

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

Barbora LANGROVÁ

**STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ ZATÍŽENÍ
KŘÍŽOVATEK V OLOMOUCI**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Michaela TUČKOVÁ

Olomouc 2013

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci bakalářského studia oboru Geoinformatika a geografie vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Michaely Tučkové.

Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví.

Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu školy poskytovat.

V Olomouci 10. března 2013

Děkuji vedoucí mé práce Mrg. Michaele Tučkové za podněty a připomínky při vypracování práce.

Za poskytnutá data děkuji Magistrátu města Olomouc.

Oficiální zadání bakalářské práce

OBSAH

ÚVOD	6
1 CÍLE PRÁCE	7
2 POUŽITÉ METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ.....	8
2.1 Použité metody.....	8
2.1.1 Korelace.....	8
2.1.2 Variace intenzit dopravy.....	8
2.1.3 Roční průměr denních intenzit.....	10
2.1.4 Mapové výstupy.....	10
2.2 Použitá data	11
2.3 Použité programy	11
2.4 Postup zpracování	11
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	13
4 TEORETICKÁ ČÁST ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	16
4.1 Statistická část.....	16
4.1.1 Náhodná veličina	16
4.1.2 Korelace.....	17
4.2 Dopravní část	18
4.2.1 Dopravní průzkum silniční a městské dopravy	18
4.2.2 Intenzity dopravy	20
4.2.3 Dopravní špičky.....	23
5 PRAKTICKÁ ČÁST ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	24
5.1 Zájmové křižovatky	24
5.2 Zpracování dat a analýz	25
6 VÝSLEDKY	34
6.1 Charakter provozu.....	34
6.2 Vztahy mezi křižovatkami	36
7 DISKUZE.....	38
8 ZÁVĚR.....	39

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

SUMMARY

PŘÍLOHY

ÚVOD

Doprava je nedílnou součástí každodenního života. Slouží k přemísťování nejen osob a nákladů, ale také informací či energií. Je jedním z prvků každého hospodářství. Doprava se v České republice, ale i na území jiných států, neustále rozvíjí a mění. Nárůst je zřejmý především v oblasti osobní přepravy. Změny v dopravě je proto nutné sledovat a korigovat.

Takováto sledování se nazývají dopravní průzkumy a slouží jako podklad pro tvorbu statistických vyhodnocení, která jsou zdrojem informací pro tvorbu návrhů úprav dopravy. Tato statistická vyhodnocení pak vstupují nejen do řešení problematiky dopravy, kde se využívají pro výpočty kapacit pozemních komunikací či signálních plánů, ale i územního plánování či plánování údržby komunikací a mnoha dalších.

Obsahem této práce je rozbor a vyhodnocení dopravní situace pěti vybraných křižovatek na území města Olomouce v letech 2008 až 2011. Sledovány jsou vzájemné vztahy mezi jednotlivými směry křižovatek za pomoci jejich vybraných charakteristik provozu. Těmi jsou průměrná roční intenzita dopravy za jeden den, rozložení provozu v rámci dne i týdne, které znázorňují variace intenzit dopravy, a dopolední a odpolední špičkové doby.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je analyzovat a statisticky vyhodnotit dopravní situaci na vybraných křižovatkách v Olomouci. Sledována je dopravní situace vybraného období v letech 2008 až 2011. Pro toto sledované období je stanoven vzorek dat vypovídající o chování provozu jednotlivých pracovních dní. V rámci každé křižovatky je analyzován charakter dopravy jejich jednotlivých směrů.

Hlavním cílem práce je hledání a hodnocení vztahů mezi jednotlivými směry daných křižovatek. Tyto vztahy a vazby jsou sledovány i z hlediska jejich vývoje. Jsou analyzovány na základě vyhodnocení vzorku dat, které zahrnuje popis chování provozu v průběhu jednotlivých pracovních dní a také průběh provozu během týdne. Důraz je kladen na stanovení dopoledních a odpoledních dopravních špiček.

Výsledkem práce budou přehledové tabulky znázorňující charakter provozu pracovních dní i celého týdne. Dále pak charakteristika vývoje dopravy křižovatek ve sledovaných letech a vyhodnocení vztahů mezi jejich jednotlivými směry.

Nedílnou součástí práce jsou také mapové výstupy a webové stránky.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

2.1 Použité metody

V této podkapitole jsou stručně popsány základní metody určené ke zpracování dané problematiky. A to jak metody určené k vyhodnocení vztahů mezi jednotlivými směry, vývoje a charakteru provozu, tak i metody využitě při tvorbě matových výstupů.

2.1.1 Korelace

K vyhodnocení vztahů a vazeb mezi křižovatkami, respektive jejich směry, byla zvolena korelační analýza, což je jedna ze statistických metod zkoumání závislosti. Korelace vychází z kovariance, která je definována jako střední hodnota součinů odchylek obou náhodných veličin X , Y od jejich středních hodnot. Korelace obecně označuje míru závislosti dvou proměnných, respektive náhodných veličin. Dle J. Anděla, 2011 se závislost těchto veličin na sobě často měří pomocí korelačního koeficientu. Obecný vzorec pro výpočet korelačního koeficientu je následující:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{\sqrt{(\text{var } X)(\text{var } Y)}} \quad (1)$$

kde:

$\rho_{x,y}$	korelační koeficient veličin X a Y
$\text{cov}(X,Y)$	kovariance náhodných veličin X a Y
$\sqrt{(\text{var } X)}, \sqrt{(\text{var } Y)}$	směrodatná odchylka X , Y

2.1.2 Variace intenzit dopravy

Aby bylo možné hodnotit vazby mezi jednotlivými křižovatkami, je třeba znát charakter provozu těchto křižovatek. Jedním z ukazatelů charakteru provozu je časové rozložení intenzit dopravy. To znázorňují variace intenzit dopravy, jejichž stanovení vychází z technických podmínek „TP 189 – Stanovení intenzity dopravy na pozemních komunikacích“ (dále jen TP 189). Tyto technické podmínky vydané společností EDIP s.r.o. v roce 2012 byly schváleny Ministerstvem dopravy ČR (TP 189, 2012).

Z hlediska časového rozložení intenzit dopravy jsou rozlišovány denní variace intenzit dopravy, týdenní variace intenzit dopravy a roční variace intenzit dopravy. Roční variace intenzit dopravy znázorňují rozložení provozu z hlediska zatížení jednotlivých měsíců roku. V rámci této práce je však nelze stanovit, neboť nejsou dostupná data pro celé roky.

Denní variace intenzit dopravy

Denní variace intenzit dopravy vyjadřují procentuální podíl vozidel zaznamenaných během jedné hodiny na celkové denní intenzitě. Výpočet denní variace intenzit dopravy je následující (TP 189, 2012):

$$p_h = \frac{I_h}{I_d} \cdot 100 \quad (2)$$

kde:

p_h podíl hodinové intenzity dopravy na denní intenzitě dopravy [%]

I_h hodinová intenzita dopravy

I_d denní intenzita dopravy

Týdenní variace intenzit dopravy

Týdenní variace intenzit dopravy jsou ukazatelem odlišností mezi denními intenzitami dopravy jednotlivých dnů v týdnu. Znárodnují procentuální podíl denní intenzity dopravy sledovaného dne na týdenním průměru denních intenzit dopravy. Výpočet je následující:

$$p_d = \frac{I_d}{I_t} \cdot 100 \quad (3)$$

kde:

p_d podíl denní intenzity dopravy na týdenním průměru denní intenzity dopravy [%]

I_d denní intenzita dopravy

I_t týdenní průměrná denní intenzita dopravy týdne

Patnácti minutová variace intenzit dopravy

Pro detailnější informace o charakteru provozu byla inovována výše zmíněná metoda denních variací intenzit dopravy a vytvořena „nová“ metoda patnácti minutových variací intenzit dopravy. Její princip i výpočet vychází z denních variací intenzit dopravy. Patnácti minutová variace intenzit dopravy udává procentuální podíl vozidel, které projely sledovaným úsekem za časový interval 15 minut, tedy patnácti minutové intenzity dopravy, na celkové denní intenzitě. Tento vztah lze vyjádřit následovně:

$$p_{15} = \frac{I_{15}}{I_d} \cdot 100 \quad (4)$$

kde:

p_{15} podíl patnácti minutové intenzity dopravy na denní intenzitě dopravy [%]

I_{15} patnácti minutová intenzita dopravy

I_d denní intenzita dopravy

2.1.3 Roční průměr denních intenzit

Roční průměr denních intenzit je ukazatelem průměrné denní intenzity pro průměrný den v roce. Jeho výsledky se používají k obecnému hodnocení vývoje dopravy.

Vzorec pro výpočet ročního průměru denních intenzit je následující:

$$RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI} \quad (5)$$

kde:

$RPDI_x$ roční průměr denních intenzit daného druhu vozidla

I_m intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu → zohlednění denních variací intenzit dopravy

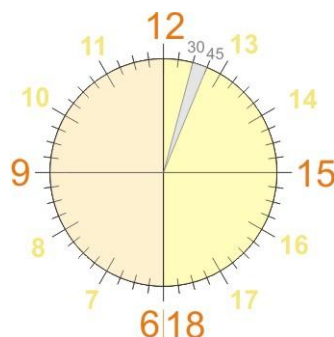
$k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy → zohlednění týdenních variací intenzit dopravy

$k_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy → zohlednění roční variace intenzity dopravy

2.1.4 Mapové výstupy

Mapový výstup znázorňuje vývoj dopoledních a odpoledních dopravních špiček, vycházejících z patnácti minutových variací intenzit dopravy. Jsou znázorňovány průměrné dopravní špičky, stanovené zprůměrování patnácti minutové variace intenzit dopravy pracovních dní, jednotlivých směrů i celé křižovatky mezi lety 2008 a 2011.

Pro znázornění sledovaného jevu byl použit dynamický kartodiagram. Kruh představující hodiny je rozdělen na dvě poloviny. Do pravé poloviny, tedy výšece mezi 12. a 18. hodinou, jsou zaznamenávány odpolední špičkové doby. Levá výšeč mezi 6. a 12. hodinou představuje úsek pro záznamy dopoledních špičkových dob. Výšeče jsou rozděleny na hodinové úseky, které se dále dělí na čtyři segmenty představující rozdělení hodiny po 15 minutách, tedy na úseky mezi nultou a 15., 15. a 30., 30. a 45., 45. a nultou minutou následující hodiny. Barevné výšeče pak znázorňují danou patnáctiminutovou špičkovou dobu pro každý rok (viz Obr. 1).



Obr. 1 Kartodiagram špičkových patnácti minutovek

2.2 Použitá data

Celá práce je založena na vyhodnocení dat získaných od Magistrátu města Olomouce ve formátu xls. Jedná se o údaje z detekčních smyček umístěných na jednotlivých křižovatkách. Tyto detekční smyčky zaznamenávají počet motorových vozidel, které projely sledovaným úsekem, tedy příčným řezem pozemní komunikace, za předem stanovený časový interval. Přičemž jedna detekční smyčka může zaznamenávat i více jízdnicích pruhů. V případě města Olomouce nejsou detekční smyčky schopny rozlišovat druh vozidla, je tedy pracováno s celkovým počtem motorových vozidel. Časový interval záznamů je 15 minut.

Data popisují situaci z let 2008 až 2011, přičemž nejsou dostupná za celý rok, pouze však pro určité časové úseky.

Jednotlivé soubory ve formátu xls. se skládají z údajů o datu, čase a dni v týdnu, kdy byl proveden záznam a dále pak již z konkrétních číselných údajů o počtu motorových vozidel za časový interval pro každou detekční smyčku. Součástí souboru je i situační plán křižovatky s originálním označením a lokalizací smyček.

Veškerá použitá data z Magistrátu města Olomouce byla poskytnuta pro zpracování bakalářské práce. Jejich další využití je možné jen se souhlasem správce těchto dat.

Mapové výstupy tvoří topografický podklad OpenStreetMap a situační schémata jednotlivých křižovatek, která vznikla digitalizací nad dostupnými ortofotosnímky. Hlavní tematika je tvořena na základě dat z vyhodnocení špičkových dob z průměrů patnácti minutových variací intenzit dopravy pro všechny sledované roky.

2.3 Použité programy

Veškeré analýzy a vyhodnocení dat se prováděly v prostředí tabulkového programu Microsoft Office Excel. Tento program byl zvolen vzhledem k možnostem provádět statistické operace relativně snadnou cestou a tyto operace rovnou vizualizovat pomocí grafů či tabulek. Proto v tomto programu došlo také ke zhotovení tabelárních a grafických výstupů.

Mapové výstupy byly zpracovány v programu ArcGIS 10 od společnosti ESRI a následně graficky upravovány ve vektorovém grafickém editoru CorelDraw.

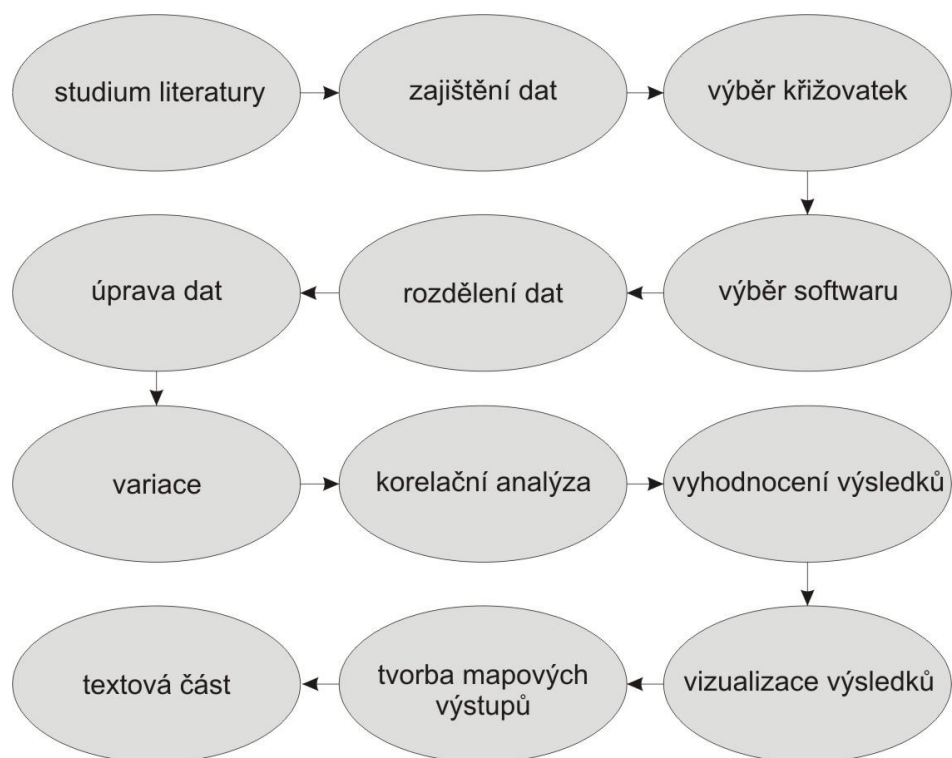
2.4 Postup zpracování

V první fázi bylo třeba nastudovat literaturu zabývající se dopravní problematikou zaměřenou především na vyhodnocení intenzity dopravy a zvolit vhodné metody a postup zpracování. Následně byly podle dostupných dat zvoleny zájmové křižovatky a program, který by byl vhodný pro jejich statistické vyhodnocení a analýzu. Dalším krokem byla studie dat. V rámci této části došlo k seznámení s jejich strukturou a složením. Data byla rozdělena dle časového období do potřebných skupin. Dále byly nalezeny jejich úskalí, eliminovány chyby a bylo nutné data také aproximovat.

Po přípravě dat již následovala jejich samotná analýza a statistické hodnocení. V první řadě došlo k vyhodnocení patnácti minutových, denních a týdenních variací

intenzit dopravy. Tyto variace následně sloužily jako podklad pro výpočet ročního průměru denních intenzit, vyhodnocení špičkových období a vzájemných vztahů mezi křižovatkami.

Dále došlo ke stanovení výsledků analýz a závěru. V poslední části práce byly zhotoveny vizualizace výsledků, mapové výstupy a sepsána textová část.



Obr. 2 Diagram postupu zpracování

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Doprava je nedílnou součástí každodenního života. Slouží k přemísťování nejen osob a nákladů, ale také informací. Je jedním z prvků každého hospodářství. Doprava se v České republice neustále rozvíjí a mění. Nárůst je zřejmý především v oblasti osobní přepravy. Změny v dopravě je proto nutné sledovat a korigovat.

Jedním ze způsobů sledování prováděných na území naší republiky je celostátní sčítání dopravy. Jak uvádí Ředitelství silnic a dálnic ČR na svých webových stránkách, provádí se od roku 1990 každých 5 let na vybrané komunikační síti zahrnující všechny dálnice, silnice I. a II. třídy, vybrané silnice III. třídy a místní komunikace. Je zdrojem základních informací o intenzitě automobilové dopravy. Jeho objednavatelem je Ředitelství silnic a dálnic ČR. Na předem stanovených úsecích pozemních komunikací je v průběhu sledovaného roku prováděn průzkum v deseti vybraných dnech po dobu čtyř hodin. Vzhledem ke změnám dopravního chování, odvíjejícího se od doby průzkumu, nelze sčítání provádět v jakýkoliv den v roce. Sčítání proto probíhá v běžné pracovní dny (úterý, středa, čtvrtek), tedy takový den, kterému předchází i po něm následuje pracovní den, v období jara a podzimu (duben, květen, červen, září a říjen). Výsledky průzkumů jsou, dle technických podmínek k tomu určených, přepočteny na roční průměr denních intenzit. Tento průměr představuje průměrnou hodnotu intenzity dopravy běžného pracovního dne. Tyto hodnoty je však nutné brát jako pouhý odhad, neboť aby bylo možné stanovit přesný průměr ročních intenzit dopravy, musela by být doprava sledována ve všech dnech roku. V zastavěných územích, kde bývají na sledované úseky připojeny další pozemní komunikace, a tím pádem zdroje a cíle dopravy, se skutečná intenzita dopravy výrazně mění a využití údajů je nutno zvážit se znalostí konkrétního umístění stanoviště ručního měření na profilu komunikace. Poslední sčítání proběhlo v roce 2010. Intenzity jsou uváděny jako odhad ročních průměrů denních intenzit pro 12 druhů vozidel. V roce 2010 byla na vyhodnocení dat aplikována nová metodika, která není plně srovnatelná s metodikou používanou v předchozích letech. Z tohoto důvodu není možné bez znalosti obou metodik srovnávat data z předchozích let s rokem 2010. Intenzity a ostatní charakteristiky jsou uváděny pro předem stanovený úsek pozemní komunikace. V mnoha případech se jedná o úsek mezi dvěma významnými křižovatkami.

Také město Olomouc sleduje dopravu na svém území. K tomu využívá model dopravy. Model je makroskopický a pokrývá celé katastrální území města. Obsahuje základní komunikační síť města, tedy všechny rychlostní komunikace, silnice I., II. a III. třídy a významné místní komunikace. Model pro potřeby města zpracovává soukromá firma DHV CR, spol. s r.o. v prostředí programu Questor. Tento program je schopen zformovat matice přepravních vztahů. Umí také vypočítat intenzity zatížení dopravních sítí pomocí zátěžového modelu. Veškeré výsledky lze graficky prezentovat. Vstupními daty pro model jsou socioekonomická data a data získaná ze sčítání dopravy. Základní model dopravy je každoročně aktualizován a obsahuje čtyři modely. Tvoří je model celkového počtu vozidel a model nákladních vozidel nad 3,5 tuny pro daný rok, respektive aktuální dobu. Zbývající dva modely znázorňují totožné jevy, ale ve výhledu

na rok 2030. Každý z těchto modelů je dále rozdělen na submodel znázorňující odpolední špičkovou hodinu, která je stanovena mezi 15. a 16. hodinou a submodel celodenních hodnot. Pro výhledové hodnoty jsou data přepočítána dle technických podmínek stanovených pro tento účel. Vstupními daty do tohoto modelu jsou data z dlouhodobých průzkumů dopravy a případných doplňujících průzkumů vybraných profilů.

Stránku plynulosti a charakteru provozu sledují každý den i dopravní servery. Jedním z hlavních poskytovatelů informací o aktuálním stupni plynulosti provozu a informací o zpoždění je firma CE-Traffic, a.s., která se zabývá oblastmi monitoringu dopravy, mobilních služeb a oblastí datových a konzultačních služeb. Pro vyhodnocení plynulosti provozu využívá technologii Floating Car Data (FCD), česky označované jako „plovoucí vozidla“. Tato technologie je založena na principu přeměny anonymních dat z velkých dopravních flotil, personálních navigací a chytrých telefonů na rychlostní informace a informace o času průjezdu. Typické chování průběhu dopravy v daný okamžik dne a daný den v týdnu popisují rychlostní profily. Každý sledovaný úsek silniční sítě má přiřazenou informaci o jeho povolených rychlostech. Pomocí technologie Traffic Message Channel (TMC) sloužící k doručování dopravních informací jsou získávána aktuální data, která jsou následně přepočítávána na aktuální rychlostní informace a informace o času průjezdu. Aktuální informace o rychlosti jsou udávány procentuálním vyjádřením výchozí rychlosti, popisují tedy změnu rychlosti během dne a tedy i změnu specifických dopravních podmínek. V případě, kdy je aktuální rychlost 50 % výchozí rychlosti profilu komunikace, jsou dopravní podmínky horší a lze tedy předpokládat delší dobu pro průjezd tímto úsekem. Informace o rychlostním profilu mají velké časové rozlišení, zdrojové informace pro sledované úseky jsou generovány každou minutu. Tyto informace jsou však datově náročné, z toho důvodu jsou data dále zpracovávána do aplikačně speciálních formátů, které mají nižší datovou náročnost. Z Floating Car Data jsou generovány informace o rychlostech dopravních proudů v reálném čase, úrovni dopravní zátěže, očekávaném časovém dojezdu a zpoždění. Doplněním dat o informace aktuálních dopravních problémů od státních organizací, policie a veřejnosti vznikají další produkty a služby. Jedním z takových produktů jsou i Historická data, což je databáze obsahující data z analýz. Tato databáze obsahuje data z FCD od roku 2010 pro oblast České republiky, Polska a Slovenska. Je využívána k sestavování rychlostních profilů pro optimalizaci tras, detekci problémových míst dopravní sítě, analyzování prostředí, analyzování přístupnosti, kalibraci dopravních modelů či pro účely územního plánování (2013).

Vývojem stavu dopravy na území města Olomouce se zabývá i příspěvek Mgr. Jana Heisiga, RNDr. Jaroslava Buriana, Ph. D. a RNDr. Jakuba Miřijovského „Změny intenzity osobní automobilové dopravy a vliv na prostorovou diferenciaci suburbanizace“. Tento příspěvek byl publikován v dubnu 2011 a je součástí projektu „Pohyby osob výzkum pohybu osob na styku urbánního a suburbánního prostoru olomouckého regionu“. Autoři se v něm zaměřují na projev zvýšené míry intenzity osobní automobilové dopravy na suburbanizaci mezi územím města Olomouce a jeho zázemím. Příspěvek se zabývá časovou analýzou intenzit dopravy, jejíž základ tvoří data

z celostátního sčítání dopravy v letech 2000 a 2005 a data z prováděného měření autory, ve srovnání s diferenciací suburbanizace v zázemí města Olomouce. V rámci této práce byla sledována intenzita dopravy vybraných profilů výpadových komunikací města Olomouce.

Dopravními problémy měst středních velikostí ve spojení s logistikou se zabývá kniha *City Logistics: Dopravní problémy města a logistiky*. Autory této publikace jsou prof. RNDr. Vít Voženilek, Csc., prof. Ing. Vladimír Strakoš, DrSc a kolektiv. V této publikaci je v teoretické rovině popisována problematika logistiky města, dopravní obslužnosti, zásobování, dopravních modelů a dopravního plánování. Tyto teoretické poznatky jsou následně aplikovány v praktických analýzách problematiky města Přerova. Součástí knihy jsou i dvě kapitoly věnující se problematice vizualizace dopravních dat. Tyto kapitoly rozebírají vizualizaci městské dopravy pomocí kartografických projektů s animacemi a mapovým a atlasovým zpracováním městské dopravy. Jak uvádí autoři, cílem projektu byl návrh a testování metodiky pro řešení komplexní dopravní obslužnosti měst střední velikosti pomocí prostorových analýz a modelování v prostředí GIS a metod geografického šetření a monitoringu.

4 TEORETICKÁ ČÁST ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

4.1 Statistická část

Tato podkapitola se zabývá detailnějším rozбором použité statistické metody pro zkoumání závislostí, korelační analýzou. Závislosti jsou zkoumány mezi náhodnými veličinami, jejichž teorie je popsána níže.

4.1.1 Náhodná veličina

Náhodná veličina je funkci X , která zobrazuje elementární jevy $\omega \in \Omega$ na reálná čísla. Jednoduše řečeno jde o funkci, která převádí elementární jevy na čísla. Funkce zohledňující reálná čísla na intervalu $\langle 0, 1 \rangle$ definována předpisem $F_X(x) = P[X \leq x]$ pro $x \in (-\infty, \infty)$ se nazývá distribuční funkce F_X náhodné veličiny X . Tato funkce plně popisuje rozdělení X (Kulich, 2011).

Četnost hodnot náhodné veličiny vyjadřuje její rozdělení pravděpodobnosti. Toto rozdělení určuje chování náhodné veličiny, tedy jakých hodnot může nabývat a s jakými pravděpodobnostmi. Rozlišují se dva druhy náhodných veličin, a to diskrétní náhodná veličina a spojitá náhodná veličina. Za diskrétní náhodnou veličinu lze považovat takovou náhodnou veličinu, která může nabývat jen konečně nebo spočetně mnoha různých hodnot. Spojitá náhodná veličina, respektive náhodná veličina se spojitým rozdělením, je taková náhodná veličina, která může nabývat nespočetně mnoha různých hodnot a každá tato konkrétní hodnota má nulovou pravděpodobnost. Hodnoty spojitě náhodné veličiny jsou tedy intervaly reálných čísel či jakékoli reálné číslo. (Kulich, 2011)

Náhodná veličina má také své číselné charakteristiky. Mezi ně patří střední hodnota, rozptyl, šikmost a špičatost. Střední hodnota náhodné veličiny EX je definovaná jako aritmetický průměr rozdělení náhodné veličiny. Obecně lze střední hodnotu vyjádřit jako první obecný moment. Podle J. Anděla, 2011, je obecný momentem k -tého řádu (μ'_k) roven průměru k -té mocniny náhodné veličiny X , jeho obecný vzorec je následující:

$$\mu'_k = EX^k \quad (6)$$

kde:

- μ'_k obecný moment k -tého řádu
- EX střední hodnota náhodné veličiny
- k mocninný řád, přičemž $k = 1, 2, \dots$

Existuje-li moment μ'_k , který je konečný, pak lze definovat centrální moment k -tého řádu vztahem (Anděl, 2011):

$$\mu_k = E(X - EX)^k \quad (7)$$

kde:

- μ_k centrální moment k -tého řádu
- E střední hodnota
- k mocninný řád, přičemž $k = 0, 1, \dots$

Rozptyl (σ^2 či $\text{var}X$), někdy také označovaný jako variance, vyjadřuje variabilitu rozdělení kolem jeho střední hodnoty. Označuje se také jako druhý centrální moment, který vychází z obecného momentu. Jestliže je tedy k rovno dvěma, jedná se tedy o druhý centrální moment, tedy varianci veličiny X , respektive rozptyl. Obecný vzorec je následující:

$$\sigma^2 = E(X - EX)^2 = EX^2 - (EX)^2 \quad (8)$$

kde:

- σ^2 variace, respektive rozptyl náhodné veličiny X
- E střední hodnota
- X náhodná veličina

Z rozptylu se stanovuje směrodatná odchylka (σ či $\sqrt{(\text{var} X)}$) náhodné veličiny X , která je definována jako jeho druhá odmocnina. Je-li $EX^4 < \infty$, pak i $EX^2 < \infty$, a lze předpokládat, že $\sigma > 0$, pak se definuje šikmost $\alpha_3 = \mu_3 / \sigma^3$ a špičatost $\alpha_4 = \mu_4 / \sigma^4$ (Anděl, 2011).

4.1.2 Korelace

Korelace obecně označuje míru stupně závislosti dvou proměnných, respektive náhodných veličin. Závislost těchto veličin na sobě se stanovuje pomocí korelačního koeficientu, někdy označovaného také jako Pearsonův korelační koeficient. Korelační koeficient vychází z kovariance, která udává míru vzájemné vazby mezi dvěma náhodnými veličinami. Kovariance na rozdíl od korelace nebere v potaz měrné jednotky. V závěru lze tedy mluvit jen o pozitivní či nepřímé souvislosti mezi sledovanými veličinami. Kdežto korelace znázorňuje i do jaké míry se mají veličiny tendenci pohybovat společně, neboť měrné jednotky jsou stejné.

Kovariance je definována jako střední hodnota součinů odchylek obou náhodných veličin X , Y od jejich středních hodnot. Vzorec pro její výpočet vypadá následovně (Anděl, 2011):

$$\text{cov}(X, Y) = E(X - EX)(Y - EY) \quad (9)$$

kde:

$\text{cov}(X, Y)$ kovariance náhodných veličin X a Y
 E směrodatná odchylka
 X, Y náhodná veličina

Korelace se pak počítá jako podíl kovariance ku násobku směrodatných odchylek (Anděl, 2011):

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{(\text{var } X)(\text{var } Y)}} \quad (10)$$

kde:

$\rho_{x,y}$ korelační koeficient veličin X a Y
 $\text{cov}(X, Y)$ kovariance náhodných veličin X a Y
 $\sqrt{(\text{var } X)}, \sqrt{(\text{var } Y)}$ směrodatná odchylka X, Y

Hodnoty korelačního koeficientu mohou nabývat hodnot $<-1; 1>$. V případě že je hodnota koeficientu rovna nule, hovoří se o nekorelovaných veličinách. Dvě náhodné veličiny jsou tím více korelovány, čím blíže je hodnota koeficientu číslu ± 1 . Záporná korelace značí, že se zvyšující se hodnotou jednoho znaku klesá hodnota druhého znaku. Kladná pak značí, že se zvyšováním hodnoty jednoho znaku dochází k nárůstu hodnoty i druhého znaku (Meloun, Militký, 2011). Podle těsnosti lze rozlišovat korelaci nízkou, hodnoty v intervalu $<-0,3; 0,3>$, mírnou s hodnotami v intervalech $<-0,5; -0,3> \cup (0,3; 0,5>$, výraznou, do které spadají hodnoty $<-0,7; -0,5> \cup (0,5; 0,7>$, velkou představují hodnoty v intervalu $<-0,9; -0,7> \cup (0,7; 0,9>$ a velmi vysokou reprezentovanou hodnotami $<-1; 0,9> \cup (0,9; 1>$.

4.2 Dopravní část

V této podkapitole je rozebrána problematika získávání dat pro účely sledování silniční a městské dopravy. Dále se tato podkapitola zabývá intenzitami dopravy, jejich typy a vyhodnocení. V závěru podkapitoly jsou popsány charakteristiky špičkové doby.

4.2.1 Dopravní průzkum silniční a městské dopravy

Dopravním průzkumem se všeobecně rozumí souhrn činností, kterými jsou zjišťovány informace o silniční, železniční, či jiné dopravě a o dopravních zařízeních. Výsledky průzkumu a jejich zpracování slouží mimo jiné jako podklad pro zhodnocení možností lepšího využití dopravního prostoru, zlepšení plynulosti a bezpečnosti dopravy, rozvoji dopravního systému, modernizaci stávajících sítí jednotlivých druhů dopravy nebo řešení organizačních, provozních a ekonomických problémů (Křivdy, 2006).

Z hlediska sledovaného území se rozlišuje urbanistický prostor velkého územního celku, např. kraje, či malého územního celku, kde spadají obce, města nebo jen jejich části. Území obce je možné dále dělit do zón na centrum, obytné zóny, průmyslové zóny, rekreační zóny a smíšené zóny. Dále se rozlišuje zájmové území a venkov. Zájmové území zpravidla tvoří výše zmíněné zóny a okrajové části obce, tedy tzv. intravilán. Venkovem je myšleno vnější okolí obce, tzv. extravilán. Na základě tohoto prostorového rozdělení lze pozorovat přepravní vztahy. Rozlišují se přepravní vztahy vnitrozónové, mezizónové, cílové, zdrojové či tranzitní.

Účelem dopravních průzkumů silniční a městské dopravy je získání kvalitních a kvantitativní údaje o současném stavu silniční a městské dopravy, dále také zjištění objemu přepravy a dopravy, intenzit dopravy a přepravních proudů a dopravních poměrů na stávajících dopravních zařízeních. Právě v případě silniční a městské dopravy se rozlišují průzkumy z hlediska druhu sledované dopravy, pravidelnosti sledování, zjišťovaných charakteristik, způsobu provedení, počtu a místa stanovišť a podle rozsahu zjišťovaných údajů. Dle druhu sledované dopravy se rozlišují průzkumy dopravy automobilové, hromadné osobní, cyklistické, pěší a průzkumy parkování a odstavení vozidel. Pravidelnost se odvíjí od záměrů průzkumu, provádí se průzkumy generální, ověřovací či účelové. Zjišťovanými charakteristikami mohou být intenzity dopravy, směrové průzkumy na křižovatce či po celé ploše města, průzkumy rychlosti tras a úseků, křižovatky nebo rychlostí okamžitých, jízdních a cestovních podmínek a v neposlední řadě také charakteristiky speciální. Vlastním pozorováním, ústním dotazem, anketou či automatickým sběrem dat může probíhat způsob průzkumu, přičemž se může jednat o průzkum bodový, trasový, koridorový či plošný. V rámci sledování dochází k vyčerpávajícímu šetření, kdy je pozorován celý základní soubor, či k výběrovému šetření, který je prováděn pouze na výběru z populace (Folprecht, Křivda, 2006).

Dopravní průzkumy lze provádět mnoha způsoby. K často využívaným pro ověřovací a účelové šetření je metoda pozorovatele, který zaznamenává potřebné informace. Tyto informace mohou být získávány např. čárkovou metodou, zapisováním státní poznávací značky (SPZ) či využitím přímých dotazů, sčítacích lístků nebo dotazníků. Dále lze provádět průzkum pomocí pozorovatele a přístrojové techniky, kdy se často používají kamerové systémy. Pro účely generálních šetření se využívají automatizované techniky. Automatický sběr dat zajišťují dopravní detektory, a ty lze dělit na detektory pro dopravní průzkum, které mohou být jednorázové či trvalé, a na detektory určené k řízení dopravy. Detektor se skládá ze dvou částí, z čidla k detekci vozidel a vyhodnocovací části. Rozlišuje se několik typů detekčních čidel. Používají se například mechanické, pneumatické či hydraulické, které pracují obdobně na principu měření počtu náprav a bývají umístěny přímo na vozovce. K hodně využívaným patří elektromagnetická respektive indukční čidla, která fungují na základě narušení rezonančního obvodu detektoru při přiblížení kovového předmětu a bývají trvale umístěné ve vozovce. Pro zjištění rychlosti vozidla nebo přítomnosti vozidla se používají ultrazvuková čidla pracující na principu změny doby odezvy, umísťují se nad nebo vodorovně s vozovkou. Ke sledování a vyhodnocení chování účastníků silničního provozu a automatickému

sběru dat o dopravních proudech se využívá videodetekce. Dále se používají fotoelektrická čidla a infradetektory (Folprecht, Křivda, 2006).

Důležitým faktorem je i umístění a počet detekčních smyček. O tohoto faktoru se odvíjí následné využití dat například pro směrový průzkum. V případě, že se na pozemní komunikaci sledované křižovatky nachází více jízdnic pruhů, které směřují do různých směrů, měla by být v každém jízdnicím pruhu umístěna detekční smyčka. Jestliže má pozemní komunikace dva a více jízdnic pruhů s omezenou možností pokračování v jízdě, měla by být detekční smyčka umístěna v každém takovém jízdnicím pruhu. Z takovýchto dat téměř jistě lze stanovit počet vozidel pokračujících ve své jízdě daným směrem a mohou se využít i ke směrovému průzkumu. Jestliže má však pozemní komunikace jeden jízdnic pruh, ze kterého je možno odbočit dvěma a více směry, či je detekční smyčka umístěna před rozšířením jízdnicího pruhu, nelze jednoznačně říci, kterým směrem vozidlo jelo. Nejde tedy provést jednoznačné směrové šetření.

Základními dopravními průzkumy silniční a městské dopravy jsou směrové průzkumy, průzkumy složení dopravních proudů, dynamických vlastností dopravních prostředků, parkování a pěších či zvláštní průzkumy (Křivda, 2006). Mimo výše jmenované patří mezi základní dopravní průzkumy i průzkum intenzit dopravních proudů.

4.2.2 Intenzity dopravy

Intenzity dopravy slouží jako podklad při řešení koncepce rozvoje komunikační sítě, navrhování nových komunikací, rozdělování finančních částek na opravy a rekonstrukce, kapacitních výpočtů, řešení problematiky řízení křižovatek či dopadu dopravy na životní prostředí.

Zjišťují se z výsledků předchozích dopravních průzkumů nebo provedením vlastního průzkumu a jeho vyhodnocením. Za výsledky předchozích dopravních průzkumů lze považovat i data z generálních a dlouhodobých sčítání dopravy. V ČR jsou k dispozici údaje z celostátního sčítání dopravy nebo dlouhodobých sčítání dopravy. Dlouhodobé sčítání dopravy pro svou potřebu provádí města větších a středních velikostí. Probíhají na vybraných komunikacích vyššího dopravního významu, převážně na území měst či významných dopravních koridorů, za pomoci automatických detektorů dopravy. Kvalita vyhodnocení se odvíjí od typu detektoru. Novější detektory dopravy jsou schopny rozlišovat druh vozidla, nejčastěji používané typy umožňují rozlišit čtyři druhy vozidel, modernější i více. Starší typy detektorů zaznamenávají pouze celkový počet všech vozidel, tedy bez rozlišení druhu vozidla. Lze použít i data z detektorů provozovaných i za jiným účelem, například z přístrojů určených pro dynamické řízení světelné signalizace, detektorů rychlosti jízdy nebo kamerových systémů. Nutná je však znalost podmínek získávání dat. K jejich vyhodnocení je nejlépe přizvat odborníka z oblasti dopravního inženýrství (TP 189, 2011).

Obecně se intenzity dopravy vyjadřují pomocí odhadu ročního průměru denních intenzit. Jeho stanovení probíhá pomocí metodiky popsané v TP 189, která je založena na

přepočtu intenzity dopravy zjištěné během krátkého dopravního průzkumu pomocí přepočtových koeficientů zohledňujících denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy. Variace intenzit dopravy se stanovují zvláště pro skupiny vozidel, různé charakteristiky provozu, které jsou dány především kategorií a třídou komunikace, a pro období roku, ve kterém je průzkum prováděn.

Skupinami vozidel jsou osobní automobily, motocykly, nákladní automobily, autobusy, nákladní soupravy a vozidla celkem. Do skupiny osobních automobilů spadají osobní automobily bez přívěsu i s přívěsem a dodávkové automobily. Za motocykly jsou považovány jednostopá motorová vozidla bez přívěsů i s přívěsy. Skupina nákladní automobily zahrnuje lehké, střední a těžké nákladní automobily, traktory a speciální nákladní automobily. Autobusy jsou specifikovány jako vozidla určená pro přepravu osob a jejich zavazadel, která mají více než 9 míst, včetně kloubových autobusů a autobusů s přívěsy. Nákladní soupravy zastupují přívěsové a návěsové soupravy nákladních vozidel.

Charakter provozu je rozdělen podle třídy a kategorie komunikace. Jsou rozlišovány dálnice, silnice I. třídy – rychlostní komunikace, silnice I. třídy se statusem mezinárodní silnice, silnice I. třídy bez statusu mezinárodní komunikace, silnice II. a III. třídy, místní a účelové komunikace a komunikace napojující parkoviště obchodních zařízení. Silnice II. a III. třídy se dále dělí podle podílu rekreační dopravy, který je charakterizován tzv. nedělním faktorem (více viz TP 189), na hospodářské, smíšené a rekreační. Komunikacemi s hospodářským charakterem provozu jsou myšleny komunikace využívané převážně pro pravidelné cesty do zaměstnání, škol, pro cesty v pracovní dny, ve víkendových dnech je provoz výrazně nižší. Smíšený charakter provozu zastupují komunikace, které se využívají jak pro pravidelné cesty v pracovní dny, tak pro cesty víkendové, provoz je tedy rovnoměrný v průběhu celého týdne. Rekreačními komunikacemi jsou myšleny komunikace využívané pro rekreační dopravu. Charakterizuje je zvýšeným provozem v pátečních odpoledních hodinách a v neděli, kdy dochází k příjezdu, respektive odjezdu rekreatantů do oblasti. Dále se dělí podle období využití na letní a zimní.

Doprava se mění nejen v průběhu dne, ale i v průběhu týdne a roku. Proto dochází ke stanovení intenzit dopravy s ohledem na časová období. Z hlediska roku jsou specifikovány období jarní, do kterého spadají měsíce duben, květen a červen, prázdninové, představující měsíce červenec a srpen, podzimní, které zahrnuje září, říjen a listopad, a zimní představující měsíce leden, únor, březen a prosinec. Přičemž pro provádění průzkumů a hodnocení dopravy je nejvíce vhodné období jara, případně podzimu. V těchto obdobích tolik nepůsobí na dopravu vnější faktory ovlivňující její průběh, jako například zimní počasí či prázdninové dovolené.

Denní intenzita dopravy

Denní intenzita dopravy představuje množství vozidel, které projely sledovaným úsekem za 24 hodin. V případě, že nejsou dostupná data pro celý den, lze ji vypočítat z dostupných informací z dopravních průzkumů pomocí přepočtového koeficientu. Tento

přepočtový koeficient vychází z denních variací intenzit dopravy. Představují procentuální podíl hodinových intenzit dopravy na celkové denní intenzitě. Jsou ukazatelem rozložení dopravy během dne a mají tedy vypovídající hodnotu o charakteru provozu. Dá se z nich vyčíst, které časové úseky byla komunikace nejvíc vytížená a kdy naopak nejméně. Stanovují se podle nich i špičkové hodiny. Denní variace intenzit dopravy byly pro účely detailnějšího posouzení dopravní situace inovovány. Vznikla tak metoda patnácti minutové variace intenzit dopravy, vycházející z dostupných dat, která jsou stanovena pro každých 15 minut sledovaného období. Udávají tedy procentuální podíl vozidel, které projely sledovaným úsekem za časový interval 15 minut na celkové denní intenzitě. Výsledky patnácti minutové variace dopravy jsou vstupními hodnotami pro výpočet korelací.

Hodnota přepočtového koeficientu pro výpočet denní intenzity dopravy se vypočítá ze vztahu:

$$k_{m,d} = 100\% / \sum p^d i \quad (11)$$

kde:

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy
 $\sum p^d i$ součet podílů hodinových intenzit dopravy za dobu průzkumu na denní intenzitě dopravy [%]

Denní intenzita doprav se vypočítá podle vzorce:

$$I_d = I_m \cdot k_{m,d} \quad (12)$$

kde:

I_d denní intenzita dopravy v den průzkumu
 I_m intenzita dopravy v době průzkumu [voz/doba průzkumu]
 $k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy v den průzkumu → zohlednění denních variací intenzit dopravy

Týdenní průměr denních intenzit dopravy

Týdenní průměr denních intenzit je aritmetický průměr denních intenzit dopravy za příslušné dny týdne. Změnu denních intenzit dopravy v průběhu týdne znázorňují týdenní variace intenzit dopravy. Ty představují procentuální podíl denní intenzity dopravy sledovaného dne na týdenním průměru denních intenzit dopravy. Jsou tedy ukazatelem rozdílů mezi provozem jednotlivých dní v týdnu. Vychází z nich přepočtový koeficient pro výpočet týdenního průměru. Vypočítá se následovně:

$$k_{d,t} = 100\% / p^t i \quad (13)$$

kde:

$k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy na týdenní průměr denní intenzity dopravy
 $p^t i$ podíl denní intenzity dopravy v den průzkumu ku týdennímu průměru denních intenzit dopravy

Týdenní průměr denních intenzit se pak spočítá dle vzorce:

$$I_t = I_d \cdot k_{d,t} \quad (14)$$

kde:

I_t týdenní průměr denních intenzit

I_d denní intenzita dopravy dne průzkumu

$k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy → zohlednění týdenních variací intenzit dopravy

Roční průměr denních intenzit dopravy

Roční průměr denních intenzit udává aritmetický průměr denních intenzit dopravy všech dnů v roce. Tento roční průměr je však téměř nemožné určit, neboť by musela být dostupná data pro všechny dny roku. Proto je určován tzv. odhad ročního průměru denních intenzit, který se počítá ve třech krocích. V prvním kroku je nutné stanovit odhad denní intenzity v den průzkumu, pokud tedy nejsou dostupná data za celý den, dochází tak k zohlednění denních variací. Druhým krokem je zohlednit týdenní variace, přičemž je nutné stanovit odhad týdenních průměrů denních intenzit. V posledním kroku už dochází k samotnému stanovení odhadu ročního průměru denních intenzit, kdy je přepočten týdenní průměr denních intenzit na roční průměr denních intenzit.

Veškeré přepočty jsou prováděny pomocí přepočtových koeficientů. Vzorec výpočtu vypadá následovně:

$$RPDI_x = I_m \cdot k_{m,d} \cdot k_{d,t} \cdot k_{t,RPDI} \quad (15)$$

kde:

$RPDI_x$ roční průměr denních intenzit daného druhu vozidla

I_m intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu [voz/doba průzkumu]

$k_{m,d}$ přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy dne průzkumu → zohlednění denních variací intenzit dopravy

$k_{d,t}$ přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy → zohlednění týdenních variací intenzit dopravy

$k_{t,RPDI}$ přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy → zohlednění roční variace intenzity dopravy

4.2.3 Dopravní špičky

Špičková období představují na komunikacích nejkritičtější období. Dochází při nich k maximálnímu nasycení provozu, tedy k průjezdu největší masy vozidel. Právě v těchto obdobích vznikají dopravní komplikace a i dopravní nehody. V případě znalosti doby, kdy nastává, lze tyto problémy řešit pomocí různých opatření. Například stanovením jiného signalizačního plánu pro toto období na kritických řízených křižovatkách.

Špičkovou hodinou se rozumí taková hodina, respektive časový úsek, kdy byla intenzita dopravy nejvyšší. Rozlišuje se celková denní špička a špičky dopolední a odpolední. Špičková doba se stanovuje jako maximální hodnota intenzity dopravy za den, respektive sledované období.

5 PRAKTICKÁ ČÁST ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

5.1 Zájmové křižovatky

Pro vyhodnocení bylo zvoleno pět úrovněových křižovatek na území města Olomouce. Jejich výběr se odvíjel od dostupnosti dat a také od samotné lokalizace křižovatek. Byly zvoleny křižovatky v blízkosti centra města, které na sebe nepřímou navazují a lze u nich předpokládat faktor korelace. Jedná se o křižovatky místních komunikací a komunikací II. třídy.

Jednou ze zvolených byla křižovatka „Anča“, která se nachází na severozápadě města. Leží v obytné zástavbě, v jejíž blízkosti se nachází průmyslová zóna. Jedná se o křižovatku ulic Na trati, Tomkova, Na Šibeníku a Erenburgova. Ulice Na trati a Tomkova tvoří úseky komunikace II. třídy číslo 635 spojující obce Mohelnice – Loštice – Litovel – Příkazy - Olomouc. Na komunikaci ulice Na trati navazuje komunikace propojující město s městskou částí Olomouce Řepčín a obcemi Horka nad Moravou a Skrbeň. Komunikace, jejíž úsek tvoří ulice Tomkova, spojuje městské části Lazce a Hejčín. Ulice Erenburgova propojuje křižovatku s vnitřním obchvatem města. Komunikace ulice Na Šibeníku je napojena na silnici II. třídy číslo 448 Konice – Drahanovice – Těšetice – Olomouc.

Křižovatka ulic Palackého, Legionářská, 8. května a tř. Svobody má pracovní název „náměstí Hrdinů“. Leží na rozmezí jádrové oblasti města a obytné zástavby. Ulice Legionářská a Palackého tvoří spojník křižovatky s komunikací II. třídy číslo 448. Ulice 8. května směřuje do jádrové oblasti a slouží spíše k zásobovacím účelům, neboť přechází v ulici Pekařská a následně Denisova, které jsou od roku 2008 pěší zónou, a vjezd je do nich povolen výhradně vybraným vozidlům. Tř. Svobody tvoří hranici jádrové oblasti a představuje hlavní tah procházející centrem města. Spojuje křižovatku s křižovatkou „Drápal“.

Křižovatka „Drápal“ se nachází na pomezí jádrové oblasti a zón pro bydlení, obchod a služby. Jedná se o křižovatku ulic tř. Svobody, Havlíčkova a Pavelčákova. V severozápadním směru je propojena s křižovatkou „náměstí Hrdinů“ tř. Svobody. Ta dále pokračuje jihozápadním směrem, kde přechází na ulici 17. listopadu, což je jedna z ulic křižovatky „Envelopa“. Ulice Pavelčákova vede k Hornímu náměstí a má obslužný charakter. Ulice Havlíčkova přechází v ulici Wolkerovu, která směřuje na jih města a ze které se lze napojit na již zmiňovanou silnici II. třídy číslo 635 a silnici I. třídy číslo 46 směřující z Olomouce na Brno. Silnice I. třídy číslo 46 propojuje Jihomoravský, Olomoucký a Moravskoslezský kraj.

Křížením ulic 17. listopadu, tř. Kosmonautů a Wittgensteinova je specifikována křižovatka „Envelopa“. Nachází se v těsné blízkosti administrativně obchodního a průmyslového komplexu, sportovního a vysokoškolského areálu. Jak již bylo zmíněno, ulice 17. listopadu navazuje v západním směru na tř. Svobody. V severním směru se napojuje na křižovatku „Žižkovo náměstí“. Tř. Kosmonautů představuje spojnicí mezi

Hlavním nádražím a centem města. Ulice Wittgensteinova spojuje centrum s blízkou průmyslovou oblastí a městskými částmi Nový svět a Holice.

Poslední sledovanou křižovatkou je „Žižkovo náměstí“. Jde o křižovatku ulic Žižkovo náměstí, Husova, Masarykova třída, 17. listopadu. Je lokalizována poblíž jádrové oblasti v zóně bydlení, obchodu a služeb sousedící s veřejným vybavením. Ulice Žižkovo náměstí, směřuje do jádrové oblasti, kde přechází v ulici 1. máje a následně, již zmiňovanou, ulici Denisovu, která slouží jako pěší zóna. Vzniká tak nepřímá návaznost s křižovatkou „náměstí Hrdinů“. Ulice Husova se napojuje na silnici II. třídy číslo 448, na kterou dále navazuje komunikace I. třídy číslo 46 směrem z Olomouce na Šternberk a Opavu. Masarykova třída je vedena od Hlavního nádraží na Žižkovo náměstí. Ulice 17. listopadu je spojníkem s křižovatkou „Envelopa“

Rozdělení směrů, ze kterých vychází i rozmístění detekčních smyček, je znázorněno na níže uvedené situaci sledovaných křižovatek.



Obr. 3 Situace a schémata sledovaných křižovatek

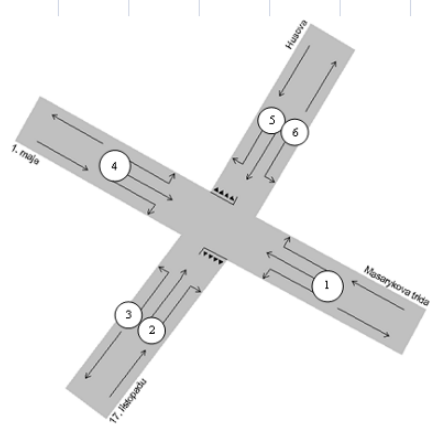
5.2 Zpracování dat a analýz

Pro výše zmíněné křižovatky byla získána data od Magistrátu města Olomouce. Jedná se o data z dlouhodobého průzkumu dopravy, který je prováděn pomocí detekčních smyček. Ty jsou v majetku města, jejich správou je však pověřena soukromá firma. Detekčními smyčkami jsou indukční čidla, která jsou trvale zabudovaná ve vozovce. Jedná se o starší čidla, která nejsou schopna rozeznávat druh vozidla. Údaje jsou tedy pouze o celkovém počtu vozidel. Výstupními záznamy z čidel jsou počty motorových

vozidel, které projely sledovaným úsekem za časový interval 15 minut. Detekční smyčky jsou umístěny na každé pozemní komunikaci sledovaných křižovatek, a to ve všech jejich jízdnicích pružích. Data však nelze použít ke směrovému průzkumu, vzhledem k technickým podmínkám křižovatek, které nedovolují sledovat všechny možné směry pohybu vozidel, neboť jednotlivé jízdnicí pruhy nejsou směrovány pouze jedním směrem.

Data byla poskytnuta ve formátu xls. Každý tabulkový soubor udává informace o jedné křižovatce. Jeho součástí je schéma znázorňující situační rozdělení a popis jednotlivých detekčních smyček. Dále se skládá z údajů o datu a čase záznamu, číselného označení dne v týdnu, které představují hodnoty 1 až 7, přičemž 1 značí pondělí a 7 neděli, a samotných údajů o množství vozidel zaznamenaných konkrétní detekční smyčkou.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Datum	Čas	Den	směr 1	směr 2	směr 3	směr 4	směr 5	směr 6							
2	2.2.2011	13:01:00	3	52	20	67	33	66	0							
3	2.2.2011	13:16:00	3	59	15	44	41	64	0							
4	2.2.2011	13:31:00	3	53	15	69	34	60	0							
5	2.2.2011	13:46:00	3	57	14	59	49	54	0							
6	2.2.2011	14:01:00	3	66	16	76	48	68	0							
7	2.2.2011	14:16:00	3	60	10	83	48	96	0							
8	2.2.2011	14:31:00	3	67	13	69	42	70	0							
9	2.2.2011	14:46:00	3	68	18	74	43	67	0							
10	2.2.2011	15:01:00	3	66	17	62	55	82	0							
11	2.2.2011	15:16:00	3	72	17	76	67	93	0							
12	2.2.2011	15:31:00	3	76	18	67	52	76	0							
13	2.2.2011	15:46:00	3	68	15	83	51	84	0							
14	2.2.2011	16:01:00	3	87	14	73	53	75	0							
15	2.2.2011	16:16:00	3	75	20	89	62	68	0							
16	2.2.2011	16:31:00	3	49	12	73	44	68	0							
17	2.2.2011	16:46:00	3	56	16	84	37	88	0							
18	2.2.2011	17:01:00	3	63	14	73	43	82	0							
19	2.2.2011	17:16:00	3	57	22	76	54	66	0							
20	2.2.2011	17:31:00	3	67	13	66	35	40	0							
21	2.2.2011	17:46:00	3	54	14	59	36	60	0							
22	2.2.2011	18:01:00	3	56	11	56	31	54	0							
23	2.2.2011	18:16:00	3	48	8	76	38	47	0							
24	2.2.2011	18:31:00	3	33	10	57	25	54	0							
25	2.2.2011	18:46:00	3	32	8	56	19	42	0							
26	2.2.2011	19:01:00	3	31	10	48	20	39	0							
27	2.2.2011	19:16:00	3	29	10	45	29	31	0							
28	2.2.2011	19:31:00	3	25	10	32	22	46	0							



Obr. 4 Ukázka dat

K dispozici jsou data pro pracovní i víkendové dny z let 2008 až 2012. Data pro rok 2012 mají odlišnou strukturu oproti datům z předchozích let. Z tohoto důvodu je od vyhodnocení tohoto roku upuštěno. Vstupní data tedy tvoří údaje za období let 2008 až 2011. Nejedná se však o homogenní data, která by popisovala celkový roční vývoj dopravy. Jde o záznamy za určité časové období roku, které představují minimálně dva měsíce roku. V rámci jednotlivých let však nejsou tato období plně shodná. S ohledem na měnící se charakter provozu v rámci roku, nelze porovnávat data za zcela odlišné části roku. Bylo třeba najít takové období roku, pro které by byly dostupné záznamy za všechny čtyři roky. Dle TP 189 se doporučuje členit dopravu z hlediska časového období na jarní, prázdninovou, podzimní a zimní. Charakteristika jednotlivých období je popsána v kapitole o intenzitách dopravy. Z TP 189 také vyplývá, že nejvhodnější dobou pro sledování jsou dny úterý, středa a čtvrtek v období jara a podzimu. Z přehledu dostupných dat v tabulce č. 1 je patrné, že pro všechny čtyři roky jsou dostupná data za období jara.

Tab. 1 Přehled dostupných dat

období	2008	2009	2010	2011
jaro	x	x	x	x
prázdniny	x	x	x	
podzim	x		x	
zima		x		x

Je však třeba také počítat s určitými úskalími dat a jejich chybami, které se v datech mohou objevit. Mezi největší úskalí dat patří rozdílné časové započetí záznamů. Například v případě jedné křižovatky se záznam nového údaje započne každou třetí, 18., 33. a 48. minutou hodiny, kdežto na druhé křižovatce jsou záznamy započteny každou první, 16., 31. a 46. minutou hodiny. Pro účely analýz je však potřeba tyto časové úseky sjednotit. Tento problém lze řešit dvěma způsoby, a to interpolací dat či aproximace dat. Interpolací je myšlen proces výpočtu neznámých hodnot určitého jevu na základě známých bodových dat. Při využití interpolace dochází ke změně celkové struktury dat. Aproximací se rozumí znázornění něčeho, co není přesné, ale je to stále tak blízko přesným hodnotám, aby to bylo použitelné. Pro řešení tohoto problému bylo v tomto případě využito aproximace dat. Byly tedy upraveny časové údaje záznamů a to tak, že každý původní záznam byl nahrazen novým časovým údajem, který představuje nejbližší nultá, 15., 30. či 45. minuta hodiny. Tedy v případě, že časový údaj je započat v 8:03 hodin nahradí se tento záznam údajem 8:00 hodin. Po aproximaci pak u všech křižovatek dochází k započetí záznamu každou nultou, 15., 30. a 45. minutou hodiny.

Zjevnou chybou je především porucha čidla. Nejpatrnější poruchou je celková absence informací. V důsledku této poruchy nejsou dostupná data pro některé detekční smyčky. Nejčastějším projevem poruchy je změna v intervalu sčítání, kdy je místo 15-ti minutové standardní doby záznamu informace uvedena za jiné časové období. Dalším možným projevem závady čidla je vícekrát se opakující totožná hodnota pro po sobě jedoucí časové úseky. Tyto chyby lze v podstatě lehce najít a eliminovat. Hůře patrné jsou chyby způsobené nestandardním chováním provozu, ke kterému dochází z důsledku náhlých událostí na sledovaném úseku. Příkladem těchto nestandardních situací jsou dopravní nehody či uzavírky komunikace za účelem rekonstrukce. Takovéto chyby je na první pohled těžké odhalit. Jsou však patrné při stanovení odchylek hodnot od průměrných hodnot, kdy je odchylka chybových dat dosti vysoká, či naopak nízká. Tímto způsobem se však neodhalí všechny chyby, v některých případech nedochází k tak velké změně, respektive tak velké odchylce, aby bylo možné říci, že se jedná o chybu. Proto je dobré vzít v potaz také záznamy o dopravních nehodách a uzavírkách. Veškerá chybová data je třeba vytěsnit, aby bylo zajištěno, že se budou výsledky analýz co nejvíce přibližovat standardnímu chování dopravy. Dalším úskalím dat je jejich zaznamenávání. Na většině křižovatek zaznamenávají čidla informace po celý den, v několika případech jsou však dostupné informace pouze pro období mezi 5. a 19. hodinou. Tato data není nutné eliminovat, ale je třeba s tímto faktem počítat.

Z výše zmiňovaných důvodů byly vybrány vzorky dat pro každý rok, které by nejlépe vystihovaly situaci za normálních podmínek v kompatibilním časovém období. Před samotným vytvořením vzorku dat, bylo nutné vymezit, co všechno bude v rámci práce analyzováno a jak by tedy měl vzorek vypadat. Bylo rozhodnuto, že bude analyzován charakter provozu pomocí denních a patnácti minutových variací intenzit dopravy, všech pracovních dní v období mezi 6. a 18. hodinou pro období jara. Toto rozhodnutí se mimo jiné odvíjí od dostupnosti dat. Bylo také přihlédnuto k faktu, jaké množství dat by bylo nutno zpracovat. Následně se analýza zaměřuje na rozdíly mezi jednotlivými pracovními dny týdne, které stanovují týdenní variace dopravy. Vzorky dat by měly tedy vystihovat všechny pracovní dny. Aby se vzorek mohl považovat za reálně vypovídající ukazatel, měl by se skládat ze záznamů alespoň dvou dní. Například v případě stanovení vzorku dat pro pondělí by měl vzorek dat představovat aritmetické průměry náležitých hodnot intervalů, stanovených z alespoň dvou vybraných pondělí měsíce dubna, května či června.

Z dat byly tedy vybrány všechny záznamy pro pracovní dny za sledované období. Tyto záznamy podlely procesu aproximace a eliminace chyb. Tím vznikl základ pro vytvoření vzorků dat. Právě v důsledku eliminace chybových dat a částečně také z důvodů omezení časového období není dostupný dostatečný počet informací, pro stanovení reálného vzorku dat některých dní v období. Vybraný vzorek dat pro období jara není dostupný pro některé pracovní dny. Konkrétně pro pondělí, úterý a středu roku 2010 a pro rok 2011 není dostupný vzorek dat pro pondělí. Chybějící data do vzorku pro rok 2010 byla nahrazena daty za období podzimu. Data pro pondělí roku 2011 byla vynechána.

Konečný vzorek obsahuje údaje pro všechny pracovní dny, které jsou počítány jako aritmetický průměr hodnot, spadajících do stejného časového intervalu, vybraných dní dle výše zmíněných kritérií. Takový vzorek je stanoven pro všechna sledované období a roky. Tyto vzorky dat dále vstupují do všech analýz.

Prvním krokem samotného vyhodnocení charakteru provozu bylo stanovení denních a patnácti minutových variací intenzit dopravy. Tyto variace byly stanoveny za dobu mezi 6. a 18. hodinou, vzhledem k dostupnosti dat a neboť ve zbylém období dne, se nepředpokládá výskyt dopravních špiček. Patnácti minutová variace intenzit dopravy byla stanovena jako procentuální podíl jednotlivých patnácti minutových intenzit ku celkovému počtu vozidel za období mezi 6. a 18. hodinou. Denní variace intenzit dopravy je pak spočtena jako součet patnácti minutové variace intenzit dopravy spadajících do konkrétní hodiny. Pro ukázkou jsou v tabulce č. 2 a č. 3 uvedeny výsledky výpočtů těchto variací pro čtvrtek za období jara roku 2009 pro křižovatku „Drápal“. Veškeré denní a patnácti minutové variace intenzit jsou součástí příloh.

Tab. 2 Patnácti minutová variace intenzit dopravy křižovatky Drápal v roce 2009

15-TI MINUTO VÁ VADIAČE	DRÁPAL						
	tř. Svobody- smNH	tř. Svobody- smNH	Havlíčkov a	Havlíčkov a	tř. Svobody- smE	tř. Svobody- smE	Pavelčák ova
	směr ro-pr	le	pr	le-ro	pr	le-pr	le-ro-pr
6:15:00	0,95	0,86	0,95	0,66	0,64	1,02	0,74
6:30:00	0,81	0,81	1,38	0,66	0,93	0,40	1,01
6:45:00	1,06	1,06	1,79	1,17	1,11	1,23	0,80
7:00:00	1,53	1,91	2,18	1,52	1,91	1,34	1,19
7:15:00	1,62	1,81	2,02	1,33	1,54	1,48	1,01
7:30:00	1,67	1,52	1,67	1,55	1,54	1,83	1,31
7:45:00	1,61	1,97	2,55	1,94	1,97	1,60	1,84
8:00:00	2,30	1,86	2,62	2,76	1,95	2,18	2,20
8:15:00	2,68	1,95	2,46	2,74	2,22	2,15	2,08
8:30:00	2,24	2,02	2,35	2,47	1,93	1,61	1,93
8:45:00	2,50	2,39	2,22	2,70	1,86	1,41	2,40
9:00:00	2,52	1,95	2,23	2,50	2,04	1,80	2,55
9:15:00	2,73	1,67	1,61	3,61	2,00	1,85	2,70
9:30:00	2,47	1,75	2,04	2,21	2,18	2,11	2,53
9:45:00	2,42	2,26	1,58	2,56	3,53	2,05	2,46
10:00:00	2,52	2,11	2,28	2,64	2,10	2,01	2,28
10:15:00	2,48	2,39	2,04	2,52	2,32	2,52	3,09
10:30:00	2,00	2,31	2,14	2,35	2,23	2,23	1,75
10:45:00	1,92	2,30	1,94	2,11	2,36	2,06	2,37
11:00:00	1,92	1,37	2,44	2,33	2,03	2,15	2,49
11:15:00	2,00	2,19	2,13	2,37	2,27	2,16	2,37
11:30:00	2,04	2,11	2,29	2,21	1,96	2,31	2,55
11:45:00	1,84	2,04	2,13	1,92	2,34	1,92	2,23
12:00:00	2,03	2,23	2,11	1,91	2,09	2,12	1,87
12:15:00	1,98	1,70	1,63	2,27	2,19	1,99	2,25
12:30:00	2,13	2,03	2,21	2,55	2,05	2,26	2,22
12:45:00	1,87	1,97	2,23	2,08	1,95	1,62	2,05
13:00:00	1,92	2,07	2,08	2,45	1,95	2,02	1,87
13:15:00	2,18	1,96	2,22	2,07	2,33	2,64	2,31
13:30:00	1,98	2,21	1,98	1,88	2,32	2,18	2,23
13:45:00	2,23	2,48	2,18	1,62	2,12	2,09	1,86
14:00:00	2,14	2,56	1,97	1,84	2,32	2,45	1,99
14:15:00	2,15	2,28	2,46	1,88	2,17	2,20	1,99
14:30:00	2,30	2,55	2,44	2,11	2,17	2,31	1,98
14:45:00	2,14	2,29	2,41	1,92	2,07	2,25	2,61
15:00:00	2,10	2,08	2,23	2,41	3,01	2,33	2,23
15:15:00	2,38	2,73	1,70	2,15	2,60	2,62	1,93
15:30:00	2,47	2,67	2,12	2,49	2,15	2,60	2,05
15:45:00	2,47	2,67	2,11	2,11	2,02	2,96	2,73
16:00:00	2,41	2,49	2,23	2,25	2,17	2,62	2,26
16:15:00	2,11	2,09	2,20	2,05	2,25	2,83	2,32
16:30:00	2,60	2,99	2,16	2,13	2,20	2,53	2,41
16:45:00	2,09	2,88	1,98	1,80	2,02	2,54	1,98
17:00:00	2,17	2,16	2,08	2,06	2,27	2,38	2,31
17:15:00	2,12	2,03	2,26	1,78	2,24	2,35	2,28
17:30:00	2,17	2,29	2,03	1,66	2,34	2,54	2,02
17:45:00	1,92	1,93	1,99	1,90	2,13	1,94	1,93
18:00:00	2,13	2,03	1,93	1,80	1,89	2,21	2,46

Tab. 3 Denní variace intenzit dopravy křižovatky Drápal v roce 2009

DENNÍ VARIACE	DRÁPAL						
	tř. Svobody- smNH	tř. Svobody- smNH	Havlíčkov a	Havlíčkov a	tř. Svobody- smE	tř. Svobody- smE	Pavelčák ova
	ro-pr	le	pr	le-ro	pr	le-pr	le-ro-pr
Jaro 2009 Čt							
směr							
6 – 7	4,35	4,65	6,30	3,99	4,58	3,99	3,74
7 – 8	7,19	7,16	8,86	7,59	7,00	7,09	6,35
8 – 9	9,95	8,30	9,26	10,42	8,05	6,97	8,96
9 – 10	10,14	7,79	7,51	11,01	9,81	8,01	9,98
10 – 11	8,33	8,37	8,56	9,31	8,95	8,97	9,70
11 – 12	7,90	8,58	8,67	8,41	8,66	8,51	9,02
12 – 13	7,90	7,77	8,16	9,36	8,14	7,90	8,38
13 – 14	8,52	9,22	8,35	7,41	9,10	9,35	8,39
14 – 15	8,69	9,20	9,54	8,33	9,42	9,10	8,80
15 – 16	9,72	10,57	8,17	9,00	8,95	10,80	8,96
16 – 17	8,96	10,13	8,43	8,04	8,73	10,28	9,03
17 – 18	8,34	8,27	8,20	7,14	8,60	9,03	8,69

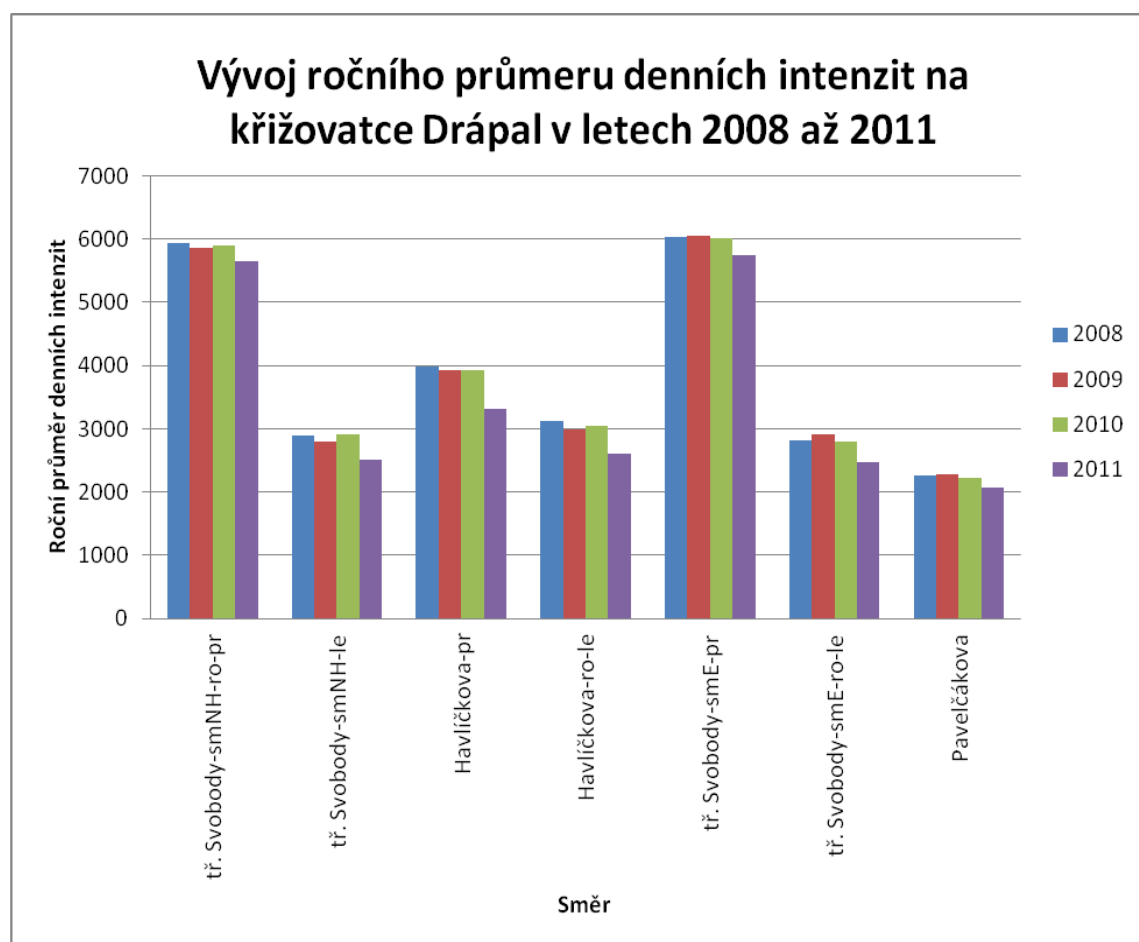
Týdenní variace intenzit dopravy jsou stanovovány pro všechny pracovní dny z celkové denní intenzity. Pro úseky křižovatek, kde nebyla dostupná data za celý den, došlo k výpočtu odhadu denní intenzity pomocí přepočtového koeficientu, který je uveden v TP 189 pro konkrétní třídy komunikace za období jara. Výsledky týdenní variace intenzit dopravy roku 2009 křižovatky „Drápal“ jsou znázorněny v tabulce č. 4.

Z denních a patnácti minutových variací byly určeny dopolední a odpolední špičkové doby. Ty značí, ve kterém období dopoledne a odpoledne došlo k maximálnímu nasycení provozu. Jsou to právě ty doby, kdy byly dopolední, respektive odpolední variace nejvyšší. V tabulkách jsou označeny fialovou barvou.

Tab. 4 Týdenní variace intenzit dopravy křižovatky Drápal v roce 2009

TÝDENNÍ VARIACE	DRÁPAL							
	tř. Svobody- smNH	tř. Svobody- smNH	Havlíčkov a	Havlíčkov a	tř. Svobody- smE	tř. Svobody- smE	Pavelčák ova	průměr
	ro-pr	le	pr	le-ro	pr	le-pr	le-ro-pr	
2009								
PO	97,34	93,97	93,35	93,60	98,14	96,41	91,66	94,92
ÚT	96,89	99,37	97,12	95,53	96,16	100,25	92,78	96,87
ST	101,68	98,44	105,01	97,86	99,98	100,56	98,98	100,36
ČT	103,44	103,51	102,82	105,97	104,67	100,22	105,81	103,78
PÁ	100,65	104,71	101,70	107,04	101,06	102,57	110,76	104,07

Do výpočtu odhadu ročního průměru denních intenzit vstupují hodnoty vybraných čtvrtěčních dní jednotlivých let, které jsou obsaženy i ve vzorku dat. Nebylo nutné stanovit přepočtový koeficient intenzity dopravy ve sledované době na denní intenzitu dopravy sledovaného dne, neboť tato data jsou dostupná pro všechny směry křižovatek za celý den. Bylo však nezbytné vypočítat přepočtový koeficient zohledňující týdenní variaci intenzit dopravy a určit přepočtový koeficient týdenního průměru denních intenzit dopravy na roční průměr denních intenzit dopravy. Přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne na týdenní průměr denních intenzit dopravy se vypočítá z týdenní variace jednotlivých let. Koeficient k přepočtu týdenního průměru denních intenzit na roční průměr denních intenzit byl získán z TP 189. Graf č. 1 ukazuje vývoj ročního průměru denních intenzit pro křižovatku Drápal.



Graf 1. Vývoj ročního průměru denních intenzit dopravy pro křižovatku Drápal

Vstupními daty pro výpočet korelačního koeficientu jsou patnácti minutové variace intenzit dopravy jednotlivých směrů. Pro každý pracovní den každého roku jsou vypočítány koeficienty pro všechny možných kombinace směrů. Každý směr má tedy svoje korelační koeficienty znázorňující určitý vztah se všemi ostatními směry. Výsledné koeficienty pro pracovní dny sledovaného roku jsou následně zprůměrovány. Tyto průměry tvoří podklad pro vyhodnocení vztahů mezi směry pro sledovaný rok. Typ vztahu se odvíjí od těsnosti korelačního koeficientu. Za silné vztahy mezi směry, a tedy i

značně podobné charaktery provozu, lze považovat takové směry, jejichž korelační koeficient je vyšší než hodnota 0,7. V případě že je hodnota koeficientu nižší než 0,3, lze předpokládat, že směry mají odlišný průběh dopravy. Hodnoty mezi 0,3 a 0,5 představují těsnost mírnou, která jednoznačně nevypovídá o nějakém ovlivňování se, nelze tedy jednoznačně potvrdit, zda mají směry podobný charakter provozu. Výrazná těsnost a tedy i tvrzení, že mezi směry je patrný určitý vztah, znázorňují hodnoty mezi 0,5 a 0,7. Jestliže jsou korelační koeficient ve vyšších záporných hodnotách, lze mluvit o tzv. antikorelaci, což značí opačné charakteristiky provozu. V tabulce č. 5 jsou znázorněny korelační koeficienty všech směrů pro rok 2009.

Tab. 5 Korelační koeficienty jednotlivých směrů v roce 2009

KORELACE PRŮMĚR 2009	ANČA					NÁMĚSTÍ HRDINŮ					DRÁPAL					ENVELOPA					ŽÍKOVŮ NÁMĚSTÍ																
	Na trati		Tomkova	Na Šibenicu	Na Šibenicu	Erenburgova	tř. Svobody	tř. Svobody	Palackého	Legionářská	Legionářská	nám. Nár. hrdinů	nám. Nár. hrdinů	tř. Svobody-smNH	tř. Svobody-smNH	Havlíčková	Havlíčková	tř. Svobody-smE	Svobody-smE	Pavelčáková	Kosmonautů	Wittgensteinova	Wittgensteinova	17. listopadu-smŽN	17. listopadu-smD	17. listopadu-smD	Kosmonautů	17. listopadu-smŽN	Masarykova tř.	17. listopadu	17. listopadu	Žižkovo nám.	Husova				
	le-ro-pr	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr	le-ro	pr		
ANČA	Na trati	le-ro-pr	1	0,37957	0,2801299	0,36918	0,252745901	0,340341		0,2895466	0,25882927	0,36658085	0,112038		0,340228	0,27322	0,2996607	0,2610483	0,278036	0,292749	0,287098844	0,319606553	0,262986739	0,344095705	0,346394	0,376633	0,280768	0,110683	0,273481	0,336997582	0,194489	0,141888	0,329025	0,345187			
	Tomkova	le-ro-pr	0,37966	1	0,4510653	0,53717	0,314574509	0,529783		0,381339	0,49455311	0,63146538	0,097246		0,496776	0,559029	0,273444	0,3156904	0,574793	0,66408	0,43252127	0,532932246	0,241072278	0,457205941	0,319183	0,637255	0,382694	0,188615	0,256139	0,538877613	0,304846	0,352518	0,532728	0,276966			
	Na Šibenicu	ro-pr	0,28013	0,451065	1	0,48461	0,201925364	0,462274		0,2134458	0,45379342	0,5250571	0,03705		0,409437	0,476256	0,1541134	0,1837482	0,438425	0,547821	0,329330196	0,535363837	0,267975144	0,337273805	0,293771	0,520531	0,276666	0,220497	0,187091	0,478203321	0,306147	0,271609	0,431145	0,147236			
	Na Šibenicu	le	0,36918	0,537169	0,4846134	1	0,287876653	0,526256		0,3811249	0,45920766	0,61522114	0,102065		0,562617	0,556724	0,3201087	0,3718828	0,461571	0,623674	0,465648431	0,571462529	0,382362854	0,414263	0,613223	0,452307	0,3829218	0,297672	0,592601571	0,402503	0,249368	0,568854	0,332409				
	Erenburgova	le-ro-pr	0,25275	0,314575	0,2019254	0,28788	1	0,134109		0,2558617	0,06067541	0,23049921	0,141675		0,186835	0,208152	0,2555977	0,1622119	0,172063	0,196574	0,108649551	0,07842519	0,25674867	0,202074936	0,229717	0,223374	0,195807	-0,01992	0,344352	0,299641656	0,06299	0,22389	0,158092	0,346627			
	tř. Svobody	ro-pr	0,34034	0,529783	0,4622742	0,52626	0,134108887	1		0,619046	0,52093024	0,73575375	0,255334		0,83208	0,608088	0,3898549	0,7157166	0,774626	0,631976	0,777402049	0,809864692	0,470836633	0,700058193	0,674496	0,641617	0,630736	0,355802	0,408896	0,681675229	0,556401	0,292939	0,748263	0,408297			
	tř. Svobody	le																																			
NÁMĚSTÍ HRDINŮ	Palackého	le-ro-pr	0,28955	0,381339	0,2134458	0,38112	0,255861681	0,619046		1	0,37760846	0,49274293	0,375932		0,660629	0,369834	0,3933815	0,6084256	0,550079	0,361724	0,593506123	0,522511063	0,5183438	0,57102056	0,514928	0,41155	0,504641	0,246392	0,476317	0,55404163	0,326896	0,227509	0,50209	0,444374			
	Legionářská	pr	0,25883	0,494553	0,4537934	0,45921	0,06067541	0,520903		0,3776085	1	0,68199221	0,145457		0,470277	0,534344	0,1944141	0,2879178	0,434964	0,517046	0,431092742	0,558216517	0,324012208	0,397688024	0,364636	0,57761	0,426372	0,227863	0,128011	0,532758331	0,362145	0,141731	0,501274	0,254585			
	Legionářská	le-ro	0,36658	0,631465	0,5250571	0,61522	0,230499205	0,735754		0,4927429	0,68199221	1	0,224754		0,655883	0,663632	0,36451	0,4666717	0,688986	0,741495	0,570785351	0,717146397	0,443103	0,579173858	0,586141	0,746969	0,631808	0,314235	0,37408	0,706802053	0,483668	0,335658	0,723489	0,403794			
	nám. Nár. hrdinů	pr	0,11204	0,097246	0,0370497	0,10207	0,141674946	0,255334		0,3759317	0,14545749	0,22475422	1		0,318178	0,168767	0,2104561	0,3084909	0,277614	0,107909	0,220043454	0,227903344	0,316694186	0,321891902	0,282023	0,168169	0,268363	0,139341	0,213503	0,351202335	0,142177	0,151559	0,252448	0,368605			
	nám. Nár. hrdinů	le-ro																																			
DRÁPAL	tř. Svobody-smNH	ro-pr	0,34023	0,496776	0,4094367	0,56262	0,186835302	0,83208		0,6606291	0,47027717	0,65588346	0,318178		1	0,549301	0,4491951	0,7568265	0,698034	0,548925	0,800728723	0,73392371	0,562336035	0,781882991	0,639513	0,611258	0,609096	0,335331	0,48938	0,693305604	0,490099	0,279963	0,646601	0,512298			
	tř. Svobody-smNH	le	0,27322	0,559029	0,4762561	0,55672	0,20815181	0,608088		0,3698339	0,5343466	0,6636321	0,168767		0,549301	1	0,2428945	0,3231854	0,591513	0,716284	0,467705076	0,652074821	0,315125179	0,467653725	0,385598	0,713026	0,453629	0,313886	0,256957	0,609059573	0,428473	0,297417	0,563596	0,282565			
	Havlíčková	pr	0,29966	0,273444	0,1541134	0,32011	0,255597697	0,389855		0,3933815	0,1944141	0,36451	0,210456		0,449195	0,242894	1	0,3795677	0,35382	0,228115	0,347993567	0,378389348	0,441164074	0,49064213	0,475313	0,29523	0,469304	0,217624	0,516922	0,476770319	0,253285	0,324719	0,362862	0,463889			
	Havlíčková	le-ro	0,26105	0,31569	0,1837482	0,37188	0,16221193	0,715717		0,6084256	0,28791777	0,46667169	0,308491		0,756863	0,323185	0,3795677	1	0,511908	0,348808	0,716149039	0,539423996	0,517417074	0,647179849	0,593454	0,366292	0,472832	0,21699	0,476809	0,521905841	0,332516	0,264553	0,495011	0,442441			
	tř. Svobody-smE	pr	0,27804	0,574793	0,4384248	0,46157	0,172062706	0,774626		0,5500789	0,43496428	0,6889857	0,277614		0,698034	0,591513	0,3453821	0,5119077	1	0,655933	0,672646485	0,735597698	0,435028387	0,592605325	0,60588	0,624733	0,593914	0,388476	0,36995	0,604359854	0,529071	0,382316	0,698723	0,310594			
	tř. Svobody-smE	le-pr	0,29275	0,66408	0,5478209	0,62367	0,196574006	0,631976		0,3617236	0,51704618	0,74149523	0,107909		0,548925	0,716284	0,2281151	0,3488079	0,655933	1	0,511133211	0,694962701	0,264494769	0,465846181	0,383462	0,687203	0,445879	0,303379	0,227658	0,622692468	0,427248	0,332147	0,655079	0,193913			
	Pavelčáková	le-ro-pr	0,2871	0,432521	0,3293302	0,46565	0,108649551	0,777402		0,5935061	0,43109274	0,57178535	0,220043		0,800729	0,467705	0,3479936	0,716149	0,672646	0,511133	1	0,731614615	0,401971905	0,656846425	0,564789	0,532276	0,562403	0,348731	0,326051	0,554102924	0,487178	0,231871	0,614362	0,359893			
	tř. Kosmonautů	ro-pr	0,31961	0,532932	0,5353638	0,57146	0,07842519	0,809865		0,5225111	0,5821652	0,7171464	0,227903		0,733924	0,652075	0,3783893	0,539424	0,735598	0,694963	0,731614615	1	0,388580928	0,633867021	0,589754	0,680342	0,596885	0,425811	0,29805	0,570299	0,241606	0,500272	0,554549998	0,3882	0,317102	0,447055	0,531957
	Wittgensteinova	ro-pr	0,26299	0,241072	0,2679751	0,38236	0,25674867	0,470837		0,5183438	0,32401221	0,443103	0,316694		0,562336	0,315125	0,4411641	0,5174171	0,435028	0,264495	0,401971905	0,388580928	1	0,621004591	0,472637	0,414581	0,570299	0,241606	0,500272	0,554549998	0,3882	0,317102	0,447055	0,531957			
	Wittgensteinova	le	0,3441	0,457206	0,3377238	0,47261	0,202074936	0,700058		0,5710206	0,39678802	0,57917386	0,321892		0,781883	0,467654	0,4906421	0,6471798	0,592605	0,465846	0,656846425	0,633867021	0,621004591	1	0,579218	0,563157	0,611983	0,377342	0,47597	0,644818578	0,449637	0,319005	0,594205	0,580684			
	17. listopadu-smŽN	ro-pr	0,34639	0,319183	0,2937711	0,41426	0,229717401	0,674496		0,5149275	0,39643623	0,5861412	0,282023		0,639513	0,385598	0,4753129	0,5593454	0,60588	0,383462	0,532275853	0,589753565	0,472637413	0,579217804	1	0,452477	0,678262	0,30552	0,409723	0,532306103	0,416633	0,240369	0,551981	0,509893			
	17. listopadu-smD	pr	0,37663	0,632755	0,5205314	0,61322	0,22374234	0,641617		0,4115496	0,57760993	0,74669851	0,168169		0,611258	0,713026	0,2952299	0,366292	0,624733	0,687203	0,532275853	0,680342192	0,414580969	0,56315711	0,452477	1	0,602084	0,354348	0,294292	0,692878675	0,474097	0,25251	0,679108	0,450559			
	17. listopadu-smD	le-ro	0,28077	0,382694	0,2766864	0,45231	0,195807113	0,630736		0,5046407	0,42637168	0,63180785	0,268363		0,609096	0,453629	0,4693035	0,4728324	0,593914	0,445879	0,562402911	0,596984957	0,570298687	0,570298687	0,602084	1	0,368043	0,446189	0,601023531	0,487805	0,306845	0,601127	0,659747				
	tř. Kosmonautů	le	0,11068	0,186615	0,2204973	0,38292	-0,01992043	0,355802		0,2463916	0,22786291	0,31423522	0,139341		0,335331	0,313886</																					

6 VÝSLEDKY

Jedním z dílčích výsledků práce jsou přehledové tabulky, které jsou složeny ze skupiny tabulek patnácti minutových variací intenzit dopravy, denních variací intenzit dopravy a týdenních variací intenzit dopravy a tabulky odhadu ročního průměru denních intenzit. Patnácti minutové a denní variace intenzit dopravy znázorňují rozložení provozu jednotlivých směrů sledovaných křižovatek, a jejich dopolední a odpolední špičkové doby, mezi 6. a 18. hodinou pracovních dní v období let 2008 až 2011. Lze z nich tedy vyčíst, ve kterou dobu je provoz daného směru nejvytíženější a naopak. Přehledové tabulky týdenních intenzit dopravy znázorňují podíl denních intenzit provozu jednotlivých dní týdne na týdenním průměru denních intenzit. Ukazují tedy, ve kterém dni v týdnu je provoz dané komunikace největší, respektive nejmenší. Tabulka odhadu ročních průměrů denních intenzit dopravy informuje o průměrném zatížení komunikací v jednotlivých letech.

Dalším dílčím výsledkem jsou tabulky korelačních koeficientů jednotlivých let. Z nich lze vyčíst úroveň vztahu mezi směry, odvíjející se od těsnosti korelačního koeficientu. Všechny tyto přehledové tabulky lze nalézt v přílohách této práce.

Výsledkem práce je i mapový výstup znázorňující vývoj špičkových dob v rámci sledovaných let. Konkrétně jsou znázorněny patnácti minutové dopravní špičky pro všechny směry i celou křižovatku. Tento mapový výstup se skládá z lokalizace křižovatek a pěti tematických map jednotlivých křižovatek.

6.1 Charakter provozu

Rozložení provozu, respektive jeho charakter, vychází z přehledových tabulek patnácti minutových, denních a týdenních variací intenzit dopravy a z odhadu ročního průměru denních intenzit. Podrobné popsání situace směrů každého pracovního dne a celkové týdenní situace jednotlivých let, by představovalo značné množství informací, které by svým rozsahem mnohonásobně převýšily možný rámec této práce. Z toho důvodu je charakterizována pouze průměrná dopravní situace. Veškeré informace o konkrétních pracovních dnech lze snadno vyčíst z přehledových tabulek umístěných v přílohách.

Z výsledků odhadů ročních průměrů denních intenzit vyplývá, že se doprava jednotlivých směrů, až na pár výjimek, mění řádově ve stovkách u vytíženějších komunikací a v desítkách vozidel u méně vytížených komunikací. K velkému skoku došlo ve směru Na trati náležícímu křižovatce „Anča“, kde byl zaznamenán mezi lety 2008 a 2009 nárůst vozidel o více než tisíc vozidel, v následujících letech se však situace srovnala. Nejvytíženějšími ze sledovaných křižovatek jsou podle výsledků odhadů „Drápal“, „Envolopa“ a „náměstí Hrdinů“, kde denně projede více než 20 tisíc vozidel. Z nich největší množství dopravy zaznamenávají komunikace na tř. Svobody a 17. listopadu.

Z hlediska týdenního provozu jsou komunikace nejvíce zatížené v pátek a nejméně pak v úterý. Je to však pouze průměrná hodnota, některé směry sledovaných křižovatek mají charakter týdenního provozu zcela odlišný. V rámci sledovaného období se charakter týdenního průběhu dopravy křižovatek „Drápal“, „Envelopa“ a „Žižkovo náměstí“ nijak zvlášť nezměnil. Na křižovatce „Anča“ dochází v průběhu let ke změnám v úterním, čtvrtečním a pátečním provozu. Pondělní a středeční doprava je relativně stálá. Na křižovatce „náměstí Hrdinů“ došlo mezi lety 2008 a 2009 ke značným výkyvům mezi úterním a středečním provozem. V letech 2010 byl zaznamenán nárůst pondělní a páteční dopravy a také velký pokles úterního provozu oproti předchozímu roku. Rok 2011 se vyznačuje podobným charakterem jako rok 2010, lze tedy předpokládat, že došlo k jakémusi ustálení provozu této křižovatky.

Denní průběh provozu je v rámci sledovaných let nejstálenejší na křižovatce „Drápal“, naopak největšími výkyvy intenzit dopravy v období dne se vyznačuje křižovatka „náměstí Hrdinů“. Průměrná odpolední špičková doba všech křižovatek je mezi 15. a 16. hodinou. Dopolední špičková doba se pak liší dle křižovatky i sledovaného roku. Přehled průměrných špičkových dob znázorňuje tabulka č.6.

Denní průběh provozu křižovatek „Drápal“, „Envelopa“ a „Žižkovo náměstí“ má podobná charakter. Rozdíl v intenzitě provozu mezi dopolední a odpolední špičkou těchto křižovatek je minimální. Dopoledne se vyznačuje prudším nárůstem dopravy po 7. hodině, který trvá až po dosažení dopolední špičkové doby a následně začne mírně klesat. Tento stav je patrný až do 13. hodiny, po které se provoz začne opět zvyšovat, následně nastane dopravní špička a po ní následuje prudší pokles. Křižovatka „Drápal“ má dopolední dopravní špičku mezi 9. a 10. hodinou, ve všech sledovaných letech. V roce 2008 a 2010 nastala dopolední špička na křižovatce „Envelopa“ v době mezi 9. a 10. hodinou, v roce 2009 se přesunula mezi 10. a 11. hodinu a doba mezi 7. a 8. hodinou představuje dopolední špičku roku 2011. Křižovatka „Žižkovo náměstí“ má dopolední špičkovou dobu v letech 2008 a 2011 mezi 8. a 9. hodinou. Čas mezi 10. a 11. hodinou znázorňuje dopolední špičku této křižovatky v roce 2009, v roce 2010 pak byla dopolední špička o hodinu dříve.

Dopolední doprava křižovatky „Anča“ se vyznačuje slabším provozem mezi 6. a 7. hodinou, po 7. hodině však dochází k jeho zvýšení přibližně o 20% a takto relativně stálý zůstává až do 12. hodiny. Po 12. hodině začíná docházet k navyšování provozu, které trvá až do doby mezi 15. a 16. hodinou, kdy nastává odpolední špička, následně se provoz snižuje. Dopolední špička pro rok 2008 je to mezi 9. a 10. hodinou, v letech 2009 a 2010 pak mezi 8. a 9. hodinou a úsek 7. a 8. hodiny představuje dopolední špičku roku 2011. Při dopolední špičce projede křižovatkou „Anča“ zhruba o 15 % méně vozidel než při odpolední špičce.

Podobný styl provozu jako křižovatka „Anča“ má i „náměstí Hrdinů“, odlišuje se však v charakteru dopoledního provozu, kdy dochází, jako u ostatních křižovatek vyjma „Ančí“, k rychlému nárůstu provozu po 7. hodině, který se pak mírně zvedá až k dosažení špičkové doby a následně mírně klesá. Dopolední špičková doba na křižovatce „náměstí

Hrdinů“ nastává v letech 2008, 2010 a 2011 mezi 9. a 10. hodinou, a mezi 10. a 11. hodinou v roce 2009. Tato křižovatka se však vyznačuje největšími rozdíly mezi jednotlivými lety v rozložení intenzit dopravy v průběhu dne. V roce 2008 byl rozdíl mezi intenzitami provozu dopolední a odpolední špičky minimální. V letech 2009 a 2010 však došlo ke zvýšení provozu právě ve špičkových hodinách, což mělo za důsledek snížení intenzit dopravy ve zbývajících obdobích. Dopolední špička je v těchto letech o cca 8 % nižší než odpolední špička. V roce 2011 pak došlo k celkovému poklesu dopolední intenzity a zvýšení provozu v období mezi 15. a 18. hodinou. Rozdíl intenzit dopolední a odpolední špičkovou dobou je pak přibližně 20 %.

Tab. 6 Průměrné špičkové doby sledovaných křižovatek

DOPRAVNÍ ŠPIČKY	Anča		náměstí Hrdinů		Drápal		Envelopa		Žižkovo náměstí	
	dopoledne	odpoledne	dopoledne	odpoledne	dopoledne	odpoledne	dopoledne	odpoledne	dopoledne	odpoledne
2008	9–10	15–16	9–10	15–16	9–10	15–16	9–10	15–16	8–9	15–16
2009	8–9	15–16	10–11	15–16	9–10	15–16	10–11	15–16	10–11	15–16
2010	8–9	15–16	9–10	15–16	9–10	15–16	9–10	15–16	9–10	15–16
2011	7–8	15–16	9–10	15–16	9–10	15–16	7–8	15–16	8–9	15–16

6.2 Vztahy mezi křižovatkami

Hlavním výsledkem práce je rozebrání a vyhodnocení vzájemných vztahů mezi křižovatkami. To vychází z výsledků korelačních koeficientů. Výsledné korelační koeficienty vypovídají jednak o vztazích mezi jednotlivými směry jedné křižovatky, tyto vztahy do jisté míry ovlivňuje signální plán dané křižovatky a nejsou až tak důležité, ale i o vztazích mezi směry různých křižovatek.

Po dobu všech čtyř sledovaných let lze pozorovat velmi silné vazby mezi směry hlavních komunikací křižovatek „náměstí Hrdinů“, „Drápal“, „Envelopa“ a „Žižkovo náměstí“. Vztahy mezi ostatními křižovatkami s křižovatkou „Anča“ jsou vzhledem ke vzdálenější poloze a horší návaznosti na směry ostatních křižovatek, hůře patrné a nepřilíživé. Korelační koeficienty směrů Na trati a Erenburgova jsou nižší než 0,5, nemají tak žádné prokazatelné vztahy se směry ostatních křižovatek. Směr Na Šibeníku rovně-vpravo má sice pár koeficientů vyšších než 0,5, ale ty nejsou patrné ve vztazích s ostatními směry ve více než jednom roce a nelze tedy stanovit, zda se jedná opravdu o pevný vztah. Totéž platí i pro směry Tomkova a Na Šibeníku vlevo.

Ve všech čtyřech sledovaných letech byl identifikován vzájemný silný vztah na sekvenci směrů tř. Kosmonautů rovně-vpravo („Envelopa“) – tř. Svobody rovně-vpravo („Drápal“) – tř. Svobody rovně-vpravo („náměstí Hrdinů“). Na této sekvenci je korelační koeficient ve všech sledovaných letech vyšší než 0,7, a to jak mezi směry sousedních křižovatek, tak i mezi směry křižovatek na sebe nepřímými navazujícími. Na tento úsek se napojuje směr Wittgensteinova vlevo („Envelopa“), který má silnou vazbu se směrem tř. Svobody rovně-vpravo („Drápal“), koeficient mezi 0,71 a 0,78, i se směrem tř. Svobody rovně-vpravo („náměstí Hrdinů“), kde je koeficient o něco nižší. Směr Havlíčkova vlevo („Drápal“) navazuje na směr tř. Svobody rovně-vpravo, u tohoto vztahu je patrné ustálení, protože v roce 2008 byl korelační koeficient roven hodnotě

0,63, poté se zvýšil na hodnotu 0,72 a držel se tak až do konce sledovaného období. Také směr Pavelčákova („Drápal“) je korelován se směrem tř. Svobody rovně-pravá („náměstí Hrdinů“), jedná se však o korelaci, která v rámci let není zcela stabilní, hodnoty se pohybují mezi 0,65 a 0,78. Podobný vztah mají i směry tř. Svobody rovně-pravá („náměstí Hrdinů“) a Žižkovo náměstí („Žižkovo náměstí“), kde dochází k proměnlivosti hodnot mezi 0,68 a 0,74. O malinko slabší vazbu s výše zmiňovaným směrem Žižkovo náměstí („Žižkovo náměstí“) má i tř. Svobody rovně-vpravo („Drápal“), jeho koeficient se pohybuje v hodnotách 0,65 až 0,69. Směr Žižkovo náměstí („Žižkovo náměstí“) dále navazuje na směr 17. listopadu vpravo („Envelopa“), se kterým má vztah proměnlivý, hodnoty koeficientu se v tomto případě pohybují mezi 0,68 a 0,75. Se směrem 17. listopadu vpravo („Envelopa“) má vztah i Masarykova tř. („Žižkovo náměstí“). Ten má podobný charakter jako vztah mezi směry 17. listopadu vpravo („Envelopa“) a tř. Svobody vlevo („Drápal“), který lze považovat za zesilující, neboť měl v roce 2008 korelační koeficient roven 0,65 a v průběhu sledovaných let pak vystoupal na 0,77. V případě vztahu se směrem Masarykova („Žižkovo náměstí“) však došlo k vystoupení hodnot pouze k 0,69. Směr Masarykova tř. je také v korelaci se směry tř. Svobody rovně-vpravo („Drápal“) a tř. Svobody rovně-vpravo („náměstí Hrdinů“).

V opačném toku provozu jsou patrné vztahy mezi směry Legionářská vlevo-rovně („náměstí Hrdinů“) a tř. Svobody vlevo-rovně i vpravo („Drápal“), které lze považovat za vztah upevňující se v průběhu sledovaných let, neboť v roce 2008 byl korelační koeficient rovný hodnotě 0,67 a na konci sledovaného období pak 0,78. Směr tř. Svobody vlevo-rovně („Drápal“) dále pokračuje ve směru 17. listopadu vlevo a rovně-vpravo („Envelopa“), v těchto směrech se však žádný vztah neprojevil, což může do jisté míry ovlivňovat křížovatka, tvořena složením těchto směrů a vedlejší komunikací směřující do městské části Povel, ležící mezi těmito směry. Na směr Legionářská vlevo-rovně („náměstí Hrdinů“) také navazuje směr Žižkovo náměstí („Žižkovo náměstí“) se stálými koeficienty okolo 0,72. Poněkud slabší vztah je patrný mezi směrem Pavelčákova („Drápal“) a 17. listopadu rovně-vpravo („Envelopa“), jeho koeficienty se pohybují mezi 0,56 a 0,6. U dalších směrů nedochází k takovým výsledkům, aby bylo možné stanovovat další vztahy.

Mezi sebou jsou korelovány i směry jdoucí proti sobě, jako například tř. Svobody rovně-vpravo („Drápal“) a Legionářská rovně-vpravo („náměstí Hrdinů“). Tento fakt je způsoben stejným charakterem průběhu provozu v rámci dne. V dopoledních hodinách dochází mimo jiné k přesunu osob do zaměstnání a škol, odpoledne se pak tito lidé přepravují zpět do svého bydliště. Provoz dopoledních hodin se tak následně promítá i do odpoledních hodin. Takovéto směry pak mají značně podobný průběh provozu a dochází tak k jejich korelaci.

7 DISKUZE

Zachování stejného způsobu zaznamenávání dat pro rok 2012 by umožnilo provést sledování i pro tento rok, což by znamenalo aktuálnější informace. Také by bylo dobré mít dostupné údaje pro všechny směry za celé roky, ne pouze úseky jednotlivých let, které navíc nejsou v rámci let stejné. V tomto případě by výsledky mohly být ještě přesnější a kvalitnější. Řešením by bylo použít data i z jiných zdrojů. To však s sebou nese určitá rizika. Informace z jiných zdrojů nemusí být získané stejným či podobným způsobem. To má vliv na přesnost dat a může tedy dojít k odchylkám mezi daty. Na druhou stranu je pak možné porovnávat, který ze způsobů sledování dopravy je přesnější nebo který způsob získávání dat je nejvhodnější pro řešení dané problematiky. Pro účely této práce by mohla být využita například floating car data nebo data ze směrových průzkumů dopravy. Floating car data, ale nejsou k dispozici pro všechny sledované úseky a ani pro všechny sledované roky. Navíc jejich struktura je dosti odlišná od struktury dat použitých v této práci. Podobný problém je i v případě dat ze směrových průzkumů. Data jsou dostupná pouze pro období několika málo týdnů roku 2012.

Pro lepší hodnocení charakteru provozu by bylo dobré znát i složení provozu. Tedy mít dostupná data rozlišující typ vozidel. Pak by bylo možné zhodnotit provoz i z hlediska zatížení komunikací nákladní dopravou. Možným řešením by bylo provedení průzkumu zaměřeného právě na složení provozu. Byly by však zjištěny údaje pouze o aktuální situaci. Aplikace těchto údajů na starší data by ani tak nepředstavovala reálnou situaci a výsledky by byly značně zkreslené.

K vyhodnocení vzájemných vztahů by bylo dobré přistupovat z hlediska dopolední a odpolední doby, neboť v případě sledování celodenního charakteru provozu některých křižovatek dochází k promítání provozu z dopoledních hodin i do odpoledne. To má za následek korelaci i mezi protilehlými směry.

8 ZÁVĚR

Úkolem práce bylo provést statistické vyhodnocení zatížení vybraných křižovatek na území města Olomouce v období mezi lety 2008 a 2011. Toto vyhodnocení se zaměřuje na vzájemné vztahy mezi jednotlivými směry křižovatek za pomoci jejich vybraných charakteristik provozu. Těmi jsou dopolední a odpolední špičkové doby a rozložení provozu v rámci dne a týdne.

V teoretické části se práce zabývá použitými statistickými metodami a problematikou získávání dopravních dat, práce s nimi a jejich vyhodnocením. Detailněji je pak popsána problematika vyhodnocování dopravních špiček a intenzit dopravy.

Základ praktické části tvoří informace o poloze křižovatek a jejich komunikací v rámci města a jeho zón, o třídách daných komunikací a jejich návaznostech na další silnice. Následně jsou podrobně popsána využívaná data, jejich úskalí a metody zpracování před vstupem do analýz. Nejdůležitější část práce tvoří zpracování analýz, jejich vyhodnocení a popis výsledků. V tomto úseku jsou popsány metody zpracování a jimi získané výsledky.

Hlavní problematika je řešena pomocí korelační analýzy, což je jedna ze statistických metod zkoumání závislostí. Obecně vyjadřuje míru stupně závislosti dvou proměnných, respektive náhodných veličin. Hodnoty korelací jsou ukazateli vzájemných vztahů mezi křižovatkami, respektive jejich směry. Vstupními hodnotami pro jejich výpočet jsou variace intenzit dopravy, které jsou základním ukazatelem charakteru provozu. Detailní rozložení provozu v rámci dne představuje patnácti minutová a denní variace intenzit dopravy. Ty znázorňují rozložení provozu jednotlivých směrů sledovaných křižovatek, a jejich dopolední a odpolední špičkové doby mezi 6. a 18. hodinou pracovních dní. Lze z nich vyčíst, ve kterou dobu je provoz daného směru nejvytíženější a naopak. Komplexní dopravní situaci všech pracovních dní znázorňují týdenní variace intenzit dopravy. Představují podíl denních intenzit provozu jednotlivých dní týdne na týdenním průměru denních intenzit. Ukazují tedy, ve kterém dni v týdnu je provoz dané komunikace největší, respektive nejmenší.

Doprava jednotlivých směrů se, až na pár výjimek, mění řádově ve stovkách u vytíženějších komunikací a v desítkách vozidel u méně vytížených komunikací. Nejvytíženějšími ze sledovaných křižovatek jsou podle výsledků odhadů ročních průměrů denních intenzit „Drápal“, „Envolopa“ a „náměstí Hrdinů“, kde denně projede více než 20 tisíc vozidel. Z nich největší množství dopravy zaznamenávají komunikace na tř. Svobody a 17. listopadu. Z hlediska týdenního provozu jsou komunikace nejvíce zatížené v pátek a nejméně pak v úterý. Denní průběh provozu je v rámci sledovaných let nejstálější na křižovatce „Drápal“, naopak největšími výkyvy intenzit dopravy v období dne se vyznačuje křižovatka „náměstí Hrdinů“. Průměrná odpolední špičková doba všech křižovatek je mezi 15. a 16. hodinou. Dopolední špičková doba se pak liší dle křižovatky i sledovaného roku. Nejsilnější korelační vztahy s koeficientem nad 0,7 jsou patné na sekvenci směrů tř. Kosmonautů rovně-vpravo („Envolopa“) – tř. Svobody

rovně-vpravo („Drápal“) – tř. Svobody rovně-vpravo („náměstí Hrdinů“) a v opačném toku provozu Legionářská vlevo-rovně („náměstí Hrdinů“) – tř. Svobody vlevo-rovně i vpravo („Drápal“), které tvoří hlavní komunikace křižovatek. Na tyto sekvence se napojují další směry, u kterých je korelační koeficient o něco nižší. Obecně jsou patné nejsilnější korelační vztahy mezi křižovatkami „náměstí Hrdinů“, „Drápal“ a „Envelopa“. Slabší vazby má pak s těmito křižovatkami „Žižkovo náměstí“. Vztahy mezi ostatními křižovatkami s křižovatkou „Anča“ jsou a nepříliš velké.

Výsledky této práce mohou mimo jiné sloužit jako podklad pro řešení problematiky dopravy, kde mohou vstupovat například do výpočtů kapacity pozemních komunikací či signálních plánů. Lze je také využít při územním plánování, kde je řešena koncepce rozvoje komunikační sítě, navrhování nových komunikací, či při rozdělování finančních částek na opravy a rekonstrukce silnic nebo pro sledování dopadu dopravy na životní prostředí.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ANDĚL, Jiří. *Základy matematické statistiky*. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta University Karlovy, 2011. ISBN 978-80-7378-162-0.

FOLPRECHT, Jan; KŘIVDA, Vladislav. *Organizace a řízení dopravy I*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1030-1.

KULICH, Michal. *Matematické statistika*. Praha: Matematicko-fyzikální fakulta University Karlovy, 2011.

KŘIVDA, Vladislav. *Základy organizace a řízení silniční dopravy*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1253-3.

MELOUN, Milan; MILITKÝ, Jiří. *Statistical data analysis*. India: Woodhead Publishing India, 2011. ISBN 978-0857091093.

Technické podmínky TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Liberec: EDIP, 2012. ISBN 978-80-902527-7-6

VOŽENÍLEK, Vít; STRAKOŠ, Vladimír. *City Logistics: Dopravní problémy města a logistika*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN: 978-80-244-2317-3

Elektronické zdroje

Doprava. *Ce-Traffic* [online]. 2013 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: <http://www.ce-traffic.com/cs/traffic-3/>

Intenzita dopravy: Sčítání dopravy 2000, 2005 a 2010. *Ředitelství silnic a dálnic ČR* [online]. 2012 [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: <http://www.rsd.cz/Silnicni-a-dalnicni-sit/Intenzita-dopravy>

Článek v časopisu

HEISIG, Jan; BURIAN, Jaroslav; MIŘIJOVSKÝ, Jakub. Změny intenzity osobní automobilové dopravy a vliv na prostorovou diferenciaci suburbanizace. *Perner's contacts*. 2011, 21. s. 84 – 92. ISSN 1801-67421.

SUMMARY

Aim of this thesis was statistical evaluation of load of selected crossroads in Olomouc in between years 2008 and 2011. This evaluation is focused on mutual relationships between particular directions of crossroads using their characteristics of traffic - morning and afternoon rush hours and decomposition of traffic within days and weeks.

Theoretical part deals with use of statistical methods and problem of getting transport data, its processing and evaluation. The phenomenon of evaluation rush hours and intensity of transport is described more detailed.

Base of practical part is about describing location of every crossroad and their connected roads in the context of whole city and its zonal parts. Important is also classification of communications and their connection to another road. Next part described used data, problems and method of evaluation before it enters the analysis. Main, most important part, is processing of analysis, their evaluation and description of results. It is focused on particular methods and results.

Main issue is solved by correlations, which is one of statistical methods, suitable for researching of dependence. Generally, it indicates level of dependence of two variables, or random variable. Results of correlations are indicators of relationship between crossroad or their particular directions. Inputs for the calculations are variations of traffic intensity, which are basic indicator of traffic character. Detailed decomposition of traffic is represented by fifteen minute and daily variation of transport intensity. It show dispersion of traffic in particular directions of every crossroad and their morning and afternoon rush hours between 6 and 18 hour of working day. It is possible to get information about, in which part of day is selected direction busiest and conversely. Complex transport situation of all working days is represented by week variation of transport intensity. It's a quotient of daily traffic intensity in every day and week average of daily traffic intensity. So it shows, which day of week had the highest values of traffic, and conversely.

The traffic of individual directions at more busy roads is changing about hundreds of vehicles and about ten of vehicles at the less busy roads. Thanks of the estimation results of the Antal average daily intensity was find out that the most busy roads are „Drápal“, „Envolopa“ and „náměstí Hrdinů“. Her is the frequency about 20 thousands of vehicles. The road tř. Svobody and the road 17. Listopadu are the most busy of these. Roads are the most busy on Friday. On the other hand roads are the less busy on Tuesday of the viewpoint of the weekly traffic. The daily process of the traffic is the most steady at the crossroad „Drápal“. The biggest detected deflection is at the crossroad „náměstí Hrdinů“. In the afternoon is the average rush hour about 15 – 16 o'clock. There are the differences between rush hour because of individual crossroads and the watching year in the morning. The strongest correlation relations over 0,7 are valid at the sence of the direction tř. kosmonautů straight-right („Envolopa“) – tř. Svobody straight-right („Drápal“) – tř. Svobody straight-right („náměstí Hrdinů“) and in the opposite direction of the traffic Legionářská left-straight („náměstí Hrdinů“) – tř. Svobody left-straight and

right („Drápal“) which are forming the main communications of crossroads. Other directions are connected to these sequences where is the correlation coefficient lower. Generally the strongest correlation relations are between crossroads „náměstí Hrdinů“, „Drápal“ and „Envelopa“. Lower relation is about „Žižkovo náměstí“ in these crossroads. There are crossroads and the crossroad „Anča“ where aren't relations so high.

Results of this thesis could be used as a base for solution of transport issues, e.g. calculation of road capacity or signal plans. It can be used also in urban planning, where the conception of development of communication network is solved, or distribution of money for road repairs and reconstruction, or monitoring of traffic influence to environment.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

- Příloha 1 Tabulka průměrných denní variace intenzit dopravy v letech 2008, 2009, 2010 a 2011
- Příloha 2 Průměry korelace jednotlivých směrů v letech 2008, 2009, 2010 a 2011
- Příloha 3 Ukázka mapového výstupu

Volné přílohy

- Příloha 4 DVD – metadata, text práce, web, mapový výstup, vstupní data, výstupní data – patnácti minutová variace intenzit dopravy, denní variace intenzit dopravy, týdenní variace intenzit dopravy, roční průměr denních intenzit, korelace

Příloha 1 Průměrná denní variace intenzit dopravy v letech 2008, 2009, 2010 a 2011

DENNÍ VARIACE		ANČA					NÁMĚSTÍ HRDINŮ							DRÁPÁL					ENVELOPA						ŽIŽKOVO NÁMĚSTÍ								
Průměr 2008	Na trati	Tomkova	Na Šibveníku	Na Šibeníku	Erenburgova	tr. Svobody	tr. Svobody	Palackého	Legionářská	Legionářská	nám. Nár. hrdinů	nám. Nár. hrdinů	tr. Svobody-smNH	tr. Svobody-smNH	Havlíčkova	Havlíčkova	Svobody-smE	Svobody-smE	Pavelčáková	tr. Kosmonautů	Wittgensteinova	Wittgensteinova	17. listopadu-smŽN	17. listopadu-smD	17. listopadu-smD	tr. Kosmonautů	17. listopadu-smŽN	Masarykova tr.	17. listopadu	17. listopadu	Žižkovo nám.	Husova	Husova
směr	le-ro-pr	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	pr	le-ro	pr	le-ro	ro-pr	le	pr	le-ro	pr	le-pr	le-ro-pr	ro-pr	ro-pr	le	ro-pr	pr	le-ro	le	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le
6-7	6,97	5,68	6,74	4,56	7,92	4,44	3,85	5,31	2,73	4,64	5,59	4,67	5,38	7,56	5,02	4,71	4,46	3,45	4,05	6,15	5,29	6,09	4,90	5,83	4,90	6,97	5,37	6,12	6,99	3,73	7,22	7,48	
7-8	8,61	7,91	6,98	8,07	9,04	7,72	7,04	8,72	6,01	7,73	11,28	8,24	7,38	9,03	8,84	7,47	6,70	6,36	7,24	9,92	8,30	8,17	7,84	8,09	7,35	9,88	8,99	7,71	8,52	7,58	10,22	9,35	
8-9	9,15	8,17	7,93	8,23	8,18	8,65	8,15	9,62	8,87	8,51	7,80	9,97	8,04	9,14	10,89	8,71	7,25	9,82	8,28	9,64	9,66	8,54	8,61	8,83	8,66	9,60	9,42	8,81	8,75	8,56	9,62	8,99	
9-10	9,17	8,16	9,40	8,14	8,42	9,76	9,21	9,69	8,65	8,91	8,52	10,03	9,18	9,16	10,21	8,81	8,84	9,99	9,90	9,05	9,76	9,26	8,88	8,95	10,05	9,39	9,09	8,71	8,41	9,51	9,09	8,75	
10-11	8,01	8,09	8,20	8,35	8,36	9,71	9,62	8,93	9,28	8,70	9,22	9,13	8,95	8,85	8,84	9,13	8,90	10,14	9,79	9,72	8,84	9,48	8,59	9,34	9,38	8,46	8,48	9,41	8,35	8,93	8,53	8,50	
11-12	7,51	8,04	8,71	9,05	7,81	8,53	9,17	8,57	9,92	8,38	7,08	8,48	8,52	8,04	8,26	8,73	8,62	9,33	9,57	8,05	8,75	8,55	8,33	8,94	10,12	7,88	8,11	8,96	8,52	8,73	8,01	8,21	
12-13	8,36	8,12	8,77	8,66	8,14	8,20	8,45	8,22	8,01	8,06	7,51	7,69	8,37	8,51	8,45	8,36	8,58	8,18	7,76	7,59	8,55	8,24	8,13	8,77	7,90	8,00	8,42	8,15	8,71	7,76	7,72		
13-14	8,52	8,38	8,29	8,38	8,44	8,30	8,30	8,33	7,93	8,71	7,08	8,24	8,52	8,09	7,84	8,91	8,73	8,83	7,82	8,00	8,04	8,63	8,45	8,95	8,79	7,91	8,13	8,35	8,04	9,21	7,77	7,93	
14-15	9,14	8,94	8,50	9,66	8,38	8,90	8,72	8,84	10,14	9,46	9,85	8,71	8,65	8,87	8,02	9,04	9,28	9,05	8,58	8,77	9,06	8,63	8,96	9,00	8,24	7,87	8,94	8,88	8,67	9,38	8,10	9,29	
15-16	9,05	9,83	8,72	10,22	8,82	9,12	10,11	8,51	11,11	9,42	8,67	9,32	9,76	8,19	8,60	9,07	10,50	9,30	10,26	9,53	9,90	8,71	10,30	8,94	11,28	8,60	9,62	9,45	9,07	10,05	8,84	8,68	
16-17	7,92	9,67	9,23	9,08	8,72	9,05	9,15	8,00	9,72	9,21	9,75	8,50	9,38	7,98	8,29	8,84	9,83	8,57	9,01	7,71	8,47	8,16	9,03	7,99	7,87	7,95	8,75	7,95	8,62	8,54	7,91	7,95	
17-18	7,32	9,01	8,14	7,59	7,78	7,62	8,23	7,27	7,62	8,27	7,68	7,01	7,86	7,57	6,74	8,12	8,52	6,59	7,31	5,69	6,33	7,23	7,85	7,00	4,59	7,60	7,10	7,23	7,90	7,09	6,93	7,14	

DENNÍ VARIACE		ANČA					NÁMĚSTÍ HRDINŮ							DRÁPÁL					ENVELOPA						ŽIŽKOVO NÁMĚSTÍ								
Průměr 2009	Na trati	Tomkova	Na Šibveníku	Na Šibeníku	Erenburgova	tr. Svobody	tr. Svobody	Palackého	Legionářská	Legionářská	nám. Nár. hrdinů	nám. Nár. hrdinů	tr. Svobody-smNH	tr. Svobody-smNH	Havlíčkova	Havlíčkova	Svobody-smE	Svobody-smE	Pavelčáková	tr. Kosmonautů	Wittgensteinova	Wittgensteinova	17. listopadu-smŽN	17. listopadu-smD	17. listopadu-smD	tr. Kosmonautů	17. listopadu-smŽN	Masarykova tr.	17. listopadu	17. listopadu	Žižkovo nám.	Husova	Husova
směr	le-ro-pr	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	pr	le-ro	pr	le-ro	ro-pr	le	pr	le-ro	pr	le-pr	le-ro-pr	ro-pr	ro-pr	le	ro-pr	pr	le-ro	le	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le
6-7	7,42	6,38	5,52	4,40	7,65	4,05	5,42	2,44	4,95	4,78	4,55	5,06	7,08	4,39	4,93	3,96	3,61	3,54	3,54	5,79	5,03	6,36	4,97	5,94	4,32	7,05	5,42	5,57	7,24	3,51	7,43		
7-8	8,14	7,32	7,54	7,50	9,25	7,02	8,72	6,71	7,63	10,87	7,99	7,40	8,95	8,09	7,35	7,23	6,72	6,76	10,33	8,44	7,79	7,84	8,15	5,75	9,63	8,31	7,65	8,55	7,40	9,27			
8-9	8,67	8,41	7,11	9,26	8,93	8,94	9,35	6,99	7,96	10,19	9,90	8,02	9,34	10,76	8,38	7,24	9,58	8,32	9,81	9,90	9,94	8,89	8,04	9,18	8,44	9,10	8,82	8,12	8,73	8,07	9,19		
9-10	8,87	8,38	8,04	7,27	8,05	9,88	10,51	8,48	8,50	12,02	10,07	8,04	8,33	11,11	9,26	8,24	10,71	9,22	8,96	9,49	9,12	8,33	8,66	9,60	9,09	8,79	8,47	8,04	9,00	9,24			
10-11	8,57	8,29	8,46	8,30	7,62	9,79	8,70	9,11	8,80	6,92	8,91	8,25	6,68	9,02	9,19	8,23	9,54	9,44	8,87	8,83	9,74	8,67	9,31	9,80	8,19	8,30	9,78	8,38	9,48	8,37			
11-12	7,49	7,63	6,88	8,43	7,82	8,65	8,37	9,26	8,47	7,93	8,23	8,44	8,28	7,83	8,79	8,55	8,55	9,23	8,34	8,41	8,55	7,97	8,49	7,90	8,11	7,86	9,31	8,88	8,87	8,02			
12-13	8,09	7,76	7,94	8,06	8,13	8,48	7,46	6,92	8,06	7,77	7,76	8,15	8,08	8,92	8,11	8,59	8,53	8,30	7,84	7,70	8,19	7,63	8,44	8,02	7,88	7,86	8,35	8,56	8,78	7,73			
13-14	8,21	8,05	8,22	8,35	8,34	8,37	8,27	7,52	8,48	9,40	8,29	8,41	8,05	8,11	8,77	8,55	8,78	8,52	7,68	8,03	8,55	7,98	8,47	9,00	8,06	8,15	8,44	7,96	8,80	8,03			
14-15	8,85	8,66	9,08	9,43	8,54	8,69	8,12	9,71	9,29	7,70	8,56	9,07	8,67	8,01	8,95	9,04	8,56	9,30	9,04	8,87	9,00	9,54	9,03	9,08	8,10	9,60	9,22	7,63	9,86	8,76			
15-16	9,30	9,92	10,41	10,75	8,65	9,40	9,10	14,64	10,44	8,96	9,35	10,65	8,56	8,27	8,99	10,95	8,84	10,00	9,25	9,35	8,80	10,94	9,40	10,75	8,20	10,26	9,17	7,73	9,94	8,75			
16-17	8,52	9,92	10,22	10,44	8,73	9,05	8,48	11,41	9,22	7,25	8,84	9,81	8,31	8,11	8,88	10,24	8,87	9,55	8,09	9,13	7,97	9,79	8,36	10,09	8,26	9,10	8,45	9,36	8,85	8,41			
17-18	7,88	9,28	8,76	7,81	8,29	7,68	7,52	6,82	8,21	6,26	7,55	8,70	7,66	7,37	8,41	9,16	7,71	7,82	6,28	6,79	7,02	8,30	6,56	5,46	8,32	7,54	7,48	8,96	7,45	6,81			

DENNÍ VARIACE		ANČA					NÁMĚSTÍ HRDINŮ							DRÁPÁL					ENVELOPA						ŽIŽKOVO NÁMĚSTÍ								
Průměr 2010	Na trati	Tomkova	Na Šibveníku	Na Šibeníku	Erenburgova	tr. Svobody	tr. Svobody	Palackého	Legionářská	Legionářská	nám. Nár. hrdinů	nám. Nár. hrdinů	tr. Svobody-smNH	tr. Svobody-smNH	Havlíčkova	Havlíčkova	Svobody-smE	Svobody-smE	Pavelčáková	tr. Kosmonautů	Wittgensteinova	Wittgensteinova	17. listopadu-smŽN	17. listopadu-smD	17. listopadu-smD	tr. Kosmonautů	17. listopadu-smŽN	Masarykova tr.	17. listopadu	17. listopadu	Žižkovo nám.	Husova	Husova
směr	le-ro-pr	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	pr	le-ro	pr	le-ro	ro-pr	le	pr	le-ro	pr	le-pr	le-ro-pr	ro-pr	ro-pr	le	ro-pr	pr	le-ro	le	le	le-ro-pr	ro-pr	le	le-ro-pr	ro-pr	le
6-7	6,51	5,50	5,94	4,18	7,63	3,82	4,41	3,43	4,77	4,61	4,64	4,95	7,06	5,29	4,53	4,17	4,26	3,38	3,38	6,32	6,32	6,41	5,23	6,35	4,30	7,40	6,06	5,59	7,18	3,93	7,58		
7-8	8,69	7,21	8,32	7,55	8,68	7,93	9,01	8,68	7,66	8,73	8,39	7,27	8,41	8,07	7,80	6,90	6,44	7,29	9,12	9,22	8,37	7,64	8,24	6,65	9,27	8,74	7,61	7,55	7,29	10,16			
8-9	8,90	7,93	8,58	9,03	8,11	10,98	10,52	5,84	7,55	9,77	9,56	8,02	9,89	10,79	8,24	7,17	9,54	9,30	10,75	9,27	8,36	7,66	8,79	8,07	9,55	8,30	8,85	8,05	8,33	9,56			
9-10	8,96	8,44	6,51	8,01	8,15	10,63	9,65	7,56	8,30	7,13	10,47	8,15	9,14	11,10	8,98	8,04	10,74	9,84	9,62	10,53	9,03	8,31	9,15	11,32	9,19	8,73	9,04	8,73	9,55	8,33			
10-11	7,97	8,69	8,24	7,29	7,62	9,07	9,23	11,24	8,46	11,10	8,94	8,24	9,16	8,64	9,03	8,78	9,89	8,98	9,20	9,20	7,94	8,68	7,81	9,75	10,95	9,13	8,96	8,11	8,70	8,40	8,61		
11-12	7,61	7,94	7,03	8,15	7,71	8,32	8,98	8,08	8,45	9,03	8,22	7,68	7,94	9,68	8,94	8,19	8,55	8,37	8,31	8,41	8,50	8,79	8,64	7,75	8,21	7,73	9,65	8,67	8,89	7,78			
12-13	8,06	7,67	8,13	9,08	8,36	7,98	8,24	8,09	8,97	7,79	7,80	8,22	8,31	7,80	8,63	9,22	7,90	8,75	8,00	7,67	9,27	8,89	8,82	9,96	7,82	8,16	9,45	8,71	9,85	8,05			
13-14	9,44	8,38	8,72	7,79	8,53	7,92	8,22	7,09	9,14	11,11	8,39	8,60	7,97	7,03	8,81	8,81	8,10	8,66	7,56	8,22	8,91	8,25	9,46	8,89	7,90	8,17	8,96	8,35	8,87	7,85			
14-15	9,25	8,70	8,66	9,42	8,91	9,09	8,41	10,11	9,37	8,98	8,73	9,97	7,77	8,68	8,88	10,11	9,32	9,30	8,97	9,89	9,20	9,99	9,30	8,68	7,95	9,52	8,94	9,07	9,91	9,24			
15-16	9,41	10,23	11,77	11,07	8,85	9,05	8,22	14,56	10,07	8,86	9,58	10,97	8,47	7,54	8,91	10,72	8,65	10,08	9,18	10,11	9,08	10,89	8,73	10,36</									

Příloha 3 Ukázka mapového výstupu

