

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra geoinformatiky

**ANALÝZA TOKŮ VEŘEJNÉ DOPRAVY NA
ZÁKLADĚ DAT Z MÝTNÝCH BRAN**

Bakalářská práce

Štěpán ROUBALÍK

Vedoucí práce RNDr. Jaroslav BURIAN, Ph.D.

Olomouc 2017
Geoinformatika a geografie

ANOTACE

Bakalářská práce prezentuje analýzu toků veřejné dopravy na základě dat z mýtných bran. V práci jsou použita data získaná na Katedru geoinformatiky v Olomouci z Ředitelství silnic a dálnic za vybrané časové období. Práce se snaží pomocí dílčích úloh demonstrovat užitečnost a potenciál těchto dat. V teoretické části je vymezena problematika dopravního průzkumu, především potom určení intenzity dopravy na základě krátkodobého měření. Stručně popsán je i princip fungování mýtného systému. Praktická část se zabývá statistickým vyhodnocením a grafickou vizualizací dat o průjezdech autobusových dopravců mýtnou zónou a je rozdělena na několik částí. V rámci dílčích úloh byly popsány časové změny intenzity dopravy v průběhu roku 2015 z celkového hlediska i z hlediska vybraných dopravců. Srovnání intenzity dopravy neprobíhalo pouze mezi poskytnutými daty ŘSD z roku 2015. Díky dostupnosti dat z Celostátního sčítání dopravy konaném v roce 2010 proběhlo srovnání i s touto datovou sadou. Na základě všech dílčích částí je popsána časová a prostorová variabilita dopravního toku i rozdíly mezi individuálními dopravci.

KLÍČOVÁ SLOVA

mýtný úsek, intenzita dopravy, variabilita dopravního toku, veřejná hromadná doprava

Počet stran práce: 38

Počet příloh: 9 (z toho 4 volné a 5 v elektronické podobě)

ANOTATION

This bachelor thesis is focused on analysis of traffic flows of public transport based on the data from the toll system. Data which were used in thesis were provided to Department of Geoinformatics from Road and Motorway Directorate. The data covers selected period in 2015. The main aim of the thesis is to show a potential of the dataset and usability in detecting the traffic intensity. The theoretical part describes the topic of traffic research as well as the principles of toll system in the Czech republic. The practical part includes statistical evaluation and visualization of traffic flows of public transport vehicles which use the toll sections and this section is divided in several analysis. Some analysis evaluate traffic intensity generally across the whole toll zone. The others describe a specific sections. Thanks to the availability of data about traffic intensity from „National census of transport in 2010“, a comparison have been done with the traffic intensity which is calculated in the thesis. Based on partial analysis it was possible to describe time and geospatial variability of traffic flow and differences between the bus lines using the toll sections.

KEYWORDS

toll section, traffic intensity, variability of traffic flows, public transport

Number of pages: 38

Number of appendixes: 9

Prohlašuji, že

- bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, aby jeden výtisk bakalářské práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,

- souhlasím, že údaje o mé bakalářské práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne

Štěpán ROUBALÍK

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Jaroslavu Burianovi, Ph.D. za vedení, podněty a rady při vypracování práce. Dále děkuji konzultantce Mgr. Lence Zajíčkové za poskytnuté rady a připomínky při zpracování a interpretaci dopravních analýz. Za poskytnutá data děkuji firmě Central European Data Agency.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 CÍLE PRÁCE.....	12
2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	13
2.1 Použitá data	13
2.2 Metody zpracování	15
2.3 Použité programy	16
2.4 Postup zpracování.....	16
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	20
3.1 Dopravní studie	20
3.2 Mýtný systém	23
3.3 Dopravní průzkum.....	25
4 CELKOVÉ PRŮJEZDY MÝTNÝMI ÚSEKY.....	27
4.1 Variace dopravy v čase.....	27
4.2 Vytíženost úseků	30
4.3 Průjezdy hraničními přechody.....	34
4.4 Lokální extrémny	35
5 INDIVIDUÁLNÍ PRŮJEZDY DOPRAVCŮ	36
5.1 Vyhodnocení průjezdů	36
5.2 Dopravci v rámci České republiky	37
5.2.1 RegioJet.....	37
5.2.2 ČSAD.....	37
5.2.3 Arriva	38
6 SROVNÁNÍ S CELOSTÁTNÍM SČÍTÁNÍM DOPRAVY	39
6.1 Výpočet rozdílu	39
6.2 Srovnání výsledků	40
7 VÝSLEDKY A VÝSTUPY	42
7.1 Výsledky.....	42
7.2 Výstupy	43
8 DISKUZE.....	46
9 ZÁVĚR	48
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
API	Application Programming Interface
CEDA	Central European Data Agency
CEDOG	Centrum Dopravní geografie
CSD	Celostátní sčítání dopravy
DRSC	Dedicated Short Range Communication
ESRI	Environmental System Research Institute
EFC	Electronic Fee Collection
GAČR	Grantová agentura České republiky
GIS	geografický informační systém
GNSS/CN	Global Navigation Satellite System/Celular Network
MHD	městská hromadná doprava
OBU	On-Board Unit
RPDI	roční průměr denních intenzit
ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
SHP	Shapefile
VLD	veřejná linková doprava

ÚVOD

V roce 2007 byl v České republice zaveden mýtný systém a s ním spojené zpoplatnění dálničních úseků a úseků na silnicích I. třídy. Mýtný systém pro Českou republiku spravuje od počátku jeho zavedení firma Kapsch. Tento systém je vybudován na bázi mikrovlnné technologie využívající ke snímání pohybu vozidel po komunikacích detekční brány. Vozidla jsou povinně vybavena palubní jednotkou pro komunikaci s mýtnými branami a identifikaci vozidla s jeho parametry při průjezdu mýtným bodem. Z těchto parametrů o vozidle je vyměřováno mýto a údaje o vozidlech jsou ukládány do databáze. Výběr mýtného se zpočátku týkal pouze vozidel váhové kategorie nad 12 tun, od roku 2010 i vozidel nad 3,5 tuny. Systém je ve spolupráci s Kapschem provozován Ředitelstvím silnic a dálnic (ŘSD). Na katedru geoinformatiky se podařilo získat data z mýtných bran ve spolupráci s touto organizací, což je výsledek více než tříletého snažení. Tato jedinečná data autobusových dopravců, která nejsou nikde veřejně dostupná (nejsou to otevřená data), mají potenciál zjistit proměnlivost dopravního toku během dne i týdne v závislosti na obdobích v rámci jednoho roku. Snahou předložené práce je zjistit, jak jednotliví dopravci ovlivňují celkové zatížení dopravní sítě.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je zpracovat analýzu toků veřejné dopravy pomocí dat z mýtných bran. Analýza stojí na datech poskytnutých ŘSD za vybrané časové úseky a obsahuje dvě hlavní části. První je zaměřená na dopravní toky napříč všemi mýtnými branami v České republice, druhá analyzuje individuální data autobusů vybraných dopravců. Záměrem je vyhodnotit data statisticky pomocí kontingenčních tabulek, zejména zjistit maximální a minimální hodnoty zatížení komunikací a dílčích úseků. Snahou je zjistit čas dopravní špičky a dopravního sedla. Intenzita dopravního toku je proměnlivá v průběhu roku. Na základě poskytnutých dat bude cílem tyto zákonitosti zmapovat a potvrdit. K odhalení proměnlivosti zatížení dopravního toku je použito nastavení filtrovacích atributů v kontingenční tabulce. Klíčovými parametry jsou národnosti dopravců a název dopravce. Pozornost je věnována i závislosti počtu průjezdů a lokalizaci jednotlivých mýtných úseků. U zahraničních dopravců jsou lokalizována místa s nejčastějším vjezdem i výjezdem do republiky.

Ze získaných výsledků těchto dílčích úloh bude popsána časoprostorová variabilita dopravních toků a také rozdíl mezi jednotlivými dopravci. Dále budou výsledky analýzy srovnány s intenzitami dopravy z Celostátního sčítání dopravy 2010. Výstupy práce jsou předloženy ve formě tabulek, grafů a map. Mapy jsou sestaveny ve statickém provedení a v některých případech jsou pro zvýraznění časové proměnlivosti dopravního toku použity mapy animované.

2 METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

2.1 Použitá data

Data použitá v práci byla získána ze tří zdrojů. Tarifní tabulka mýtných úseků a tabulky o počtech průjezdů byly poskytnuty ŘSD. Tato data byla získána ještě před samotným zadáním bakalářské práce, zbylé datové sady byly získávány až v průběhu zpracování. Vrstva mýtných úseků odvozená z datové sady StreetNet CZE byla pro účely práce zapůjčena společností CEDA (Central European Data Agency). Data intenzit dopravy z Celostátního sčítání dopravy v roce 2010 byla získána z volně dostupných zdrojů na webu Celostátního sčítání dopravy 2010. Podrobněji se touto problematikou zabývá kapitola 6.1. Všechna zdrojová data jsou obsažena v příloženém DVD v adresáři Vstupni_Data.

Tarifní tabulka obsahuje základní popisné informace o mýtném úseku. Je pravidelně aktualizována a práce vychází z verze platné k 1. dubnu 2015. V tomto období bylo evidováno celkem 525 aktivních mýtných úseků v rámci systému elektronického výběru mýta. Tabulka zahrnuje 15 atributů, ze kterých byly v dalším zpracování využity především souřadnice bran, identifikátor úseků ŘSD, název úseku a délka úseku.

- identifikátor úseku Kapsch
- kódové označení úseku
- identifikátor úseku (RSD_ID)
- pozice mýtné brány podle kilometráže
- délková vzdálenost mýtné brány od nultého kilometru komunikace
- časová vzdálenost mýtné brány od nultého kilometru komunikace
- identifikátor komunikace (Road_ID)
- koncový a počáteční bod úseku
- typ poplatku
- délka úseku (Section_Lenght)
- souřadnice mýtné brány v S-JTSK
- název úseku (Station_name_tMC)
- poznámka

Tabulka 2.1 Ukázka tarifní tabulky mýtných úseků

RSD_ID	Road_ID	Section_Length	Station_name_tMC
D01011	D1	2.000	D01011·Praha-Spořilov <1>—Praha-Chodov <2>
D01021	D1	4.500	D01021·Praha-Chodov <2>—Průhonice <6>
D01031	D1	4.000	D01031·Průhonice <6>—Modletice ×R1 <10/12>
D01041	D1	5.100	D01041·Modletice ×R1 <10/12>—Všechromy

Data o počtech průjezdů mýtnými úseky byla poskytnuta ve dvou odlišných datových sadách. První zahrnuje data všech průjezdů mýtnými úseky pro vybrané měsíce (únor, květen, červenec, srpen, říjen) zaznamenané po jednotlivých dnech v roce 2015.

- název mýtného úseku (TOLL SECTION)
- rozlišení vozidel podle váhové kategorie (VEHICLE WEIGHT)
- rozlišení vozidel na domácí a zahraniční (COUNTRY)
- hodinové průjezdy úsekem
- souhrnné denní průjezdy úsekem (Součet)

Tabulka 2.2 Ukázka dat souhrnných denních průjezdů mýtnými branami

Národnost	TOLL SECTION	VEHICLE WEIGHT	COUNTRY	Součet
ČR	D01011·Praha-Spořilov <1>—Praha-Chodov <2>	BUS 12000+ kg	HOME	230
	D01012·Praha-Chodov <2>—Praha-Spořilov <1>	BUS 12000+ kg	HOME	224
	D01021·Praha-Chodov <2>—Průhonice <6>	BUS 12000+ kg	HOME	362

Druhý typ zaznamenává individuální průjezdy dopravců. Datová sada obsahuje více atributů než sada první a pokrývá deset konkrétních dnů (11. únor, 14. únor, 20. květen, 23. květen, 22. červenec, 25. červenec, 12. srpen, 15. srpen, 14. říjen, 17. říjen) v roce 2015. Jedná se vždy o všední den reprezentovaný středou a víkendový den reprezentovaný sobotou v rámci jednoho týdne pro výše zmíněné období 2015. Tyto konkrétní dny byly vybrány vedoucím práce s cílem dosáhnout rovnoměrného rozložení dat v celém průběhu roku. Zároveň byl výběr podřízen podmínce vybrat pouze běžné všední a víkendové dny, které nezahrnují státní svátky. Tento výběr byl zároveň proveden z důvodu náročné a zdlouhavé přípravy dat samotným poskytovatelem. Jeden záznam v datových souborech představuje průjezd jednoho vozidla. Atributy datové sady jsou:

- národnost (NATIONALITY),
- rozlišení dopravce (COUNTRY),
- datum,
- čas průjezdu (TIME),
- komunikace,
- název úseku (TOLL SECTION),
- název dopravce,
- číslo mýtné transakce.

Tabulka 2.3 Ukázka dat individuálních průjezdů dopravců

NATIONALITY	COUNTRY	TIME	TOLL SECTION
RO	FOREIGN	0:00	D02012·Chrlice <3>—Brno-jih ×D1 <1>
PL	FOREIGN	0:00	R46082·Olšany u/P <33>—Prostějov-sever (Držovice)
SK	FOREIGN	0:00	D05101·Mýto <50>—Rokycany <62>
CZ	HOME	0:01	R46062·Prostějov-C <24/25>—Prostějov-jih <22>

Datová sada StreetNet CZE ve vektorovém formátu Esri Shapefile je platná k datu 9. 5. 2016 v souřadnicovém systému WGS 84. Přesnost zdrojových dat je podle údajů v technické dokumentaci do pěti metrů v intravilánu a do deseti metrů v extravilánu.

Tabulka 2.4 Atributy vrstvy mýtných úseků ze StreetNet CZE

ID PRVKU	ID	JEDINEČNÉ ID BODU
Číslo komunikace dle ULS	Silnice	Text
Identifikátor mýtného úseku 1 (ŘSD)	ID1	Relace do tarifní tabulky (mytocz.eu)
Identifikátor mýtného úseku 2 (ŘSD)	ID2	Relace do tarifní tabulky (mytocz.eu)
ID vztaženého úseku komunikace	Road_ID	ID úseku komunikace reprezentující polohu mýtné brány

2.2 Metody zpracování

Zpracování dat pomocí kontingenční tabulky

Kontingenční tabulky v softwaru Microsoft Excel slouží pro přehlednější zpracování a prezentování dat získaných z tabulek a databází (výuka-excelu.cz). Použitím této metody byla vstupní data zjednodušena tak, aby mohla být provedena základní statistická analýza. Pro vytvoření kontingenční tabulky musí být dodržena základní pravidla. Nejdůležitějším je eliminace prázdných buněk, které jsou součástí záhlaví zdrojové tabulky. Po odstranění prázdných buněk následuje nadefinování kontingenční tabulky navolením řádků, sloupců, hodnot tabulky a filtrovacích parametrů.

Statistické vyhodnocení dat

Pro statistické vyhodnocení byly použity základní metody popisné statistiky. Zahrnovaly především vyhodnocení charakteristik míry (medián, aritmetický průměr) a v některých případech variability (rozptyl). Srovnání výsledků dílčích analýz práce je založeno na vizuálním srovnání prostřednictvím vytvořených mapových výstupů a na základě výsledků statistického srovnání dat.

Kartografické metody

Pro vizualizaci výsledků byly vybrány základní metody tematické kartografie. Pro dílčí mýtné úseky a intenzitu autobusové dopravy byla jako nejvhodnější vybrána metoda liniových znaků. Za hlavní proměnnou kartografického znaku byla zvolena barva. Dále byla pro vyjádření kvantitativních dat vybrána metoda strukturního kartodiagramu. Strukturní kartodiagram obsahuje diagramy stejné velikosti strukturně dělené pro znázornění jevů. Nelze z nich zjistit absolutní hodnotu jevu, protože součet částí vždy dává hodnotu 100 % (Voženílek, Kaňok, 2011). Kromě klasických kartografických metod pro vizualizaci analogových map byly použity i metody webové kartografie. Pro větší interaktivitu webové mapy byly použity nástroje, které umožňují uživateli lepší orientaci v mapě (časová animace, překryv vrstev, vyskakovací okno).

2.3 Použité programy

Zpracování dat o počtech průjezdů mýtnými úseky probíhalo v programu Microsoft Office Excel 2016. Program byl pro statistické zpracování dat zvolen díky možnosti použití kontingenčních tabulek, které usnadňují zpracování většího množství dat. Prostorové analýzy a jejich vizualizace byly prováděny v programu ArcMap 10.4.1 od společnosti Esri (Environmental System Research Institute). Pro tvorbu mapové prohlížečky byla také použita technologie Esri, konkrétně služba ArcGIS Online. Pro finální grafickou úpravu mapových výstupů byl vybrán program Adobe Illustrator CS6 ve zkušební trial verzi.

2.4 Postup zpracování

Postup zpracování praktické části práce lze rozdělit na tři části:

- primární úprava dat,
- statistické zpracování,
- vizualizace v prostředí GIS.

Primární úprava dat

Primární úprava dat zahrnovala změny struktury zdrojových tabulek v Microsoft Excel pro potřeby kontingenčních tabulek. Souhrnné průjezdy mýtnými branami i průjezdy individuálních dopravců byly v původní verzi rozděleny v souborech po jednotlivých dnech. Pro lepší manipulaci byla provedena agregace záznamů do jednoho souboru. Po spojení záznamů do jedné tabulky byl přidán nový sloupec datum, který byl následně využit jako filtrovací atribut.

Datová sada mýtných úseků ve formátu Esri Shapefile byla získána z vrstvy StreetNet CZE automatickým vyhodnocením úseků mezi křižovatkami. V této formě byla data předána firmou CEDA. Při tomto automatickém zpracování došlo v některých místech k chybné identifikaci křižovatky záměnou za dálniční odpočívadlo nebo mimoúrovňové křížení s dálnicí. Úseky tak v některých místech nebyly zcela kompletní. Dalším problémem byly duplicitní záznamy, které byly následně odstraněny, aby počet

úseků (525) odpovídal tarifní tabulce. Jako kontrolní vrstva pro mýtné úseky byla ze souřadnic v tarifní tabulce vygenerována bodová vrstva mýtných bran. Upravená zdrojová data byla po sérii uvedených úprav připravena pro statistické vyhodnocení v softwaru Microsoft Excel a následné připojení k prostorovým datům v prostředí GIS.

Statistické zpracování

V dalším kroku byla vytvořena kontingenční tabulka. Základní strukturu tvořily v řádcích mýtné úseky (atribut *TOLL SECTION*) a ve sloupcích denní průjezdy (atribut *DATUM*). Hodnoty kontingenční tabulky tvořily ve všech případech mýtné transakce (atribut *SOUČET*). Nastavení filtrovacích atributů záviselo na typech zpracovávaných úloh, které byly na začátku praktické části stanoveny. Statistická část zahrnovala šest typů úloh:

- stanovení průměrné denní intenzity průjezdů,
- stanovení míry vytíženosti úseku,
- srovnání zatížení směrů úseku,
- stanovení intenzity průjezdů hraničními přechody,
- intenzita průjezdů individuálních dopravců,
- srovnání průměrných intenzit s celostátním sčítáním dopravy 2010.

Součet z Součet		Popisky sloupců			
Popisky řádků	11_5	12_5	13_5	Celkový součet	
D01011·Praha-Spořilov <1>—Praha-Chodov <2>	279	275	261	815	
D01012·Praha-Chodov <2>—Praha-Spořilov <1>	308	265	249	822	
D01021·Praha-Chodov <2>—Průhonice <6>	454	430	428	1312	
Celkový součet	1041	970	938	2949	

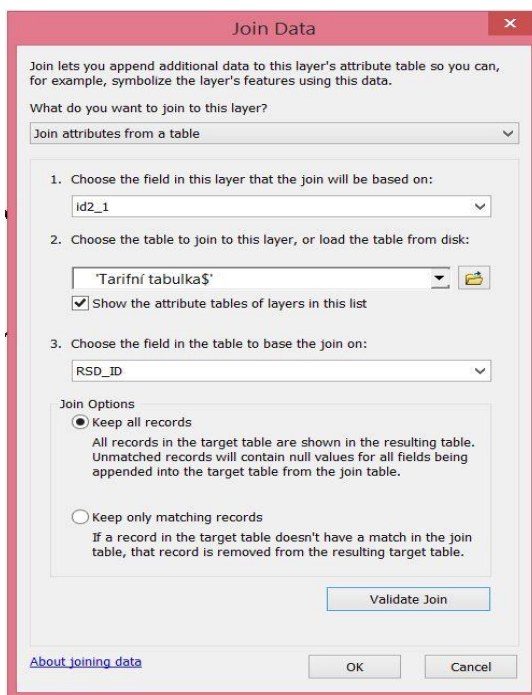
HOME FOREIGN C...	TOLL SECTION	den
FOREIGN	D01011·Praha-Spo...	10_5
HOME	D01012·Praha-Cho...	11_5
	D01021·Praha-Cho...	12_5
	D01022·Průhonice ...	13_5
	D01031·Průhonice ...	14_5

Obrázek 2.1 Vzorová ukázka výstupu z kontingenční tabulky.

Každá z dílčích úloh statistické části vycházela z identických zdrojových dat, ale na výstupu byly díky odlišnému nastavení kontingenční tabulky (obrázek 2.1) získány rozdílné výsledky. Vzorová ukázka kontingenční tabulky zobrazuje průjezdy všech českých dopravců na třech vybraných dálničních úsecích 11–13. 5. 2015. Úlohy popisují celkovou intenzitu dopravního toku a její změny v čase (denní proměnlivost, roční proměnlivost). Kapitola o intenzitě průjezdů hraničními přechody podrobněji popisuje dopravní tok na úsecích s touto specifickou lokalizací. Úloha o individuálních dopravcích nebere v potaz celkovou denní intenzitu, ale zaměřuje se na podíl vybraných dopravců na celkovém provozu. Podrobnější nastavení kontingenčních tabulek a zpracování výsledků je uvedeno v kapitolách 4–6.

Vizualizace v prostředí GIS

V dalším kroku proběhlo propojení vrstvy mýtných úseků z datové sady StreetNet CZE, vybraných atributů tarifní tabulky mýtných úseků a zpracovaných dat o průjezdech v rámci výše zmíněných úloh pomocí funkce Join v prostředí GIS (obrázek 2.2). Propojení vrstvy mýtných úseků a tarifní tabulky bylo provedeno přes identifikátor ŘSD (toll_id, ID_ŘSD). Pro navázání tabulky průjezdů na zdrojovou vrstvu byl použit atribut obsahující název mýtného úseku (TOLL SECTION) Ve vzorové ukázce (obrázek 2.3) jsou první čtyři sloupce součástí datové sady StreetNet CZE a ně byly napojeny záznamy z tarifní tabulky.



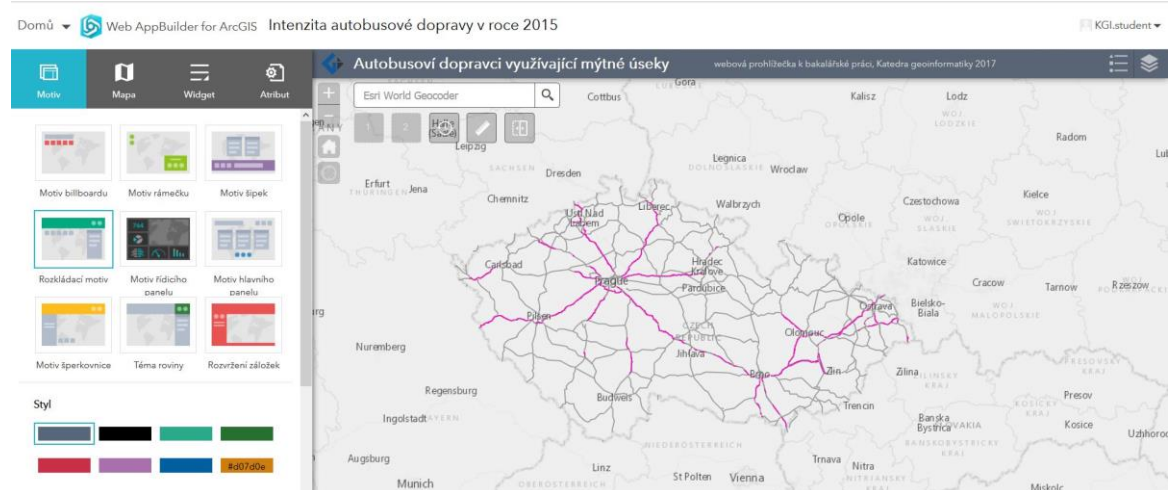
Obrázek 2.2 Nastavení funkce Join.

FID	Shape *	RN	toll_id	toll_code	ID_ŘSD	section length	TOLL SECTION	smer
0	Polyline	52	I52011	1267	I52011	1,7	I52011· Modřice-sever—Modřice-jih	1
1	Polyline	D4	R04031	1316	R04031	3,8	R04031· Mníšek p/B <18>—Kytín <21>	1
2	Polyline	D4	R04042	1317	R04042	2,8	R04042· Voznice <24>—Kytín <21>	2
3	Polyline	D4	R04041	1318	R04041	2,8	R04041· Kytín <21>—Voznice <24>	1
4	Polyline	D46	R46101	1327	R46101	1,3	R46101· Hněvotín <37>—Olomouc-Slavonín ×R35 <39>	1
5	Polyline	D46	R46102	1330	R46102	1,3	R46102· Olomouc-Slavonín ×R35 <39>—Hněvotín <37>	2
6	Polyline	30	I30021	1337	I30021	8	I30021· Lovosice (Lhotka n/L)—Prackovice n/L	1
7	Polyline	30	I30031	1338	I30031	6,4	I30031· Prackovice n/L—Vaňov	1
8	Polyline	11	I11031	1342	I11031	3,2	I11031· Český Těšín-Svibice—Nebory	1
9	Polyline	47	I47081	1346	I47081	3,6	I47081· Kroměříž-východ ×D1—Hulín	1
10	Polyline	52	I52071	1350	I52071	1	I52071· Mikulov-jih—Mikulov (A)	1

Obrázek 2.3 Propojení shp vrstvy StreetNet CZE a tarifní tabulky mýtných úseků.

Po provedení funkce Join byly všechny datové vrstvy znovu uloženy a následovala vizualizace v programu ArcMap. Pro tvorbu webové prohlížečky byla využita služba ArcGIS Online v rámci studentského účtu Esri na Katedře geoinformatiky. Prvním krokem po přihlášení bylo vytvoření základní webové mapy, do které byly následně nahrány pomocí funkce „Přidat“ vytvořené vrstvy ve formátu Esri Shapefile zabalené v archivu zip. Po nahrání dat probíhalo stylování vrstev přes ikonu „Změnit styl“. U vrstev, které reprezentovaly intenzitu dopravy, byly pomocí stylu nastaveny kvantitativní stupnice. Intervalů bylo vytvořeno podle kvantilů s následnou manuální úpravou, aby všechny vrstvy podobného typu měly stejné rozpětí intervalů a výstupy bylo možné porovnávat vizuálně mezi sebou. V této záložce rovněž probíhalo nastavení zobrazení a průhlednosti vrstev. Zobrazení bylo u všech vrstev nastaveno od rozsahu na celou republiku až do rozlišení odpovídající přibližně měřítku 1 : 500. Průhlednost vrstev byla nastavena na 0 %. Dalším krokem bylo přejmenování vrstev do výsledné podoby. Přes možnost „Konfigurovat vyskakovací okno“ bylo nastaveno zobrazování záznamů z atributové tabulky v rámci vyskakovacího okna při přiblížení a kliknutí na libovolný segment vrstev v mapě. Takto vytvořená webová mapa byla ve finální podobě uložena a následně použita jako zdrojová mapa při tvorbě interaktivní webové aplikace.

Z nabídky možností publikace webové mapy byla vybrána varianta vytvořit webovou aplikaci podle šablony. V API prostředí byly postupně pomocí záložek „Motiv“, „Mapa“, „Widget“ a „Atribut“ nastaveny všechny parametry webové aplikace. V první záložce proběhlo nastavení kompozice mapy. Pro přehlednost bylo vybráno jednoduché schéma (rozkládací motiv). Druhá záložka zahrnovala nastavení zdrojové mapy webové aplikace. Zde byla vybrána webová mapa vytvořená v předchozím kroku. Pomocí widgetů byly do aplikace přidány nadstavbové prvky časová animace a překryv vrstev, které jsou podrobněji popsány v kapitole 7.2. V záložce „Atribut“ proběhlo nastavení názvu a grafických doplňků aplikace. Přes volbu „Sdílet“ byla vytvořená aplikace veřejně publikovaná.



Obrázek 2.4 API webové aplikace

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Doprava představuje důležitou součást dějin lidstva. Od počátku vývoje lidské společnosti patřila k základním potřebám. Lidé nenacházejí ve svém bezprostředním okolí vše potřebné a jsou nuceni přemísťovat hmotné statky i sebe sama. Doprava je tak logickým vyústěním cílevědomé činnosti obyvatelstva (Mirvald, 1999).

Odvětví dopravy se vymezují podle použité dopravní sítě. Podle Brinkeho (1999) se vymezuje 6 základních druhů dopravy: železniční, automobilová (do které spadá doprava autobusová), námořní, vnitrozemská (říční a jezerní), letecká a potrubní. Autobusová doprava se pak dělí na městskou hromadnou dopravu (MHD), působící na území měst a jejich blízkého okolí, veřejnou linkovou dopravu (VLD), obsluhující vzdálenější okolí v řádech desítek kilometrů a dálkovou autobusovou dopravu (vnitrostátní, mezinárodní) zajišťující přepravu na dlouhé vzdálenosti. Tato práce se zabývá využíváním mýtných úseků autobusovými dopravci a je primárně zaměřena na dálkovou autobusovou dopravu a na veřejnou linkovou dopravu.

V České republice patří silniční doprava k nejdůležitějším dopravním módům. V roce 2013 byl přepravní výkon osobní dopravy 64 650 mil. osobokilometrů (Kraft, 2015). Veřejná doprava se tak stále významně podílí na přepravě osob. Podle výsledků Dopravní ročenky 2012 bylo 58 % osob přepravováno pomocí veřejné dopravy, z větší části městskou hromadnou dopravou. Na VLD připadá 11 % veškeré přepravy osob. Z hlediska přepravního výkonu (oskm) připadá na veřejnou dopravu 40 % a podíl VLD představuje 25 % celkového přepravního výkonu (Horák, Ivan a kol, 2014).

3.1 Dopravní studie

Dopravní problematikou spojenou s individuální nebo veřejnou hromadnou dopravou se zabývá celá řada vědeckých a studentských prací. V České republice se nejvíce geografii dopravy zabývali Miroslav Marada (Univerzita Karlova), Stanislav Kraft (Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích), Igor Ivan, Jiří Horák (Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava) a další. Objektem studia není pouze intenzita dopravy, ale vliv dopravního toku na okolní prostředí, pozitivní a negativní dopad na geografickou sféru. Dopravní systémy jsou, jako všechny sociálně geografické jevy, výrazně hierarchicky organizovány (Marada 2006). Marada (2006) se v práci „Dopravní vztahy v Pražském městském regionu“ zabývá dopravní infrastrukturou pražského regionu a jeho napojením na zahraniční regiony s využitím dálkové individuální i hromadné dopravy. Zmiňuje i problematiku pražského okruhu a problémy v důsledku jeho neúplnosti. Zatížením pražského okruhu autobusovou dopravou se bakalářská práce zabývá v kapitole 4.4.

Vědecké práce

V České republice je aktivní organizace Centrum Dopravní geografie (CEDOG). Centrum má interdisciplinární charakter a sdružuje pracovníky různých geografických pracovišť (Přírodovědecká fakulta Masarykovy Univerzity Brno, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, České vysoké učení technické v Praze), ale také pracovníky ekonomických oborů a zástupce veřejné správy (Ministerstvo dopravy ČR). Členové centra se dlouhodobě věnují výzkumu a hodnocení dopravy. Odborné práce se věnují zejména analýzám geografických podmínek dopravy, interakcím v systému osídlení, hodnocení dopravní dostupnosti, dojížděcí obyvatel a vlivům kapacitních komunikací na regionální rozvoj (Centrum Dopravní geografie, 2017).

Mezi řešené projekty patřilo „Hodnocení prostorové dynamiky dopravních vztahů v sídelním systému Česka“, jejímž hlavním řešitelem byl Miroslav Marada. Projekt se konal v letech 2012–2015 a byl zaměřen na hodnocení dynamiky prostorových interakcí v sídelním systému Česka mezi lety 2001 a 2011. Výzkum zahrnoval vymezení nodálních středisek osídlení a následně hodnocení intenzity dopravních vztahů mezi středisky. Výsledkem je gravitační model, který je kalibrován pomocí intenzity veřejné a individuální dopravy (Centrum dopravní geografie, 2017). Nodální regiony mohou být vymezeny různými způsoby. Na základě dojížděky do zaměstnání, migračního toku a dalšími způsoby. Pro vymezení nodálních regionů v Jihočeském a Moravskoslezském kraji byla využita data pořízená při sčítání dopravy v roce 2010 (Kraft, Marada, 2014).

Mezi další projekty CEDOG spadala studie „Transport Accessibility at Regional/Local Scale and Patterns in Europe“ která se ve spolupráci s dalšími evropskými státy zabývala hodnocením dopravní dostupnosti a jejího potenciálu na hospodářský rozvoj území na třech úrovních – regionální, evropské a globální. Cílem bylo vyhodnotit rozdíly v dopravní dostupnosti na těchto třech úrovních prostřednictvím silniční, železniční, letecké a lodní dopravy. V závislosti na kvalitě dostupnosti byl predikován budoucí vývoj rozvoje dopravy a dopravní infrastruktury. Česká republika v návaznosti na tento projekt konaný v letech 2010–2013 navazuje podrobnějšími regionálními studii zaměřenými zejména na dostupnost pracovních příležitostí, administrativních a obslužných center. Analýzy jsou zpracovávány s významnou podporou GIS systémů (Centrum dopravní geografie, 2017).

Ve spolupráci Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci a Institutu geoinformatiky Vysoké školy báňské byl řešen projekt v rámci GAČR (Grantová agentura České republiky) s názvem „Prostorové simulační modelování dostupnosti“. Cílem bylo vyvinout, vyhodnotit a porovnat prostorové modely analyzující dostupnost veřejnou hromadnou dopravou pro regionální a lokální studie, s využitím metody Monte Carlo. Výsledky případové studie poskytují podrobné vyhodnocení dostupnosti obcí veřejnou hromadnou dopravou a také změny dostupnosti v průběhu dne (Horák, Ivan, 2014).

Studentské práce

Problematické veřejné hromadné dopravy se věnují i studentské práce vytvořené na Katedře geoinformatiky v Olomouci. Zde se jedná především o bakalářskou práci na téma Změny sítě veřejné linkové dopravy Olomouckého kraje od roku 1980 (Jindra, 2013) a magisterskou práci Časové variace dojížděky do města Olomouc prostředky hromadné dopravy osob (Zajíčková, 2012). Obě práce se zaměřují na dopravní charakteristiky, které popisují veřejnou hromadnou dopravu na území města Olomouce, popřípadě Olomouckého kraje. Tímto se odlišují od této bakalářské práce, která se zabývá veřejnou hromadnou dopravou v celorepublikovém měřítku.

Magisterská práce na téma Mýtný systém a jeho vliv na silniční dopravu byla zpracována i na katedře soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně (Novák, 2012). Práce se zabývá obecným fungováním mýtného systému a negativními dopady při pokusu o vyhýbání se zpoplatněným úsekům a zatěžováním komunikací nižších tříd nákladní dopravou.

Zahraniční práce

Dopravní problematikou v zahraničí se zabývá řada odborníků z praxe i akademické sféry. Studie se neomezují pouze na dopravní toky v rámci mýtných úseků, ale zabývají se komplexnějším vyhodnocením dat získaných z automatických detektorů dopravy. Pro monitoring dopravní situace a predikci intenzity dopravy byl již v roce 2003 vytvořen model „spatio-temporal MRF“ založený na stochastických metodách interpolace získaných dopravních dat (Kamijo, Harada, 2003). Mezi významné se řadí publikace „Traffic flow dynamics: data, models and simulation“ jejíž autory jsou Martin Treiber (Institut für Wirtschaft und Verkehr TU Dresden) a Arne Kesting (TomTom Development Germany GmbH Berlin). Dílčí kapitoly jsou rozděleny do tří hlavních částí. První část řeší problematiku získávání dopravních dat z automatických detektorů dopravy. Ve druhé je hlavním cílem vyhodnocení dat a popis dopravního toku na základě matematických modelů. Třetí část podává stručný přehled o využití matematických modelů v reálných dopravních aplikacích (Treiber, Kesting, 2013).

V posledních letech jsou díky rozvoji GPS technologií stále častěji tato data využívána pro dopravní modely a aplikace. Využíváním těchto modelů operujících s real time daty je možné lépe korigovat dopravu. Možnosti využití v dopravním inženýrství potvrdily studie ve městě Shanghai (Shi, Liu, 2008). Dopravní data jsou důležitou komponentou každého dopravního systému založeného na bázi GIS. Nejčastěji jsou pořizována pomocí automatických senzorů. S rozvojem informačních technologií se postupně tyto senzory staly multifunkčními (Fisher, Yue, Yeh, 2005). V prostředí GIS lze za využití pokročilých metod data miningu vytvářet dopravní simulace (Dallmeyer, Lattner, Timm, 2014). Využitím datové sady OSM pro dopravní simulace se Dallmeyer zabývá v publikaci „GIS-Based Traffic Simulation Using OSM“.

3.2 Mýtný systém

System elektronického výběru mýta se skládá z několika částí, které provádějí zaúčtování mýtných transakcí. System zahrnuje mýtnou stanici, kontrolní stanici, přenosné kontrolní zařízení, mobilní kontrolu.

Mýtné stanice jsou postaveny na zpoplatněné silniční síti a jsou vybaveny senzory umožňující komunikaci mezi mýtnou stanicí a palubní jednotkou OBU. Mýtné je automaticky naúčtováno a odečteno z kreditu předplacené pre-pay OBU. O průběhu platby řidiče informuje pípnutí jednotky OBU při průjezdu pod mýtnou stanicí. Kontrolní stanice jsou vybaveny zařízením, které automaticky několika cestami kontroluje, zda je vozidlo vybaveno palubní jednotkou OBU, zda jednotka přísluší danému vozidlu a zda je správně nastavena. Přenosná kontrolní zařízení doplňují síť pevných kontrolních stanic a jsou periodicky přesouvána na potřebné úseky zpoplatněných komunikací. Mobilní kontroly doplňují síť pevných a přenosných kontrolních zařízení. Provádějí je příslušníci Celní správy ČR ve vozidlech vybavených jak kontrolním zařízením, tak terminálem, který třídí a zobrazuje aktuální i historické přestupky potvrzené kontrolním centrem systému elektronického mýtného (Myto CZ 2017).

Dělení mýtného systému

Architektura mýtného systému EFC (Electronic Fee Collection) je ve státech Evropské unie standardizována pro vytvoření stejných podmínek pro distributory. Podle způsobu výběru mýta se systém dělí na otevřený a uzavřený (Příbyl, Svítek, 2001).

V otevřeném mýtném systému je průjezd vozidla zaznamenáván v jednom identifikačním bodě reprezentujícím celý úsek. Ve většině případů se jedná o úsek mezi křižovatkami. Výjimka může nastat na silnicích první třídy, kdy je úsek vedený přes dvě a více křižovatek. Identifikační bod je reprezentován mýtnou branou. Lokalizace je provedena tak, aby vozidlo muselo v každém případě tímto bodem projet a zaplatit mýto za příslušný úsek. Uzavřený systém má na každém vjezdu a výjezdu zřízený portál pro výběr mýta. Platba probíhá za reálně ujetou vzdálenost od nájezdu až po výjezd na rozdíl od prvního případu. Z tohoto pohledu je uzavřený mýtný systém spravedlivější. V České republice je používán otevřený typ mýtného systému (Příbyl, Svítek, 2001).

Technologie mýtného systému

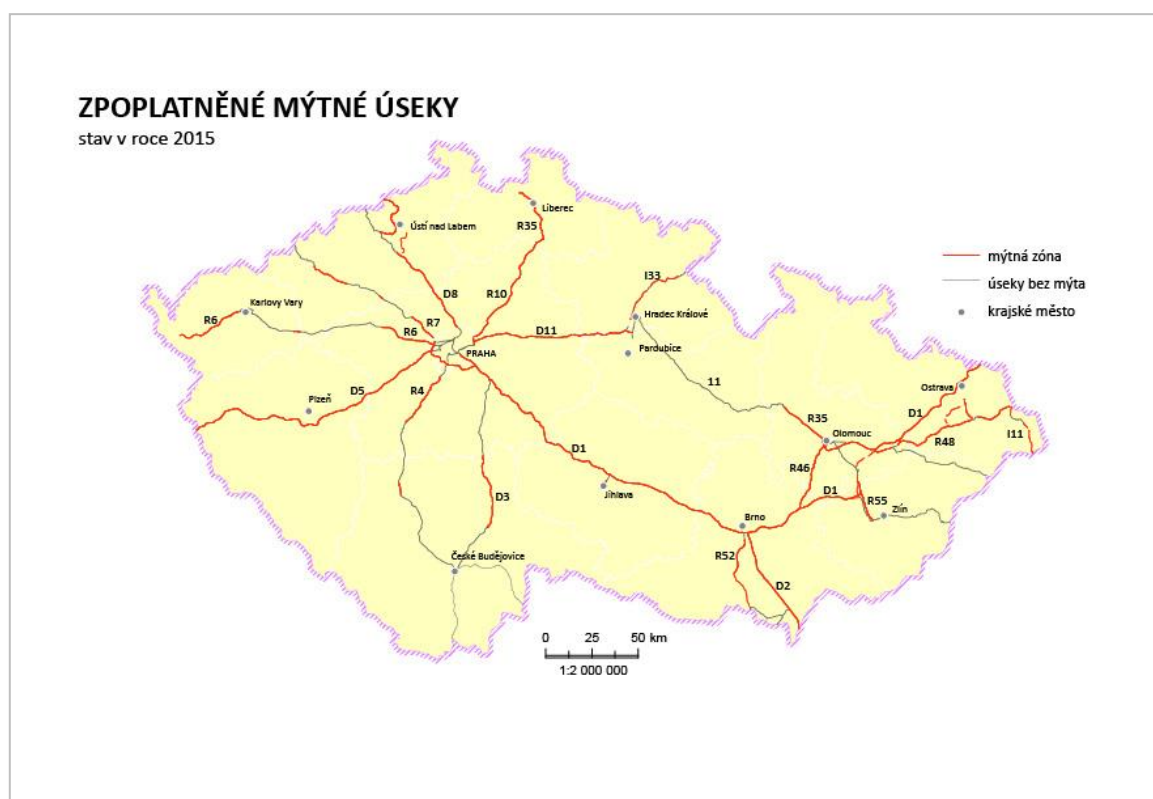
Technologicky je mýtný systém řešený pomocí mikrovlnné nebo satelitní technologie. Mikrovlnná technologie DRSC (Dedicated Short Range Communication) představuje zařízení komunikující na krátkou vzdálenost několika metrů mezi palubní jednotkou a mýtnou branou. Komunikace probíhá na principu rádiového (částečně také infračerveného) přenosu dat. Technologie GNSS/CN (Global Navigation Satellite System/Celular Network) je založena na principu určování polohy vozidla pomocí družicového systému. V současné době je využíván systém GPS s výhledem na přechod k evropskému družicovému systému Galileo. Na rozdíl od mikrovlnné technologie nepracuje s reálnou dopravní infrastrukturou, ale s tzv. virtuálními místy. Pozice těchto bodů je uložena v databázi palubní jednotky. Výhodou je možnost aktualizace těchto virtuálních míst (Příbyl, Svítek, 2001).

Mýtný systém v České republice

Příprava na zavedení mýtného systému byla zahájena v roce 2004. Na počátku roku 2005 byl schválen časový harmonogram uvádění systému do provozu. Ve výběrovém řízení na výstavbu a provoz uspělo ze čtyř kandidátů konsorcium Kapsch. Implementace mýtného systému trvala devět měsíců a ke spuštění došlo na počátku roku 2007. Mýtný systém generuje vedle výnosů v podobě vybraného mýta i náklady související s výstavbou a údržbou systému. Náklady jsou rozděleny na dodávku systému a poskytování služeb nutných pro provoz systému. Systém po dokončení dodávky přechází plně do vlastnictví státu a generální dodavatel dále poskytuje pouze provozní služby (Inoxive, 2014).

Délka zpoplatněné sítě elektronickým mýtným každoročně stoupá. Z původní délky 968 km dálnic a rychlostních silnic z roku 2007 nejvíce vzrostla v roce 2008 rozšířením mýta na silnice I. třídy. Od roku 2009 se síť mýtných úseků rozvíjí o nově dokončené dálniční úseky. Zde se už jedná o přírůstek v jednotkách procent. V roce 2015 dosáhla délka všech úseků hodnoty 2857 km. Celkový počet mýtných úseků je 525. Údaje vychází z tarifní tabulky vydané ŘSD v dubnu 2015. V roce 2016 došlo k zásadní změně v klasifikaci komunikací. Rychlostní silnice s označením R_x přestaly existovat. Většina těchto komunikací byla reklasifikována na dálnice s označením D_x a na významné silnice I. třídy s označením I_x (Inoxive, 2014).

S výhledem na rok 2020 se plánuje další rozšíření mýtných úseků. V návrhu figurují další silnice I. třídy v délce 900 km. V původním plánu byly zahrnuté i silnice II. třídy v délce 2000 km. Zde však v části případů k rozšíření nedojde pro nesplnění podmínek zpoplatnění (Článek MF Dnes, 31. 12. 2016).



Obrázek 3.1 Mýtné úseky v České republice v roce 2015.

3.3 Dopravní průzkum

Následující text teoretické části se zabývá dopravním průzkumem a způsoby vyhodnocování dějů komunikací v prostoru a čase. Součástí jsou definice veličin používaných pro hodnocení dopravního toku.

Pojmem dopravní síť je chápána soustava vzájemně propojených komunikací a bodů. Provoz na dopravní síti je hodnocen pomocí základních dopravně inženýrských charakteristik zahrnující intenzitu a hustotu dopravy, rychlost a skladbu dopravního toku. Intenzita dopravy na pozemní komunikaci je základním údajem o jejím využití. Výsledky o intenzitě dopravy na komunikacích jsou v České republice dostupné prostřednictvím dlouhodobého sčítání dopravy, Celostátního sčítání dopravy a využitím výsledků lokálních dopravních průzkumů pro menší území (Bartoš, 2012).

Intenzita dopravy

Intenzita dopravy představuje hlavní ukazatel vytiženosti komunikace a charakterizuje tak její využití. Intenzita dopravy je zjišťována z výsledků již existujícího dopravního průzkumu nebo provedením a vyhodnocením vlastního dopravního výzkumu. Dopravní průzkum probíhá v rádech hodin a pro stanovení intenzit dopravy pro delší časový úsek jsou využívány přepočtové koeficienty definované v dokumentu TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích. Výsledky krátkodobého měření lze tímto způsobem přepočítat na hodnoty používané v silničním hospodářství (roční průměr denních intenzit, padesátirázová a špičková dopravní intenzita). Technické podmínky byly v platnosti od roku 2007, přičemž hodnoty vycházely z údajů naměřených mezi lety 2000–2006. Podklad pro zpřesnění postupů a výpočtů poskytlo Celostátní sčítání dopravy v roce 2010. V roce 2012 firma EDIP s.r.o ve spolupráci s Ministerstvem dopravy zpracovala druhé vydání Technických podmínek TP 189 (Edip dopravní inženýrství, 2012).

Vytižení komunikace je určováno ročním průměrem denních intenzit (RPDI). Hodnota vyjadřuje průměr denní intenzity za všechny dny v roce. Na základě této hodnoty je určována kategorie komunikace, skladba vozovky, hodnota hluku a další. Přesnou hodnotu lze získat pouze kontinuálním měřením během celého roku 24 hodin denně. Ve většině případů (s výjimkou úseků sledovaných automatickými detektory) není tento postup možný. Proto se stanovuje odhad hodnoty RPDI z výsledků krátkodobého průzkumu pomocí koeficientů denních, týdenních a ročních variací dopravy. Variace intenzity dopravy vyjadřuje změny v zatížení dopravního toku ve stanoveném období. Dochází tak k odstraňování nepravidelného zatížení komunikace vlivem mimořádných událostí a přepočítané výsledky lze považovat za relativně přesné a směrodatné. Přepočtové koeficienty jsou stanoveny na základě skupiny vozidel, charakterem provozu na komunikaci (určeno kategorií a třídou komunikace) a obdobím roku, ve kterém dopravní průzkum probíhá (Bartoš, 2012). V příloze bakalářské práce jsou uvedeny tabulky a grafy všech tří typů variací dopravy. Pro účely bakalářské práce byly uvedeny hodnoty pouze pro autobusy.

Určení intenzity dopravy na pozemních komunikacích

Vyžití komunikace je určováno ročním průměrem denních intenzit (RPDI). Hodnota vyjadřuje průměr denní intenzity za všechny dny v roce. Přesnou hodnotu lze získat pouze kontinuálním měřením během celého roku 24 hodin denně. Ve většině případů (s výjimkou úseků sledovaných automatickými detektory) není tento postup možný. Proto se stanovuje odhad hodnoty RPDI z výsledků krátkodobého průzkumu pomocí koeficientů denních, týdenních a ročních variací dopravy. Variace intenzity dopravy vyjadřuje změny v zatížení dopravního toku ve stanoveném období. Dochází tak k odstraňování nepravidelného zatížení komunikace vlivem mimořádných událostí a přepočítané výsledky lze považovat za relativně přesné a směrodatné. Přepočtové koeficienty jsou stanoveny na základě skupiny vozidel, charakterem provozu na komunikaci (určeno kategorií a třídou komunikace) a obdobím roku, ve kterém dopravní průzkum probíhá (tabulka 3.1). Z hlediska časového rozlišujeme tři druhy variací dopravy: denní, týdenní, roční (Bartoš, 2012).

Výpočet RPDI se provádí pro každý typ vozidla samostatně podle následujícího výpočtu.

$$RPDI = I_m * k_{m,d} * k_{d,t} * k_{t,RPDI} \quad (1)$$

Hodnota I_m je intenzita dopravy daného druhu vozidla zjištěná v době průzkumu. Proměnná $k_{m,d}$ je přepočtový koeficient intenzity dopravy v době průzkumu na denní intenzitu dopravy. Zohledňuje denní variace dopravy a různé doby provádění dopravního průzkumu v průběhu dne. Přepočtový koeficient denní intenzity dopravy dne průzkumu na týdenní průměr denních intenzit dopravy $k_{d,t}$ zohledňuje týdenní variace intenzity dopravy. Průměrná roční denní intenzita dopravy (RPDI) je získána dosazením posledního přepočtového koeficientu $k_{t,RPDI}$. Tímto krokem je brán v potaz i roční vývoj intenzity dopravy. Hodnoty koeficientů pro různé druhy dopravy, různé třídy komunikací a různá roční období jsou uvedeny v tabulkách norem pro stanovení dopravní intenzity na pozemních komunikacích. Výsledná hodnota RPDI všech vozidel je vypočítána jako součet jednotlivých RPDI pro jednotlivé druhy vozidel (Bartoš, 2012).

Tabulka 3.1 Dělení provozu na komunikacích podle období

období provozu	měsíce
jarní	březen, duben, květen
prázdninové	červen, červenec, srpen
podzimní	září, říjen, listopad
zimní	prosinec, leden, únor

Tabulka 3.2 Dělení provozu podle skupin vozidel

skupina vozidel	druh vozidla
O	osobní automobily, dodávkové automobily
M	motocykly – jednostopá motorová vozidla bez přívěsů i s přívěsy
N	nákladní automobily – lehké, střední a těžké a speciální
A	autobusy – vozidla určená pro přepravu osob a zavazadel
K	nákladní soupravy – přívěsové a návěsové

4 CELKOVÉ PRŮJEZDY MÝTNÝMI ÚSEKY

V první kapitole praktické části práce byla hlavní pozornost věnována celkovému zatížení úseků spadajících do mýtné zóny. Statistická analýza kromě agregace výsledků na celou Českou republiku zahrnuje i popis intenzit dopravy v rámci jednotlivých mýtných úseků a menších územních celků. Podrobnější analýzy definují dopravní vytíženost pro jednotlivé úseky vykazující výrazně odlišné intenzity dopravy oproti sousedním úsekům nebo úsekům s podobnou prostorovou lokalizací (úseky v příhraničních oblastech). V kapitole jsou použity termíny souhrnný denní průjezd, střední denní hodnota intenzity dopravy a celková střední hodnota intenzity dopravy. Souhrnný denní průjezd je obsažen již ve zdrojových datech a jeho hodnota udává počet průjezdů jednotlivými mýtnými úseky za den. Střední denní intenzita dopravy je vypočítaná mediánová hodnota ze souhrnných denních průjezdů v rámci jednoho měsíce a udává průměrnou denní intenzitu autobusové dopravy na úseku ve sledovaném měsíci. Celková střední hodnota intenzity dopravy udává průměrnou intenzitu autobusové dopravy na úseku v roce 2015 stanovenou jako vážený průměr ze středních denních intenzit.

4.1 Variace dopravy v čase

V rámci dopravních průzkumů je ve většině případů jako hlavní uváděna hodnota roční průměrné denní intenzity dopravy (RPDI). Hodnota denních průjezdů ale není pro všechna období v roce stejná. Proměnlivost intenzity dopravy kromě ročního období závisí na typu dopravy, konkrétním dnu v týdnu, lokalizaci úseku a typu komunikace. Hodnoty roční průměrné denní intenzity například při CSD jsou přepočítány pomocí koeficientů intenzity dopravy jako vážený průměr. Ten ale vychází z dat získaných pomocí měření v omezeném časovém úseku v několika vybraných dnech v roce. Výsledná intenzita je zatížena chybou, která je podle Bartoše (2012) závislá na délce a počtu opakování dopravního průzkumu. Velikost chyby je uváděna v závislosti na těchto parametrech v intervalu 5–14 % z výsledné hodnoty RPDI. Oproti tomu průměrná denní intenzita zatížení mýtných úseků v této práci byla vypočítána z dostupných dat zahrnující všechny dny ve vybraných měsících v roce 2015 (únor, květen, červenec, srpen, říjen) a lze ji považovat za přesnější.

Nastavení kontingenční tabulky

Pro všechny úlohy kromě úlohy řešící hodinové průjezdy popsané v rámci podkapitoly 4.2 byla použita jako primární zdrojová data souhrnné denní průjezdy mýtnými úseky. U všech řešených úloh v rámci kapitoly 4 byla kontingenční tabulka v řádcích tvořena mýtnými úseky a ve sloupcích souhrnnými průjezdy v jednotlivých dnech. Hodnoty tabulky tvořil počet mýtných transakcí na daném úseku v daný den. Pro stanovení souhrnných denních průjezdů na všech úsecích nebyly využity žádné filtrovací atributy. Jeden sloupec představoval průjezdy pro jeden konkrétní den. Při stanovení souhrnných denních průjezdů pouze zahraničních dopravců byl filtrovací atribut „home foreign country“ nastaven na hodnotu foreign. Pro stanovení denních intenzit na hraničních přechodech byly ve filtru „toll section“ nastaveny pouze vybrané mýtné úseky. Hodnoty jednotlivých denních průjezdů získané z kontingenčních tabulek byly využity pro výpočet střední denní intenzity průjezdů v měsíci. Ze středních hodnot v jednotlivých měsících byla potom určena roční střední hodnota intenzity průjezdů, která byla pomocí koeficientů ročních variací dopravy vypočítána jako vážený průměr středních hodnot v jednotlivých měsících.

Denní intenzita dopravy

Z vyhodnocení intenzit autobusových dopravců pro výše zmíněné období byly nejmenší hodnoty denních průjezdů zaznamenány v únoru, nejvyšší naopak v květnu. Zde byl první zajímavý poznatek, který neodpovídal původnímu předpokladu, že veřejná hromadná doprava má maximální vytížení v prázdninovém období. Dopravní zatížení v průběhu roku je děleno na čtyři období (zimní, jarní, prázdninové, podzimní) a do každého spadají vždy tři po sobě následující měsíce (Bartoš, 2012). Největší zatížení autobusovou dopravou na mýtných úsecích nastává na přelomu jarního a prázdninového období (květen, červen). Oproti únorovým hodnotám počet průjezdů narůstá v květnu o téměř 70 %. Prázdninové hodnoty průjezdů oproti únorovým jsou vyšší o 50 %.

Vývoje intenzit autobusové dopravy využívající mýtné úseky v roce 2015 a střední intenzity průjezdů v průběhu týdne jsou uvedeny v následujících tabulkách. Tabulka 4.1 poukazuje na rozdíly v průměrných počtech průjezdů v průběhu týdne. Vývoj dopravní intenzity v průběhu týdne je pro všechna sledovaná období podobný. Maximální intenzita spojů je vždy zaznamenána v pátek. V prázdninovém období je oproti zbytku roku větší rozdíl mezi sobotním a nedělním provozem, přičemž sobotní provoz je v tomto období výrazně nižší než v jarních a podzimních měsících. Ve všech obdobích je průměrný provoz autobusové dopravy vyšší o víkendů než v běžný pracovní den.

Tabulka 4.1 Medián denní intenzity průjezdů v průběhu týdne

měsíc	pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek	sobota	neděle
únor	40 859	38 452	40 363	41 266	50 877	45 020	41 365
květen	62 011	57 889	62 447	67 099	78 922	71 542	67 819
červenec	56 962	53 235	55 974	56 752	71 373	60 411	66 854
srpen	56 415	54 613	57 248	58 354	71 285	59 785	67 782
říjen	56 495	53 867	56 618	58 144	68 380	66 942	64 844

Hodnoty průjezdů v tabulce 4.2 odpovídají mediánové hodnotě ze všech denních průjezdů ve všední a víkendové dny v daném měsíci. Poslední sloupec představuje celkovou střední intenzitu průjezdů za rok 2015 stanovenou na základě vzorců:

$$RPDI = (0,781*m_1+1,218*m_2+1,045*m_3+1,06*m_4+1,071*m_5) / 5 \quad (2)$$

$$RPDI = (0,881* m_1+1,15*m_2 +1,013*m_3 +1,076*m_4 +1,064*m_5) / 5 \quad (3)$$

V prvním vzorci byly použity přepočtové koeficienty ročních variací intenzity autobusové dopravy (Bartoš, 2012) pro dálnice a rychlostní silnice. Ve druhém vzorci byly použity přepočtové koeficienty pro silnice I. třídy. Za proměnou m byly dosazeny střední denní intenzity pro vybrané měsíce. Po dosazení středních denních intenzit byla pro každý úsek zvlášť vypočítána celková střední hodnota intenzity dopravy.

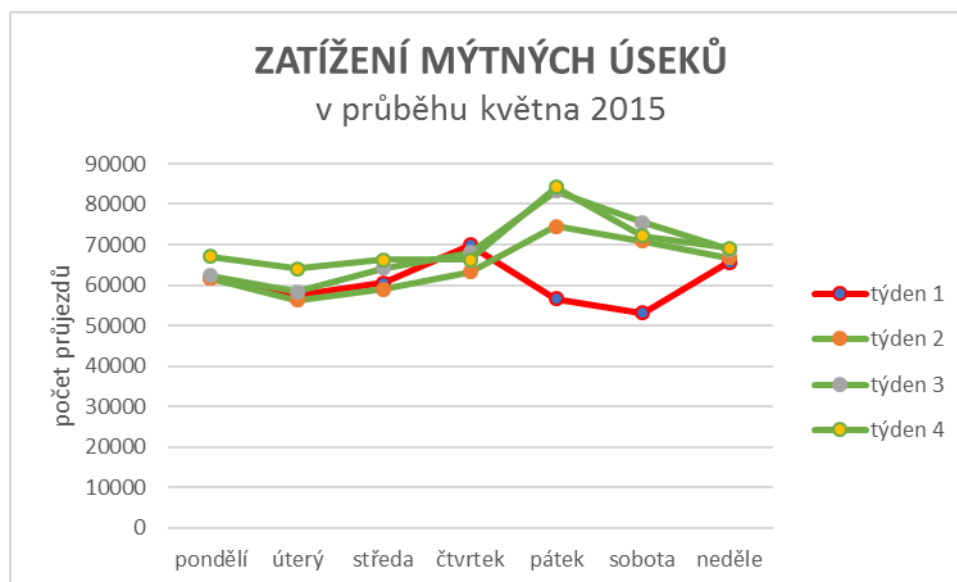
Tabulka 4.2 Střední hodnota denní intenzity průjezdů pro všední a víkendový den

období v týdnu	únor	květen	červenec	srpen	říjen	celoroční
všední den	40 859	62 447	56 752	57 248	56 618	57 719
víkendový den	43 193	69 680	63 632	63 784	65 893	64 656

Pravidelnou periodicitu nárůstu a poklesu intenzity dopravy narušují dny, ve kterých je hodnota průjezdů výrazně odlišná od normálu. Situace nastává především o státních svátcích (1. 5., 8. 5., 28. 10.). Při výpočtu středních hodnot intenzit dopravy v měsíci byl medián zvolen oproti průměru, aby nedocházelo ke zkreslování výsledků vlivem těchto extrémních hodnot. Rozdíl mediánové hodnoty oproti průměrné v běžný pracovní nebo víkendový den nebyl zásadní. Medián byl do výpočtu zvolen pro větší přesnost v případě, že data budou extrémní hodnoty průjezdů vykazovat ve větší míře. Vliv státního svátku na pokles intenzity dopravy je patrný z tabulky 4.3. Státní svátky (1. 5. 2015 a 8. 5. 2015) zde připadají na první dva pátky v měsíci, které vykazují výrazně nižší intenzitu celkových průjezdů než zbylé páteční dny v měsíci. Tento pokles má vliv i na sobotní provoz, který rovněž vykazuje výrazně nižší hodnoty průjezdů oproti normálnímu stavu. V grafu je týden zahrnující státní svátek 8. května znázorněn červenou barvou, ostatní týdny v květnu zelenou barvou. Z průběhu grafu vyplývá že intenzita v prvních čtyřech dnech je u všech týdnů podobná a v pátek nastává vlivem státního svátku pokles oproti běžné intenzitě dopravy. Podobný dopad v podobě poklesu intenzity dopravy mají i zbylé státní svátky v červenci a říjnu 2015.

Tabulka 4.3 Pokles intenzity autobusové dopravy o státních svátcích v květnu 2015

pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek	sobota	neděle
x	x	x	x	60 306	56 702	70 019
61 616	57 475	60 639	69 925	56 561	53 080	65 590
61 714	56 292	59 033	63 201	74 589	70 885	66 783
62 307	58 302	64 254	67 959	83 254	75 442	68 855
67 121	64 014	66 243	66 238	84 159	72 198	69 055



Obrázek 4.1 Pokles intenzity autobusové dopravy o státních svátcích v květnu 2015.

4.2 Vytíženost úseků

Srovnání směrů úseku

Každý úsek je složen ze dvou směrů. Na základě průjezdů jednotlivými směry byl zjištěn procentuální rozdíl zatížení na všech úsecích. Počet průjezdů v jednom směru byl vybrán jako referenční (tj. počet průjezdů tímto směrem má vždy hodnotu 100 %) a počet průjezdů v protisměru byl s touto hodnotou srovnáván. Srovnávaný směr je tak vůči referenčnímu zatěžován více, anebo méně nebo mají oba směry vyrovnanou bilanci počtu průjezdů. Základ této analýzy vychází z výsledků celkové střední intenzity dopravy na mýtných úsecích stanovených v předchozí úloze.

Tabulka 4.4 Ukázka srovnání intenzity dopravy v obou směrech mýtného úseku.

úsek	směr průjezdy	součet obou směrů	srovnání [%]	rozdíl [%]
D01011	375	743	100.00	0.00
D01012	368		98.26	-1.74
D01021	554	1107	100.00	0.00
D01022	553		99.73	-0.27
D01271	173	413	100.00	0.00
D01272	240		138.44	38.44
I35041	67	122	100.00	0.00
I35042	56		83.46	-16.54

Z tabulky 4.4 je zřejmé, že u některých úseků je intenzita provozu v obou směrech vyrovnaná a rozdíly v zatížení směrů jsou minimální, v jiných případech jsou naopak rozdíly i v řádech desítek procent. Ve všední den se pod hranici pěti procent rozdílu dostalo 147 úseků, pod hranici deseti procent 210 z celkových 262 úseků. O víkendu je nerovnoměrnost zatížení větší. Pod hranici pěti procent rozdílu se dostalo pouze 75 úseků a pod hranici deseti procent 147 úseků.

Rozdíl v zatížení směrů není konstantní po celý průběh roku, a proto kromě celkového srovnání bylo provedeno i srovnání zatížení v jednotlivých měsících zvlášť. Naopak u některých úseků byla zjištěna výrazná proměnlivost, kdy jeden měsíc je směr průměrně vytěžován daleko více než protisměr a druhý měsíc je bilance vyrovnaná. Úseky, kde se rozdíl zatížení směrů v průběhu roku mění minimálně, byly určeny pomocí rozdílu největší a nejmenší hodnoty rozdílu zatížení. Čím je menší rozdíl, tím je stabilnější úsek. Ve výsledku byly směry podle rozdílu zatížení rozděleny do čtyř kategorií. Směry s vyrovnanou bilancí, směry s nižší intenzitou provozu, směry s vyšší intenzitou a směry s extrémními rozdílem oproti protisměru (rozdíl větší než 20 %).

Vytíženost úseků

Mýtné úseky se nachází na dálnicích, rychlostních silnicích a komunikacích I. třídy. Z hodnot středních denních intenzit dílčích úseků byly dopočítány střední denní intenzity průjezdů pro typy komunikací. Například hodnota střední denní intenzity průjezdů pro dálnice představuje průměrnou hodnotu získanou ze středních denních intenzit všech úseků, které se nachází na komunikacích označených jako dálnice. Stejným způsobem byl tento postup výpočtu praktikován i na rychlostní silnice a silnice I. třídy. V dalším kroku došlo k porovnání hodnot mezi sebou a k vyhodnocení, zda je mýtný úsek v porovnání s intenzitou na typu komunikace zatěžován podprůměrně (menší hodnota průjezdů) nebo nadprůměrně (vyšší hodnota průjezdů).

Ve výsledku došlo k rozdělení komunikací do tří skupin na komunikace obsahující pouze podprůměrně vytěžované úseky (D3, I55, I58, R48, R63), komunikace obsahující pouze nadprůměrně vytěžované úseky (I46, I52, R10) a komunikace obsahující nadprůměrně i podprůměrně úseky. Postup určení nadprůměrného nebo podprůměrného vytížení úseku je uveden v následujících tabulkách na vzorovém úseku R35472 Velký Újezd – Přáslavice ležícím na rychlostní komunikaci R35. Na vzorovém úseku je dokázáno, že úsek může být různě zatěžován ve všední dny a o víkendu. Tato informace je i součástí atributové tabulky vrstvy obsažené ve webové prohlížečce. Analogicky byly řešeny všechny úseky. Pro výpočet jsou důležité tři údaje:

- průměrná denní intenzita průjezdů v měsíci mýtným úsekem,
- průměrná denní intenzita průjezdů v měsíci pro typ komunikace,
- rozdíl (hodnota průjezdů na úseku – hodnota průjezdů na typu komunikace).

Tabulka 4.5 obsahuje informace o počtech průměrných průjezdů vybraným úsekem a odpovídající údaje o průměrném počtu průjezdů na příslušném typu komunikace ve vybraném měsíci. Na základě rozdílu hodnot ve druhém a třetím sloupci je určen rozdíl, který může nabývat kladných nebo záporných výsledků. Záporné výsledky znamenají vytěžování úseku menší než je průměrný počet průjezdů na všech úsecích spadajících do stejné kategorie jako zkoumaný úsek. Kladné hodnoty rozdílu znamenají nadprůměrné vytěžování. Tímto postupem bylo vytížení úseku zjištěno pro všech pět zkoumaných měsíců v roce 2015 na všech úsecích a následně byl vypočítán celkový rozdíl jako střední hodnota ze všech pěti dílčích rozdílů (tabulka 4.6).

Tabulka 4.5 Stanovení měsíční vytíženosti úseku

den	průjezdy úsekem	průjezdy dle typu komunikace	rozdíl	vytížení úseku
všední	106	110	-4	podprůměrné
víkend	132	104	28	nadprůměrné

Tabulka 4.6 Stanovení celkové míry vytíženosti úseku

rozdíl v počtu průjezdů							zatížení
den	únor	květen	červenec	srpen	říjen	celkový rozdíl	zatížení
všední	-12	-4	0	-9	-15	-5	podprůměrné
víkend	20	28	39	54	26	28	nadprůměrné

Průběh dne

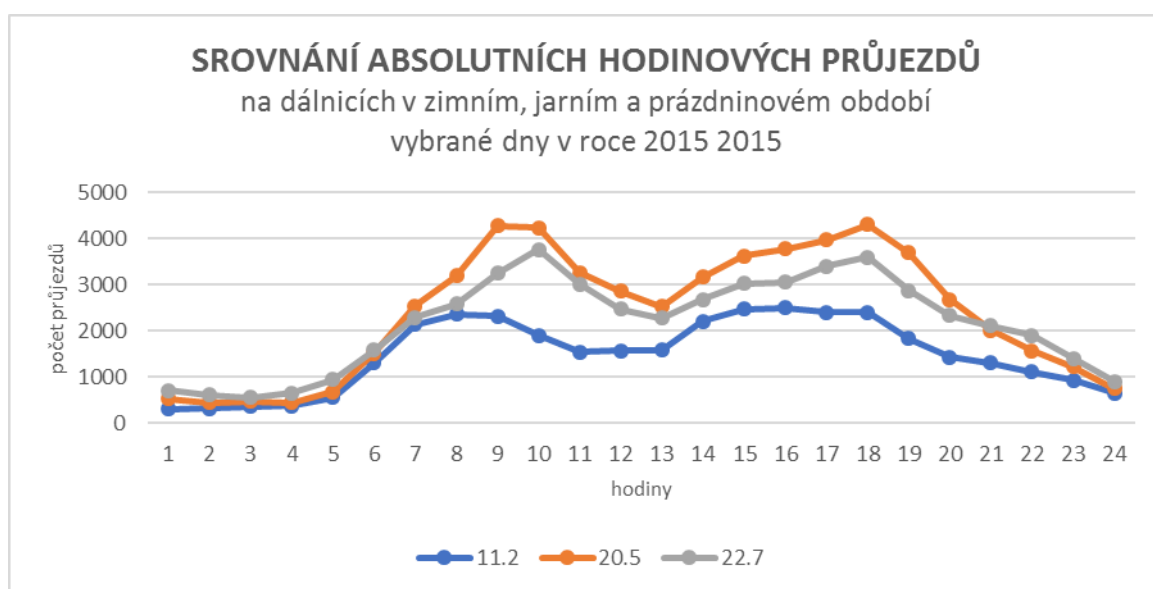
Časová variace dopravy se vztahuje i k provozu v průběhu dne, kdy osciluje mezi dopravní špičkou s vyšším počtem průjezdů a dopravním sedlem s poklesem intenzity dopravy. První dopravní špička obecně nastává po sedmé hodině ráno, kdy intenzita roste s maximem kolem deváté hodiny dopoledne. Následuje dopravní sedlo s poklesem intenzity přes poledne. Přibližně od druhé hodiny odpoledne do šesti hodin večer opět začne intenzita dopravy narůstat. Po šesté hodině odpolední intenzita směrem k nočním hodinám klesá. Do analýzy zabývající se vývojem intenzity dopravy v průběhu dne bylo na vstupu zahrnuto z dostupných dat pět všedních dnů v roce 2015 (viz kapitola 2.1). Protože celková denní intenzita v těchto dnech nevykazovala výraznější odchylky od středních denních intenzit, lze i hodinové intenzity v těchto konkrétních dnech považovat za směrodatné v rámci měsíce. Víkendové dny byly z analýzy vynechány z důvodu absence denních variací intenzit autobusové dopravy pro víkendové dny v technické normě TP 189, se kterými byly srovnávány vypočítané hodinové intenzity ve všední dny.

Hodinové průjezdy pro všední dny byly získány z kontingenční tabulky. Řádky tabulky tvořily vybrané dny (11. 2., 20. 5., 22. 7., 12. 8., 14. 10.). Ve 24 sloupcích byly zahrnuty všechny hodinové průjezdy v průběhu dne a hodnoty tabulky opět představovaly jednotlivé mýtné transakce. Filtrovací atribut tentokrát tvořily samotné mýtné úseky. Hodinová intenzita dopravy byla zjišťována zvlášť pro komunikace spadající do kategorie dálnic a rychlostních silnic a zvlášť pro komunikace spadající pod třídu silnic I. třídy. Tímto postupem byly získány absolutní hodinové průjezdy v průběhu dne. Pro získání relativní hodnoty hodinové intenzity dopravy byly jednotlivé hodinové průjezdy vyděleny celkovými denními průjezdy a převedeny na procenta. Tento krok byl proveden z důvodu následného srovnání s tabulkovými hodnotami, které jsou udávány v relativních hodnotách.

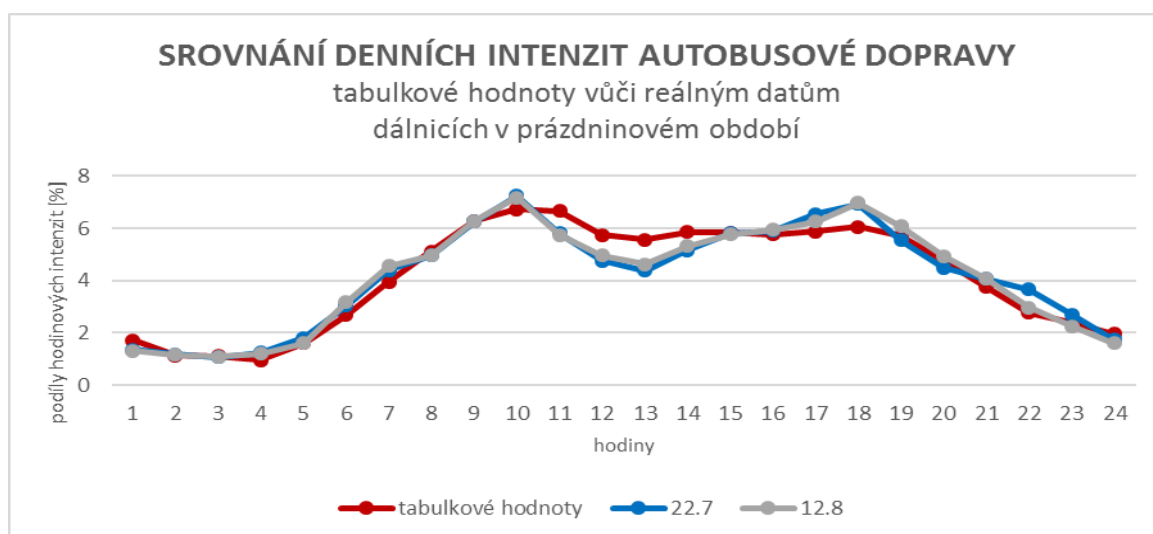
Ve všech sledovaných dnech se na silnicích I. třídy podíl hodinových intenzit mezi půlnocí a pátou hodinou ráno pohybuje mezi 1–2 procenty celkové denní intenzity. Intenzita začíná růst po šesté hodině ráno a první dopravní špička kulminuje mezi osmou a devátou hodinou. Mírně později nastává dopravní špička 20. května. Ranní dopravní špička se pohybuje mezi 6–8 procenty celkové denní intenzity. Nejnižší hodnoty jsou v tomto případě zaznamenány pro oba dny spadající do prázdninového období. Při dopravním sedle mezi jedenáctou a třináctou hodinou klesá hodnota hodinové intenzity na čtyři procenta. Opětovný nárůst intenzity začíná kolem druhé hodiny odpoledne s maximem mezi třetí a čtvrtou. Poté již intenzita směrem k večerním hodinám s mírnými výkyvy neustále klesá.

Rozdílné rozložení hodinových průjezdů je na dálnicích a rychlostních silnicích. Z pěti vybraných dnů se výrazněji od ostatních liší středa 11. února spadající do zimního období. Celková denní intenzita je nižší a dopravní špička i dopravní sedlo nastává řádově o jednu až dvě hodiny dříve. U ostatních sledovaných dnů začíná intenzita růst v pět hodin ráno z hodnoty kolem jednoho procenta až k dennímu maximu, které nastává po deváté hodině dopoledne (obrázek 4.3). Od desáté hodiny nastává pokles přes poledne s lokálním minimem v jednu hodinu odpoledne. Poté nastává odpolední dopravní špička s maximálními hodnotami podobnými dopolední špičce. Na rozdíl od ranní dopravní špičky ale trvá výrazně delší dobu a končí až po sedmé hodině večer.

Výsledné podíly hodinových průjezdů na denním průjezdu mýtnými úseky ve všední dny byly srovnány s tabulkovými hodnotami uváděnými v technických normách TP 189. Obecným závěrem srovnání je poznatek, že tabulkové hodnoty jsou odvozeny z dlouhodobějšího průzkumu a podléhají tak jistě míře zkreslení dat. I přesto trend růstu a poklesu intenzity dat odpovídá trendu získaným z dat hodinových průjezdů. V čem se průběhy funkcí obou typů hodinových průjezdů liší výrazněji, jsou amplitudy hodinové intenzity. Zde má často dopravní sedlo menší hodnoty, než jaké jsou uváděny v přepočtových tabulkách. Největší rozptyl kolem průměrné hodnoty jak pro silnice I. třídy, tak pro dálnice nastává v prázdninovém období. Provoz v průběhu dne je v této době velmi proměnlivý a obecný průběh se příliš s daty za červenec a srpen neshoduje (obrázek 4.4). Grafy hodinových průjezdů pro všechny sledované dny jsou zahrnuty v příloze 4 a vrstva hodinových průjezdů pro všechny úseky je také součástí webové prohlížečky.



Obrázek 4.2 Absolutní hodinové průjezdy ve vybraných dnech roku 2015



Obrázek 4.3 Srovnání tabulkových a reálných hodnot hodinových intenzit autobusové dopravy.

4.3 Průjezdy hraničními přechody

Dálkové autobusové spoje českých dopravců se nepohybují pouze na území České republiky. Doplněné o zahraniční dopravce tvoří tranzitní dopravu mířící za hranice českého území. Kapitola se zabývá otázkou, jak moc dopravci využívají hraniční přechody spadající do mýtné zóny. Mýtných úseků v bezprostřední blízkosti státní hranice je celkem šest:

- Veřnovice (Polsko, D1),
- Lanžhot (Slovensko, D2),
- Rozvadov (Německo, D5),
- Krásný Les (Německo, D8),
- Mosty u Jablunkova (Slovensko, I11),
- Mikulov (Rakousko, I52).

V celkovém součtu tvoří průjezdy hraniční mýtnou zónou průměrně 1,5 procenta všech mýtných transakcí v České republice. Absolutní i průměrné počty průjezdů včetně podílu na celkovém počtu denních průjezdů jsou uvedeny v tabulce 4.7. Z výsledků středních denních intenzit v jednotlivých měsících vyplývá, že větší provoz je na hraničních úsecích o víkendu než ve všední den. Tento fakt platí v průběhu celého roku bez ohledu na období. Převahu v počtech průjezdů mají zahraniční dopravci, kteří v průměru tvoří více než 60 %. Průměrná denní intenzita na hraničních úsecích kopíruje denní intenzitu všech sledovaných úseků v průběhu roku.

Tabulka 4.7 Souhrnné průjezdy hraničními přechody

období	měsíc	počet dnů	průjezdy celkem	denní průměr	celkový podíl [%]
víkend	únor	8	4 882	610	1.41
	květen	8	8 885	1 111	1.64
	červenec	8	10 184	1 273	2.03
	srpen	8	9 839	1 230	1.91
	říjen	8	8 213	1 027	1.55
všední den	únor	21	7 720	368	0.91
	květen	20	16 562	828	1.27
	červenec	20	16 135	807	1.63
	srpen	20	18 649	932	1.57
	říjen	20	14 422	721	1.25

Hraniční přechod v Rozvadově má bilanci průjezdů českých a zahraničních průjezdů jako jediný vyrovnanou. Přechody Lanžhot, Mikulov a Krásný Les jsou využívány zahraničními dopravci dvojnásobně oproti českým a přechody ve Veřnovicích a Mostech u Jablunkova jsou z více než 85 % využívány pouze zahraničními dopravci.

Zvláště pro jednotlivé přechody byl zjišťován podíl jednotlivých národností na průjezdech. Hraniční přechody na východě republiky nejvíce využívají polští dopravci. Platí to pro hraniční přechod Veřnovice s Polskem i pro hraniční přechod se Slovenskem v blízkosti Mostů u Jablunkova. Českými dopravci jsou tyto přechody využívány minimálně. Nejvíce zahraničních dopravců, kteří nepatří k sousedním státům České republiky, využívá přechody s Německem v Rozvadově a Krásném Lese a dále směřují k hraničním přechodům na jihu republiky do Mikulova a Lanžhota. Výsledky v grafické podobě jsou obsaženy v příloze 7.

4.4 Lokální extrémy

Při výpočtech celkové střední intenzity průjezdů a srovnání směrů byly detekovány úseky, které v porovnání se svým okolím mají výrazně odlišné hodnoty průjezdů. Nejvíce se tyto rozdíly vyskytovaly v blízkosti velkých měst.

Pražský okruh

Dálniční přivaděče k Praze patří k nejvytěžovanějším mýtným úsekům v republice. Vybudování pražského okruhu mělo vést k odlehčení celkové dopravní situace v Praze a redukci tranzitní dopravy. Většina autobusových spojů směřujících přímo do Prahy tak pražský okruh logicky nevyužívá a průjezdy, které jsou zaznamenány ve většině případů, zajišťují zájezdové spoje směřující do jiné cílové destinace.

Tabulka 4.8 Pokles intenzity autobusové dopravy na Pražském okruhu

úsek	silnice	všední den	víkend
R01011 křížení s R10	Pražský okruh	101	126
R10012 přivaděč R10	R10	253	171
R01071 křížení s D1	Pražský okruh	37	48
D01032 přivaděč D1	D1	431	418
R01091	Pražský okruh	38	46
R01101	Pražský okruh	48	51
R01121	Pražský okruh	49	51
R01171 křížení s D5	Pražský okruh	111	131
D05011 přivaděč D5	D5	248	221

Úsek Brno – Modřice

Při srovnání směrů na úseku Brno – Modřice byla průměrná hodnota průjezdů ve směru na Brno (I52012) průměrně o 65 % nižší než průměrná hodnota v opačném směru (I52011). Příčinou je zvýšený podíl průjezdů linkového dopravce ADOSA s.r.o. a DP města Brna v směru I52011. Všechny ostatní úseky na této komunikaci R52 a I52 takto výrazné rozdíly nevykazují.

Úsek Vyškov – Říkovice

Nejnovější část dálnice D1 je oproti zbytku úseků na této komunikaci podprůměrně využívána. Většina dálkových dopravců směřujících především do Polska stále upřednostňuje silnici R46 ve směru na Olomouc s napojením na R35 ve směru na Lipník nad Bečvou a Ostravu.

5 INDIVIDUÁLNÍ PRŮJEZDY DOPRAVCŮ

Kapitola se zabývá počtem průjezdů mýtnými úseky z pohledu jednotlivých dopravců. Cílem bylo popsat pohyb a intenzitu provozu nejvýznamnějších dopravců v České republice. Základní rozdělení bylo provedeno na domácí a zahraniční dopravce. Z průjezdů všech autobusů s českou poznávací značkou byla z podrobnějšího zkoumání vyloučena vozidla, která podle zdrojových dat nespádala pod žádného registrovaného autobusového dopravce (jednorázové zájezdové spoje). Tato skupina představuje 13 % průjezdů ve všední dny a 20 % průjezdů o víkendu. Další skupinou mimo zkoumání byli dopravci, kteří využívají mýtné úseky minimálně a jejich podíl nepřesáhne jedno procento celkových denních průjezdů. Dohromady tato skupina českých regionálních a jednorázových spojů představuje 38 % průjezdů ve všední dny a 46 % průjezdů o víkendech.

5.1 Vyhodnocení průjezdů

Rozdíly mezi dopravci byly získány opět pomocí zpracování zdrojových dat kontingenčními tabulkami. Řádky kontingenční tabulky tvořily mýtné úseky, sloupce dny, pro které byla dostupná data (viz Kapitola 2.1) a hodnoty v tabulce představovaly mýtné transakce. Jako pomocné filtry kontingenční tabulky byly využity čtyři atributy datové sady (název dopravce, název mýtného úseku, datum, rozlišení zahraničního a českého dopravce). Pro získání požadovaných datových výstupů byly filtry kontingenční tabulky nastaveny následujícím způsobem:

- Název firmy (vybraní dopravci),
- Název mýtného úseku (všechny hodnoty),
- Datum (všechny všední dny nebo všechny víkendové dny),
- Rozlišení českého a zahraničního dopravce (hodnota HOME).

Po nastavení parametrů byly získány údaje o průjezdech ve výše zmíněných deseti dnech roku 2015 pro tři individuální dopravce (RegioJet, ČSAD, Arriva) a pro další dvě sloučené skupiny dopravců na každém úseku mýtné zóny. Z průjezdů v jednotlivých dnech mýtnými úseky byla vypočítána střední hodnota průjezdů. Stejně jako v předchozích úlohách střední hodnotu představoval medián. Ze střední hodnoty jednotlivých úseků byla vypočítána střední hodnota průjezdů vybraných dopravců za celou mýtnou zónu. Z těchto souhrnných středních hodnot průjezdů byl vytvořen graf podílu vybraných dopravců na celkovém provozu v mýtné zóně. Ve všední den významní dopravci představují 49 % celkového provozu, o víkendu 36 %.

Data průjezdů jednotlivými úseky byla přes atribut název úseku připojena vrstvě mýtných úseků v softwaru ArcMap, ve kterém probíhala jejich vizualizace. Výsledkem vizualizace bylo šest vrstev intenzit průjezdů mýtnými úseky pro spoje RegioJet, ČSAD a Arriva. Tyto vrstvy byly v konečné fázi nahrány do webové prohlížečky.

K určení podílu na provozu v rámci celého kraje byly průjezdy jednotlivých úseků agregovány podle lokalizace příslušné mýtné brány. V tomto kroku byla použita funkce „Select by Location“ a výsledkem byl souhrnný počet průjezdů jednotlivých dopravců v rámci území celého kraje. Pomocí strukturního kartodiagramu byl následně určen i podíl na průjezdech dopravců v jednotlivých krajích. V některých případech je podíl na provozu podobný jako v celorepublikovém srovnání. Ve vybraných krajích je rozložení počtu průjezdů daných dopravců zcela odlišné. Mapový výstup je přiložen k práci jako volná příloha.

5.2 Dopravci v rámci České republiky

Mezi deset nejvýznamnějších českých dopravců byly zahrnuty firmy, jejichž podíl na celkových denních průjezdech je větší než jedno procento a jejich obslužnost pokrývá území větší než jeden kraj. Kromě tří nejvýznamnějších společností (RegioJet, Arriva, ČSAD) tyto kritéria splňuje ještě sedm dalších dopravců (ADOSA a.s., ANEXIA s.r.o., BusLine a.s., Gumdrop s.r.o., Dopravní podnik hlavního města Prahy, PROBO BUS, Tourbus).

Rozdíly mezi dopravci na celorepublikové a krajské úrovni se v některých případech zmenšují nebo naopak zvýrazňují. Největší provoz vykazuje i díky hustotě silniční sítě Středočeský kraj. U tří největších českých dopravců (RegioJet, ČSAD, Arriva) byl podrobněji zmapován jejich pohyb v mýtné zóně. Základní rozdíl mezi těmito dopravci je v typu autobusové dopravy, kterou poskytují. Linky ČSAD i Arriva intenzivněji využívají úseky v mnohem kratší celkové vzdálenosti, což odpovídá charakteristice veřejné linkové dopravy a spojů pokrývajících trasy na kratší vzdálenosti. RegioJet vypravuje dálkové spoje s nižší intenzitou, ale díky uražené vzdálenosti je celkový dopravní výkon vyšší než u společností ČSAD a Arriva.

Při vyhodnocování průjezdů u společností ČSAD a Arriva musely být sjednoceny dílčí společnosti, které tyto organizace zastřešují. Pod ČSAD se řadí patnáct dopravních společností a pod Arrivu čtyři. Sjednocení těchto menších organizací bylo provedeno pro větší přehlednost a jednodušší interpretaci výsledků v celorepublikovém měřítku.

5.2.1 RegioJet

Největší podíl průjezdů mýtnými úseky ze všech českých i zahraničních dopravců vykázal RegioJet. K celkovému zatížení mýtných úseků přispívá 16 procenty, a to odpovídá jedné šestině všech průjezdů. Počet průjezdů se výrazněji neliší v průběhu roku a rozdíl je minimální i v průběhu týdne. Důvodem je nulový rozdíl mezi pravidelně vypravovanými spoji ve všední den a o víkend. Jedná se o výhradně dálkové spoje, což potvrzuje vysoká konektivita velkých (krajských) měst na větší vzdálenosti (Praha, Brno, Plzeň, Liberec, Olomouc). Mezi komunikace, které společnost nevyužívá, patří zpoplatněné komunikace v Olomouckém a Moravskoslezském kraji (I11, I47, I55, I58, R35). Nevyužívá rovněž část dálnice D1 v úseku Hranice na Moravě – Ostrava v důsledku pokrytí tohoto směru vlakovými spoji téže společnosti. Mezi nejvíce využívané trasy patří úseky z Prahy do Brna na dálnici D1, úseky na dálnici D5 a úseky na dálnicích R4 směr Příbram, R6 směr Kladno, R10 směr Liberec.

5.2.2 ČSAD

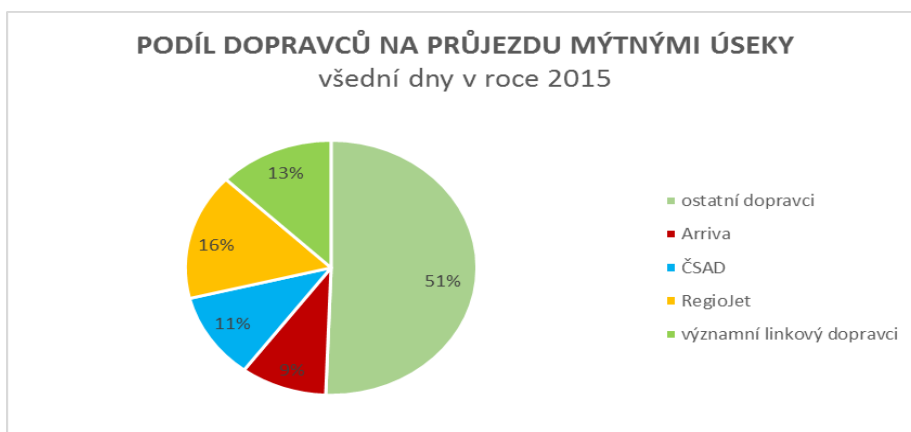
Celkem 15 krajských společností je provozováno pod hlavičkou ČSAD. Ve vyšší míře tito dopravci využívají mýtné úseky ve čtyřech krajích (Středočeském, Libereckém, Jihomoravském a Moravskoslezském). Nejvíce spojů je vypravováno z Prahy ve všech směrech (Kladno, Příbram, Mladá Boleslav, Mělník). Významný podíl na dopravě má ČSAD i v Libereckém kraji (společně s RegioJet a společností BusLine). Z mýtných úseků zde využívá komunikaci I35 od počátečního úseku Svijany až po Horní Chrastavu. V Jihomoravském kraji se spoje ČSAD pohybují ve třech směrech od Brna na Mikulov (R52), Velké Meziříčí a Vyškov (D1). V Moravskoslezském kraji zajišťuje ČSAD spojení mezi významnými průmyslovými centry (Ostrava, Paskov, Třinec) a přitom využívá mýtné úseky na silnicích R56 a R48.

5.2.3 Arriva

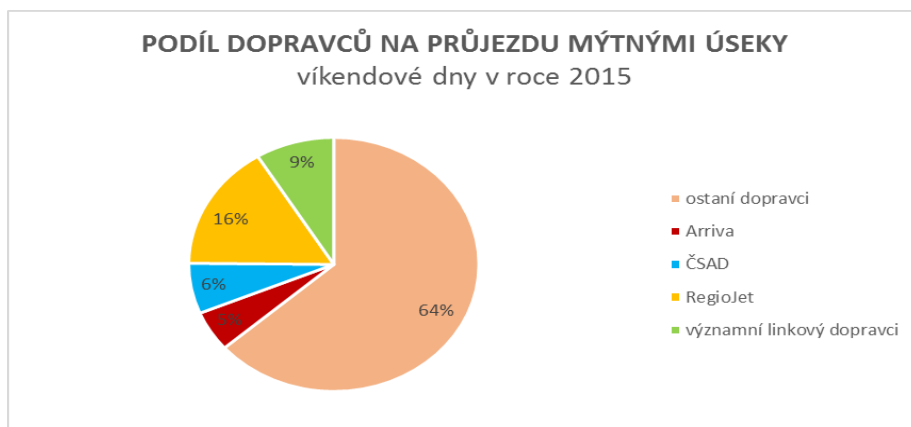
Pod Arrivu se řadí čtyři dopravci (Arriva Praha, Arriva Střední Čechy, Arriva Východní Čechy, Arriva Morava) zajišťující veřejnou linkovou dopravu pod hlavičkou této organizace v pěti různých krajích (Hlavní město Praha, Středočeský, Královéhradecký, Olomoucký, Moravskoslezský). Průjezdy v těchto pěti krajích představují většinu průjezdů této společnosti a průjezdy v jiných krajích jsou v rámci mýtné zóny zanedbatelné. V Praze a Středočeském kraji využívá méně zpoplatněných úseků než ČSAD a celkově má i méně průjezdů. Silnou pozici má díky společnosti Arriva Morava v Olomouckém a Moravskoslezském kraji. Nejméně se na provozu na mýtných úsecích podílí Arriva Východní Čechy, která využívá pouze zpoplatněnou komunikaci I33 v úseku Hradec Králové–Náchod.

Tabulka 5.1 Rozdíly mezi českými autobusovými dopravci

doprovce	podíl na průjezdech [%]		počet úseků		dopravní výkon [km]	
	všední den	víkend	všední	víkend	všední den	víkend
RegioJet	16	16	433	440	40 061	38 142
ČSAD	11	6	481	508	18 854	12 055
Arriva	9	5	415	487	19 338	9 616
ostatní	13	9	401	386	25 130	16 710



Obrázek 5.1 Podíl dopravců na průjezdu mýtnými úseky v pracovní den.



Obrázek 5.2 Podíl dopravců na průjezdu mýtnými úseky o víkendu.

6 SROVNÁNÍ S CELOSTÁTNÍM SČÍTÁNÍM DOPRAVY

Celostátní sčítání dopravy probíhalo v roce 2010 mezi dubnem a říjnem v deseti sčítacích dnech na všech dálnicích, rychlostních silnicích, silnicích I. třídy a vybraných silnicích nižších tříd. Na základě naměřených hodnot byly pro dílčí sčítací úseky stanoveny roční průměrné denní intenzity dopravy (RPDI). Výsledky z roku 2010 pro běžný pracovní den a pro víkendový den byly porovnány se zjištěnými středními hodnotami intenzity autobusové dopravy pro rok 2015. Data z Celostátního sčítání dopravy jsou volně dostupná s možností svobodného využití na webových stránkách „Celostátní sčítání dopravy 2010“, které zahrnují zpracované základní výsledky, podrobné výsledky (obrázek 6.2) a interaktivní mapu (obrázek 6.1).



Obrázek 6.1 Interaktivní mapa CSD 2010 (Zdroj: <http://scitani2010.rsd.cz>).

Sčítání dopravy 2010 (sč.úsek: 7-0766)													... význam zkratek		
Roční průměr denních intenzit dopravy	LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV	
RPDI - všechny dny	voz/den	2 409	972	224	110	159	2 896	122	0	0	0	6 892	19 916	88	26 896
		LN	SN	SNP	TN	TNP	NSN	A	AK	TR	TRP	TV	O	M	SV
RPDI - pracovní den (Po-Pá)	voz/den	2 979	1 202	283	136	201	3 657	143	0	0	0	8 601	20 423	78	29 102
RPDI - volné dny (mimo svátky)	voz/den	985	397	77	45	55	993	69	0	0	0	2 621	18 649	113	21 383

Obrázek 6.2 Tabulka RPDI z CSD 2010 (Zdroj: <http://scitani2010.rsd.cz>).

6.1 Výpočet rozdílu

Data vybraných sčítacích úseků byla získána pomocí manuálního přepisu do Excelu. Při sčítání v roce 2010 nebyly rozlišovány směry a výsledky zahrnují pouze celkovou hodnotu RPDI za celý úsek v obou směrech. Díky tomu byla data pro rok 2015 agregována ze dvou směrů do jednoho celku. Vzorová ukázka agregace počtu průjezdů v únoru 2015 do jednoho směru je uvedena v tabulce 6.1. Analogicky bylo sloučení směrů provedeno i pro další měsíce v roce 2015. Z průměrných měsíčních průjezdů za zpracovávané období v roce 2015 byla zjištěna celková střední hodnota průjezdů v roce 2015 jako vážený průměr postupem popsáním v kapitole 4. Střední hodnota intenzity dopravy z roku 2015 byla porovnána s hodnotou RPDI stanovenou při Celostátním sčítání dopravy v roce 2010. Hodnota z roku 2010 byla určena jako základ 100 %. Podle procentuálního rozdílu byl u úseků zjišťován pokles nebo nárůst dopravy v roce 2015.

Tabulka 6.1 Agregace průjezdů

úsek	únor	
	průjezd na směru	průjezd úsek celkem
D01011 (Praha Chodov)	253	501
D01012 (Praha Chodov)	248	
D01021 (Průhonice)	445	889
D01022 (Průhonice)	444	

6.2 Srovnání výsledků

Vývoj autobusové dopravy se podle Bartoše (2012) dá velmi obtížně predikovat na rozdíl od nákladní nebo individuální automobilové dopravy. Do výpočtových modelů zasahují proměnné, které lze velmi těžko predikovat. Autobusoví dopravci, poskytující pravidelné linkové spoje, se řídí regionální dopravní politikou. Ta se může každým rokem měnit a výrazně ovlivňuje počet spojů. Dalším faktorem je konkurenční boj soukromých dopravců, kteří reagují na vývoj. Jako příklad za všechny poslouží firma RegioJet, které počet spojů za posledních několik let neustále narůstá.

Srovnání intenzit ve všední den

Při srovnání intenzit z let 2010 a 2015 se objevila skutečnost, že některé úseky při sčítání v roce 2010 ještě nebyly v provozu. Výsledky srovnání pro běžný pracovní den jsou uvedeny v tabulce 6.2. Vzhledem k budování nových dálničních úseků a konkurenčnímu boji soukromých dopravců v posledních 5 letech byl očekáván mírný nárůst dopravy oproti roku 2010. Celková hodnota nárůstu intenzity o necelých dvanáct procent tento předpoklad potvrzuje. V roce 2010 nebyly sčítány úseky na nedokončených dálnicích (D1, D3, D8, R6, R7, R55).

Tabulka 6.2 Srovnání intenzit dopravy v roce 2010 a 2015 ve všední den

průměrný počet průjezdů na úsek	rok 2010	rok 2015	nárůst [%]
dálnice	236	206	106.79 %
rychlostní silnice	105	100	125.09 %
silnice I. třídy	146	188	102.63 %
celkový nárůst intenzity oproti roku 2010	111.72 %		
počet úseků mimo sčítání 2010	19		
počet úseků s poklesem intenzity dopravy	83		
počet úseků s nárůstem intenzity dopravy	160		

Srovnání intenzit o víkendu

Srovnání intenzit dopravy proběhlo i pro víkendové dny. I přes identický postup zde byly zaznamenány na mnoha úsecích abnormální rozdíly. Některé hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.3. V roce 2010 na dálnicích neprobíhalo manuální sčítání o víkendu a hodnoty RPDI byly získány pouze vyhodnocením automatických sčítačů dopravy. I přes tuto skutečnost je rozdíl víkendových průjezdů v roce 2010 a 2015 extrémně vysoký a nelze tento výsledek považovat za směrodatný. Celkový nárůst autobusové dopravy je více než dvojnásobný oproti roku 2010, což je v reálu velmi obtížně realizovatelné. Pro ověření správnosti dat z roku 2015 nebyly podrobněji použity výsledky Sčítání dopravy z roku 2016, které byly zveřejněny až v červnu 2017 a práce s nimi nemohla operovat od začátku. Namátkovou kontrolou dat ze Sčítání z roku 2016 bylo zjištěno, že rozdíly na úsecích, na kterých byly při srovnání dat 2010 a 2015 zjištěny výrazné odchylky, jsou menší, ale stále neúměrně velké vůči reálné situaci. Příčiny nepřesností zjištěných v této úloze jsou součástí diskuze.

Tabulka 6.3 Úseky s extrémním nárůstem dopravy

úsek	RPDI volné dny 2010	RPDI volné dny 2015	rozdíl [%]
D01591	7	129	1835.71
D01581	8	129	1612.50
D01571	8	127	1587.50
D01501	15	174	1156.67
R35201	8	69	856.25
R35431	11	90	818.18
R63011	21	143	680.95
D08061	45	305	676.67
D01541	25	161	644.00
R01131	19	115	602.63

Tabulka 6.4 Srovnání intenzit dopravy v roce 2010 a 2015 o víkendu

průměrný počet průjezdů na jeden úsek	rok 2010	rok 2015	nárůst [%]
dálnice	165	275	184.86
rychlostní silnice	71	201	260.65
silnice I. třídy	51	113	192.05
celkový nárůst intenzity oproti roku 2010	212.96 %		
počet úseků mimo sčítání 2010	19		
počet úseků s poklesem intenzity dopravy	8		
počet úseků s nárůstem intenzity dopravy	235		

7 VÝSLEDKY A VÝSTUPY

Výsledkem teoretické části práce je rešerše, která se zabývala mýtným systémem v České republice a také obecnými metodami vyhodnocení intenzity dopravy na pozemních komunikacích. Tako část vycházela z technických norem a publikace Bartoše (2012). Poznatky o vyhodnocení dopravního průzkumu a stanovení průměrné intenzity dopravy za delší časové období z dat získaných za kratší časový úsek byly využity v praktické části.

7.1 Výsledky

V rámci praktické části práce bylo provedeno vyhodnocení časoprostorové variability autobusové dopravy v rámci mýtných úseků v České republice. Výsledná analýza časoprostorové variability zahrnuje sedm dílčích částí:

- souhrnná statistika průjezdů,
- stanovení průměrných denních průjezdů jednotlivými úseky,
- srovnání zatížení směrů jednotlivých úseků,
- stanovení míry intenzity zatížení úseků,
- využití mýtné zóny autobusovou dopravou v příhraniční oblasti,
- kvantifikace denních průjezdů vybraných dopravců,
- srovnání s celostátním sčítáním dopravy.

Výsledky dílčích částí potvrzují následující obecná tvrzení. Intenzita autobusové dopravy je proměnlivá v průběhu roku (Bartoš, 2012). Pouze ve výjimečných případech dochází k výrazným poklesům oproti průměrné intenzitě dopravy v rámci sledovaného období. Intenzita provozu je největší na přelomu jarního a letního období (květen) nikoliv v období letních prázdnin. Víkendový provoz je ve všech měsících sledovaného období roku 2015 vyšší než provoz ve všední den. Toto zjištění je v rozporu s hodnotami týdenních variací uvedených v tabulkách v publikaci „Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích“. Tyto tabulky ovšem nezahrnují podrobnější specifikaci, jaké komunikace jsou do výpočtu zahrnuty. Díky tomu porovnání s reálnými daty je spíše orientační a fakt vyššího provozu autobusové dopravy o víkendu lze považovat za správný.

Dílčí analýzy a výsledky

První analýza praktické části popisuje vývoj a celkové zatížení mýtné zóny. Zahrnuje celkový počet průjezdů ve všech dnech sledovaného období a analýzu vývoje dopravní intenzity v průběhu dne. Souhrnná čísla denních průjezdů ve všech dnech jsou obsažena ve výsledných datových sadách. Z průjezdů ve všech dnech v měsíci byly vypočítány střední hodnoty průjezdů pro každý měsíc. V únoru se průměrný počet všech průjezdů ve všední den pohybuje kolem 40 000 průjezdů za den. Výjimku tvoří pátek, kdy je počet průjezdů přibližně 50 000. Průměrný víkendový provoz v únoru se pohybuje kolem 43 000 průjezdů za den. Z dalších sledovaných měsíců je výrazněji odlišný květen, který na rozdíl od tří zbývajících (červenec, srpen, říjen) má řádově o několik tisíc průjezdů za den více.

Průměrný provoz ve všední dny v květnu činí přes 62 000 průjezdů za den. O víkendu se počet průjezdů v průměru přibližuje hranici 70 000. Ve zbylých třech měsících se provoz v pracovním týdnu pohybuje v rozpětí 56 000–57 000 průjezdů a o víkendu 63 000–65 000 průjezdů. Průměrné týdenní intenzitě se ve všech případech vymyká pátek. V pátek je intenzita autobusové dopravy řádově o 10 000 průjezdů za den vyšší než ve zbytku pracovního týdne.

Souhrnná statistika zahrnuje i vyhodnocení celkových hodinových průjezdů ve vybraných dnech. Výsledkem jsou grafy změn denní intenzity dopravy pro pět pracovních dnů (11. 2., 20. 5., 22. 7., 12. 8., 14. 10.) v různých obdobích roku 2015. V kapitole 4.2 řešící hodinové průjezdy jsou podrobněji popsány rozdíly v jednotlivých dnech. Průběh změny intenzity je pro stejné typy komunikací (dálnice a rychlostní silnice nebo silnice I. třídy) v průběhu dne podobný bez ohledu na roční dobu, ale rozdíly jsou v hodnotách intenzity. V letních měsících jsou častěji a více vytěžované ranní a odpolední časové úseky. Mimo letní období je autobusová doprava plynulejší v celém průběhu dne.

Mimo souhrnné statistiky denních průjezdů byly zjištěny i hodnoty průměrného zatížení pro jednotlivé mýtné úseky. Dílčí výsledky zahrnují průměrné měsíční průjezdy úsekem i celkové roční průměrné zatížení, které bylo vypočítáno z průměrných měsíčních průjezdů. Další charakteristikou, která byla zahrnuta jako jeden z výsledků, je srovnání směrů a jejich podílu na dopravní intenzitě v rámci mýtného úseku.

Podrobnějším zpracováním prošly úseky na hranicích České republiky. Jejich podíl na celkovém provozu autobusové dopravy v mýtné zóně byl stanoven průměrně na 1,5 %. Výsledkem této části práce je rovněž zjištění, že provoz na těchto úsecích je rovnoměrný a žádný z hraničních přechodů není více používán jen pro vjezd nebo pouze výjezd z republiky. Větší intenzita průjezdů byla detekována o víkendu a převahu v podílu na denních průjezdech mají zahraniční dopravci.

Z autobusových spojů byly vybrány hlavní české firmy (RegioJet, ČSAD, Arriva). Podle výsledků tvoří téměř třetinu všech průjezdů mýtnou zónou. Výsledky nezahrnují jen souhrnná čísla průjezdů, ale i lokalizaci a počet průjezdů těchto vybraných dopravců jednotlivými úseky.

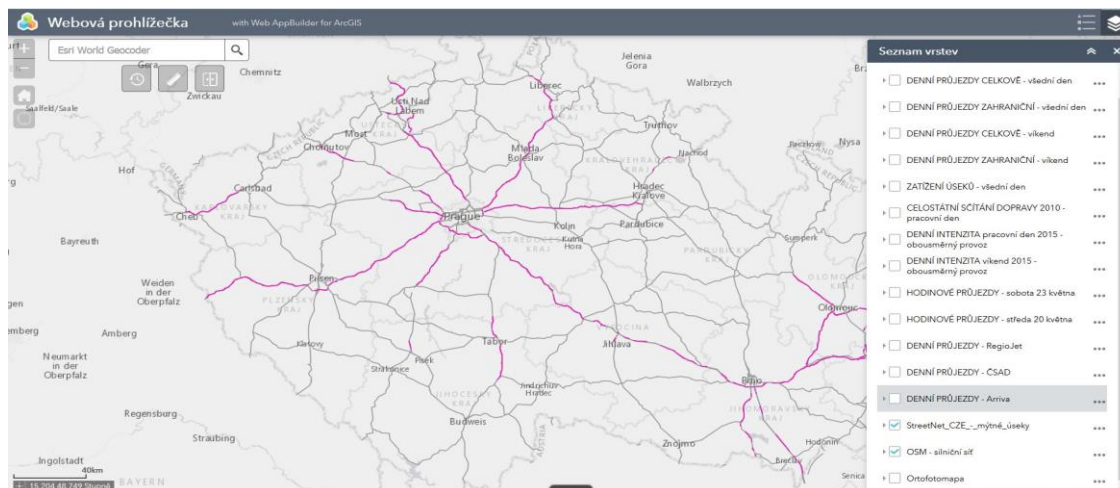
Vyhodnocením dat o průjezdech v roce 2015 a jejich porovnáním s intenzitami stanovenými při Celostátním sčítání dopravy se dospělo k závěru, že celková intenzita autobusové dopravy ve všední dny mírně narostla. Výsledky srovnání těchto datových sad o víkendu podléhají velkým nepřesnostem díky extrémně nízkým hodnotám naměřených na zejména nově otevřených úsecích v období sčítání v roce 2010. Díky těmto velkým odchylkám je ovlivněn i celkový rozdíl, který neodpovídá reálné situaci.

7.2 Výstupy

Hlavními výstupy práce jsou tabulky, grafy a mapy prezentující intenzitu autobusové dopravy využívající mýtné úseky. Součástí práce jsou dvě analogové mapy a webová prohlížečka. Jako součást těchto map a dalších vázaných příloh je 42 grafů a 11 tabulek. Mapa dopravců (příloha 7) zobrazuje pomocí kartodiagramu podíl významných společností na celkovém provozu autobusů v mýtné zóně. Mapový výstup ve formátu A3 obsahuje dílčí mapy pro situaci ve všední den a víkendový den. Mapa vytížení hraničních přechodů je tištěná oboustranně ve formátu A1. Zahrnuje deset dílčích map, které popisují pomocí metody kartodiagramu průměrnou měsíční vytíženost šesti hraničních přechodů v pěti různých měsících roku 2015 (únor, květen, červenec, srpen, říjen) ve všední a víkendový den.

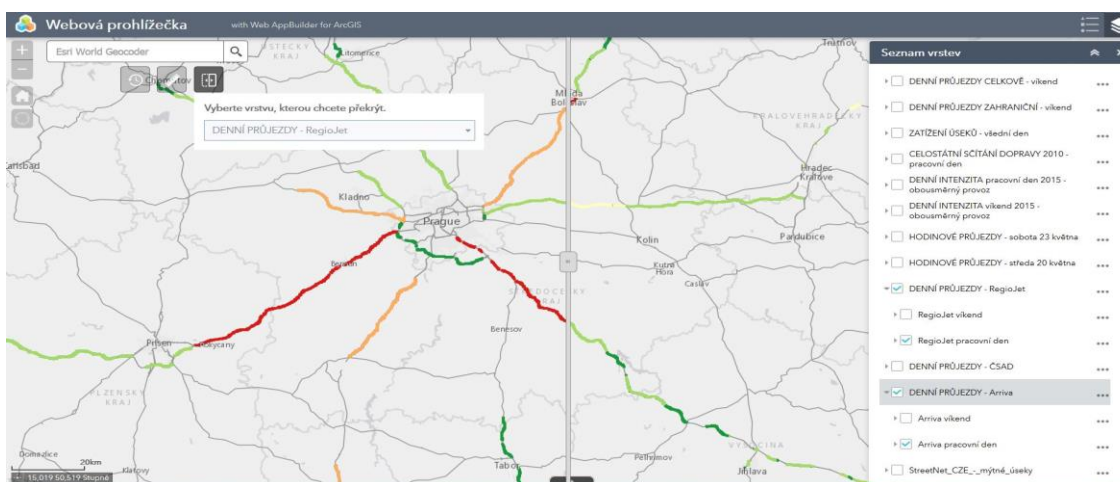
Webová prohlížečka

Většina výstupů vytvořených v prostředí GIS byla publikována přes webovou službu ArcGIS Online, ve které byla přes studentský účet Katedry geoinformatiky vytvořena jednoduchá webová prohlížečka. Aplikace obsahuje celkem 18 mapových vrstev. V základním zobrazení je k dispozici pouze generalizovaná vrstva silniční sítě Open Street Map a vrstva mýtných úseků ze StreetNet CZE. Uživatel ale má možnost si zapnout i další vrstvy (celkové denní průjezdy, denní průjezdy zahraničních dopravců, průjezdy vybraných českých dopravců).



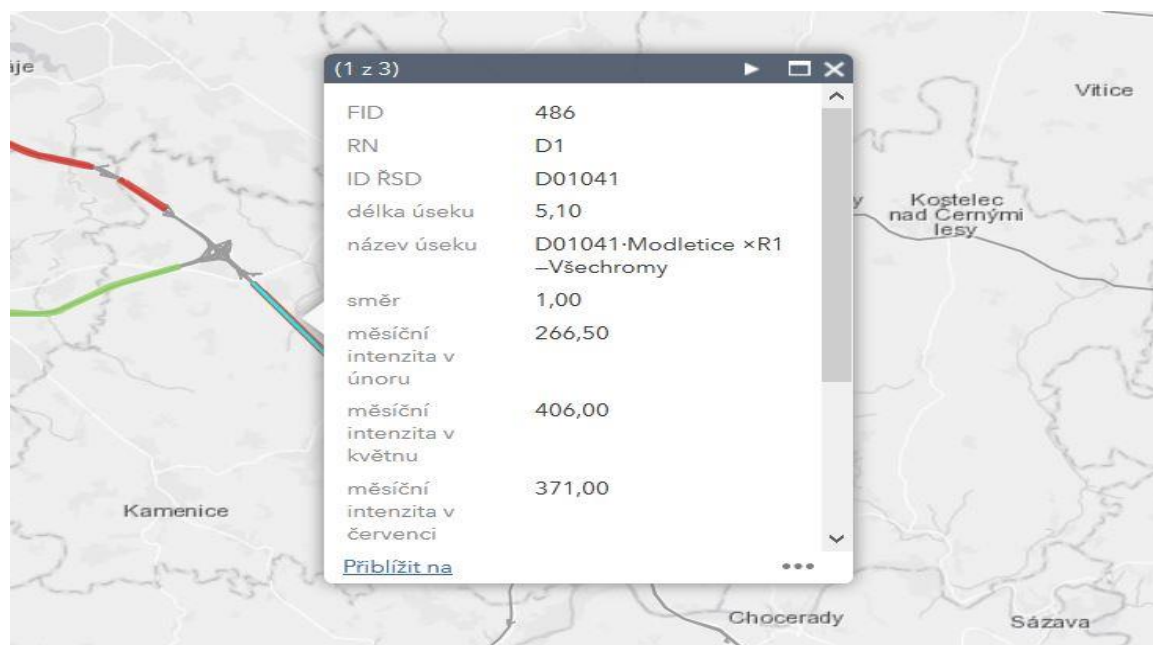
Obrázek 7.1 Základní kompozice a prvky webové prohlížečky.

Kromě základního přepínání vrstev a legendy prohlížečka obsahuje dva nadstavbové widgety „Posuvník času“ a „Překrývání vrstev“. Posuvník času je využit u vrstvy hodinových průjezdů, kdy se po hodinách mění barva linie podle aktuální hodnoty počtu průjezdů úsekem. Nástroj Překrývání vrstev je využit v případě rychlého srovnání dvou vrstev. Například srovnání denních průjezdů všech dopravců ve všední den a o víkendu nebo porovnání denních průjezdů dopravců RegioJet a Arriva (obrázek 7.2). V seznamu vrstev zůstanou zapnuté pouze dvě vrstvy, které jsou srovnávány. Po zapnutí widgetu v nabídce je vybrána vrstva, která bude překryta vrstvou druhou. Posouváním jezdce po obrazovce má uživatel možnost vizuálního srovnání těchto dvou vrstev.



Obrázek 7.2 Funkce překrývání dvou vrstev.

Při přiblížení na libovolnou vrstvu je nastaveno vyskakovací okno s nejdůležitějšími atributy vrstvy. U všech vrstev je uvedeno označení a název úseku a podle typu vrstvy i informace o počtech průjezdů. Aplikace je veřejně přístupná na adrese: <http://kgi-upol.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=74bae729c46a44c19fbf101bd81515df>.



Obrázek 7.3 Vyskakovací okno vrstvy mapové prohlížečky.

8 DISKUZE

Analýza časoprostorové variability autobusové dopravy pracovala s daty z mýtných bran, která sbírá ŘSD. Obsáhlost datové sady poskytla prostor pro výběr řešených úloh v rámci této práce. Intenzita autobusové dopravy je z poskytnutých dat počítána pouze pro rok 2015, přestože data souhrnných průjezdů byla dostupná i pro vybraná období roku 2013 a 2014. Důvodem, proč se práce zaměřila pouze na rok 2015, byl fakt, že druhá datová sada zahrnující individuální průjezdy dopravců obsahovala pouze vybrané dny spadající do roku 2015. Další příčinou byla skutečnost, že samotná zdrojová data vyžadovala pro zpracování pomocí kontingenčních tabulek časově náročné úpravy ještě před samotným použitím této metody.

Za nevýhodu zpracovaných analýz je považováno i to, že popisují pouze intenzitu autobusové dopravy na komunikacích, na kterých jsou lokalizovány mýtné brány. Výsledky práce tak nelze považovat za směrodatné, pokud se uvažuje o autobusové dopravě zahrnující kromě veřejných linkových a dálkových spojů i městskou hromadnou dopravu nebo linkové spoje jejichž provoz se odehrává zcela mimo mýtné komunikace. V opačném případě mají výsledky na základě těchto obsáhlých dat přesnost poměrně vysokou. Nedostatek práce, který postihuje především kapitolu o srovnání výsledků zjištěných intenzit pro rok 2015 s intenzitou určenou při Celostátním sčítání dopravy 2010, vychází z malého počtu sčítacích dnů a chybě při samotném sčítání způsobené lidským faktorem u dat pořízených v roce 2010. V závěru zpracování bakalářské práce byla zveřejněna i aktuálnější data pořízená při Celostátním sčítání konaném v roce 2016. Díky pozdějšímu zveřejnění výsledků už tato data nebyla do práce zahrnuta, ale do budoucna nabízí další příležitost pro srovnání a ověření jejich správnosti oproti originálním datům z mýtných bran.

Při porovnání těchto dvou datových sad se pro pracovní i víkendový den dospělo k závěru, že celková intenzita dopravy v obou případech oproti roku 2010 vzrostla. Principem CSD je stanovení roční průměrné denní intenzity na základě provedení sčítání ve čtyřhodinovém časovém úseku ve vybraných dnech a následný přepočítání pomocí koeficientů variací dopravy. Obdobně byla počítána i intenzita při Celostátním sčítání dopravy v roce 2016. Při přepočtu těchto hodnot na RPDÍ dochází k chybám, které jsou způsobeny nepřesnostmi při sčítání, nepredikovatelnými extrémními odchylkami intenzity dopravy oproti normálu a dalšími faktory, které přepočtový koeficient nikdy nemůže eliminovat zcela. Oproti tomu chyba při výpočtu roční průměrné intenzity dopravy z dat, která pokrývají pět měsíců v roce, je zákonitě menší než při přepočtu z deseti dnů v roce. Srovnání dat je z tohoto důvodu poněkud obtížnější a v budoucnu díky rozvoji technologie mýtných bran lze uvažovat o změně systému a principu realizace Celostátního sčítání dopravy nebo dopravních průzkumů pro menší území. Cílem práce bylo pokusit se o srovnání těchto dvou datových sad a závěrem lze konstatovat, že stoprocentně přesných výsledků při srovnání metod dosáhnout nelze.

Data poskytnutá pro práci nejsou jinak veřejně dostupná. Kromě ŘSD nejsou aktivně využívána soukromými subjekty. Za určitých podmínek připadá v úvahu mimo použití dat pro dopravní průzkumy i využití dopravními firmami pro analýzu konkurence nebo pro další subjekty státní správy pro zpětnou kontrolu platby mýtného.

V oblasti statistického zpracování nebyl zcela vyčerpán potenciál dat. Praktická část popisuje celkovou intenzitu dopravy a detekuje vytíženost jednotlivých úseků pomocí vybraných úloh. Neobsahuje například hodnocení podobnosti úseků v závislosti na změně intenzity provozu v průběhu dne nebo v průběhu měsíce. Zkoumání této

závislosti je možným pokračováním této práce. Rovněž analýza jednotlivých dopravců zahrnuje pouze nejvýznamnější autobusové společnosti v rámci celé České republiky. Podrobnější rozpracování by mohlo zahrnovat menší územní celky a například srovnání, kolik autobusových dopravců ze všech linek v rámci kraje mýtné úseky skutečně využívá. Analýza dopravců příliš nebere v potaz menší regionální dopravce, kteří mají v celorepublikovém měřítku zanedbatelný význam, ale v regionálním měřítku mohou mít význam zcela zásadní.

Možnosti rozšíření nabízí i webová vizualizace. Hlavní náplní práce byla analýza dat nikoliv zaměřením se na vývoj pokročilejší webové aplikace. V důsledku toho nejsou některé původně navrhované prvky v aplikaci obsaženy vůbec nebo jako v případě časové animace jen v omezené míře. Pro tvorbu webové prohlížečky bylo původně v plánu využít Open Source technologie Leaflet, avšak po konzultaci s vedoucím práce a zvážení poměru časové náročnosti a výsledku bylo rozhodnuto o použití komerční technologie Esri. K velkým omezením výstupů v prohlížečce patří nemožnost využít ve větším měřítku pro vyjádření intenzity tloušťku linie, protože dochází k překryvu vrstev. Tento problém se částečně podařilo eliminovat použitím barvy jako rozlišovacího atributu míry intenzity dopravy, ale stále lze uvažovat o pokročilejším stylování vrstev, které však není v prostředí ArcGIS Online proveditelné, a řešením je využití jiné webové technologie. U hodinových průjezdů nastal zásadní problém díky nemožnosti nahrát více vrstev obsahující časovou informaci do jedné webové aplikace. Po neúspěšném pokusu o spojení vrstev hodinových průjezdů do jedné byla v prohlížečce ponechána pouze ukázková vrstva hodinových průjezdů ze dne 20. a 23. května.

9 ZÁVĚR

Cílem práce bylo provést časoprostorovou analýzu toků autobusové dopravy pomocí poskytnutých dat o průjezdech mýtnými úseky. Hodnocení intenzity autobusové dopravy a dosažené výsledky spadají do roku 2015.

Práce zahrnuje dvě hlavní části – teoretická popisuje základní princip fungování mýtného systému a shrnuje akademické práce věnující se problematice dopravních analýz a studií. Dále je zde popsána metodika obecného stanovení intenzity dopravy na pozemní komunikaci jako jedné z nejdůležitějších dopravních charakteristik při hodnocení dopravní sítě. Základem praktické části je zpracování poskytnutých dat, vyhodnocení a interpretace intenzity autobusové dopravy využívající pro své linky komunikace podléhající mýtnému zpoplatnění.

Prvním krokem při zpracování bylo navržení postupu zpracování zdrojových dat a návrh struktury kontingenční tabulky, pomocí které byly ze zdrojových dat získány požadované dílčí výsledky. Z důvodu velké obsáhlosti zdrojových dat vzniklo kontingenčních tabulek více s rozdílným nastavením atributů, se kterými kontingenční tabulka pracuje. Za dílčí výsledek práce lze považovat i digitální soubory obsahující upravená zdrojová data a kontingenční tabulku s identickým nastavením, pomocí kterého probíhalo zpracování této práce.

Hlavním výstupem je soubor tabulek, grafů a map popisujících intenzitu dopravy na významných dopravních komunikacích spadajících do mýtné zóny v České republice. Zpracováním výsledků se podařilo zmapovat pohyb významných autobusových dopravců, popsat zákonitosti změn intenzity autobusové dopravy využívající dálnice a významné silnice I. třídy v průběhu dne i v průběhu celého roku 2015.

Součástí práce je i srovnání dosažených výsledků intenzity autobusové dopravy z poskytnutých dat s daty získanými rozdílnými metodami dopravního průzkumu, jako je například Celostátní sčítání dopravy. Některé výsledky dosažené výpočty v této práci odpovídají výsledkům pořízených v rámci tohoto výzkumu. Srovnáním byl indikován mírný nárůst linkové a dálkové autobusové dopravy ve všední den, avšak v některých případech (například u srovnání víkendových intenzit) se projevuje rozdíl odlišného postupu výpočtu. Rozdílné výsledky tak kromě změny intenzity autobusové dopravy lze přičítat i chybě, která vzniká při přepočtu nasčítaných intenzit za kratší časový úsek pomocí přepočtových koeficientů na hodnoty charakterizující intenzitu dopravy v dlouhodobějším měřítku.

Poskytnutá data obsahují podrobné informace o pohybu nejen autobusové, ale i všech druhů nákladní automobilové dopravy po českých dálnicích a ostatních významných silnicích. Data získaná z mýtných bran slouží jako spolehlivý zdroj o intenzitě dopravy a jsou za určité časové úseky rovněž využívána jako referenční při dopravních průzkumech. Poprvé byla využita právě při Celostátním sčítání 2010 pro nákladní automobily a autobusy. Neustálým vývojem této technologie se postupně upouští od manuálního průzkumu intenzity dopravy na tomto typu komunikace. V budoucnu i díky plánovanému rozvoji mýtných úseků na další komunikace I. a možná i II. třídy tyto automatické sčítače dopravy teoreticky mohou zcela nahradit manuální sčítání dopravy.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Knižní zdroje:

[1] BARTOŠ, Luděk. Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích: TP 189. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. 76 s. ISBN 978-80-87394-06-9.

[2] BARTOŠ, Luděk et al. Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225. 2. vyd. Plzeň: EDIP, 2012. 26 s. ISBN 978-80-87394-07-6.

[3] BRINKE, Josef. Úvod do geografie dopravy. Praha: Karolinum, 1999. 112 s. ISBN 80-7184-923-5

[4] MARADA, Miroslav. Dopravní vztahy v Pražském městském regionu. Sociální geografie Pražského městského regionu. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2006. 64–78.s

[5] MIRVALD, Stanislav. Geografie dopravy I. 2. upr. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 1999. ISBN 80-7082-545-6

[6] PŘIBYL, Pavel. SVÍTEK, Miroslav. Inteligentní dopravní systémy. Praha: BEN-technická literatura, 2001. 544. s ISBN 80-7300-029-6.

[7] VOŽENÍLEK, Vít. KAŇOK, Jaromír. Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci pro katedru geoinformatiky, 2011. 128. s ISBN 978-80-244-2790-4.

Elektronické zdroje:

[8] BARTOŠ, Luděk., MARTOLOS, Jan.: Celostátní sčítání dopravy na silnicích a dálnicích v ČR v roce 2010. Silniční obzor [online]. 2010, 71, 240-243 [cit. 2017-07-29]. Dostupné z: <http://www.cdv.cz/file/clanek-celostatni-scitani-dopravy-na-silnicich-a-dalnicich-v-cr-v-roce-2010/>

[9] BARTOŠ, Luděk., MARTOLOS, Jan.: Možnosti stanovení návrhových intenzit dopravy na základě krátkodobého měření. Dopravní inženýrství [online]. 2012, (2) [cit. 2017-07-29]. Dostupné z: <http://www.dopravniinzenyrstvi.cz/clanky/moznosti-stanoveni-navrhovych-intenzit-dopravy-na-zaklade-kratkodobeho-mereni/>

[10] Celostátní sčítání dopravy 2010 [online]. [cit. 2017-07-29]. Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>

- [11] Centrum Geografie dopravy. [online]. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z WWW: http://web.natur.cuni.cz/~ksgrrsek/geografiedopravy_cz/index.php/component/content/category/2-uncategorised
- [12] DALLMEYER J., LATTNER A.D., TIMM I.J. (2014) GIS-Based Traffic Simulation Using OSM. [online]. [cit. 2017-08-01] Dostupné z WWW: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4614-7669-6_4
- [13] Edip dopravní inženýrství. Edip dopravní inženýrství [online]. [cit. 2017-07-29]. Dostupné z: <http://www.edip.cz/cs/>
- [14] HORÁK Jiří., IVAN Igor., FOJTÍK David., INSPEKTOR Tomáš., ZAJÍČKOVÁ Lenka., VOŽENÍLEK Vít.: *Dostupnost veřejnou linkovou dopravou v ČR*. In sborník GIVS (Geoinformace ve veřejné správě) 2014, 15-16.5.2014, CAGI, Praha
- [15] HORÁK Jiří., IVAN Igor., FOJTÍK David., BURIAN Jaroslav.: Large scale monitoring of public transport accessibility in the Czech Republic. In Proceedings of ICCO 2014, Velké Karlovice, 28-30.5.2014. 7 stran
- [16] KAMIJO, S., HARADA, M., SAKAUCHI, M. A real-time traffic monitoring system by stochastic model combination. In: SMC'03 Conference Proceedings. 2003 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Conference Theme - System Security and Assurance (Cat. No.03CH37483) [online]. IEEE, 2003, s. 3275-3281 [cit. 2017-08-02]. DOI: 10.1109/ICSMC.2003.1244395. Dostupné z WWW: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1244395/>
- [17] KRAFT, Stanislav. (2014): Daily spatial mobility and transport behaviour in the Czech Republic: Pilot study in the Písek and Bystřice nad Pernštejnem regions. Human Geographies-Journal of Studies and Research in Human Geography, vol. 8, No. 2, s. 51-67
- [18] Mýtný systém-MYTO CZ. Mýtný systém-MYTO CZ [online]. [cit. 2017-07-29]. Dostupné z WWW: <http://94.138.111.102/cs/mytny-system/>
- [19] NOVÁK, Jaroslav. Mýtný systém a jeho vliv na silniční dopravu v České republice. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. Dostupné z WWW: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/21354>
- [20] Sedm let elektronického mýtného v ČR [online]. Praha, Česká republika: Inoxive s.r.o., 2014 [cit. 2017-06-05] dostupné z WWW: www.ceskemyto.cz/.../3/Sedm_let_elektronického_mýtného_v_ČR_2007-2013.pdf
- [21] SHI, W., KONG, Q., LIU, Y. (2008). A GPS/GIS Integrated System for Urban Traffic Flow Analysis. 11th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, (2006), 844-849. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2008.4732569>

[22] TREIBER, Martin., Arne, KESTING. Traffic flow dynamics: data, models and simulation. [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013 [cit. 2017-08-02]. ISBN 978-3-642-32459-8. Dostupné z WWW:
<https://link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-3-642-32460-4%2F1.pdf>

[23] Vládní koncepce počítá s rozšířením mýta pro nákladní vozidla na vybrané komunikace. Ministerstvo dopravy ČR [online]. [cit. 2017-07-29]. Dostupné z WWW:
<https://www.mdcz.cz/Media/Media-a-tiskove-zpravy/Vladni-koncepce-pocita-s-rozsirenim-myta-pro-nakla?returl=/Vyhledavani?searchtext=roz%C5%A1%C3%AD%C5%99en%C3%AD%20m%C3%BDta%26searchmode=allwords%26aliaspath=/Vyhledavani>

[24] YUE Y., YEH A.G.O. (2005) Determining Optimal Critical Junctions for Real-time Traffic Monitoring for Transport GIS. In: Developments in Spatial Data Handling. Springer, Berlin, Heidelberg

SEZNAM ILUSTRACÍ

- Obr. 2.1 Vzorová ukázka výstupu z kontingenční tabulky
- Obr. 2.2 Nastavení funkce Join
- Obr. 2.3 Propojení shp vrstvy StreetNet CZE a tarifní tabulky mýtných úseků
- Obr. 2.4 API webové aplikace
- Obr. 3.1 Mýtné úseky v České republice v roce 2015
- Obr. 4.1 Pokles intenzity autobusové dopravy o státních svátcích v květnu 2015
- Obr. 4.2 Absolutní hodinové průjezdy ve vybraných dnech roku 2015
- Obr. 4.3 Srovnání tabulkových a reálných hodnot hodinových intenzit dopravy
- Obr. 5.1 Podíl dopravců na průjezdu mýtnými úseky v pracovní den
- Obr. 5.2 Podíl dopravců na průjezdu mýtnými úseky o víkendu
- Obr. 6.1 Interaktivní mapa z CSD 2010
- Obr. 6.2 Tabulka RPDI z CSD 2010
- Obr. 7.1 Základní kompozice a prvky webové prohlížečky
- Obr. 7.2 Funkce překrývání dvou vrstev
- Obr. 7.3 Vyskakovací okno vrstvy mapové prohlížečky

SEZNAM TABULEK

- Tab. 2.1 Tarifní tabulka mýtných úseků
- Tab. 2.2 Ukázka dat souhrnných denních průjezdů mýtnými branami
- Tab. 2.3 Ukázka dat individuálních průjezdů dopravců
- Tab. 2.4 Atributy vrstvy mýtných úseků ze StreetNet CZE
- Tab. 3.1 Dělení provozu na komunikacích podle období
- Tab. 3.2 Dělení provozu podle skupin vozidel
- Tab. 4.1 Medián denní intenzity průjezdů v průběhu týdne
- Tab. 4.2 Střední hodnota denní intenzity průjezdů pro všední a víkendový den
- Tab. 4.3 Pokles intenzity autobusové dopravy o státních svátcích v květnu 2015
- Tab. 4.4 Ukázka srovnání intenzity dopravy v obou směrech mýtného úseku
- Tab. 4.5 Stanovení měsíční vytíženosti úseků
- Tab. 4.6 Stanovení celkové míry vytíženosti úseků
- Tab. 4.7 Souhrnné průjezdy hraničními přechody
- Tab. 4.8 Pokles intenzity autobusové dopravy na pražském okruhu
- Tab. 5.1 Rozdíly mezi českými autobusovými dopravci
- Tab. 6.1 Agregace průjezdů
- Tab. 6.2 Srovnání intenzity dopravy v roce 2010 a 2015 ve všední den
- Tab. 6.3 Úseky s extrémním nárůstem dopravy
- Tab. 6.4 Srovnání intenzity dopravy v roce 2010 a 2015 o víkendu

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Vázané přílohy:

- Příloha 1 Variace intenzit autobusové dopravy podle Bartoše (2012)
- Příloha 2 Intenzita autobusové dopravy v mýtné zóně v průběhu týdne
- Příloha 3 Intenzita autobusové dopravy v mýtné zóně v průběhu dne
- Příloha 4 Srovnání tabulkových a reálných hodnot denní intenzity průjezdů autobusů
- Příloha 5 Vytíženost mýtných úseků

Volné přílohy

- Příloha 6 Poster
- Příloha 7 Mapa provozu významných českých autobusových dopravců
- Příloha 8 Mapa provozu autobusových dopravců na hraničních přechodech
- Příloha 9 DVD

Popis struktury DVD

Adresáře:

Metadata

Text_Prace

Vstupni_Data

Excel

BUS_Prujezdy_1

BUS_Prujezdy_2

StreetNet_CZE_mytne_useky.zip

Vystupni_Data

Excel

Prostorova_Data

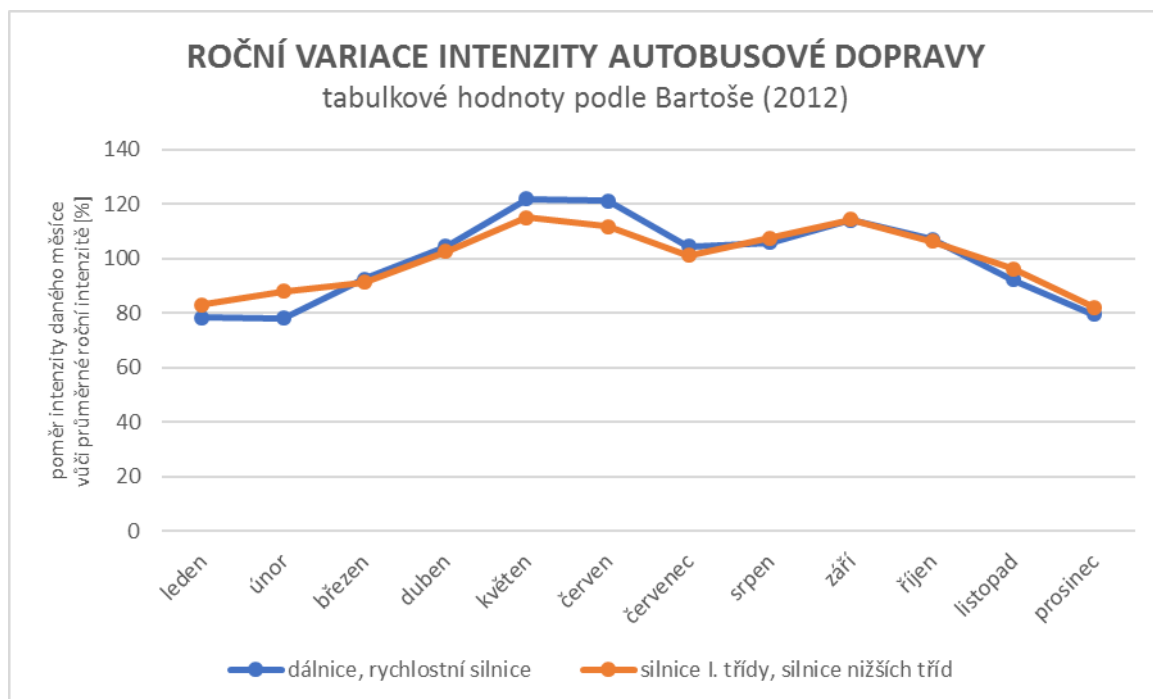
celkove_prujezdy

dopravci

prechody

Přílohy

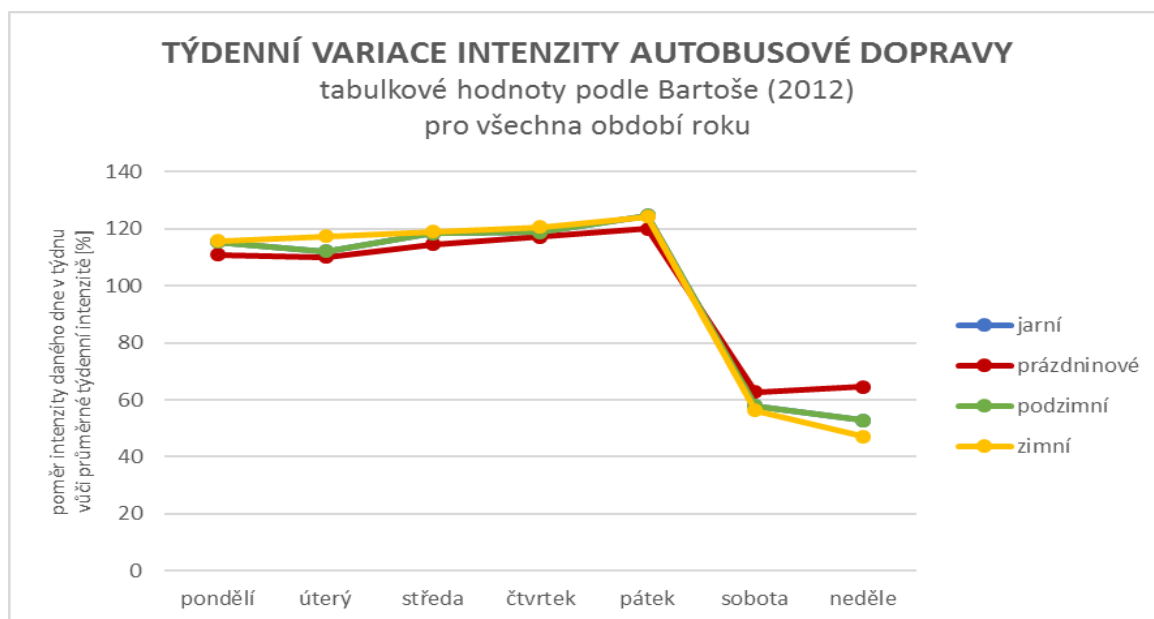
Web



Zdroj: Bartoš (2012)

roční variace intenzity dopravy [%]		
měsíc	komunikace	
	dálnice, rychlostní silnice	silnice I. třídy
leden	78,3	83,1
únor	78,1	88,1
březen	92,5	91,4
duben	104,4	102,5
květen	121,8	115
červen	121,3	111,8
červenec	104,5	101,3
srpen	106	107,6
září	114,1	114,4
říjen	107,1	106,4
listopad	92,3	96,2
prosinec	79,6	82,2

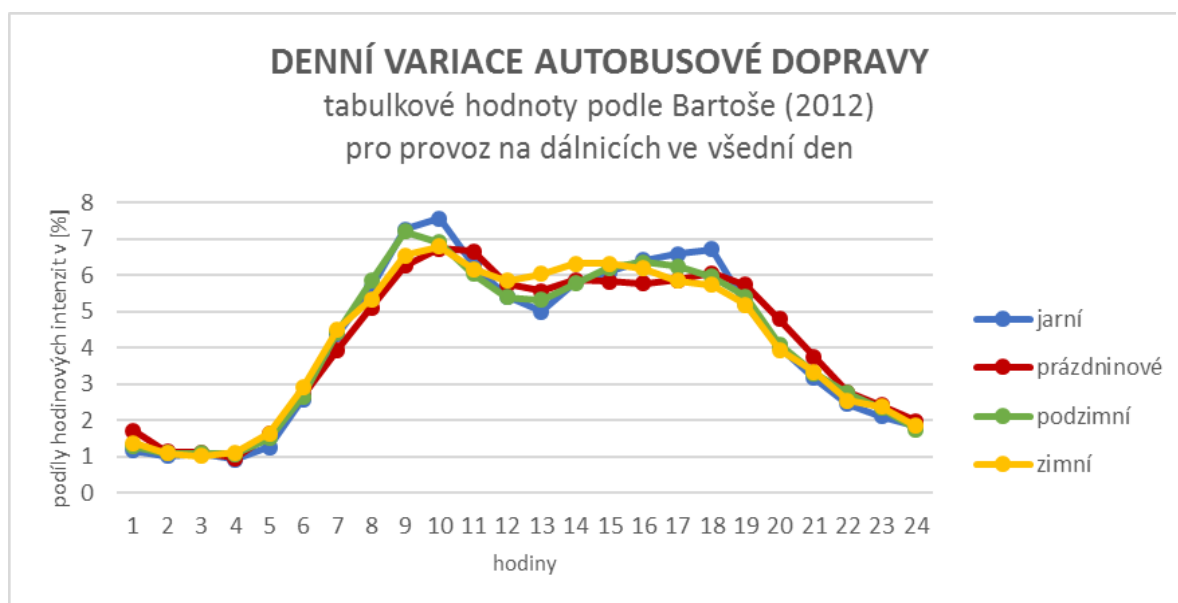
Zdroj: Bartoš (2012)



Zdroj: Bartoš (2012)

období	den						
	pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek	sobota	neděle
jarní	115,4	112,1	118,4	118,8	124,7	57,8	52,8
prázdninové	110,9	110,1	114,5	117,1	120	62,8	64,6
podzimní	115,4	112,1	118,4	118,8	124,7	57,8	52,8
zimní	115,7	117,3	118,9	120,5	124,2	56,3	47,1

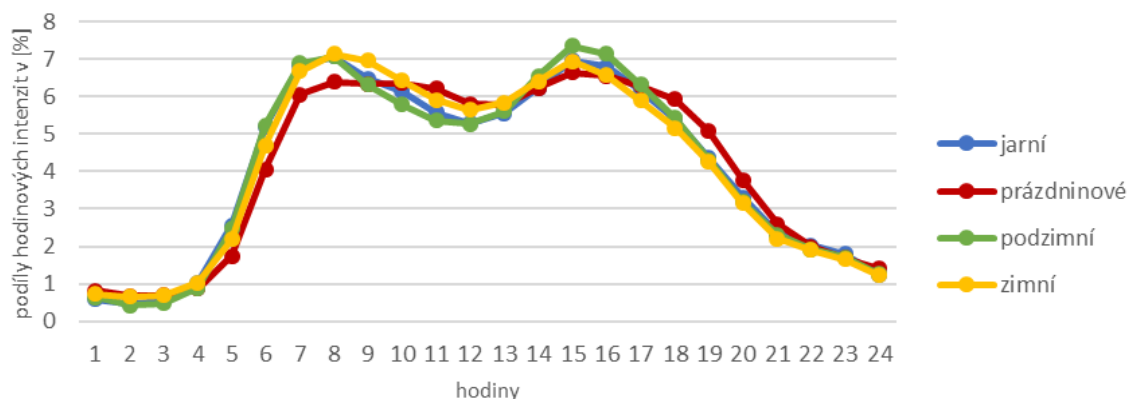
Zdroj: Bartoš (2012)



Zdroj: Bartoš (2012)

DENNÍ VARIACE AUTOBUSOVÉ DOPRAVY

tabulkové hodnoty podle Bartoše (2012)
pro provoz na silnicích I. třídy ve všední den

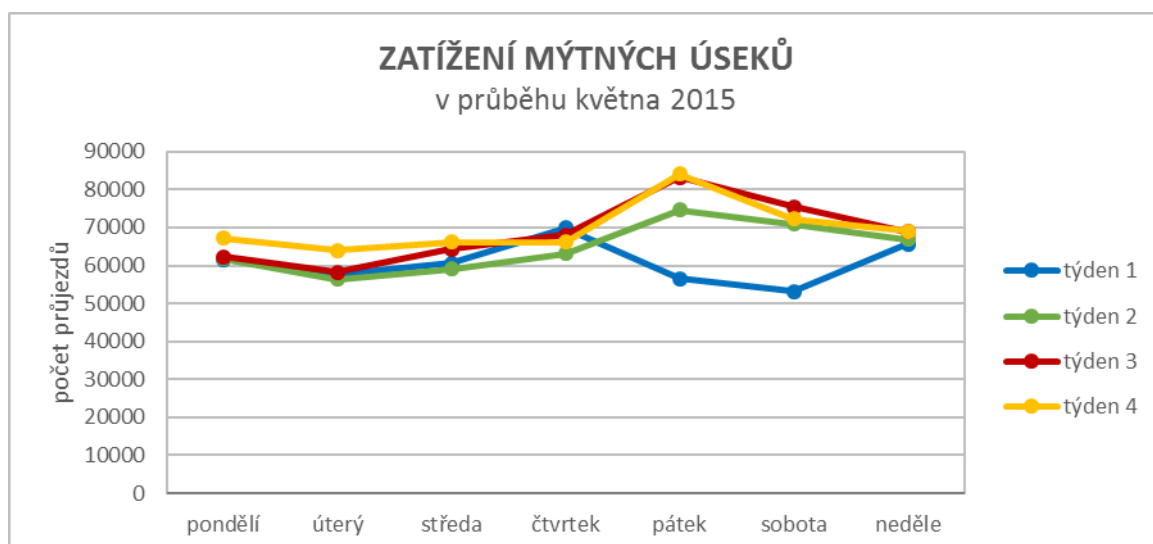
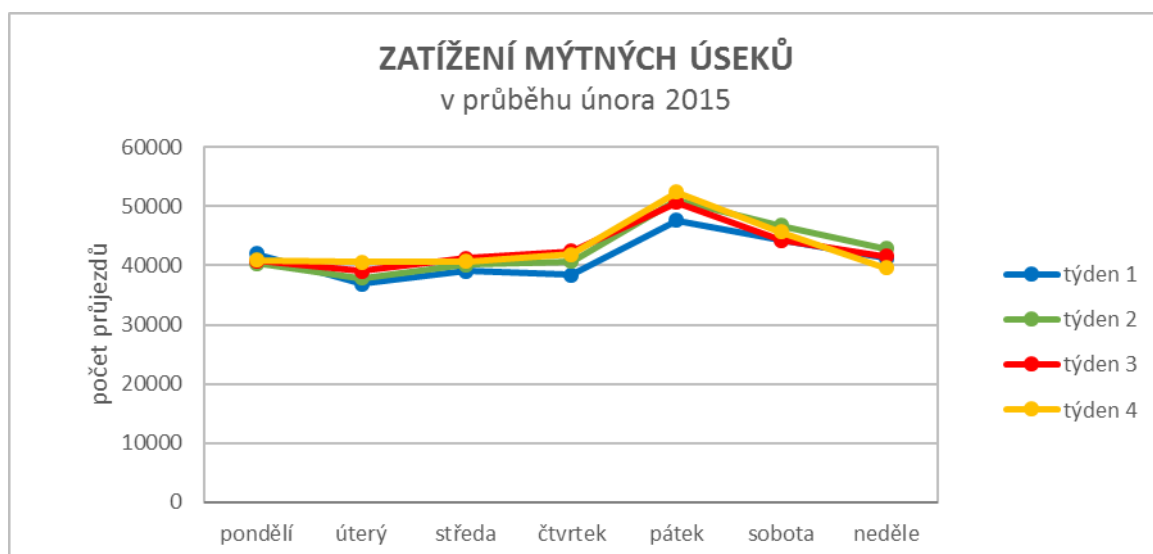


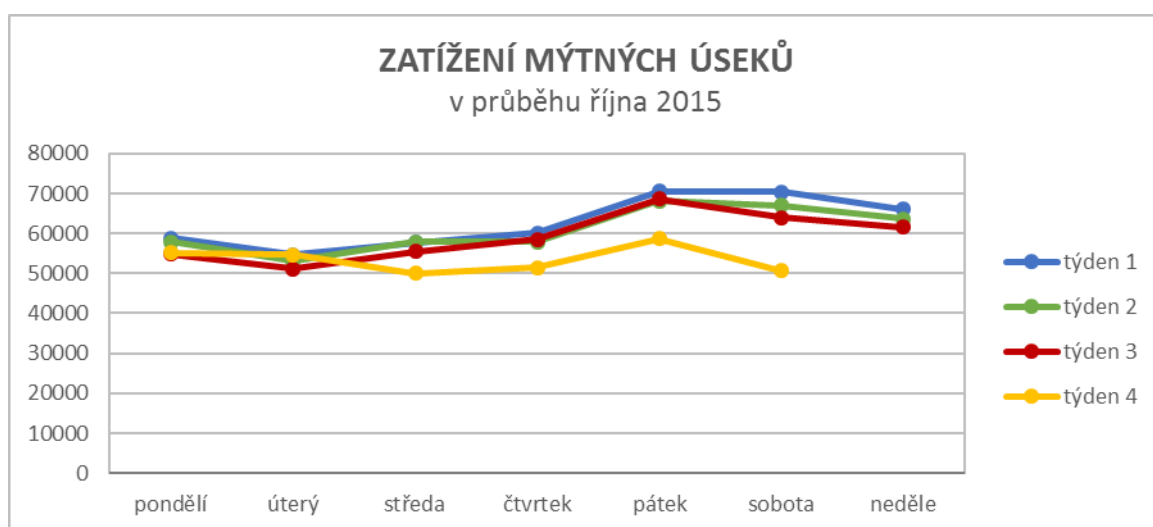
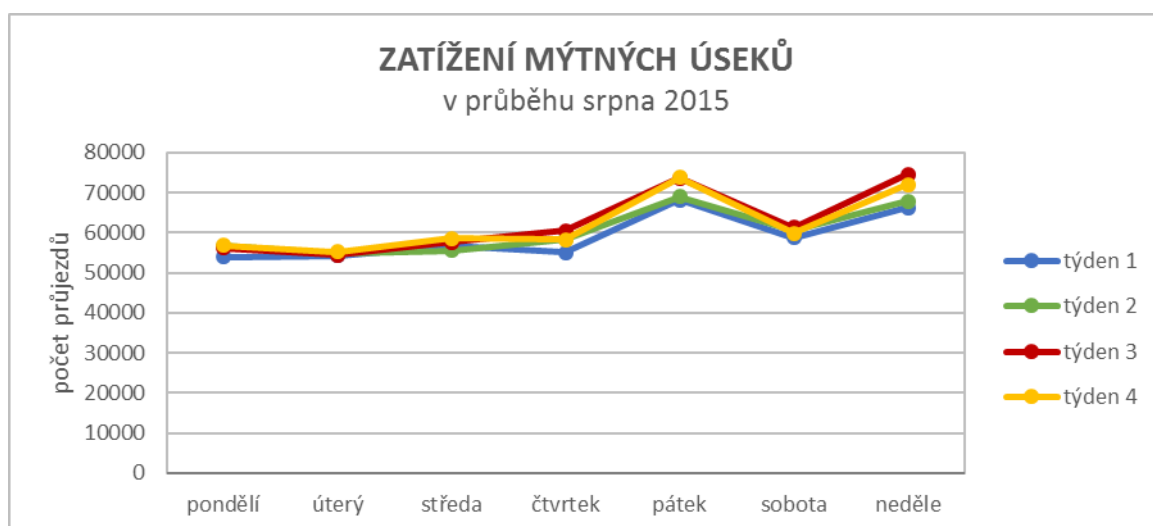
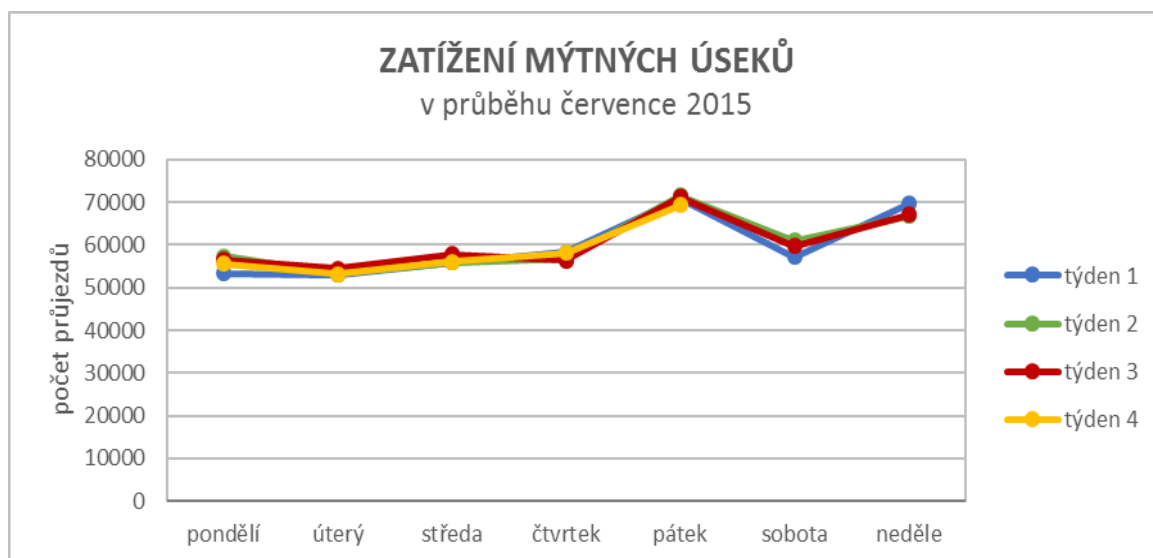
hodiny	hodinové intenzity na dálnicích [%]				hodinové intenzity na silnicích I. třídy [%]			
	období				období			
	jarní	prázdninové	podzimní	zimní	jarní	prázdninové	podzimní	zimní
1	1,16	1,71	1,27	1,38	0,58	0,81	0,63	0,73
2	1,01	1,13	1,08	1,09	0,45	0,67	0,43	0,65
3	1,07	1,11	1,08	1,01	0,55	0,69	0,48	0,69
4	0,92	0,95	1,07	1,11	1,02	0,87	0,88	1,02
5	1,26	1,61	1,5	1,64	2,56	1,75	2,48	2,19
6	2,59	2,67	2,65	2,9	5,2	4,06	5,23	4,71
7	4,38	3,94	4,43	4,5	6,84	6,05	6,89	6,68
8	5,66	5,11	5,85	5,34	7,08	6,4	7,08	7,15
9	7,26	6,27	7,21	6,54	6,49	6,35	6,33	6,96
10	7,56	6,73	6,91	6,8	6,15	6,36	5,79	6,43
11	6,3	6,67	6,03	6,17	5,57	6,21	5,36	5,92
12	5,42	5,75	5,4	5,84	5,3	5,8	5,28	5,64
13	5	5,57	5,32	6,04	5,56	5,78	5,62	5,85
14	5,82	5,86	5,78	6,33	6,23	6,24	6,55	6,41
15	6,1	5,83	6,2	6,32	6,97	6,65	7,36	6,95
16	6,42	5,77	6,35	6,18	6,8	6,56	7,14	6,58
17	6,58	5,87	6,25	5,84	6,17	6,29	6,33	5,9
18	6,71	6,05	5,97	5,73	5,39	5,94	5,44	5,16
19	5,2	5,73	5,41	5,18	4,37	5,07	4,31	4,25
20	4,03	4,79	4,1	3,95	3,32	3,77	3,19	3,15
21	3,16	3,75	3,29	3,34	2,35	2,59	2,31	2,2
22	2,45	2,77	2,76	2,55	2,02	2	1,92	1,9
23	2,11	2,41	2,34	2,38	1,8	1,69	1,71	1,65
24	1,83	1,97	1,75	1,85	1,23	1,4	1,26	1,23

Zdroj: Bartoš (2012)

Specifikace časového období

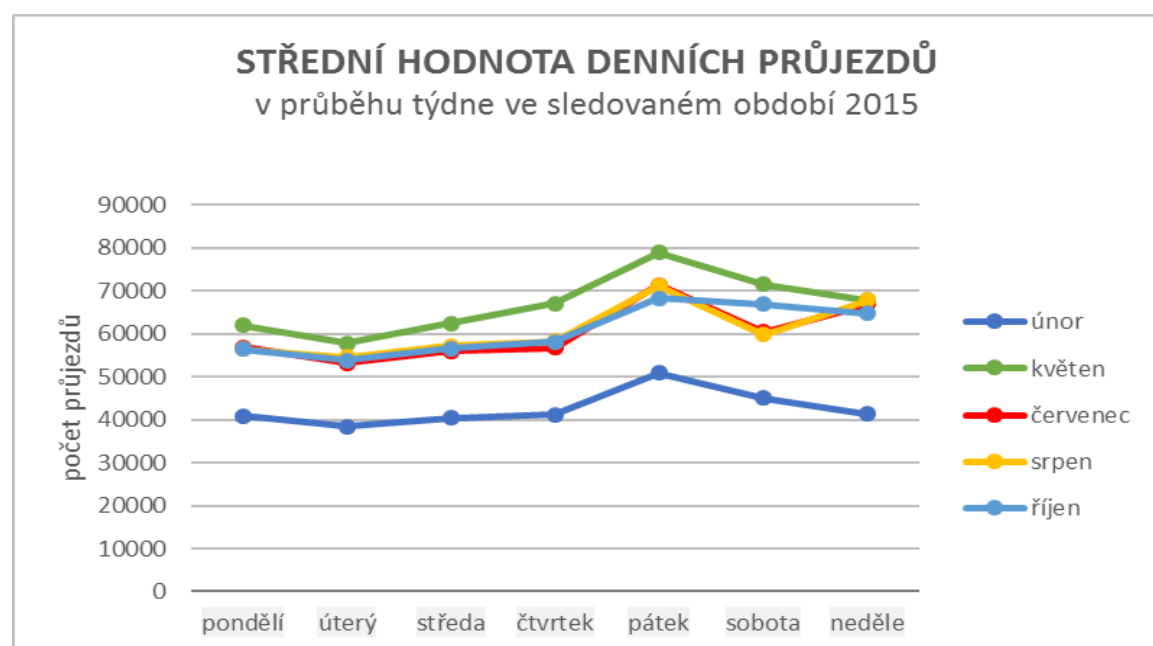
x	únor 2015	květen 2015	červenec 2015	srpen 2015	říjen 2015
týden 1	2–8.2	4–10.5	6–12.7	3–9.8	5–11.10
týden 2	9–15.2	11–17.5	13–19.7	10–16.8	12–18.10
týden 3	16–22.2	18–24.5	20–26.7	17–23.8	19–25.10
týden 4	23–28.2	25–31.5	27–31.7	24–30.8	26–31.10

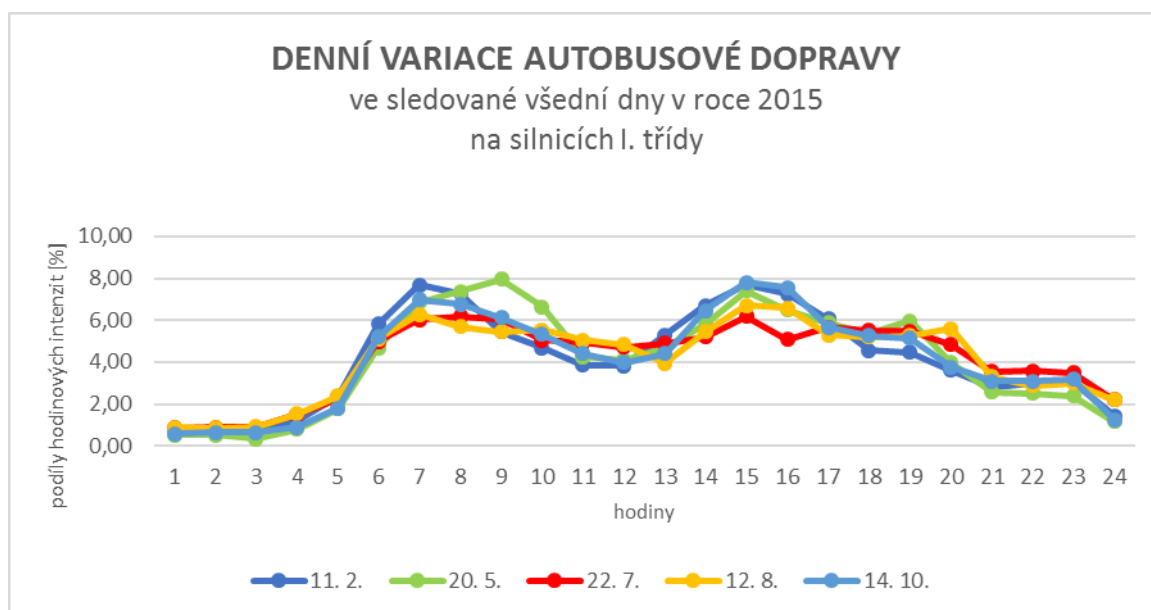




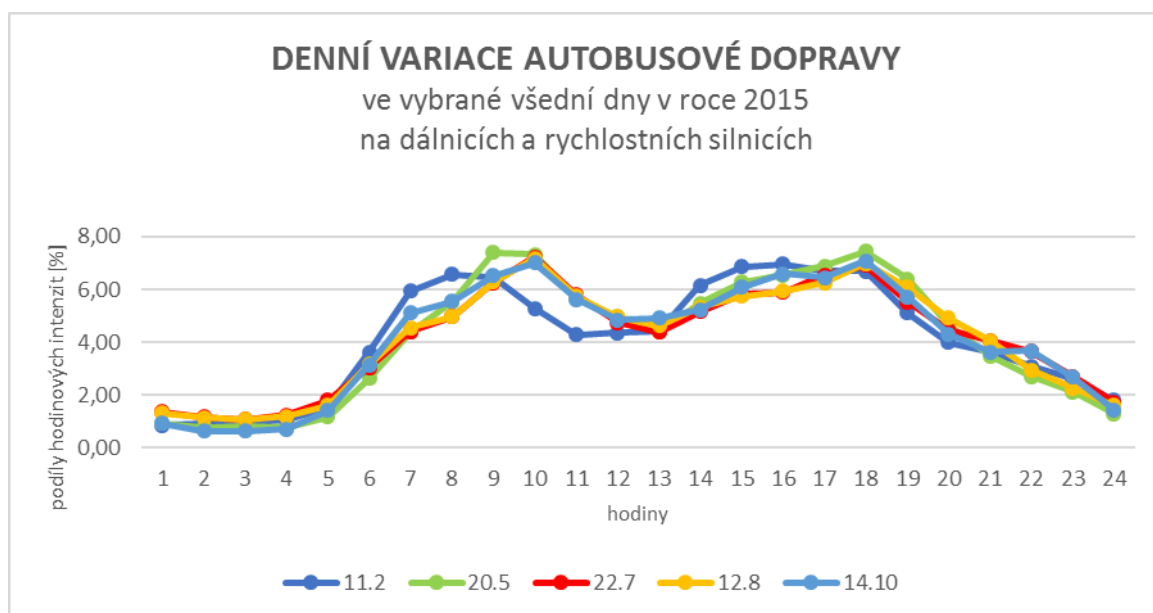
průměrná denní intenzita průjezdů v měsíci							
měsíc	pondělí	úterý	středa	čtvrtek	pátek	sobota	neděle
únor	40 859	38 452	40 363	41 266	50 877	45 020	41 365
květen	62 011	57 889	62 447	67 099	78 922	71 542	67 819
červenec	56 962	53 235	55 974	56 752	71 373	60 411	66 854
srpen	56 415	54 613	57 248	58 354	71 284	59 785	67 782
říjen	56 495	53 867	56 618	58 144	68 380	66 942	64 844

střední hodnota intenzity denních průjezdů mýtnou zónou						
x	únor	květen	červenec	srpen	říjen	vážený roční průměr
všední den	40 859	62 447	56 752	57 248	56 618	57 719
víkendový den	43 193	69 680	63 632	63 784	65 893	64 656



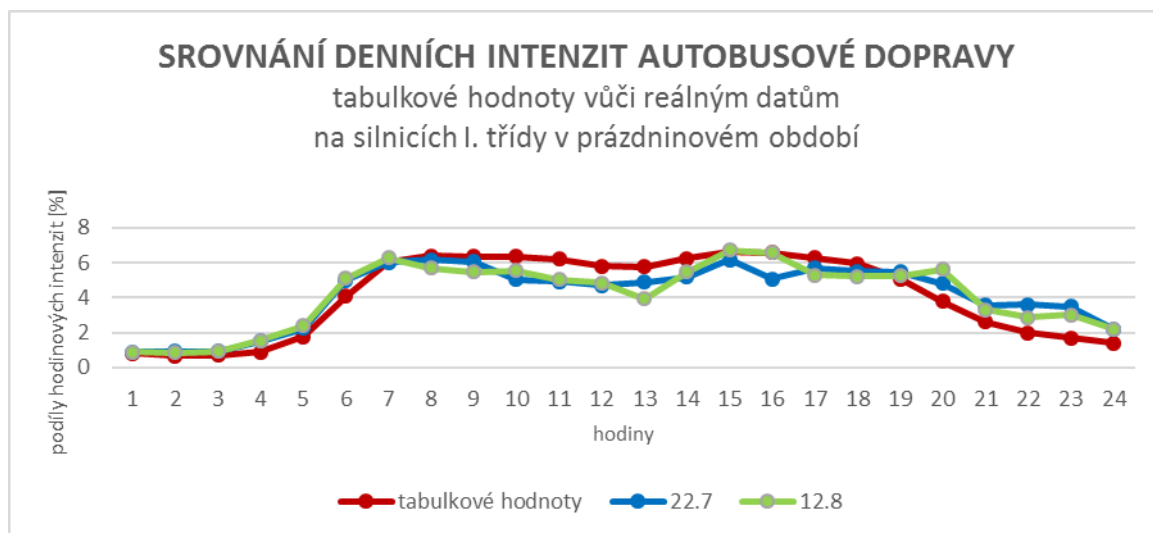
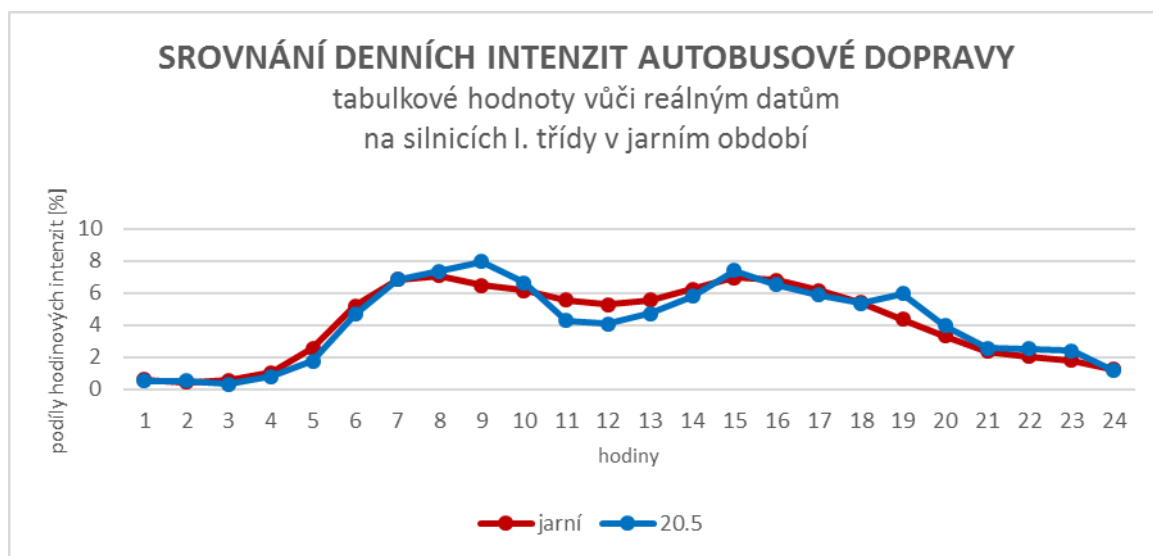


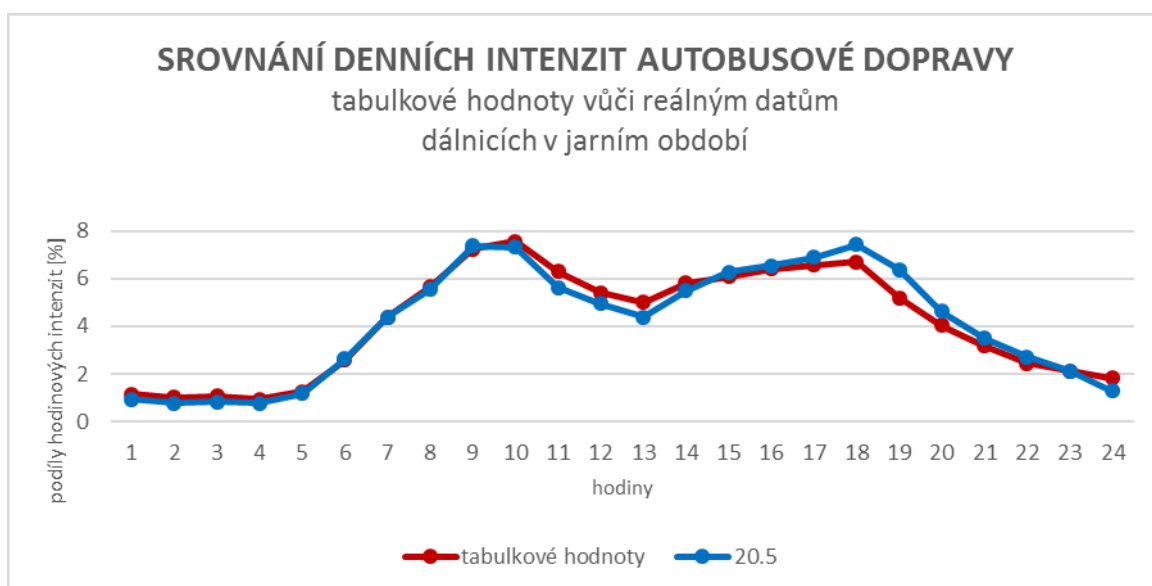
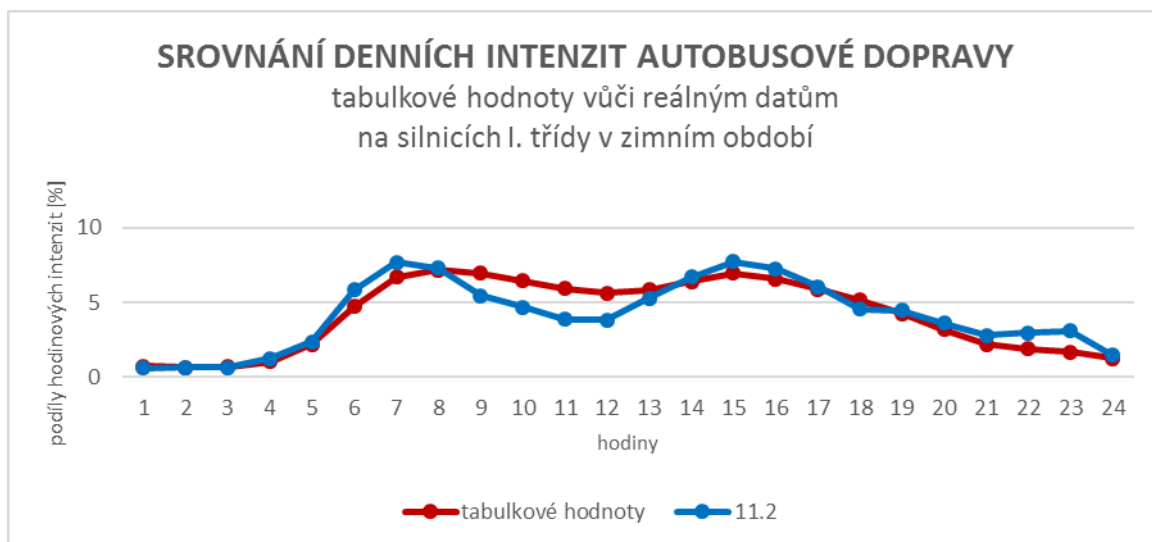
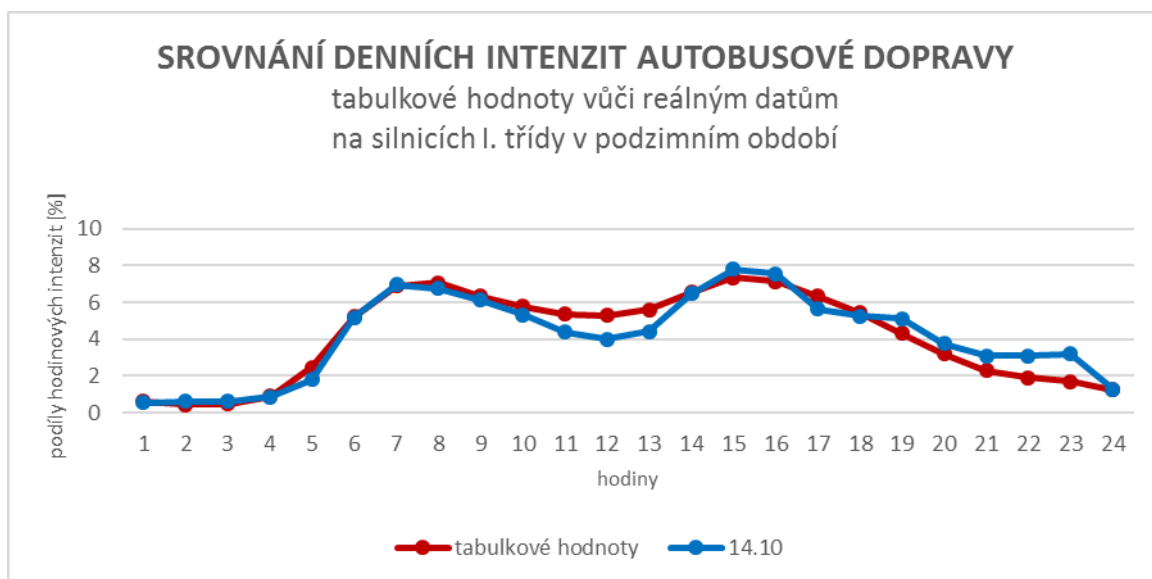
hodina	den				
	11.2	20.5	22.7	12.8	14.10
1	0,60	0,51	0,87	0,88	0,57
2	0,65	0,51	0,90	0,86	0,63
3	0,65	0,33	0,90	0,91	0,63
4	1,22	0,79	1,49	1,54	0,87
5	2,35	1,77	2,23	2,40	1,80
6	5,83	4,69	5,00	5,11	5,21
7	7,70	6,84	6,04	6,27	6,97
8	7,29	7,37	6,18	5,71	6,76
9	5,44	7,95	6,07	5,46	6,13
10	4,68	6,66	5,03	5,55	5,33
11	3,86	4,27	4,93	5,04	4,40
12	3,81	4,10	4,71	4,83	3,99
13	5,30	4,72	4,90	3,94	4,42
14	6,69	5,80	5,19	5,46	6,47
15	7,72	7,40	6,18	6,70	7,81
16	7,24	6,50	5,07	6,58	7,57
17	6,07	5,87	5,67	5,30	5,65
18	4,56	5,37	5,50	5,22	5,26
19	4,46	5,97	5,48	5,27	5,14
20	3,62	3,97	4,83	5,60	3,77
21	2,81	2,56	3,56	3,31	3,10
22	2,97	2,50	3,58	2,87	3,08
23	3,07	2,39	3,49	2,99	3,18
24	1,44	1,16	2,20	2,21	1,27

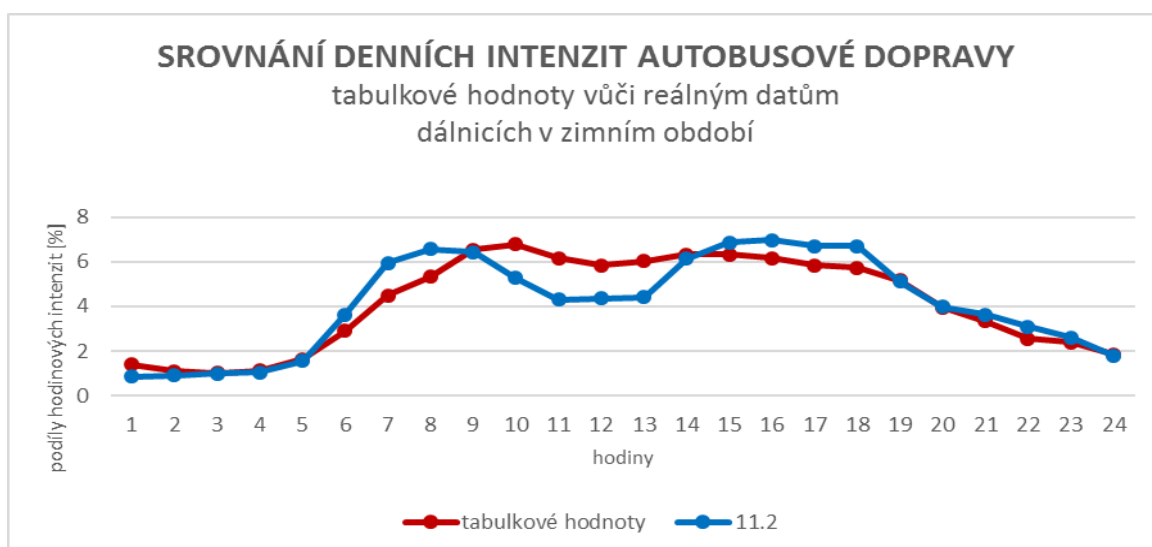
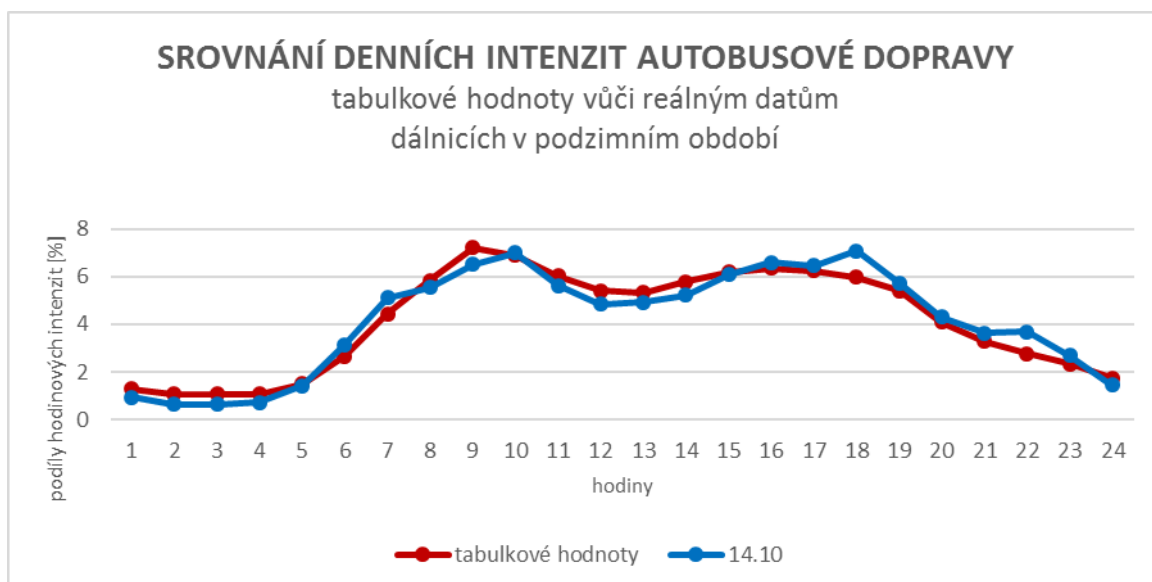
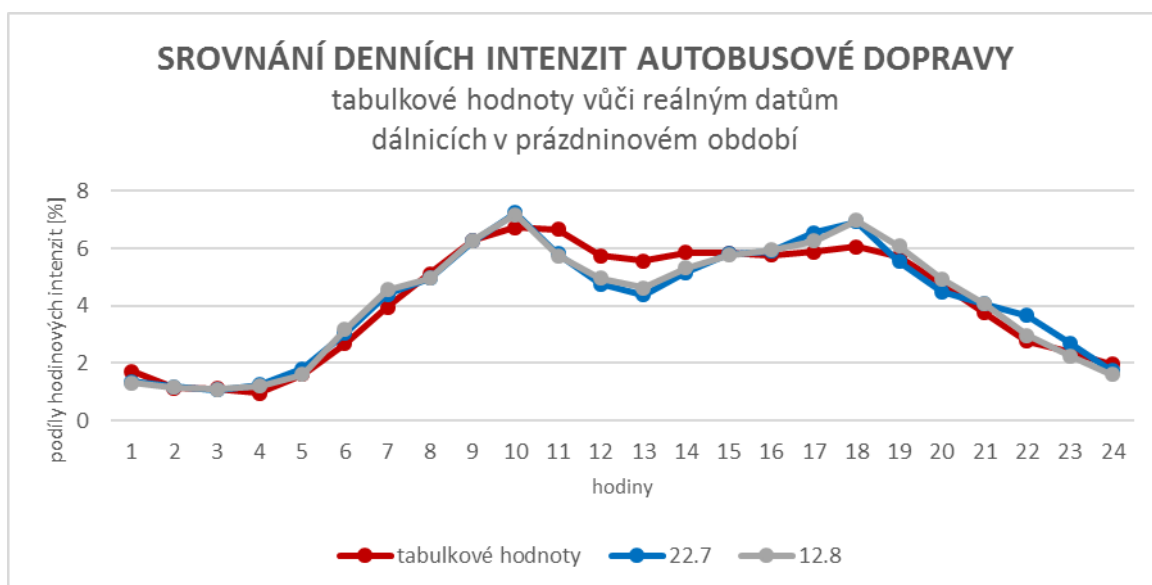


hodina	den				
	11. 2	20. 5	22. 7	12. 8	14. 10
1	0,86	0,92	1,36	1,31	0,93
2	0,91	0,77	1,18	1,16	0,64
3	0,99	0,83	1,06	1,08	0,64
4	1,05	0,76	1,25	1,21	0,71
5	1,55	1,18	1,81	1,61	1,42
6	3,63	2,63	3,04	3,18	3,15
7	5,94	4,39	4,41	4,56	5,12
8	6,58	5,53	4,96	4,96	5,56
9	6,45	7,40	6,25	6,27	6,53
10	5,28	7,32	7,24	7,18	7,00
11	4,30	5,64	5,80	5,73	5,62
12	4,37	4,96	4,75	4,96	4,84
13	4,42	4,38	4,38	4,62	4,92
14	6,15	5,49	5,16	5,33	5,23
15	6,87	6,28	5,82	5,76	6,09
16	6,97	6,54	5,89	5,93	6,59
17	6,71	6,89	6,55	6,25	6,46
18	6,70	7,45	6,92	6,98	7,08
19	5,12	6,40	5,53	6,09	5,73
20	3,98	4,64	4,49	4,93	4,30
21	3,64	3,49	4,07	4,07	3,62
22	3,10	2,71	3,65	2,96	3,68
23	2,60	2,11	2,70	2,26	2,68
24	1,81	1,29	1,73	1,61	1,44

Následující grafy srovnávají hodinové intenzity získané z tabulek (Bartoš, 2012) a hodinové intenzity stanovené z dat o průjezdech mýtnými branami v roce 2015 ve vybrané všední dny viz. výše. Srovnání je provedeno pro dvě kategorie komunikací (dálnice, silnice I. třídy) a pro čtyři období roku podle intenzity dopravy popsané v rámci rešerše (jarní, prázdninové, podzimní, zimní).







míra vytíženosti úseků				
komunikace	víkend [počet úseků]		všední den [počet úseků]	
	podprůměrné	nadprůměrné	podprůměrné	nadprůměrné
D01	42	68	48	62
D02	7	5	9	3
D03	12	0	12	0
D05	18	26	18	26
D08	15	13	14	14
D11	15	7	14	8
I11	8	2	8	2
I30	0	4	3	1
I33	2	6	2	6
I35	9	7	5	11
I38	2	4	2	4
I46	0	2	0	2
I47	10	0	10	0
I48	1	5	2	4
I52	0	12	0	12
I55	4	0	4	0
I58	6	0	6	0
R01	12	14	13	13
R04	4	12	2	14
R06	22	10	22	10
R07	16	6	12	10
R10	3	27	0	30
R35	14	16	23	7
R46	1	20	7	14
R48	10	0	10	0
R52	0	6	2	4
R55	6	0	6	0
R56	9	1	6	4
R63	4	0	4	0

