$		0.557	1.023	0.987	0.596	0.999	-	
	Roční průměr denních intenzit dopravy v běžný pracovní den	RPDI _{rpdi} [voz/den]		36	521	21	0	0		578
<hr/>										
13	Koeficient padesátirázové hodinové intenzity dopravy	$k_{k,15}$								0.122
14	Padesátirázová hodinová intenzita dopravy	I_{15}								64
<hr/>										
15	Přepočtový koeficient pro výpočet špičkové hodiny	$k_{k,1h}$								0.111
16	Intenzita špičkové hodiny	I_{1h}								58

Obr. 4 Stanovení intenzit dopravy dle TP 189 vypočítané pomocí webové aplikace Tralys

Poté, co byly u všech křižovatek určeny reálné intenzity, které byly následně přepočítány na padesátirázové či špičkové intenzity, byl videozáznam zkoumán znovu pro nalezení přijatelných a následných časových odstupů. Výskyt následných mezer byl o poznání častější, proto bude pozornost věnována nejprve jim. Následný odstup, jak bylo definováno v kapitole 2.3), je dán střední hodnotou časových odstupů mezi dvěma následujícími vozidly podřazeného dopravního proudu, které se nacházejí ve frontě za sebou a zařazují se do stejné časové mezery v nadřazeném dopravním proudu nebo v této mezeře nadřazené dopravní proudy křížují. Měření tedy probíhalo tak, že ve chvíli, kdy k takové situaci došlo, bylo video vráceno, aby se situace zkoumala od začátku, vybral se pevný bod, kolem kterého všechna vozidla projížděla a od průjezdu čela prvního vozidla podél tohoto bodu se měřily mezičasy průjezdů čel následujících vozidel. Hodnoty pak byly zaneseny do excelovské tabulky a hledaly se další výskyty následných mezer. Z každého videa bylo změřeno více než sto hodnot, díky čemuž vznikla obsáhlá databáze, ze které se prostřednictvím střední hodnoty určila výsledná hodnota následného odstupu pro každou jednotlivou OK.

V případě určování kritické časové mezery se postupovalo velice obdobně, ačkoliv četnost výskytu přijatelných časových odstupů, ze kterých se střední hodnotou opět určuje výsledek, byla ve většině případů výrazně nižší než tomu bylo u následných odstupů. Tentokrát bylo také o něco obtížnější jev přijímání přijatelné časové mezery správně určit. Šlo tedy o to, najít nejmenší časový odstup mezi dvěma vozidly v nadřazených dopravních proudech, který je daný řidič v podřazeném dopravním proudu ochoten přijmout k zařazení do nadřazeného dopravního proudu nebo k průjezdu křižovatkou v daných vnějších podmínkách. Vzhledem k faktu, že na většině křižovatek zdaleka nedocházelo k vyčerpání kapacity OK, byl vjezd do křižovatky často volný a jen nepatrně ovlivněný pohybem vozidel v hlavním dopravním proudu. Díky tomu bylo často složité určit, zda vozidlo vjíždějící na okružní pás využívá opravdu jen přijatelného časového odstupu nebo by do křižovatky vjelo i v případě, že by mezera mezi vozidly na okruhu byla ještě o něco menší. K těmto situacím docházelo především na méně zatížených německých OK a je tedy nutno přihlídnout i k možné chybě způsobené subjektivním vnímáním situace. Počet naměřených hodnot přijatelných časových odstupů se pohybuje nejčastěji kolem padesáti pro každou zkoumanou OK. Nejméně jich bylo získáno v německém Königsteinu, odkud také výsledná kritická mezera nebude brána do výsledného srovnání.

4.1) Průzkumy na německých OK

Situace s hledáním vhodných OK k natočení průzkumů, které by vyhovovaly potřebám této práce, byla svým způsobem dosti zapeklitá. Zadáním žádné konkrétní lokality stanoveny nebyly a přece jen ne na každé OK je dostatečná intenzita provozu, aby se daly sledovat přijatelné časové odstupy. Mimo jiné mezi další zádrhly patří fakt, že v Německu se OK netěší až takové oblibě jako v ČR nebo jiných evropských státech, a tudíž je jejich výskyt méně častý. Důvody vycházejí z historie, kdy se stavěly především OK s velkým průměrem a vícero jízdními pruhy, což příliš nepřispívalo bezpečnosti. Nehody nebývaly vážné, ale stávaly se často a v Německu se policii hlásí všechny typy dopravních nehod, včetně nehod s nízkou škodou na majetku. Díky tomu se OK zdánlivě vysokou mírou podílely na výsledné nehodovosti a začaly se později nahrazovat křižovatkami světelnými [13].

Nakonec byly lokality pro natáčení německých průzkumů vybírány na základě následujících kritérií:

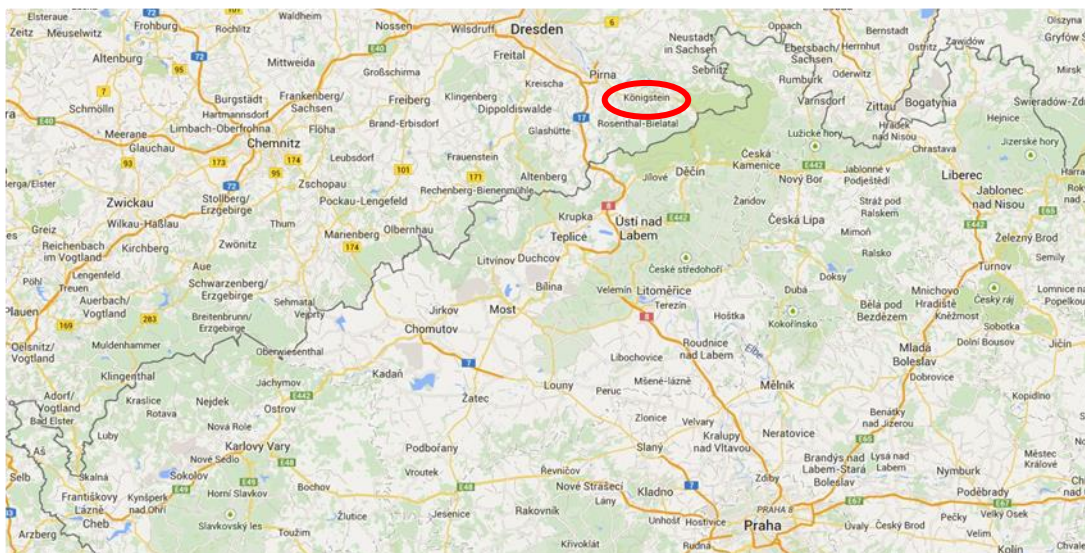
- OK by měla ležet relativně blízko českoněmeckým hranicím (z důvodu dobré dostupnosti)
- mělo by se jednat o OK s jedním jízdním pruhem na okruhu (pro zřetelnější a jednoznačnější určování časových mezer)
- intenzita provozu na OK by měla být taková, aby docházelo k situacím, ve kterých vozidlo vjíždějící na okruh přijímá časovou mezeru mezi dvěma za sebou jedoucimi vozidly (informace o provozu byla získávána z Googlemaps.com zobrazením položky Provoz a vybráním možnosti Obvyklý provoz, který je značen 4 barvami dle stupně zatížení a následným zjištěním, v kterých hodinách je provoz nejhustší)
- OK by neměla mít příliš specifický tvar a ležet na komunikacích s nějakým zvláštním využitím nebo ve zvláště neobvyklých podmínkách (z důvodu snazšího nalezení porovnatelné OK v ČR)

Na základě těchto indicií se tedy vytipovalo několik lokalit, a ty byly následně zkoumány.

Königstein

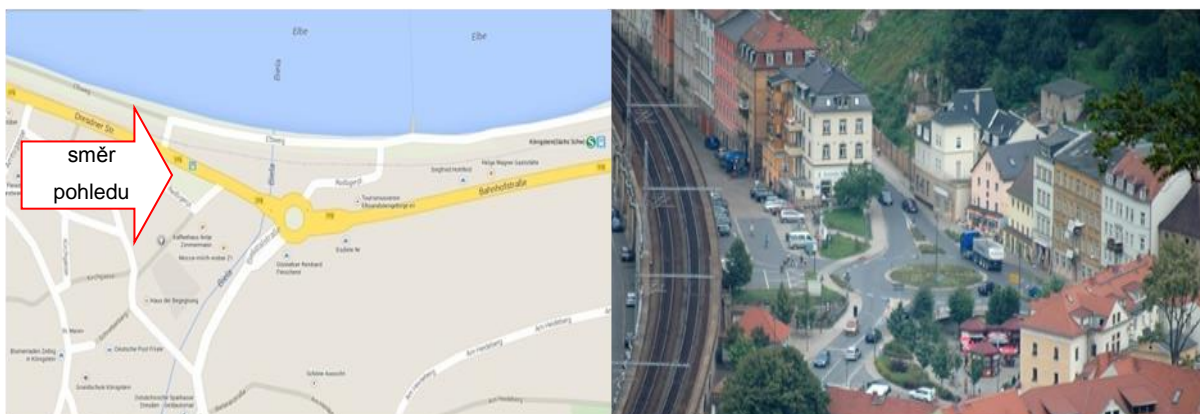
První z výjezdů do Německa se konal ve středu 26. 11. 2014 a to do malého městečka jménem Königstein nedaleko českoněmeckých hranic. Toto město se nachází v oblasti Saského Švýcarska zhruba 15 km severozápadně od Hřenska (směr Pirna, Drážďany), tedy od jednoho ze severních cípů ČR (viz Obr. 5). Podle informací získaných z lokálních webových stránek [14] bydlí v Königsteinu v současné době okolo 2 400 obyvatel. Město je díky své poloze v silniční síti zatíženo nezanedbatelnými intenzitami osobní i nákladní dopravy.

Dle statických údajů z roku 2013 projede v obou směrech téměř 7 200 vozidel za 24 hodin, přičemž podíl těžkých vozidel činí 3,5% [15]. Hlavní silnice procházející městem od východu na západ nese číselné označení B172 a jedná se o tzv. spolkovou silnici, tedy silnici I. třídy. Město Königstein je také významným turistickým cílem díky největší stejnojmenné pevnosti a hradu v Evropě, které se nad městem rozprostírají [16].



Obr. 5 Mapa širších vztahů – Königstein [17]

Jednopruhová OK se čtyřmi větvemi leží v intravilánu a funguje především jako zpomalovací prvek na silnici B172 ve směru od českých hranic na západ k Pirně. V tomto směru, tedy z ulice Schandauer Straße, je silnice vedena v klesajícím sklonu a někteří řidiči vjíždějí do Königsteinu rychleji, než je žádoucí. Hlavní silnice se v místě OK stýká z jihu s ulicí Bielatalstraße, která je v německé silniční síti označována jako S171. Naproti Bielatalstraße ústí do OK ještě úzká ulička vedoucí k Labi názvem Reißigerplatz, která však funguje v podstatě jen jako vjezd na místní parkoviště. Každá větev vyjma té vedoucí na zmiňované parkoviště je opatřena dělicím ostrůvkem a v případě Schandauer Straße a Bielatalstraße jsou ostrůvky doplněny o místa pro přecházení.



Obr. 6 Detail OK v Königsteinu a pohled z výšky směrem na východ [18]

První měření v Königsteinu probíhalo dvě hodiny dopoledne, konkrétně od 9:00 do 11:00, na kameře se však z neznámých důvodů uložil pouze záznam z první hodiny a půl. Během průzkumu bylo použito záznamové zařízení ISAW extreme (Obr. 7), kterým došlo k natáčení celého prostoru křižovatky díky širokému úhlu záběru 150°. Kamera byla umístěna na železničním mostě, ke kterému vedly z uliční úrovně vysoké schody. V době průzkumu bylo jasné počasí, slabě mrzlo a křižovatka ležela celá ve stínu, takže řidiči nebyli na žádném vjezdu ani výjezdu oslňováni sluncem.



Obr. 7 Použitá kamera při průzkumu ve městě Königstein [19]

Na základě pořízeného záznamu bylo provedeno zpracování, ve kterém byly v první řadě sledovány intenzity dopravy a posléze vyhodnocovány přijatelné a následné mezery. Ze záznamu vyplynulo, že OK v Königsteinu by mohla být vhodná pro další zkoumání, které nakonec proběhlo o dva měsíce později ve středu 15. 4. 2015 od 9:00 do 13:00. Z druhého měření však vzešlo pouze šestnáct nových hodnot přijatelných mezer, díky relativně nízkým intenzitám dopravy. Hodnoty přijatelných mezer byly navíc o poznání delší než v případě ostatních německých OK, a tudíž tyto hodnoty nebudou brány v potaz při finálním srovnání a vyhodnocení kritických mezer.

Heidenau

Další průzkum se v Německu uskutečnil ve středu 18. 2. 2015, nedaleko od první zkoumané lokality, ve městě Heidenau. Toto město se stejně jako Königstein nachází v oblasti Saského Švýcarska v blízkosti Drážďan. Podle informací získaných z lokálních webových stránek [20] bydlí v Heidenau v současné době okolo 16 500 obyvatel, což je zhruba sedmkrát více než v první sledované lokalitě. Intenzita provozu je v oblasti Heidenau na hlavní tepně B172 více než dvojnásobná ve srovnání s městem Königstein. Dle statických údajů z roku 2013 projede v obou směrech téměř 16 150 vozidel za 24 hodin, přičemž podíl těžkých vozidel činí 4,1% [21]. V případě Heidenau neleží OK přímo na silnici B172, ale na silnici nižšího dopravního významu s označením S178.

Samotná OK je pravidelného tvaru, se čtyřmi větvemi a jedním pruhem na okruhu a nachází se v intravilánu v přímé blízkosti vlakového a autobusového nádraží. Druhá OK se třemi větvemi je napojena ve vzdálenosti asi 40 m a směřuje vozidla na státní silnici B172 do Drážďan nebo ČR, případně v opačném směru svádí vozidla do centra města. Sledovaná OK leží v oblasti nazvané Platz der Freiheit a ze severozápadu do ní vstupuje ulice Siegfried – Radel – Strace, ze severovýchodu Von – Stephan – Straße vedoucí do historického centra města a z jihovýchodu Bahnhofstraße. Krátká ulice spojující obě OK se nese název August – Bebel - Straße. Na všech větvích jsou přechody pro chodce s ochrannými ostrůvky mezi vjezdem a výjezdem z OK. Pouze ulice Von – Stephan – Straße je bez ochranného ostrůvku. V jihozápadním kvadrantu se nachází autobusové nádraží, které přímo sousedí i s přístupem na vlakové nádraží.

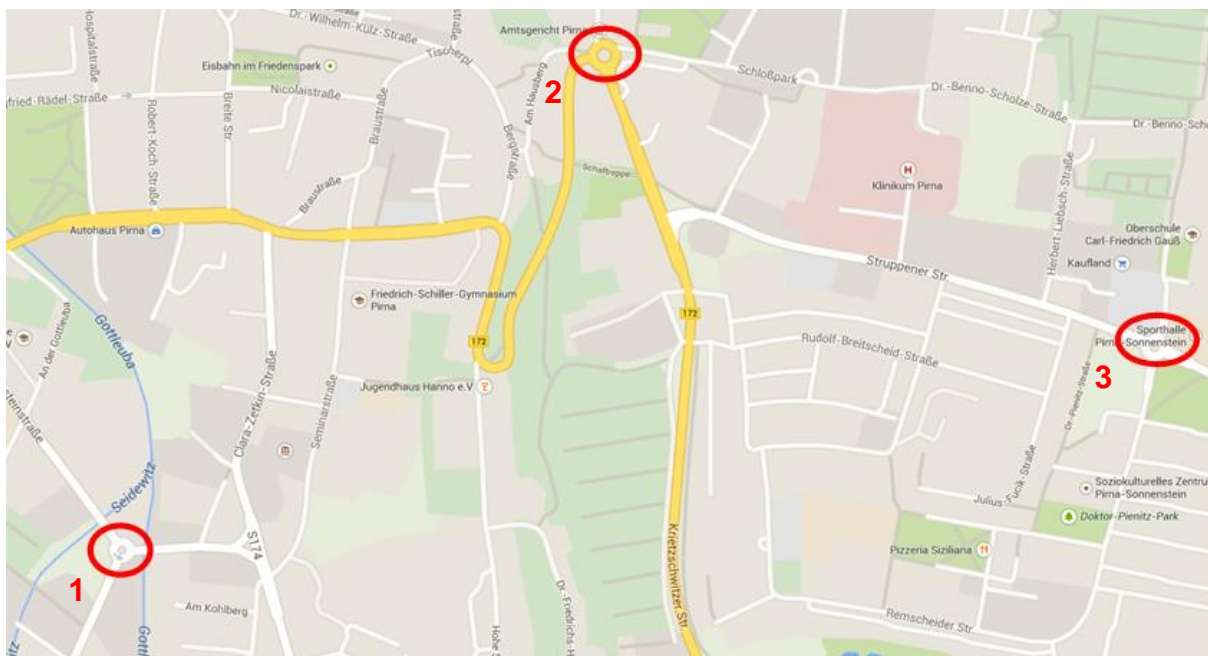
Úvodní měření probíhalo v době ranní špičky (na základě údajů o provozu z googlemaps.com) od 9:30 do 10:30 a následně v době odpolední špičky mezi 16:30 a 17:30. Během průzkumu bylo použito záznamové zařízení ISAW extreme, kterým došlo k natáčení celého prostoru křižovatky díky širokému úhlu záběru 150°. Kamera byla v prvním případě umístěna na železničním mostě ve výšce zhruba 6 m nad OK a odpoledne v přilehlém mírně vyvýšeném parčíku v severní části nad křižovatkou. V době průzkumu bylo pod mrakem, teplota nad nulou a řidiči nebyli počasím nijak nepříznivě ovlivňováni a nemuseli tak měnit svůj obvyklý styl jízdy.

Na základě pořízeného záznamu bylo opět provedeno zpracování, ve kterém byly v první řadě vyhodnocovány přijatelné a následné mezery a následně sledovány intenzity dopravy pro vytvoření zátěžového diagramu. Ze záznamu vyplynulo, že OK v Heidenau je vhodná k dalším průzkumům. Další průzkum v této lokalitě proběhl ve středu 15. 4. 2015 v době mezi 9:30 a 12:30.

Pirna

Jako třetí lokalita pro měření průzkumu zkoumajícího chování německých řidičů na OK bylo vybráno město Pirna, které leží právě mezi dvěma výše popsanými městy Königstein a Heidenau. Pirna je se svými 39 000 obyvateli z těchto tří měst největší a nabízí na svém území více OK ke zkoumání [22]. Pirna je cílem mnoha turistů díky zachovalému historickému centru města a vysokému počtu architektonických památek. Stejně jako v přechozích případech je hlavní dopravní tepnou silnice I. třídy s číslem B172 a v západní části se křížuje se státní silnicí S177, která se transformuje do spolkové silnice B172a. Údaje o intenzitách v Pirně jsou dostupné pouze ze silnice B172 a jedná se o stejný bod měření, jehož výsledky jsou zveřejněny u města Heidenau, tedy 16 150 vozidel za 24 hodin, přičemž podíl těžkých vozidel činí 4,1%.

Dle mapových podkladů byly vytipovány tři OK vhodné pro zpracování průzkumu (viz Obr. 8). Všechny křižovatky se nacházejí v části města, která leží směrem na jih od řeky Labe. První průzkum v Pirně probíhal také ve středu 18. 2. 2015 v čase od 12:00 do 14:00 na jednopruhovém OK se třemi větvemi situovaném na jihu města mezi vodními toky Gottleuba a Seidewitz.



Obr. 8 OK v Pirně vybrané k prozkoumání vhodnosti zpracování průzkumů [23]

Severozápadní větev nazývaná Einsteinstraße přivádí vozidla na OK ze silnice B172 podél obchodního domu Netto, východní ulice s názvem Zehistaer Straße ústí na státní silnici S174 a jihozápadní S173 vede podél obchodu se stavebninami. Na všech větvích jsou přechody pro chodce s ochrannými ostrůvky mezi vjezdem a výjezdem z OK. Cyklistům je doporučena jízda po chodníku na základě dodatkové tabulky pod značkou Stezka pro chodce, která hlásá, že cyklisté mají volný pohyb (viz Annex 15 v příloze).

Kamera byla v průběhu měření umístěna v areálu stavebnin na paletách ve výšce necelých dvou metrů. Umístění kamery bylo provedeno jedním z ochotných zaměstnanců podniku Bauzentrum, nicméně z důvodu špatnému kontaktu mezi kamerou a externí dobíjecí stanicí se dvouhodinový záznam bohužel neuložil. Alespoň půlhodinový záznam byl však natočen na digitální zrcadlovku Nikon D3300 a na základě tohoto krátkého záznamu bylo zjištěno, že je křižovatka vhodná pro další zkoumání. Dopravní průzkum zde byl opakován v úterý 14. 4. 2015, opět s velkou ochotou ze strany zaměstnanců Bauzentra, a probíhal od 14:00 do 16:00. V tomto případě byla kamera umístěna zhruba do výšky pěti metrů.

Druhý průzkum v Pirně na OK ležící na státní silnici S168 proběhl ve stejných dnech jako v předchozím případě, tedy dne 18. 2. 2015 a posléze 14. 4. 2015. V únoru se jednalo pouze o orientační průzkum natočený mezi 14:50 a 15:10. OK má čtyři větve, je pravidelného tvaru s jedním pruhem a nachází se v intravilánu. Tato křižovatka leží v přímé blízkosti supermarketu Kaufland a severní větev OK slouží téměř výhradně jako přístupová cesta na místní parkoviště. Od západu na východ protíná křižovatku zmiňovaná silnice S168 nesoucí název Struppener Straße. Na jih pak vede ulice Varkausring, která obsluhuje především bytovou zástavbu v této lokalitě. Každá větev je opatřena dělicím ostrůvkem a pro chodce jsou všude stavebně upravená místa pro přecházení. I v případě této OK bylo zjištěno, že by byla vhodným objektem pro důkladnější prozkoumání, které proběhlo o dva měsíce později. Průzkum dne 14. 4. 2015 probíhal od 14:30 do 17:30 s tím, že kamera byla upevněna na nedalekém stromě.

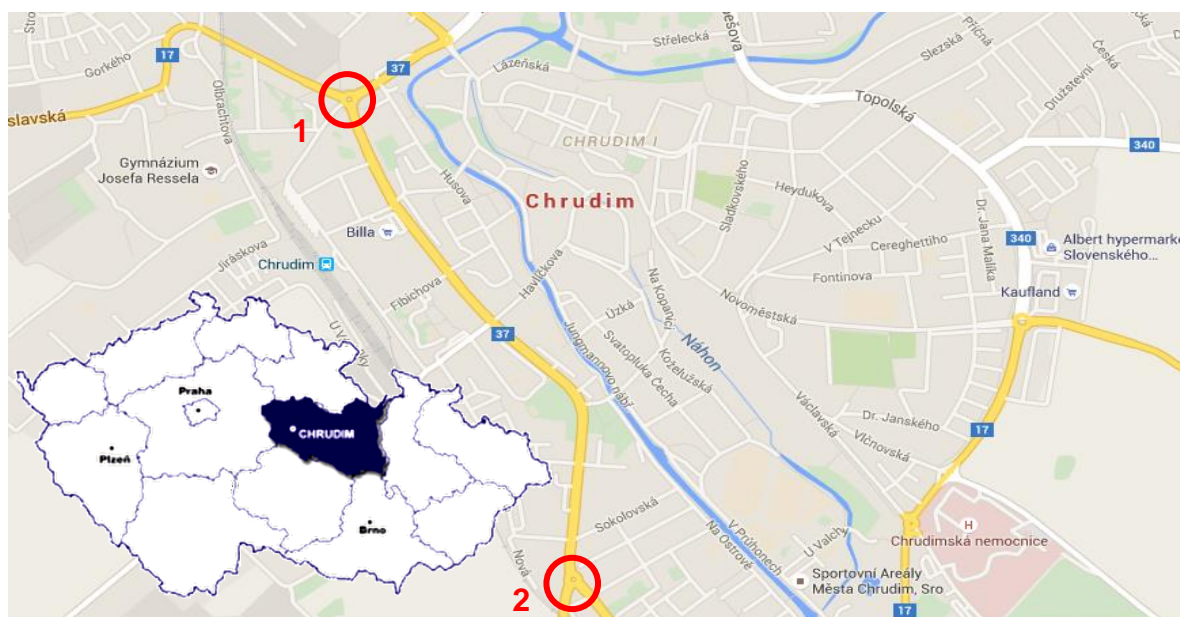
Třetí OK vyznačená na mapě na Obr. 8, která leží přímo na silnici I. třídy B172, nebyla pro průzkum využita z důvodu specifické geometrie křižovatky, která se vymykala svými pěti větvemi a jednou spojovací větví usnadňující pravé odbočení. Také poloha křižovatky v relativně prudkém svahu dělá z této OK nevhodného kandidáta pro další zkoumání.

4.2) Průzkumy na českých OK

Pro české dopravní průzkumy byly vybrány následující lokality: Chrudim, Čelákovice a pražská OK Vídeňská x Dobronická. Při výběru OK byla v první řadě zohledňována geometrická podobnost se zkoumanými německými křižovatkami, kdy hlavní roli hrál počet větví, vnější průměr křižovatky a šířka jízdních pruhů. Dále byla do určité míry zohledňována intenzita provozu na dané křižovatce, a to buď podle statistických údajů z celostátního sčítání dopravy z roku 2010, nebo z dopravních průzkumů provedených v rámci Fakulty dopravní. Výsledky z celostátního sčítání jsou dostupné na webových stránkách Ředitelství silnic a dálnic [24]. Dalším faktorem, který hrál při výběru OK určitou roli, byla dostupnost křižovatky. Z toho důvodu byla vybrána křižovatka v Čelákovících, jejíž natočení bylo zajištěno jedním z vedoucích této práce. Poslední ze zmíněných českých křižovatek se do výběru hodí nejméně, protože se nachází přímo v Praze a intenzita provozu je zde ve špičkové hodině opravdu na hranici vyčerpání kapacity OK, čehož u německých křižovatek nebylo dosaženo. Také způsob jízdy řidičů v hlavním městě může být trochu odlišný, pravděpodobně ofenzivnější, než tomu je v ostatních oblastech, nicméně byla vybrána z toho důvodu, že může přinést zajímavé výsledky pro srovnání. Křižovatky v Chrudimi byly vybrány při hledání OK se třemi větvemi nedaleko od Prahy a s dostatečným provozem, což je díky strategické poloze Chrudimi splněno.

Chrudim

Chrudim je město střední velikosti s počtem 23 tisíc obyvatel, ležící zhruba 100 km východně od Prahy, 10 km jižně od krajského města Pardubic a 33 km od Hradce Králové (viz Obr. 9). Svoji velikostí a počtem obyvatel se řadí mezi Pirnu a Heidenau, a tedy i proto byla pro průzkumy vybrána. Jak už bylo zmíněno výše polohu města lze hodnotit jako velmi exponovanou, což je dáno blízkostí a dostupností krajského města, které je populačním i ekonomickým centrem kraje.



Obr. 9 Mapa širších vztahů - Chrudim + vyznačení zkoumaných křižovatek ve městě [25], [27]

Co se týká dopravy ve městě, Chrudimí procházejí dvě silnice I. třídy, a to silnice číslo I/17 a I/37. Silnice I/37 spojuje města Hradec Králové – Pardubice – Chrudim – Žďár nad Sázavou (směr S – J) a končí ve Velké Bíteši (90 km) napojením na dálnici D1 Praha – Brno – Bratislava, zatímco silnice I/17 spojuje města Vysoké Mýto – Chrudim – Čáslav – Kolín – Praha (směr Z – V) [26].

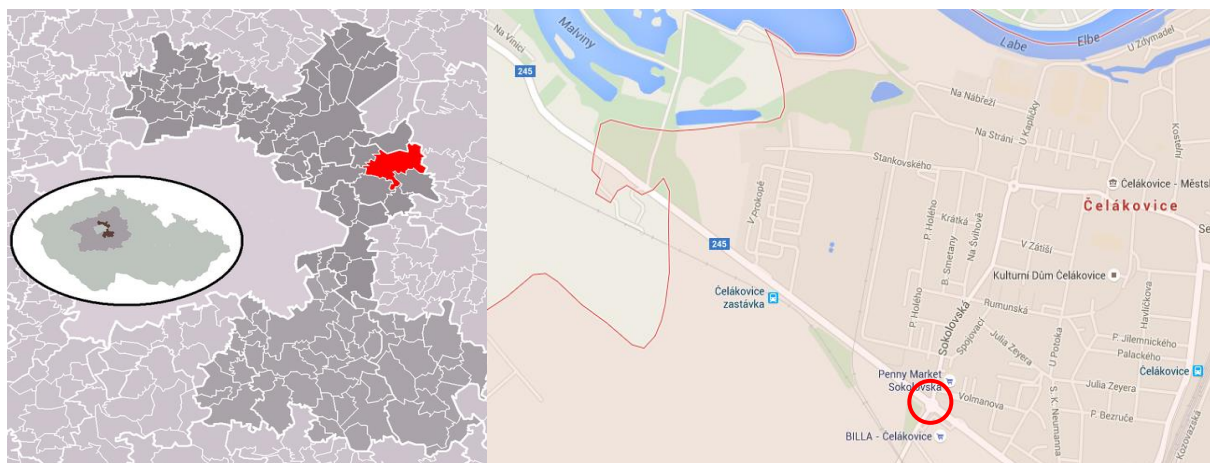
Oba průzkumy proběhly v úterý 5. 5. 2015, kdy na první z lokalit, tedy na čtyřramenné OK (s jedním z ramen však výrazně méně zatíženým) nedaleko vlakového a autobusového nádraží, byl průzkum natáčen v době od 7:30 do 10:30. Místo pro umístění kamery ISAW se našlo v jedné z kanceláří přilehlé budovy firmy Transys, za což patří velký dík paní sekretářce, která mě ochotně přijala a panu řediteli Tlustému, který mě vyslechl a vyšel vstříc mým požadavkům. První OK se nachází v severozápadní části města, spojuje výše uvedené silnice první třídy, které jsou v této oblasti známé, jako ulice Čáslavská, Masarykovo náměstí a Palackého třída. K těmto ulicím se přidává ještě úzká ulička vedoucí právě podél nádraží se jménem Československé armády. Podle údajů ze Sčítání dopravy 2010 [24] jsou intenzity na silnici I/17 připojující se do OK ze severozápadu 6 912 vozidel za 24 hodin,

z čehož necelých 20% tvoří těžká motorová vozidla. Silnice I/37 je v tomto místě zatížena ještě výrazně silněji. Jižní větev OK vykazuje dle stejného zdroje hodnotu 14 155 voz/24h a severovýchodní větev dokonce 17 906 voz/24h. Podíl těžkých motorových vozidel se v obou případech pohybuje mezi 10 – 15%. Výskyt chodců je v oblasti křižovatky častý a přecházení přes jednotlivá ramena OK je vyjma jedné výjimky umožněn navrženými přechody pro chodce, přičemž dvě ramena jsou opatřena i dělicími ostrůvky z důvodu větší šířky komunikace a především kvůli vysokým intenzitám provozu.

Druhá zkoumaná OK leží v jižní části města, má tři větve a průzkum zde byl natáčen mezi 8:00 a 10:00. Kamera ISAW byla v tomto případě umístěna na čtyřmetrovém stativu s vzduchovým tlumičem (viz Annex 17), což zaručilo dostatečný rozhled na všechny části křižovatky. V případě této křižovatky se opět jedná o spojnici dvou silnic I. třídy a opět to jsou silnice I/17 a I/37 jako v předchozím případě, pouze s tím rozdílem, že v této části se ulice nazývají Dr. Milady Horákové, Obce Ležáků a znovu Palackého třída. Denní intenzita na Palackého třídě, vstupující do OK ze severu, je uváděna 13 675 vozidel s necelými 20% tvořenými intenzitou těžkých motorových vozidel, dalších 11 525 voz/24h je uváděno na jižní větvi křižovatky a 7 407 voz/24h projíždí přes jihozápadní větev, tedy po silnici I/17. V oblasti OK je minimální pohyb přecházejících chodců, a proto jsou na křižovatce pouze místa pro přecházení.

Praha – Čelákovice

Čelákovice jsou obec ležící ve Středočeském kraji, v severovýchodní části okresu Praha – východ (viz Obr. 10). Obec se rozkládá asi 27 km východně od centra Prahy a 7 km jihovýchodně od města Brandýs nad Labem - Stará Boleslav. Čelákovicemi prochází silnice II/245 Brandýs nad Labem - Stará Boleslav, rychlostní silnice R10 - Čelákovice – Mochov a dálnice D11 - Český Brod. K 1. 1. 2015 je uváděno, že v Čelákovicích žije bezmála 12 000 obyvatel [27]. Lokalita byla vybrána kvůli snadné dostupnosti, ale především proto, že OK v tomto místě svými parametry dobře odpovídala většině požadavků.



Obr. 10 Mapa širších vztahů – poloha Čelákovice k Praze + vyznačení zkoumané OK ve městě [28], [29]

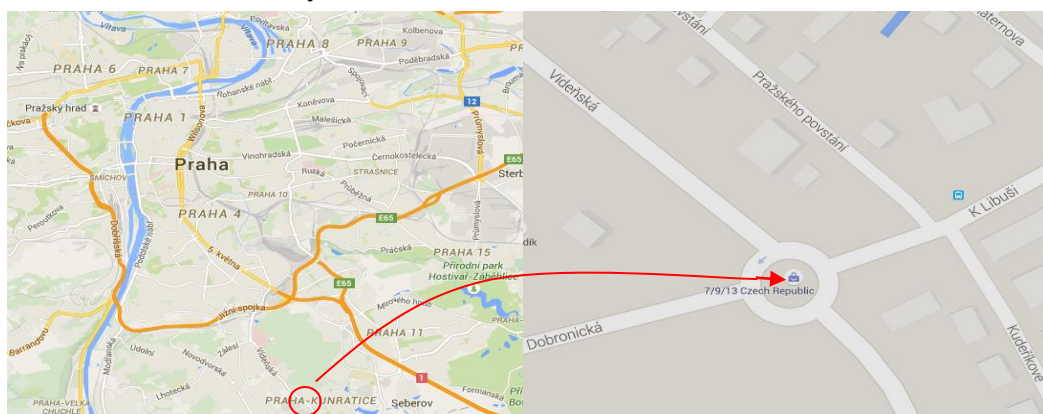
Vybraná OK byla snímána záznamovým zařízením ISAW ve středu 18. 3. 2015 od 6:45 do 10:45. Kamera byla u místa na balkóně panelového domu, pod kterým se OK nachází, čímž byl zajištěn dobrý výhled na celou čtyřramennou křižovatku Sokolovská x Masarykova. Nově zrekonstruovaná křižovatka vznikla na místě, kde se kříží silnice II. třídy II/245 a silnice III. třídy III/10162. Křižovatka, viz Obr. 10, se nachází mezi dvěma supermarkety a tudíž je zde nezanedbatelný výskyt chodců, kteří přecházejí přes přechod na jihovýchodním rameni.

Denní intenzity na silnici II/245 dostupné ze Sčítání dopravy 2010 [24] jsou pro severozápadní větev 4 480 voz/24h s desetiprocentním zastoupením těžkých motorových vozidel a pro jihovýchodní větev se udává intenzita 5 727 voz/24h. Podíl těžkých vozidel na této větvi tvoří zhruba 13% z celkového počtu projíždějících vozidel.

Praha – OK Vídeňská x Dobronická

Poslední ze zkoumaných křižovatek se nachází v Praze, hlavním městě ČR. Tento průzkum byl převzat z fondu křižovatek, které byly v posledních letech Fakultou dopravní vyhodnocovány na zakázku. Toto měření proběhlo ve čtvrtek 10. 10. 2013 v době ranní špičky mezi 6:00 a 10:00. Z posledního sčítání dopravy nejsou pro tuto křižovatku dostupná data o denních intenzitách, nicméně z výsledku měření a přiloženého videa je patrné, že se jedná o nejzatíženější křižovatku ze všech posuzovaných českých OK. Tato skutečnost může posloužit k porovnání dat na křižovatce ve stavu hraničícím s vyčerpání kapacity OK.

Křižovatka se nachází na jihu Prahy v městské části nazývané Kunratice (Obr. 11). Dle webových stránek městské části Praha – Kunratice žije v této oblasti téměř na 9 tisíc obyvatel [30]. V okolí křižovatky je jak množství bytové zástavby, tak i velká průmyslová oblast, což jsou jen některé z faktorů, které pomáhají generovat velký počet přepravních vztahů. Z Obr. 11 je také patrné, že se jedná o klasickou čtyřramennou OK s jedním pruhem na okruhu. Všechna ramena křižovatky vyjma jižního ramene jsou opatřena přechody pro chodce s dělicími ostrůvky.



Obr. 11 Mapa širších vztahů – Praha (OK Vídeňská x Dobronická) + detail křižovatky [31]

4.3) Data získaná z průzkumů

V této kapitole je věnován prostor naměřeným datům ze všech zkoumaných OK, jejichž stručný přehled, včetně základních údajů, je uveden v Tab. 4.

Tab. 4 Stručný přehled OK zkoumaných v této práci

Přehled zkoumaných OK v rámci této diplomové práce								
	Německo				ČR			
Umístění OK	Königstein	Heidenau	Pirna Netto	Pirna Kaufland	Chrudim centrum	Chrudim okraj	Čelákovice	Vídeňská x Dobronická
Počet ramen	4	4	3	4	4	3	4	4
Vnější průměr	30,0 m	31,0 m	32,0 m	30,0 m	35,0 m	30,0 m	30,0 m	39,5 m
Padesátirázová hodinová intenzita	1136 voz/h	1505 voz/h	1925 voz/h	1466 voz/h	2831 voz/h	2056 voz/h	1285 voz/h	2895 voz/h
Počet získaných hodnot tg	25	51	38	43	57	34	51	51
Datum	15.4.2015	15.4.2015	14.4.2015	14.4.2015	5.5.2015	5.5.2015	18.3.2015	10.10.2013
Den	středa	středa	úterý	úterý	úterý	úterý	středa	čtvrtek
Čas průzkumu	9:00 - 13:00	9:30 - 12:30	14:00 - 16:00	14:30 - 17:30	7:30 - 10:30	8:00 - 10:00	6:45 - 10:45	6:00 - 10:00
	celkem 12 hodin videozáznamu*				celkem 13 hodin videozáznamu			
	* navíc 4,5 hodiny předběžných orientačních průzkumů							

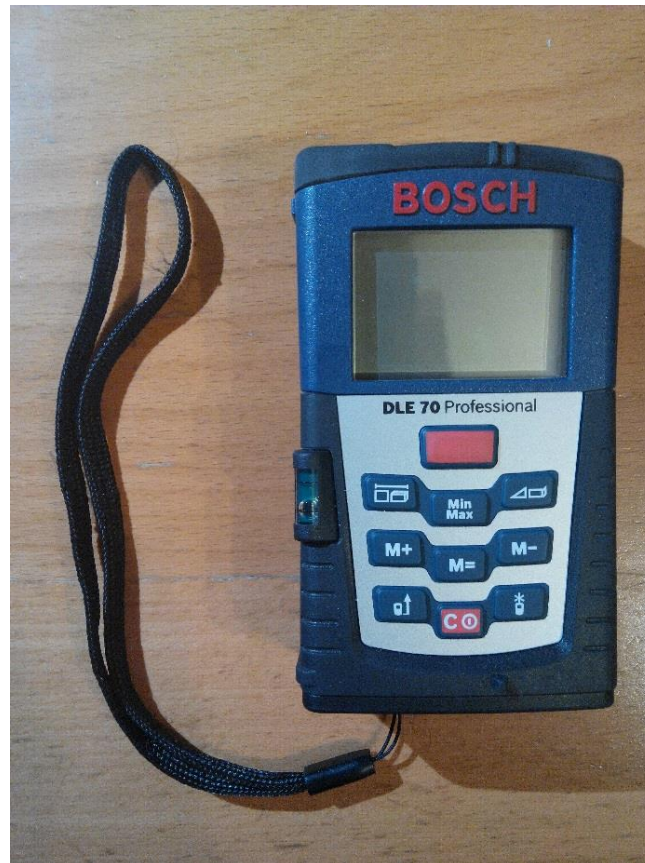
Padesátirázové intenzity zapsané v Tab. 4, byly určeny pomocí webové aplikace Tralys na základě dat nasbíraných z natočených dopravních průzkumů. Tato aplikace určuje výsledné hodnoty podle metodiky uvedené v TP 189, kde do výpočtu vstupují informace o dni a době průzkumu, délce jeho trvání a výsledném počtu jednotlivých kategorií vozidel projíždějících sledovaným profilem.

Pro každou zkoumanou křižovatku byly zpracovány:

- Tabulky s naměřenými intenzitami dopravy v hodinových intervalech, včetně intenzit přecházejících chodců (pokud tento jev není zanedbatelný), doplněné o fotografie z dané lokality.
- Výčet naměřených hodnot přijatelných a následných časových mezer s vypočítanými středními hodnotami pro jednotlivé OK

Data z každé OK jsou popořadě dle tabulky publikována na několika následujících stranách. Nejprve jsou hodnoceny německé křižovatky a poté je pozornost zaměřena na české OK. První křižovatka je doplněna o vzorovou Tab. 5, znázorňující způsob zaznamenávání intenzit, který byl shodný pro všechny zkoumané OK. Tabulky se zpracováním intenzit z ostatních OK jsou pak vloženy v příloze této diplomové práce. Nicméně pro všechny křižovatky jsou zde uvedeny tabulky s naměřenými hodnotami přijatelných a následných časových mezer, protože se jedná o stěžejní část práce. V tabulkách jsou uvedeny i získané hodnoty přijatelných časových mezer z OK v Königsteinu, avšak je podáno vysvětlení, proč ve výsledném srovnání nejsou tato data považována za relevantní.

Vyhodnocení českých průzkumů je v případě OK v centru Chrudimi doplněno také o geometrické poměry křižovatky. Potřebné rozměry byly zjišťovány v programu AutoCAD za použití mapových podkladů z googlemaps.com. Tyto údaje byly doplněny také vlastním měřením v terénu za pomoci laserového měřiče vzdáleností značky Bosch (viz Obr. 12).



Obr. 12 Profesionální laserový měřič vzdáleností značky Bosch

Na základě zjištěných rozměrů bylo následně v aplikaci Tralys provedeno posouzení kapacity OK dle TP 234 (viz Tab. 12), které posloužilo také k porovnávání naměřených hodnot t_g a t_f s konstantními hodnotami uvedenými v TP 234 na základě vzorců popsaných v kapitole 2.4. Křižovatka v centru Chrudimi byla vybrána z toho důvodu, že se v průběhu průzkumu pohybovala na hranici vyčerpání kapacity OK a jedná se o křižovatku, která dobře odpovídá potřebám této práce.

Vyhodnocení německých průzkumů

1) Königstein

Tab. 5 Vzorová tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Königsteinu (část 1/2)

KÖNIGSTEIN - intravilán, funguje především jako zpomalovací prvek, silná směrovost (1 <-> 3), časté pojíždění prstence								
cca 9:00 - 13:00, 15. 4. 2015, středa								
1 - Schandauer Str., 2 - Bielatalstr., 3 - Dresdner Str., 4 - Reissigerpl.								
	9:00 - 10:00	intenzity chodců						
	paprsek	lch						
	1	61						
	2	8						
	3	17						
	P	74						
	10:00 - 11:00	intenzity chodců						
	1	27						
	2	22						
	3	14						
	P	34						
	11:00 - 12:00	intenzity chodců						
	1	101						
	2	4						
	3	5						
	P	26						
12:00 - 13:00	intenzity chodců							
1	67							
2	13							
3	9							
P	30							
9:00 - 10:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	5	5	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	35.8	32	1	1	0	0	0	1
1 -> 3	269.3	246	9	2	2	1	0	1
1 -> P	6	6	0	0	0	0	0	0
2 -> 1	63.8	54	6	0	0	0	0	1
2 -> 2	4	4	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	78.5	72	4	0	0	0	1	0
2 -> P	5	4	0	0	0	0	2	0
3 -> 1	273.6	242	15	1	2	1	0	2
3 -> 2	36	34	0	1	0	0	1	0
3 -> 3	8	5	0	2	0	0	0	0
3 -> P	4	4	0	0	0	0	0	0
P -> 1	5	5	0	0	0	0	0	0
P -> 2	2	2	0	0	0	0	0	0
P -> 3	6	6	0	0	0	0	0	0
	802.0							

Tab. 6 Vzorová tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Königsteinu (část 2/2)

10:00 - 11:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěšové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	5	5	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	37.5	34	2	0	0	0	1	0
1 -> 3	251	222	12	4	2	0	2	0
1 -> P	2.5	2	0	0	0	0	1	0
2 -> 1	60.5	57	2	0	0	0	1	0
2 -> 2	1	1	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	59	56	1	1	0	0	0	0
2 -> P	4	3	0	0	0	0	2	0
3 -> 1	293.2	268	11	3	0	0	2	4
3 -> 2	46	36	6	0	0	0	2	0
3 -> 3	7	4	0	2	0	0	0	0
3 -> P	5	5	0	0	0	0	0	0
P -> 1	1.8	1	0	0	0	0	0	1
P -> 2	2.5	1	0	0	0	0	3	0
P -> 3	5	5	0	0	0	0	0	0

781.0

11:00 - 12:00	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	6	6	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	23.6	22	0	0	0	0	0	2
1 -> 3	173.4	149	13	1	0	0	2	3
1 -> P	13	11	1	0	0	0	1	0
2 -> 1	58.3	52	1	0	0	0	0	6
2 -> 2	3	3	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	61.5	54	4	0	0	0	3	0
2 -> P	6.5	6	0	0	0	0	1	0
3 -> 1	321.3	284	15	4	1	0	4	6
3 -> 2	39	29	3	1	0	0	0	5
3 -> 3	7	4	0	2	0	0	0	0
3 -> P	3	3	0	0	0	0	0	0
P -> 1	5.6	4	0	0	0	0	0	2
P -> 2	9	9	0	0	0	0	0	0
P -> 3	6.6	3	0	0	0	0	4	2

736.8

12:00 - 13:00	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	4	4	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	22.6	18	2	0	0	0	0	2
1 -> 3	276.4	251	10	2	2	0	2	3
1 -> P	3	3	0	0	0	0	0	0
2 -> 1	45.2	42	0	0	0	0	0	4
2 -> 2	3	3	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	73.3	61	7	0	0	0	2	1
2 -> P	5	4	0	0	0	0	2	0
3 -> 1	220.5	189	6	5	2	1	2	10
3 -> 2	38.3	33	0	3	0	0	0	1
3 -> 3	5	2	0	2	0	0	0	0
3 -> P	7	6	0	0	0	0	2	0
P -> 1	5	5	0	0	0	0	0	0
P -> 2	1.5	1	0	0	0	0	1	0
P -> 3	11.5	11	0	0	0	0	1	0

721.3

Tab. 7 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Königsteinu

KÖNIGSTEIN - intravilán, silná směrovost (1 <-> 3), časté pojíždění prstence				
cca 9:00 - 13:00, 15. 4. 2015, středa				
1 - Schandauer Str., 2 - Bielatalstr., 3 - Dresdner Str., 4 - Reissigerpl.				
Přijatelná mezera		Následná mezera		
"čelo - čelo" [s]		"čelo - čelo" [s]		
6,2		2,8	3,0	2,9
6,7		1,8	3,4	3,0
6,1		3,3	3,1	3,7
7,6		2,1	3,2	1,9
5,2		1,1	2,4	1,9
4,0		1,4	2,3	2,2
6,6		2,2	2,1	3,3
5,4		2,3	2,4	2,1
5,8		3,9	2,5	2,7
4,3		1,7	2,4	3,0
3,5		2,4	2,9	2,9
4,5		2,7	3,2	1,8
4,3		2,4	1,7	2,6
4,8		2,5	2,2	1,7
4,6		2,5	1,9	2,3
5,8		2,3	1,3	2,2
5,9		1,8	1,9	1,6
5,0		2,8	3,1	2,2
5,4		2,6	2,5	2,0
5,6		2,6	1,9	2,4
3,6		3,4	2,2	2,7
5,5		2,8	3,2	2,7
5,1		2,9	1,8	2,1
6,3		3,2	2,0	1,6
7,0		3,2	1,9	3,1
		2,1	4,1	4,4
		2,1	2,1	2,6
		2,2	1,6	2,2
		2,0	1,8	2,1
		1,9	2,8	1,9
		3,5	2,6	2,2
		1,6	2,2	2,0
		1,8	1,9	2,0
		1,7	4,1	2,7
		1,5	2,6	
		3,5	2,9	
Kvůli výrazné směrovosti provozu, kdy většina vozidel jela ze směru 1 do směru 3 či naopak, docházelo k přijímání přijatelné časové mezery velice zřídka. Tento vzorek hodnot není považován za směrodatný.				
tg = 5,40 s		tf = 2,20 s		
kritická mezera		následná mezera		

2) Heidenau

Tab. 8 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Heidenau

HEIDENAU - intravilán, u autobusového a vlakového nádraží					
9:30 - 12:30, 15. 4. 2015, středa					
Bahnhofstr.					
Přijatelná mezera			Následná mezera		
"čelo - čelo" [s]			"čelo - čelo" [s]		
8,0	5,3	3,1	2,5	2,0	
5,5	5,6	1,8	1,6	2,3	
4,5	3,9	2,0	4,3	3,4	
5,0	6,4	2,6	1,9	1,9	
4,9	4,1	2,7	2,1	2,3	
3,3	4,3	2,1	4,8	3,4	
5,3	4,9	1,8	3,4	2,9	
4,5	5,5	2,4	3,2	2,9	
4,4	3,1	3,3	2,7	3,2	
4,3	5,8	2,0	3,5	3,8	
4,3	7,0	2,1	1,4	3,7	
4,5	4,5	2,6	2,3	3,2	
5,1	5,6	3,1	3,7	3,1	
6,5	4,6	2,9	4,5	4,1	
4,8	5,9	3,0	2,8	3,8	
6,2	4,1	2,9	2,7	2,2	
5,8		3,1	3,1	2,6	
6,6		2,9	2,3	2,2	
4,7		4,3	2,8	2,5	
3,9		2,3	2,5	3,3	
6,0		2,3	3,7	1,8	
5,6		3,3	2,1	3,6	
5,6		4,2	3,3	2,8	
5,5		3,5	3,4	3,0	
5,3		4,4	2,7	4,2	
5,9		4,1	2,2	2,4	
6,1		3,8	2,0	2,2	
4,9		3,0	2,4	1,5	
7,6		2,5	3,3	2,1	
6,5		3,4	2,8	2,1	
4,9		2,3	4,8	4,7	
4,8		2,6	1,9	2,2	
3,7		1,6	4,6	2,5	
5,3		2,6	2,4	2,1	
4,7		1,8	2,7	4,5	
tg = 4,50 s			tf = 2,10 s		
<i>kritická mezera</i>			<i>následná mezera</i>		

3) Pirna - Netto

Tab. 9 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Pirně (Netto)

PIRNA - Netto, intravilán			
14:00 - 16:00, 14. 4. 2015, úterý			
1 - Einsteinstr., 2 - Zehistaer Str. (J), 3 - Zehistaer Str. (V)			
Přijatelná mezera		Následná mezera	
"čelo - čelo" [s]	"čelo - čelo" [s]	"čelo - čelo" [s]	"čelo - čelo" [s]
4,7	2,9	2,8	4,0
3,4	1,8	2,2	1,5
5,0	2,8	2,1	3,0
4,6	1,8	3,2	2,4
3,7	2,0	2,8	2,5
4,1	3,1	2,2	3,9
4,0	2,9	2,1	2,7
3,6	2,4	4,7	2,5
4,3	2,3	2,7	1,5
4,8	1,8	2,8	1,4
3,8	3,5	2,8	3,1
4,3	2,6	2,8	2,7
5,5	3,1	3,0	2,0
5,2	3,8	2,1	1,9
5,2	2,1	2,1	3,3
5,0	2,6	3,6	2,1
5,2	3,1	3,8	1,9
4,2	2,2	2,9	2,3
4,6	1,7	2,2	3,9
4,7	2,6	3,2	1,5
3,5	1,8	2,4	3,4
6,8	2,6	2,3	2,7
6,6	1,5	4,5	4,0
8,3	3,6	4,3	2,9
6,5	2,0	2,5	1,8
5,5	2,4	4,1	1,9
6,5	2,1	2,0	3,3
6,0	2,5	2,2	2,2
9,7	2,8	3,4	2,2
6,0	2,9	2,6	1,8
6,9	2,3	2,0	3,2
5,0	2,4	3,8	2,4
3,7	3,5	2,3	2,9
3,1	2,3	3,6	2,5
3,9	2,9	2,5	2,1
4,1	1,9	1,9	3,2
6,3	1,6	2,7	2,2
4,2	3,5	2,8	3,4
tg = 5,00 s	tf = 2,80 s		
<i>kritická mezera</i>	<i>následná mezera</i>		

4) Pirna - Kaufland

Tab. 10 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Pirně (Kaufland)

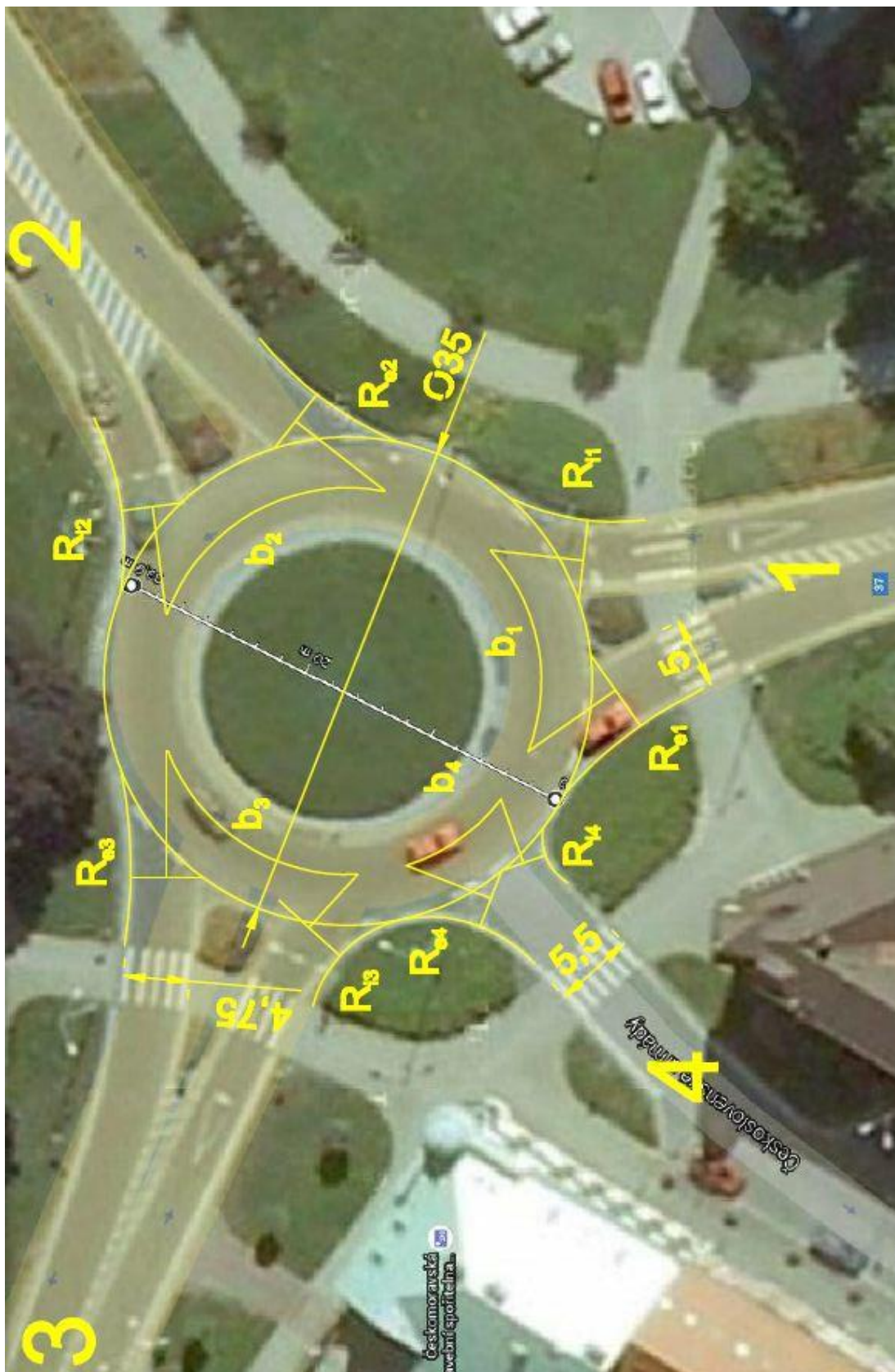
Pirna - Kaufland, intravilán					
14:30 - 17:30, 14. 4. 2015, úterý					
1 - Varkausring (S), 2 - Struppener Str. (Z), 3 - Varkausring (J), 4 - Struppener Str. (V)					
Přijatelná mezera			Následná mezera		
"čelo - čelo" [s]			"čelo - čelo" [s]		
5.1	4.6		3.3	2.8	2.1
5.1	3.6		1.5	1.7	1.8
5.1	4.8		2.6	4.8	1.6
4.9	5.1		2.1	2.2	1.6
4.8	5.3		2.3	2.1	2.1
4.1	5.1		2.9	6.7	1.7
5.6	4.2		2.8	2.3	3.3
7.1	4.9		2.3	1.8	3.5
5.8			2.8	3.5	2.3
4.2			2.6	3.6	2.2
5.6			3.0	2.2	2.3
3.7			1.7	4.1	2.0
4.5			3.4	4.3	3.4
4.3			2.5	1.5	2.2
4.0			2.7	2.5	3.1
4.5			2.3	1.9	4.7
4.6			2.3	2.6	3.4
5.5			2.8	3.4	2.9
3.9			3.3	2.0	3.4
4.9			2.4	2.0	5.2
4.7			2.8	2.3	2.5
5.0			2.1	3.0	3.1
4.3			2.5	3.5	1.7
4.5			1.8	2.2	2.8
4.3			3.1	3.8	3.5
4.2			2.5	1.9	3.9
4.5			3.0	1.7	2.2
4.1			2.1	2.0	2.2
5.4			2.4	3.0	2.6
3.8			1.5	2.5	4.2
4.3			4.4	2.2	3.1
5.4			2.3	2.2	3.3
5.0			3.0	2.4	3.3
4.1			4.0	2.5	2.6
3.9			1.9	4.3	2.2
4.2			1.7	2.9	3.9
3.9			2.5	2.4	3.0
4.9			3.3	2.6	2.2
4.8			4.2	2.4	2.2
5.1			3.4	1.7	1.8
tg = 4,50 s			tf = 2,20 s		
<i>kritická mezera</i>			<i>následná mezera</i>		

Vyhodnocení českých průzkumů

1) Chrudim centrum

Tab. 11 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Chrudimi (centrum)

CHRUDIM - Masarykovo náměstí, centrum					
7:30 - 10:30, 5. 5. 2015, úterý					
1 - Palackého třída, 2 - Masarykova náměstí, 3 - Čáslavská, 4 - Československé armády					
Přijatelná mezera			Následná mezera		
"čelo - čelo" [s]			"čelo - čelo" [s]		
4,3	4,5		3,6	2,4	3,4
6,5	5,3		3,3	2,3	3,8
5,1	5,4		3,4	2,4	2,9
5,5	7,5		3,4	2,3	3,6
6,0	6,0		1,3	2,6	1,7
4,9	5,5		4,2	2,6	3,3
4,4	3,9		2,8	2,9	2,8
4,2	5,0		3,2	2,9	2,6
4,0	4,2		3,6	3,5	2,0
4,3	5,0		2,8	2,3	4,1
7,5	4,6		2,6	2,8	2,9
4,5	4,5		2,6	3,1	2,2
5,2	4,3		2,9	2,4	2,3
3,7	5,7		3,0	2,2	3,6
3,7	6,7		2,5	2,7	2,5
3,9	4,3		2,9	2,1	4,1
4,7	4,9		3,6	2,6	2,6
4,8	5,5		2,4	3,2	3,1
6,1	4,7		3,0	3,6	2,5
3,9	6,5		2,5	3,6	3,0
3,8	3,7		3,1	2,7	3,8
4,7	4,7		3,8	3,4	2,8
4,3			2,6	3,3	3,9
4,7			1,9	2,5	3,1
4,1			3,1	3,0	2,5
5,4			2,8	2,8	2,2
4,2			2,9	3,9	2,0
3,7			3,3	2,7	3,0
5,3			3,2	3,1	3,6
5,0			3,4	3,6	2,8
4,3			2,0	3,1	2,6
4,2			1,9	2,9	2,8
4,5			2,9	2,6	2,6
4,9			2,1	1,9	1,7
4,4			2,4	3,0	3,2
tg = 4,30 s			tf = 2,60 s		
<i>kritická mezera</i>			<i>následná mezera</i>		



Obr. 13 Geometrie OK v centru Chrudimi

Tab. 12 Posouzení kapacity OK pomocí softwaru Tralys [33] v centru Chrudimi dle TP 234

Posouzení kapacity okružní křižovatky

Nadpis: Stanovení kapacity OK dle TP 234

Typ okružní křižovatky: s jedním pruhem na okruhu

Autor: Wranová Markéta

Lokalita: Chrudim - centrum

Datum: 27.05.2015

Vstupní parametry

Papřsek	Název komunikace	požad. st. UKD	$t_{v,lim}$ [s]	Poznámka
		1	2	
1	Palackého třída	C	30	
2	Masarykovo náměstí	C	30	
3	Čáslavská	C	30	
4	Československé armády	E	-	

Geometrické podmínky

Papřsek	Název komunikace	n_k	n_i	n_s	typ vjezdu	R_i	R_s	b	d_p
		[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m]
		3	4	5	6	7	8	9	10
1	Palackého třída	1	1	1	-	18.00	30.50	15.50	5.00
2	Masarykovo náměstí	1	1	1	-	21.00	25.50	19.50	0.00
3	Čáslavská	1	1	1	-	8.50	35.50	17.50	4.75
4	Československé armády	1	1	1	-	4.00	10.00	8.50	5.50

Intenzity dopravy [pvoz/h]

od \ do	Název komunikace	1	2	3	4	Součet	Poznámka
1	Palackého třída	3	594	278	35	910	
2	Masarykovo náměstí	467	18	522	120	1127	
3	Čáslavská	297	453	4	45	799	
4	Československé armády	0	0	0	0	0	
Součet		767	1065	804	200	2836	

Kapacita vjezdu

Papřsek	Název komunikace	I_k	I_i	C_i	Rez	t_w	a_v	$N_{95\%}$	UKD
		[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[s]	[-]	[m]	[-]
		11	12	13	14	15	16	17	18
1	Palackého třída	475	910	919	9	79	0.99	208	E
2	Masarykovo náměstí	320	1127	1101	-26	111	1.02	281	E
3	Čáslavská	643	799	705	-94	276	1.13	386	
4	Československé armády	1242	0	239	239	0	0.00	0	A
Stanovená úroveň dopravy na vjezdech okružní křižovatky									

Kapacita výjezdu

Papřsek	Název komunikace	I_v	I_{ch}	C_v	a_v	kapacita výjezdu	Poznámka
		[pvoz/h]	[pvoz/h]	[pvoz/h]	[-]	vyhovuje	
		19	20	21	22	23	
1	Palackého třída	767	64	1388	0.55	ANO	
2	Masarykovo náměstí	1065	0	1395	0.76	ANO	
3	Čáslavská	804	90	1351	0.6	ANO	
4	Československé armády	200	74	1200	0.17	ANO	
Stanovená úroveň dopravy na výjezdech vyhovuje?						ANO	

2) Chrudim okraj

Tab. 13 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Chrudimi (okraj)

CHRUDIM - Dr. Milady Horákové, okraj města			
8:00 - 10:00, 5. 5. 2015, úterý			
1 - Dr. Milady Horákové, 2 - Palackého třída, 3 - Obce Ležáků			
Přijatelná mezera		Následná mezera	
"čelo - čelo" [s]	"čelo - čelo" [s]		
5.4	2.1	2.4	2.7
6.6	3.6	2.6	2.6
3.8	1.6	2.1	2.2
3.6	3.2	3.4	6.0
5.6	3.0	1.6	2.7
3.1	2.3	1.8	2.2
3.9	1.8	1.3	2.7
4.5	1.9	2.0	2.3
5.1	2.4	1.9	1.8
3.7	3.2	1.9	2.0
4.1	3.7	1.6	2.1
3.3	3.4	2.7	2.7
5.6	3.8	4.0	2.8
4.2	2.6	1.6	2.1
5.7	2.3	2.0	2.5
3.6	3.7	2.9	4.2
3.9	2.6	3.1	2.2
4.5	2.1	2.0	2.6
4.3	2.2	1.5	1.9
5.6	4.2	2.1	1.8
3.8	2.1	2.5	1.4
6.1	2.5	3.1	3.7
3.7	3.0	3.3	2.0
3.8	1.1	2.7	3.8
6.2	3.5	2.6	2.8
3.5	2.8	3.1	2.8
7.4	2.2	3.9	3.6
3.9	2.3	2.8	1.8
5.1	2.4	2.5	2.5
5.6	2.2	2.2	1.6
4.5	2.1	2.8	2.2
3.9	1.9	2.0	2.0
5.6	1.8	2.4	2.5
5.3	2.6	3.3	1.6
tg = 5,60 s	tf = 2,10 s		
<i>kritická mezera</i>	<i>následná mezera</i>		

3) Čelákovice

Tab. 14 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Čelákovících

ČELÁKOVICE - intravilán					
6:45 - 10:45, 18. 3. 2015, středa					
1 - Masarykova, 2 - Sokolovská (S), 3 - Hlavní, 4 - Sokolovská (J)					
Přijatelná mezera			Následná mezera		
"čelo - čelo" [s]			"čelo - čelo" [s]		
4.9	5.8		2.7	2.0	2.1
4.7	5.6		2.5	3.5	3.6
4.6	5.5		2.1	2.3	1.9
3.7	4.6		4.2	4.7	2.9
5.7	6.6		2.0	4.4	2.3
3.4	4.3		2.1	3.0	2.2
5.6	6.5		2.7	3.3	3.0
4.8	5.7		3.2	1.8	1.8
4.4	5.3		2.5	3.2	1.9
5.7	6.6		3.3	1.9	2.0
5.2	6.1		1.8	1.7	2.1
5.3	6.2		2.7	4.3	5.5
5.0	5.9		3.0	1.7	2.4
4.9	5.8		2.7	4.1	4.5
4.4	5.3		2.9	3.4	2.0
4.7	5.6		6.0	2.6	4.0
5.4			2.3	5.3	2.3
5.2			1.9	1.9	2.3
5.9			3.4	3.2	5.4
3.4			2.1	2.3	2.8
6.7			2.4	4.3	2.7
6.3			4.0	3.3	2.2
6.1			3.6	2.8	2.2
5.1			2.6	2.2	2.2
4.7			6.3	1.9	3.0
5.1			2.6	3.1	3.1
3.2			2.2	2.0	2.1
5.8			1.8	3.9	2.0
7.8			3.2	2.2	2.3
6.2			3.7	2.4	2.4
5.8			2.4	4.0	2.8
5.9			1.7	2.9	3.0
4.5			2.8	1.8	2.6
5.8			2.0	1.8	2.5
4.2			2.5	2.3	2.3
tg = 4,40 s			tf = 2,30 s		
<i>kritická mezera</i>			<i>následná mezera</i>		

4) Praha – Vídeňská x Dobronická

Tab. 15 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK Vídeňská x Dobronická

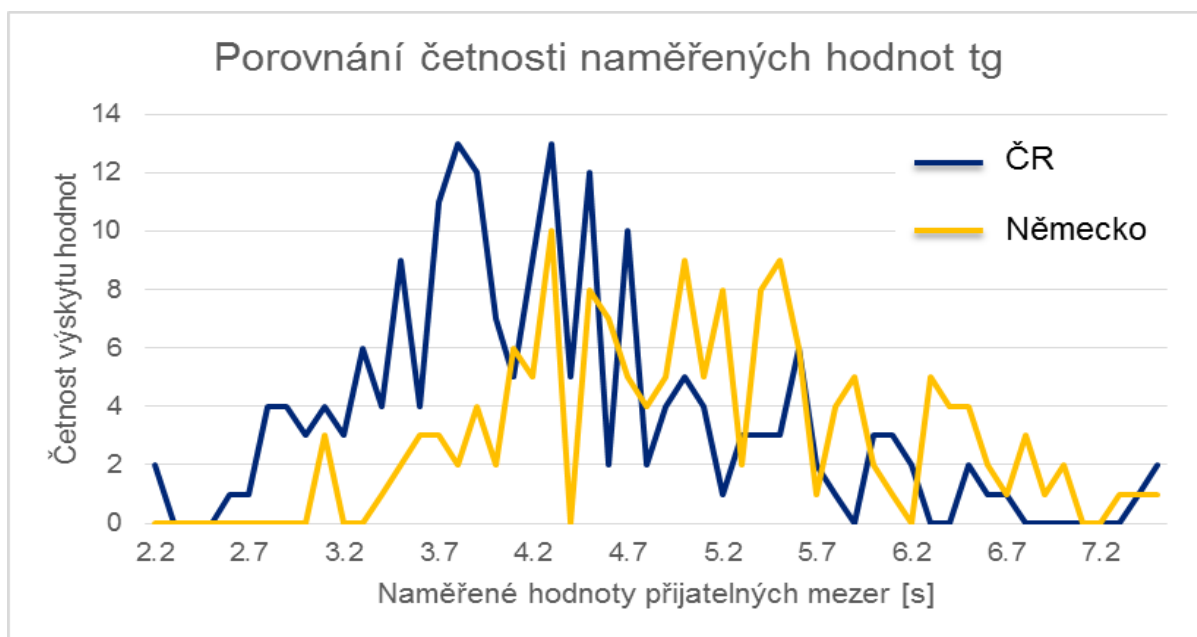
PRAHA (Vídeňská x Dobronická) - intravilán					
6:00 - 10:00, 10. 10. 2013, čtvrtek					
1 - Vídeňská (S), 2 - Dobronická, 3 - Vídeňská (J), 4 - K Libuši					
Přijatelná mezera			Následná mezera		
"čelo - čelo" [s]			"čelo - čelo" [s]		
3,1	3,5		3,9	1,4	2,6
4,4	4,2		3,2	1,3	2,0
3,9	4,5		4,1	4,2	1,7
4,7	2,6		2,5	3,0	2,3
6,1	3,8		3,4	2,8	2,9
3,8	2,7		2,7	2,1	2,6
4,7	3,7		2,3	3,2	2,6
6,0	3,0		3,6	3,3	3,4
5,8	2,8		2,1	2,8	2,0
3,9	4,0		2,0	2,1	3,6
2,9	4,1		4,6	2,0	2,7
4,2	4,7		3,2	2,6	2,7
4,9	4,6		3,3	3,3	4,9
5,6	3,8		2,5	2,6	3,2
2,8	3,6		1,9	2,6	2,7
4,3	4,4		2,4	2,0	2,0
4,0			2,2	2,9	2,4
2,9			3,0	1,8	5,8
4,3			2,2	2,5	3,3
5,0			3,4	2,8	5,2
3,5			2,9	2,6	2,4
3,4			2,7	3,6	2,8
4,0			3,9	2,9	3,6
4,7			4,8	3,3	2,9
4,5			3,6	2,5	2,6
2,2			2,7	2,1	2,3
3,5			2,0	3,2	3,2
3,4			3,9	2,4	3,1
6,2			1,6	2,0	2,5
4,8			2,0	2,9	4,5
3,9			1,4	3,6	1,7
5,0			2,2	1,4	2,2
2,9			1,6	2,2	2,7
3,1			1,5	2,2	5,2
4,3			2,6	2,0	3,3
tg = 4,70 s			tf = 2,00 s		
<i>kritická mezera</i>			<i>následná mezera</i>		

4.4) Vyhodnocení průzkumů

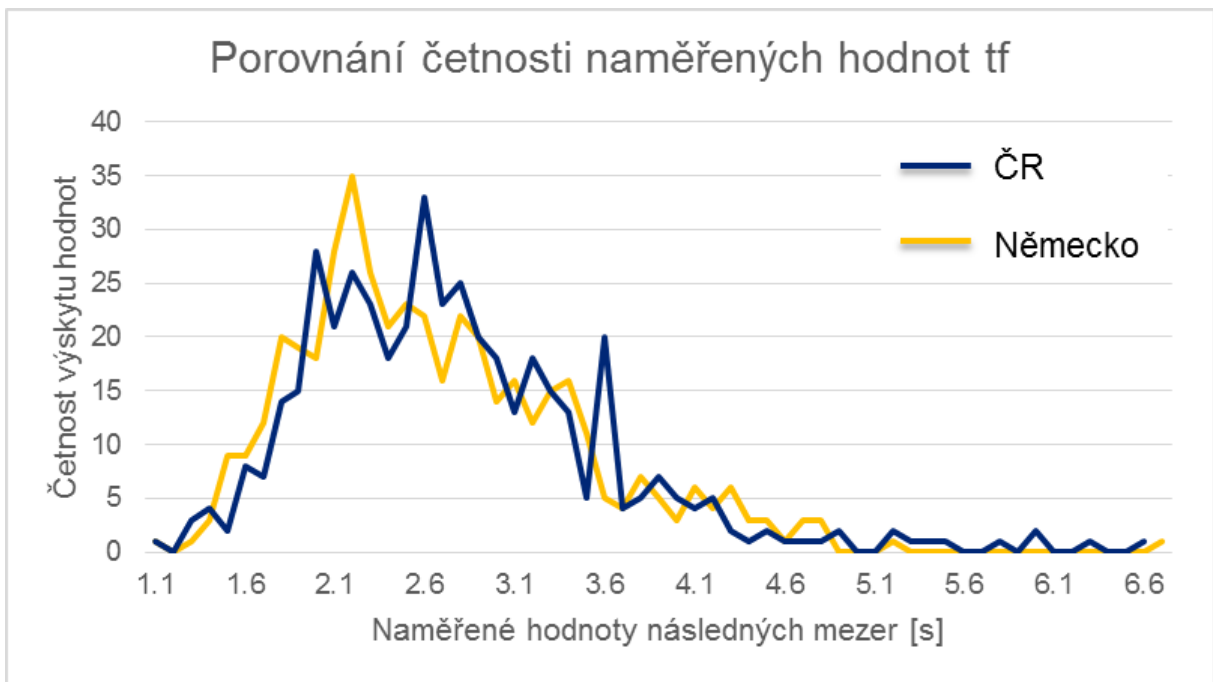
Ze všech sesbíraných hodnot přijatelných a následných odstupů byla vytvořena následující srovnání zobrazená v Tab. 15 a grafech vykreslených na Obr. 14 a Obr. 15. Z tabulky je patrné, že hodnoty obou sledovaných proměnných jsou v mezinárodním měřítku velice podobné. To dokazuje i poslední sloupec s označením výsledné hodnoty, který byl vypočítán jako střední hodnota všech naměřených relevantních dat pro každou ze sledovaných zemí. Velice překvapivé je, že výsledná kritická mezera vyšla v obou případech přesně stejně na jedno desetinné místo, a to s hodnotou 4,3 s. S jemným rozdílem pak vyšly výsledné hodnoty následných mezer, u kterých se ukázalo, že němečtí řidiči jezdí v těsnějších rozestupech s následným časovým odstupem 2,2 s, zatímco čeští řidiči mezi sebou udržují rozestupy o čtyři desetiny sekundy delší.

Tab. 16 Přehledná tabulka srovnávající kritické a následné odstupy v jednotlivých lokalitách včetně výsledných hodnot pro Německo a ČR

NĚMECKO									
Heidenau		Königstein		Pirna Netto		Pirna Kaufland		výsledné hodnoty	
t _g	t _f	t _g	t _f	t _g	t _f	t _g	t _f	t _g	t _f
4,50	2,10	x	2,20	5,00	2,80	5,10	2,20	4,3	2,2
ČR									
Chrudim centrum		Chrudim okraj		Vídeňská x Dobronická		Čelákovice		výsledné hodnoty	
t _g	t _f	t _g	t _f	t _g	t _f	t _g	t _f	t _g	t _f
4,30	2,60	5,60	2,10	4,70	2,00	4,40	2,30	4,3	2,6



Obr. 14 Porovnání četnosti výskytu naměřených přijatelných odstupů t_g mezi Německem a ČR



Obr. 15 Porovnání četnosti výskytu naměřených následných odstupů t_f mezi Německem a ČR

Při pohledu na graf na Obr. 14, ve kterém se porovnává četnost naměřených hodnot t_g , se zdá, že rozdíl mezi naměřenými hodnotami přijatelných časových odstupů v Německu a ČR je značný. Nicméně s ohledem na fakt, že na svislé ose je zobrazena četnost výskytu dané přijatelné mezery, graf spíše ukazuje na skutečnost, že v Německu se podařilo sesbírat menší množství těchto údajů. Nejčastěji se vyskytující přijímanou časovou mezerou je pro obě země časový odstup s hodnotou 4,3 s, pravdou však zůstává, že v ČR se se stejnou četností vyskytovala i přijatelná časová mezera s hodnotou 3,8 s.

Pokud na Obr. 14 byly patrné rozdíly mezi hodnotami přijatelných časových odstupů, pak při zběžném pohledu na graf na Obr. 15 jsou rozdíly opravdu minimální. Graf se pro obě země vyvíjí zcela stejným způsobem a očividné rozdíly jsou rozeznatelné jen na pár místech. Prvním z těchto míst na grafu je hodnota následné mezery 2,2 s, která byla nejčastěji se vyskytující přijatou následnou mezerou u německých řidičů, kdežto v případě českých řidičů se tato hodnota pohybuje na hranici 2,6 s.

V rámci vyhodnocení naměřených výsledků je v níže uvedených tabulkách (viz Tab. 17 až Tab. 21) provedeno srovnání hodnot t_g a t_f a jejich vliv na výslednou kapacitu vjezdu nebo výjezdu. Srovnání proběhlo na OK v centru Chrudimi a na pražské OK Vídeňská x Dobronická, která se také v průběhu průzkumu pohybovala na hranici vyčerpání kapacity křižovatky. Nejprve byly vypočítány hodnoty na vjezdech jednotlivých ramen OK podle metodologie uvedené v TP 234 a popsané v kapitole 2.4. Tyto hodnoty byly následně použity pro výpočet kapacity vjezdů a v případě chrudimské OK také kapacity výjezdů.

U pražské OK nebyly kapacity vjezdů počítány, protože pro tři ze čtyř ramen vycházejí hodnoty t_g a t_f shodně a tudíž nejsou výsledná srovnání příliš zajímavá a pro tuto práci přínosná. Dalším krokem byl výpočet kapacity vjezdů a výjezdů za použití hodnot získaných z dopravních průzkumů. Rozdíl mezi kapacitami byl nakonec vyčíslen procentuálně a znaménky plus/mínus byl vyjádřen výsledek kapacity podle naměřených hodnot t_g , t_f ve vztahu k hodnotám kapacity vypočítaným dle TP 234.

Tab. 17 Vypočítané hodnoty t_g a t_f na OK v centru Chrudimi dle TP 234

Vypočítané hodnoty t_g a t_f na OK v centru Chrudimi dle TP 234										
Rameno OK	R_i	R_e	b	d_p	t_{gi}	t_{ge}	t_{fi}	t_{fe}	naměřená hodnota t_g	naměřená hodnota t_f
1	18,00	30,50	15,50	5,00	4,05	5,40	2,60	2,40	4,30	2,60
2	21,00	25,50	19,50	0,00	3,65	2,40	2,60	2,60		
3	8,50	35,50	17,50	4,75	3,85	5,40	3,05	2,40		
4*	4,00	10,00	8,50	5,50	3,75	6,20	3,10	3,00		

* z ramene č. 4 nevyjžděla během průzkumu žádná vozidla, proto jsou veškeré hodnoty na vjezdu tohoto ramene bezpředmětné

Tab. 18 Porovnání kapacity vjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK v centru Chrudimi

Porovnání kapacity vjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK v centru Chrudimi			
Rameno OK	C_i dle hodnot z TP 234 [pvoz/h]	C_i dle hodnot z průzkumů [pvoz/h]	Rozdílnost výsledků
1	919	889	-2,15%
2	1101	1040	-4,41%
3	705	737	2,32%
4	239	280	2,95%

Tab. 19 Porovnání kapacity výjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK v centru Chrudimi

Porovnání kapacity výjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK v centru Chrudimi			
Rameno OK	C_e dle hodnot z TP 234 [pvoz/h]	C_e dle hodnot z průzkumů [pvoz/h]	Rozdílnost výsledků
1	1388	1252	-9,80%
2	1395	1385	-0,72%
3	1351	1252	-7,13%
4	1200	1090	-7,93%

Z tabulky Tab. 17 je patrná vysoká shoda naměřené hodnoty následných odstupů t_f s koeficienty určenými podle TP 234. Co se týká hodnoty kritického odstupů t_g , tak naměřená hodnota 4,3 s odpovídá aritmetickému průměru hodnot na jednotlivých ramenech. Při pohledu na srovnání výsledků kapacit určených podle konstantních a naměřených hodnot panuje dobrá shoda u kapacit vjezdů, avšak v případě kapacity výjezdů vychází u tří ze čtyř ramen téměř desetiprocentní rozdíl ve smyslu nadhodnocení výjezdů OK dle TP 234.

Tab. 20 Vypočítané hodnoty t_g a t_f na OK Vídeňská x Dobronická dle TP 234

Vypočítané hodnoty t_g a t_f na OK Vídeňská x Dobronická dle TP 234						
Rameno OK	R_i	b	t_{gi}	t_{fi}	naměřená hodnota t_g	naměřená hodnota t_f
1	9,00	14,50	4,15	3,05	4,70	2,00
2	13,50	13,50	4,25	2,75		
3	10,50	14,50	4,15	2,95		
4	17,50	15,50	4,05	2,60		

Tab. 21 Porovnání kapacity vjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK Vídeňská x Dobronická

Porovnání kapacity vjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK Vídeňská x Dobronická			
Rameno OK	C_i dle hodnot z TP 234 [pvoz/h]	C_i dle hodnot z průzkumů [pvoz/h]	Rozdílnost výsledků
1	518	610	6,63%
2	618	716	7,06%
3	568	665	6,99%
4	453	448	-0,36%

Při prozkoumání výsledků z pražské křižovatky se podle Tab. 20 ukazuje, že v tomto případě vychází naměřená kritická hodnota t_g znatelně vyšší, než by tomu podle TP 234 mělo na všech ramenech OK být. Naopak výsledná hodnota následné mezery, určená z natočeného dopravního průzkumu, vychází výrazně nižší, v případě koeficientů určených dle TP 234. Vyjma ramene č. 4 vycházejí intenzity vjezdů podle reálných naměřených hodnot zhruba o 7% vyšší než by tomu mělo být podle české metodiky, avšak tento výsledek může být zapříčiněn faktem, že se sledovaná OK nachází v hlavním městě, kde jsou řidiči pravděpodobně více naučení efektivně využívat kratších přijatelných odstupů.

5) Závěry a doporučení

Po celkovém zpracování diplomové práce na téma: „Vliv stylu jízdy českých a německých řidičů na kapacitu okružních křižovatek“ došlo k částečnému vyvrácení zkoumané hypotézy. Podle hypotézy, která vzešla ze strany TSK, by měli čeští řidiči přijímat delší kritické a následné odstupy, než je tomu u německých řidičů, čímž by byla ovlivněna kapacita OK, jejíž výpočet vychází z německé metodologie HBS. Na základě průzkumů provedených na čtyřech českých a čtyřech německých OK s jedním jízdním pruhem na okruhu bylo zjištěno, že střední hodnoty všech naměřených přijatelných odstupů v obou zemích se s přesností na jedno desetinné místo zcela shodují. Hodnota kritické mezery mezi čely vozidel tak byla pro ČR i Německo stanovena na 4,3 s.

V případě následných odstupů však byla zadaná hypotéza potvrzena a ukázalo se, že němečtí řidiči za sebou jezdí v těsnějších rozestupech a jsou tak schopni lépe využívat kapacitu OK. Střední hodnota následného odstavu na německých OK byla na základě zhruba 400 měření určena na 2,2 s, zatímco na českých OK se tato hodnota pohybuje na 2,6 s. Rozdíl čtyř desetin sekundy se může zdát jako nepatrný rozdíl, ale pravdou je, že při průjezdu šesti za sebou jedoucích vozidel řízených českými řidiči by za stejnou dobu projelo na německých OK sedm vozidel, a to se ve větším měřítku na kapacitě OK nepochybně projeví. Dalo by se tedy říci, že rozdílný způsob jízdy českých řidičů opravdu může ovlivňovat výsledný výpočet kapacity na českých OK, to by však platilo jen ve chvíli, kdy by byla kapacita počítána podle zcela totožného vzorce. Nutno však říci, že hodnota následného odstavu t_r , která figuruje ve výpočtu kapacity OK v TP 234, se podle stanovených výpočtů pohybuje v rozmezí 2,6 až 3,1 s, čímž bylo pravděpodobně chování českých řidičů plně zohledněno.

Z celkových téměř tří desítek hodin průzkumů a jejich pozorování bylo zaznamenáno několik skutečností, které nebylo možné promítnout do výsledných výpočtů. S ohledem na styl jízdy se zdají být němečtí řidiči o poznání opatrnější než čeští řidiči. V praxi se to projevuje tím, že v Německu se častěji vyskytoval jev, kdy vozidlo na vedlejší silnici raději počkalo, až všechna vozidla na okruhu odjedou, a až pak, přestože se předtím naskytly dostatečně velké časové mezery, se do hlavního proudu na okruhu zařadilo. Dalším překvapivě častým jevem bylo v Německu pojíždění středového prstence osobními vozidly. Tento způsob jízdy řidičům často dovolil projet křižovatkou vyšší rychlostí, protože při jízdě v přímém směru nemuseli tolik kopírovat tvar OK, což bylo patrné především ve městě Königstein, kde má OK výrazný zpomalovací efekt. Nicméně toto pojíždění prstence by nebylo tak snadné, nebýt plynulého přechodu mezi vozovkou a prstencem a také díky kvalitnímu konstrukčnímu provedení středového prstence. V tomto ohledu jsou na českých OK citelné rezervy.

Co se týká samotné české metodologie popsané v TP 234, považuji za zajímavou informaci fakt o počtu OK prozkoumaných firmou EDIP s.r.o. v rámci projektu „Aktualizace výpočtových modelů pro stanovení kapacity okružních křižovatek“, který vzniku TP 234 předcházel. Jak už bylo jednou zmíněno v tomto textu, v období 2005 – 2008 bylo za částku kolem 3,5 mil. Kč prozkoumáno a vyhodnoceno osm OK, tedy stejné množství křižovatek, které bylo prozkoumáno i v rámci této diplomové práce. Věřím, že OK byly vyhodnocovány ještě výrazně detailněji, než tomu bylo v této práci, přesto by dle mého osobního názoru bylo přínosnější prozkoumat větší počet OK na různých územích ČR a získat tak podrobnější informace o vlivech, které na kapacitu OK působí, a zda se reálná kapacita křižovatky mění v závislosti na lokalitě (přinejmenším porovnat hlavní město s některými menšími městy). Nicméně koeficienty kritických a následných mezer jsou v české metodice stanoveny umně a ve většině případů dobře odpovídají reálně naměřeným hodnotám. Také určení výsledných odstupů pomocí střední hodnoty bylo dobrou volbou a reflektuje chování řidičů lépe než hodnota zjištěná aritmetickým průměrem.

Tématem k diskusi jsou také faktory ovlivňující délku kritických a následných mezer. V obou případech platí, že hodnoty uváděné v TP 234 jsou vzhledem k určování časových odstupů mezi čely vozidel platné v podstatě jen pro osobní vozidla nebo dodávky. V případě výrazných intenzit autobusů, nákladních vozidel či jiných těžkých vozidel by reálná kapacita OK o poznání poklesla. Dalším významným faktorem jsou rozhledové poměry na OK. Všechny křižovatky posuzované v rámci této diplomové práce disponovaly velice dobrými rozhledovými trojúhelníky a i to může být důvodem, proč jsou zjištěné hodnoty dobře srovnatelné s hodnotami z TP 234. Avšak na OK s hustě osazeným středovým ostrovem či překážkami mezi jednotlivými rameny se kapacita křižovatky opět významně snižuje. V neposlední řadě je kapacita OK ovlivňována také stavem komunikace či možností tangenciálního průjezdu (v takovém případě OK neplní dobře svoji funkci, ale řidičům umožňuje snazší a rychlejší průjezd).

Výsledek práce naznačuje, že další zkoumání v otázce kapacity jednopruhových OK není v současné době potřeba a při výpočtech se dá dobře spolehnout na TP 234. Pokud se mezi výpočty a reálnou kapacitou naskytnou výraznější rozdíly, může být tento jev způsoben výše popsanými faktory, které ovlivňují hodnoty kritických a následných odstupů. Ze zkušeností nasbíraných v průběhu zpracovávání této práce bych se v současné době rozhodla zkoumat raději chování řidičů na dvou- a vícepruhových OK, spolu s turbo-okružními křižovatkami, kde věřím, že mají čeští řidiči značné rezervy při průjezdu těmito OK. Z průzkumů by se pak daly analyzovat radikální problémy a nejčastější chyby řidičů, na jejichž základě by bylo možné vypracovat projekt zaměřený na vzdělávání řidičů či projektování těchto typů OK s efektivním naváděcím systémem řidičů

6) Seznam obrázků

Obr. 1 Názorné vysvětlení dynamické délky vozidla a rozdílu mezi netto a brutto – odstupem [6].....	16
Obr. 2 Vzdálenost b mezi kolizními body C a C' [3].....	20
Obr. 3 Graf pro zjištění faktoru α z TP 135 [3].....	23
Obr. 4 Stanovení intenzit dopravy dle TP 189 vypočítané pomocí webové aplikace Tralys.....	29
Obr. 5 Mapa širších vztahů – Königstein [17].....	32
Obr. 6 Detail OK v Königsteinu a pohled z výšky směrem na východ [18].....	32
Obr. 7 Použitá kamera při průzkumu ve městě Königstein [19].....	33
Obr. 8 OK v Pirně vybrané k prozkoumání vhodnosti zpracování průzkumů [23].....	35
Obr. 9 Mapa širších vztahů - Chrudim + vyznačení zkoumaných křižovatek ve městě [25], [27].....	37
Obr. 10 Mapa širších vztahů - Čelákovice + vyznačení zkoumané OK ve městě [28], [29].....	38
Obr. 11 Mapa širších vztahů – Praha (OK Vídeňská x Dobronická) + detail křižovatky [31].....	39
Obr. 12 Profesionální laserový měřič vzdáleností značky Bosch.....	41
Obr. 13 Geometrie OK v centru Chrudimi.....	49
Obr. 14 Porovnání četnosti výskytu naměřených přijatelných odstupů t_g mezi Německem a ČR.....	54
Obr. 15 Porovnání četnosti výskytu naměřených následných odstupů t_f mezi Německem a ČR.....	55

7) Seznam tabulek

Tab. 1 Orientační maximální kapacity různých typů křižovatek [1]	12
Tab. 2 Limitní hodnoty střední doby zdržení proudů na vjezdu do křižovatky do úrovně neřízené křižovatky (průsečné, stykové i okružní)	18
Tab. 3 Doporučené přepočtové koeficienty skladby dopravního proudu	28
Tab. 4 Stručný přehled OK zkoumaných v této práci	40
Tab. 5 Vzorová tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Königsteinu (část 1/2)	42
Tab. 6 Vzorová tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Königsteinu (část 2/2)	43
Tab. 7 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Königsteinu	44
Tab. 8 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Heidenau	45
Tab. 9 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Pirně (Netto)	46
Tab. 10 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Pirně (Kaufland)	47
Tab. 11 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Chrudimi (centrum)	48
Tab. 12 Posouzení kapacity OK pomocí softwaru Tralys [33] v centru Chrudimi dle TP 234	50
Tab. 13 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Chrudimi (okraj)	51
Tab. 14 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK v Čelákovících	52
Tab. 15 Tabulka hodnot přijatelných a následných časových mezer z OK Vídeňská x Dobronická	53
Tab. 16 Přehledná tabulka srovnávající kritické a následné odstupující v jednotlivých lokalitách včetně výsledných hodnot pro Německo a ČR	54
Tab. 17 Vypočítané hodnoty t_g a t_f na OK v centru Chrudimi dle TP 234	56
Tab. 18 Porovnání kapacity vjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK v centru Chrudimi	56
Tab. 19 Porovnání kapacity výjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK v centru Chrudimi	56
Tab. 20 Vypočítané hodnoty t_g a t_f na OK Vídeňská x Dobronická dle TP 234	57
Tab. 21 Porovnání kapacity vjezdu v závislosti na hodnotách t_g a t_f na OK Vídeňská x Dobronická ..	57

8) Seznam příloh

<i>Annex 1 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Heidenau (část 1/2)</i>	63
<i>Annex 2 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Heidenau (část 2/2)</i>	64
<i>Annex 3 Design zátěžového diagramu z prvního dopravního průzkumu OK v Heidenau</i>	65
<i>Annex 4 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Pirně u supermarketu Netto</i>	66
<i>Annex 5 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Pirně u supermarketu Kaufland (část 1/2)</i>	67
<i>Annex 6 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Pirně u supermarketu Kaufland (část 2/2)</i>	68
<i>Annex 7 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v centru Chrudimi (část 1/2)</i>	69
<i>Annex 8 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v centru Chrudimi (část 2/2)</i>	70
<i>Annex 9 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK na okraji Chrudimi se zanedbatelnou intenzitou přecházejících chodců</i>	71
<i>Annex 10 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Čelákovících (část 1/2)</i>	72
<i>Annex 11 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Čelákovících (část 2/2)</i>	73
<i>Annex 12 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK Vídeňská x Dobronická se zanedbatelnou intenzitou přecházejících chodců (část 1/2)</i>	74
<i>Annex 13 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK Vídeňská x Dobronická se zanedbatelnou intenzitou přecházejících chodců (část 2/2)</i>	75
<i>Annex 14 Kamera zaznamenávající průzkum v Heidenau</i>	76
<i>Annex 15 Systém značení vedení cyklistů v Pirně</i>	76
<i>Annex 16 Pohled na OK v Pirně u supermarketu Netto z areálu Bauzentra</i>	77
<i>Annex 17 Natáčení průzkumu v Chrudimi ze čtyřmetrového stativu s vzduchovým tlumičem</i>	77

Přílohy

Příloha 1) Naměřená data z průzkumů

Příloha 1.1) Data z průzkumů na německých OK

HEIDENAU - intravilán, u autobusového a vlakového nádraží									
9:30 - 12:30, 15. 4. 2015, středa									
1 - Von-Stephan-Str., 2 - Siegfried-Rädel-Str., 3 - August-Bebel-Str., 4 - Bahnhofstr.									
								9:30 - 10:30	intenzity chodců
								paprsek lch	
								1	20
								2	36
								3	38
								4	22
								10:30 - 11:30	intenzity chodců
								1	22
								2	33
								3	33
								4	21
								11:30 - 12:30	intenzity chodců
								1	14
								2	41
								3	51
								4	21
9:30 - 10:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly	
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h	
1 -> 1	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 -> 2	6	6	0	0	0	0	0	0	
1 -> 3	34	32	0	0	0	0	4	0	
1 -> 4	4	4	0	0	0	0	0	0	
2 -> 1	2	2	0	0	0	0	0	0	
2 -> 2	14,5	4	0	3	0	3	0	0	
2 -> 3	203,7	174	9	0	6	0	2	4	
2 -> 4	35,5	32	2	0	0	0	1	0	
3 -> 1	49,5	47	0	0	0	0	5	0	
3 -> 2	273,4	216	25	3	2	2	10	3	
3 -> 3	0	0	0	0	0	0	0	0	
3 -> 4	122	117	1	0	0	0	7	0	
4 -> 1	2	2	0	0	0	0	0	0	
4 -> 2	33	30	1	0	0	0	3	0	
4 -> 3	68,5	66	0	0	0	0	5	0	
4 -> 4	0	0	0	0	0	0	0	0	
	848,1								

Annex 1 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Heidenau (část 1/2)

10:30 - 11:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	7	7	0	0	0	0	0	0
1 -> 3	21,5	21	0	0	0	0	1	0
1 -> 4	4	4	0	0	0	0	0	0
2 -> 1	1	1	0	0	0	0	0	0
2 -> 2	12,5	2	0	3	0	3	0	0
2 -> 3	215,8	177	11	1	5	0	12	6
2 -> 4	34,5	31	1	0	0	0	4	0
3 -> 1	41	35	1	0	1	0	5	0
3 -> 2	251,7	190	8	3	16	3	8	4
3 -> 3	0	0	0	0	0	0	0	0
3 -> 4	143,3	133	5	0	0	0	4	1
4 -> 1	1	1	0	0	0	0	0	0
4 -> 2	39,5	35	1	0	0	0	6	0
4 -> 3	72,3	66	3	0	0	0	2	1
4 -> 4	0	0	0	0	0	0	0	0
	845,1							

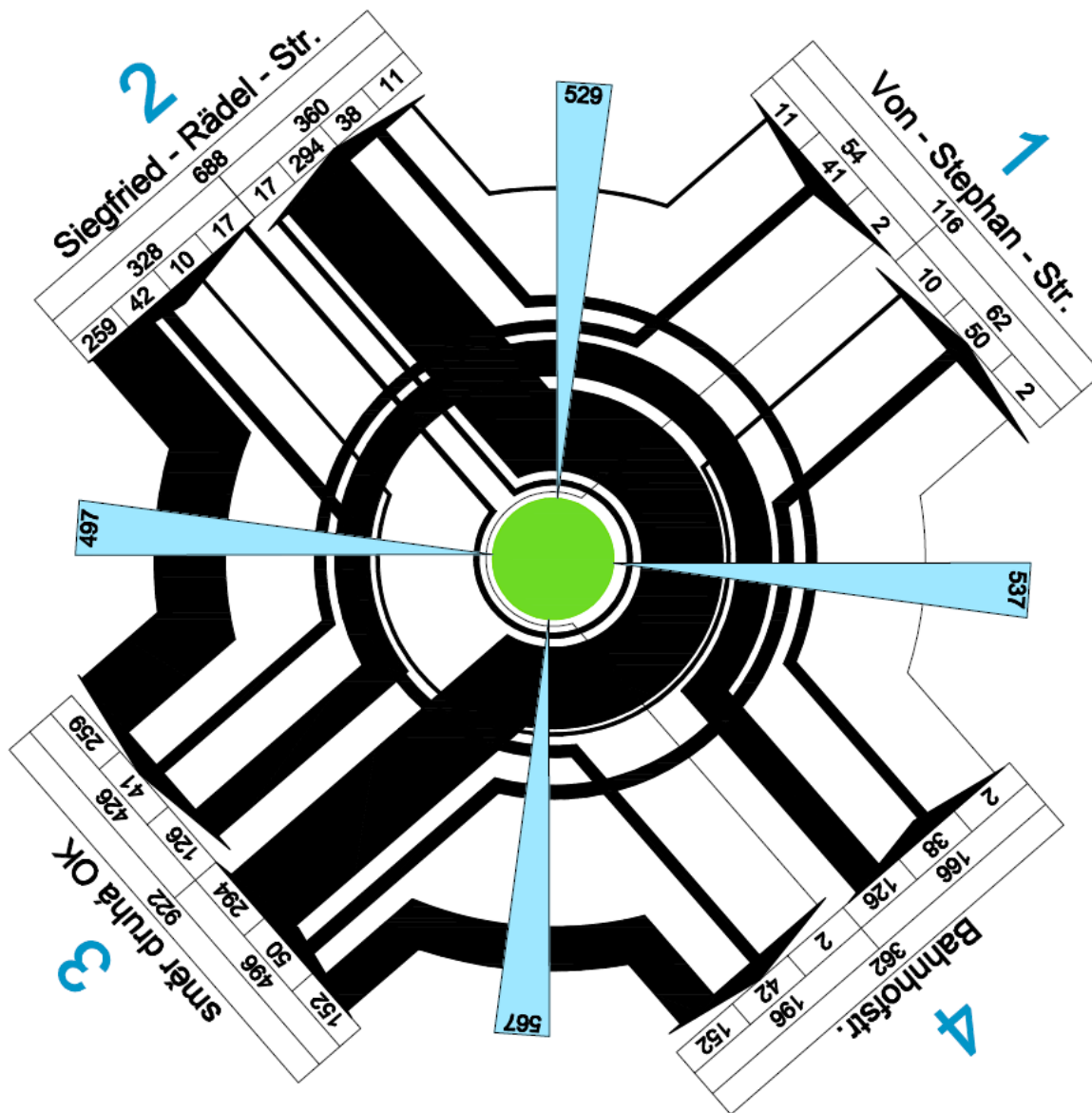
11:30 - 12:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	2,5	2	0	0	0	0	1	0
1 -> 3	25,3	22	0	0	0	0	5	1
1 -> 4	7,5	6	1	0	0	0	0	0
2 -> 1	3,5	2	1	0	0	0	0	0
2 -> 2	10,5	0	0	3	0	3	0	0
2 -> 3	188,4	142	12	1	12	0	1	3
2 -> 4	34	31	2	0	0	0	0	0
3 -> 1	45	42	1	0	0	0	3	0
3 -> 2	235,1	186	15	6	4	1	12	2
3 -> 3	1	1	0	0	0	0	0	0
3 -> 4	131,1	123	2	0	0	0	7	2
4 -> 1	3	3	0	0	0	0	0	0
4 -> 2	28,3	23	3	0	0	0	0	1
4 -> 3	66,5	60	3	0	0	0	4	0
4 -> 4	3	3	0	0	0	0	0	0
	784,7							

Annex 2 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Heidenau (část 2/2)

Heidenau, Německo

středa, 18.2. 2015, 16:30 - 17:30

1 mm = 20 vozidel



Annex 3 Design zátěžového diagramu z prvního dopravního průzkumu OK v Heidenau

PIRNA - Netto, intravilán
14:00 - 16:00, 14. 4. 2015, úterý
1 - Einsteinstr., 2 - Zehistaer Str. (J), 3 - Zehistaer Str. (V)



14:00 - 15:00	intenzity chodců
paprsek	lch
1	28
2	48
3	35

15:00 - 16:00	intenzity chodců
paprsek	lch
1	36
2	50
3	35

14:00 - 15:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	255	237	8	1	1	0	0	3
1 -> 3	183	168	5	0	2	0	2	3
2 -> 1	233	206	14	1	1	0	0	3
2 -> 2	0	0	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	195	183	4	1	1	0	1	2
3 -> 1	324	304	7	0	1	0	6	5
3 -> 2	232	219	4	1	0	0	2	6
3 -> 3	0	0	0	0	0	0	0	0
	1421							

15:00 - 16:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	296	282	6	0	1	0	0	4
1 -> 3	280	261	8	0	1	0	3	4
2 -> 1	216	198	6	0	3	0	1	3
2 -> 2	0	0	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	194	181	2	2	1	0	1	5
3 -> 1	405	383	8	0	2	0	8	2
3 -> 2	265	251	4	3	0	0	2	3
3 -> 3	0	0	0	0	0	0	0	0
	1655							

Annex 4 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Pirně u supermarketu Netto

Pirna - Kaufland, intravilán
 14:30 - 17:30, 14. 4. 2015, úterý
 1 - Varkausring (S), 2 - Struppener Str. (Z), 3 - Varkausring (J), 4 - Struppener Str. (V)



14:30-15:30	intenzity chodců
paprsek	lch
1	24
2	8
3	9
4	18
15:30-16:30	intenzity chodců
1	21
2	6
3	8
4	12
16:30-17:30	intenzity chodců
1	31
2	12
3	9
4	16

14:30-15:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	55	55	0	0	0	0	0	0
1 -> 3	41	41	0	0	0	0	0	0
1 -> 4	31	31	0	0	0	0	0	0
2 -> 1	65	65	0	0	0	0	0	0
2 -> 2	7	5	1	0	0	0	0	0
2 -> 3	152	145	0	4	0	0	0	1
2 -> 4	254	240	2	3	0	0	1	7
3 -> 1	25	25	0	0	0	0	0	0
3 -> 2	88	80	0	5	0	0	1	0
3 -> 4	18	18	0	0	0	0	0	0
4 -> 1	34	34	0	0	0	0	0	0
4 -> 2	167	156	0	6	0	0	4	0
4 -> 3	19	18	0	0	0	0	2	0

955

Annex 5 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Pirně u supermarketu Kaufland (část 1/2)

15:30-16:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	58	52	0	1	2	0	0	0
1 -> 3	62	61	0	0	0	0	1	1
1 -> 4	27	27	0	0	0	0	0	0
2 -> 1	71	71	0	0	0	0	0	0
2 -> 2	7	2	3	0	0	0	0	0
2 -> 3	175	168	0	4	0	0	0	1
2 -> 4	262	252	2	2	0	0	1	4
3 -> 1	39	38	0	0	0	0	0	1
3 -> 2	75	68	0	4	0	0	2	0
3 -> 4	28	26	0	0	0	0	0	2
4 -> 1	46	44	1	0	0	0	0	0
4 -> 2	156	143	2	5		0	4	0
4 -> 3	24	22	0	0	0	0	2	1
	1027							

16:30-17:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 2	51	51	0	0	0	0	0	0
1 -> 3	55	55	0	0	0	0	0	0
1 -> 4	57	57	0	0	0	0	0	0
2 -> 1	93	91	0	0	0	0	0	3
2 -> 2	3	3	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	107	97	0	3	0	1	0	4
2 -> 4	276	265	2	2	0	0	0	6
3 -> 1	30	30	0	0	0	0	0	0
3 -> 2	96	86	0	4	0	2	0	0
3 -> 4	17	15	1	0	0	0	1	0
4 -> 1	43	38	2	0	0	0	0	2
4 -> 2	157	149	3	1	0	0	3	0
4 -> 3	39	35	0	2	0	0	1	0
	1023							

Annex 6 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Pirně u supermarketu Kaufland (část 2/2)

Příloha 1.2) Data z průzkumů na českých OK

CHRUDIM - Masarykovo náměstí, centrum															
7:30 - 10:30, 5. 5. 2015, úterý															
1 - Palackého třída, 2 - Masarykova náměstí, 3 - Čáslavská, 4 - Československé armády															
							7:30-8:30	intenzity chodců							
							paprsek	lch							
							1	92							
							2	0							
							8:30-9:30	intenzity chodců							
							1	33							
							2	0							
							3	53							
							9:30-10:30	intenzity chodců							
							1	68							
							2	0							
							3	96							
							4	74							
							7:30 - 8:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěšové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
							směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
							1 -> 1	3	3	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	409,3	306	26	10	24	0	1	1							
1 -> 3	220,1	199	7	6	0	0	0	2							
1 -> 4	53	35	0	12	0	0	0	0							
2 -> 1	337,5	245	26	1	26	0	0	0							
2 -> 2	6	6	0	0	0	0	0	0							
2 -> 3	479,5	407	22	2	16	0	1	5							
2 -> 4	90,3	63	0	17	0	0	2	1							
3 -> 1	251,7	225	7	2	4	0	4	4							
3 -> 2	347,3	305	21	0	5	0	0	1							
3 -> 3	6	6	0	0	0	0	0	0							
3 -> 4	41	32	1	5	0	0	0	0							
	2244,7														

Annex 7 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v centru Chrudimi (část 1/2)

8:30 - 9:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	1	1	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	489	357	47	6	25	0	5	0
1 -> 3	173,5	159	5	2	2	0	0	0
1 -> 4	5,5	1	0	3	0	0	0	0
2 -> 1	397	278	37	2	30	0	1	0
2 -> 2	10,5	9	1	0	0	0	0	0
2 -> 3	354	290	18	2	17	0	0	0
2 -> 4	85,3	71	2	7	0	0	0	1
3 -> 1	200,8	157	16	3	7	0	1	1
3 -> 2	334,7	255	28	0	16	0	5	4
3 -> 3	0	0	0	0	0	0	0	0
3 -> 4	27,5	23	1	2	0	0	0	0
	2078,8							

9:30 - 10:30	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	2,5	1	1	0	0	0	0	0
1 -> 2	471,9	341	35	6	33	0	2	3
1 -> 3	185,5	156	13	4	2	0	0	0
1 -> 4	25	16	0	6	0	0	0	0
2 -> 1	392,2	246	54	0	31	0	0	4
2 -> 2	20	20	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	320,6	226	33	2	20	0	1	2
2 -> 4	81,5	66	4	6	0	0	1	0
3 -> 1	189	141	11	2	14	0	1	0
3 -> 2	300,9	239	27	0	9	0	2	3
3 -> 3	1	1	0	0	0	0	0	0
3 -> 4	29,5	22	2	3	0	0	0	0
	2019,6							

Annex 8 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v centru Chrudimi (část 2/2)

CHRUDEM - Dr. Milady Horákové, okraj města

8:00 - 10:00, 5. 5. 2015, úterý

1 - Dr. Milady Horákové, 2 - Palackého třída, 3 - Obce Ležáků



8:00 - 9:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	5	5	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	119,8	103	3	7	0	0	2	1
1 -> 3	137	104	13	2	5	0	1	0
2 -> 1	138,5	124	4	3	2	0	0	0
2 -> 2	6	6	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	469,1	353	54	4	13	0	3	2
3 -> 1	138	120	7	1	3	0	0	0
3 -> 2	423,6	302	54	2	17	0	4	2
3 -> 3	3	3	0	0	0	0	0	0
	1440							

9:00 - 10:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	kloubové autobusy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	kb/h	c/h	m/h
1 -> 1	3	3	0	0	0	0	0	0
1 -> 2	150,7	128	6	2	2	0	7	4
1 -> 3	140,5	109	7	1	9	0	3	0
2 -> 1	183	160	3	7	4	0		
2 -> 2	4	4	0	0	0	0	0	0
2 -> 3	491,8	369	27	2	39	0	1	1
3 -> 1	142,5	115	8	1	7	0	0	0
3 -> 2	463,5	351	41	6	19	0	0	5
3 -> 3	4	4	0	0	0	0	0	0
	1583							

Annex 9 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK na okraji Chrudimi se zanedbatelnou intenzitou přecházejících chodců

ČELÁKOVICE - intravilán
6:45 - 10:45, 18. 3. 2015, středa
1 - Masarykova, 2 - Sokolovská (S), 3 - Hlavní, 4 - Sokolovská (J)



6:45 - 7:45	intenzity chodců
paprsek	lch
1	19

7:45 - 8:45	intenzity chodců
1	23

8:45 - 9:45	intenzity chodců
1	34

9:45 - 10:45	intenzity chodců
1	40

6:45 - 7:45	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	c/h	m/h
1 -> 1	2	2	0	0	0	0	0
1 -> 2	63,5	56	2	0	2	1	0
1 -> 3	186	167	10	0	2	0	0
1 -> 4	31,5	26	3	0	0	2	0
2 -> 1	34	33	0	0	0	2	0
2 -> 3	148,3	143	1	2	0	0	1
2 -> 4	95	95	0	0	0	0	0
3 -> 1	127	110	6	0	4	0	0
3 -> 2	74,5	69	0	1	2	0	0
3 -> 4	16	16	0	0	0	0	0
4 -> 1	13,5	10	1	0	1	0	0
4 -> 2	38	36	0	1	0	1	0
4 -> 3	4	4	0	0	0	0	0

833,3

Annex 10 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Čelákovících (část 1/2)

7:45 - 8:45	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	c/h	m/h
1 -> 1	2	2	0	0	0	0	0
1 -> 2	65	61	0	0	1	4	0
1 -> 3	176,5	147	7	0	9	2	0
1 -> 4	50,5	50	0	0	0	1	0
2 -> 1	48,5	37	3	0	3	2	0
2 -> 3	155,5	149	2	1	1	0	0
2 -> 4	93	89	0	1	0	5	0
3 -> 1	136	120	4	0	5	0	0
3 -> 2	67	64	2	0	0	0	0
3 -> 4	21	17	2	0	0	2	0
4 -> 1	25	20	2	0	1	0	0
4 -> 2	42,5	40	1	0	0	2	0
4 -> 3	5	5	0	0	0	0	0
	887,5						

8:45 - 9:45	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	c/h	m/h
1 -> 1	2	2	0	0	0	0	0
1 -> 2	64,8	58	2	1	0	3	1
1 -> 3	126,8	103	7	1	5	2	1
1 -> 4	51	47	1	0	1	1	0
2 -> 1	50,5	46	2	1	0	0	0
2 -> 3	82,5	79	1	0	1	0	0
2 -> 4	74,5	73	1	0	0	0	0
3 -> 1	143,5	124	5	0	6	0	0
3 -> 2	80,5	79	0	1	0	0	0
3 -> 4	16,5	15	1	0	0	0	0
4 -> 1	27	27	0	0	0	0	0
4 -> 2	45,8	40	1	1	1	0	1
4 -> 3	13	13	0	0	0	0	0
	778,4						

9:45 - 10:45	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	cyklisti	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	c/h	m/h
1 -> 1	2	2	0	0	0	0	0
1 -> 2	83,5	76	3	0	1	2	0
1 -> 3	121	107	4	0	4	0	0
1 -> 4	37	37	0	0	0	0	0
2 -> 1	49,5	47	0	0	1	1	0
2 -> 3	90	78	2	2	3	0	0
2 -> 4	68	64	0	2	0	2	0
3 -> 1	146,5	126	3	0	8	0	0
3 -> 2	82	77	0	2	1	0	0
3 -> 4	15,5	15	0	0	0	1	0
4 -> 1	16,5	15	1	0	0	0	0
4 -> 2	57,5	53	0	0	2	1	0
4 -> 3	6	6	0	0	0	0	0
	775						

Annex 11 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK v Čelákovících (část 2/2)

PRAHA (Videňská x Dobronická) - intravilán
 6:00 - 10:00, 10. 10. 2013, čtvrtek
 1 - Videňská (S), 2 - Dobronická, 3 - Videňská (J), 4 - K Libuši



6:00 - 7:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	m/h
1 -> 2	84	74	1	3	2	0
1 -> 3	197,5	165	3	12	5	0
1 -> 4	42	42	0	0	0	0
2 -> 1	97,5	66	3	6	9	0
2 -> 3	82,5	60	3	0	9	0
2 -> 4	103,8	100	2	0	0	1
3 -> 1	456,8	383	22	12	11	1
3 -> 2	100,5	79	9	0	4	0
3 -> 4	13,5	10	1	0	1	0
4 -> 1	87	72	0	10	0	0
4 -> 2	141,3	139	1	0	0	1
4 -> 3	28,5	27	1	0	0	0
	1434,9					

7:00 - 8:00	přepočtená vozidla	osobní automobily	nákladní automobily	autobusy	návěsové soupravy	motocykly
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	m/h
1 -> 2	109	99	1	3	2	0
1 -> 3	269	249	6	6	1	0
1 -> 4	161,5	157	2	1	0	0
2 -> 1	100	66	11	5	5	0
2 -> 3	165,5	126	8	1	13	0
2 -> 4	246	240	4	0	0	0
3 -> 1	414,3	355	12	19	6	1
3 -> 2	148	125	6	0	7	0
3 -> 4	82,5	78	2	1	0	0
4 -> 1	152,3	135	1	10	0	1
4 -> 2	337,5	333	3	0	0	0
4 -> 3	52,5	51	1	0	0	0
	2238,1					

Annex 12 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK Videňská x Dobronická se zanedbatelnou intenzitou přecházejících chodců (část 1/2)

8:00 - 9:00	<i>přepočtená vozidla</i>	<i>osobní automobily</i>	<i>nákladní automobily</i>	<i>autobusy</i>	<i>návěsové soupravy</i>	<i>motocykly</i>
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	m/h
1 -> 2	79	76	1	1	0	0
1 -> 3	289	259	12	4	3	0
1 -> 4	154	151	1	1	0	0
2 -> 1	86,3	67	8	3	1	1
2 -> 3	174,5	146	10	1	6	0
2 -> 4	363,4	352	6	0	0	3
3 -> 1	343,3	303	8	9	7	1
3 -> 2	123	113	4	0	2	0
3 -> 3	1	1	0	0	0	0
3 -> 4	96	96	0	0	0	0
4 -> 1	133	115	3	9	0	0
4 -> 2	418,8	412	4	0	0	1
4 -> 3	70,5	69	1	0	0	0
	2331,8					

9:00 - 10:00	<i>přepočtená vozidla</i>	<i>osobní automobily</i>	<i>nákladní automobily</i>	<i>autobusy</i>	<i>návěsové soupravy</i>	<i>motocykly</i>
směr	pvoz/h	os/h	n/h	b/h	ns/h	m/h
1 -> 2	109	101	3	1	1	0
1 -> 3	301,6	260	16	4	5	2
1 -> 4	104	102	0	0	1	0
2 -> 1	87	77	4	0	2	0
2 -> 3	128	111	6	0	4	0
2 -> 4	282,5	267	9	0	1	0
3 -> 1	364	329	15	3	2	5
3 -> 2	129,5	104	12	1	3	0
3 -> 4	74,3	72	1	0	0	1
4 -> 1	132,3	108	5	8	2	1
4 -> 2	332,5	322	7	0	0	0
4 -> 3	61	55	3	1	0	0
4 -> 4	1	1	0	0	0	0
	2106,7					

Annex 13 Tabulka zaznamenaných intenzit z OK Vídeňská x Dobronická se zanedbatelnou intenzitou přecházejících chodců (část 2/2)

Příloha 2) Fotodokumentace



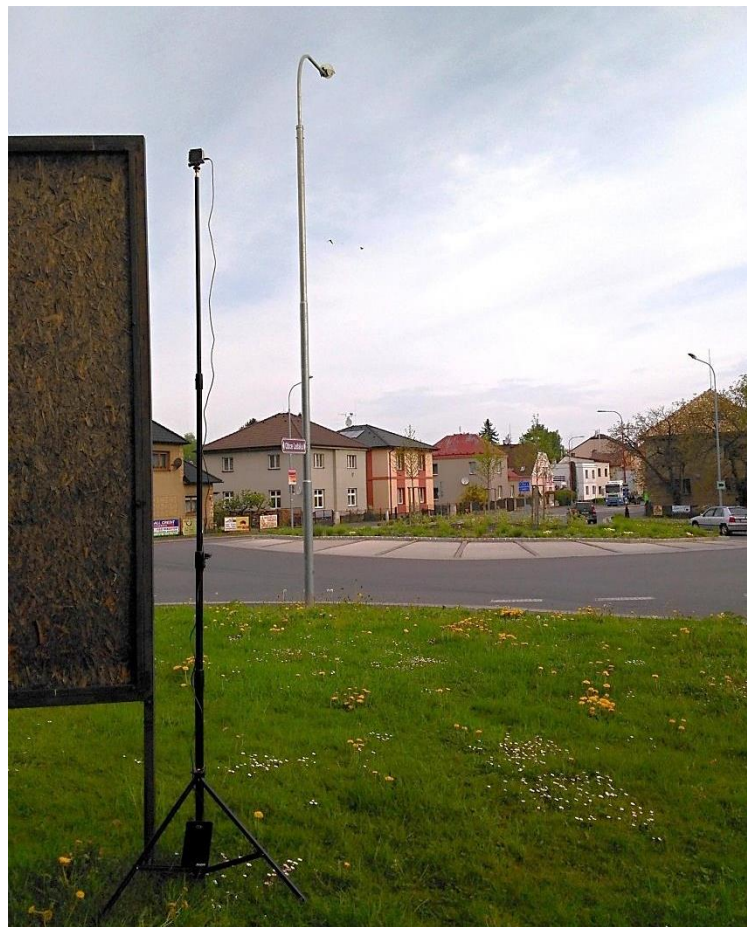
Annex 14 Kamera zaznamenávající průzkum v Heidenau



Annex 15 Systém značení vedení cyklistů v Pirně



Annex 16 Pohled na OK v Pirně u supermarketu Netto z areálu Bauzentra



Annex 17 Natáčení průzkumu v Chrudimi ze čtyřmetrového stativu s vzduchovým tlumičem