

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA
KATEDRA DOPRAVNÍHO MANAGEMENTU, MARKETINGU A LOGISTIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2009

Bc. Jan Žofčín

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA
KATEDRA DOPRAVNÍHO MANAGEMENTU, MARKETINGU A LOGISTIKY

VLIV VOLNÝCH DNÍ NA DOPRAVU V PARDUBICÍCH

Bc. Jan Žofčín

Diplomová práce

2009

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan ŽOFČIN**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**

Název tématu: **Vliv volných dní na dopravu v Pardubicích**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Charakteristika dopravního systému města Pardubice
2. Teorie dopravních průzkumů
3. Průzkum intenzity dopravy v Pardubicích v pracovních a volných dnech
4. Modelování dopravy v Pardubicích v závislosti na volných dnech

Závěr


Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Kateřina Pojkarová, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **28. listopadu 2008**
Termín odevzdání diplomové práce: **25. května 2009**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. listopadu 2008

Prohlašuji:

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

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

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

V Pardubicích dne 20. 5. 2009

Jan Žofčín

Anotace

Práce se zaměřuje na zkoumání dopravy v Pardubicích, kdy se snaží zjistit rozdílnost mezi dopravou v pracovních dnech a dopravou ve dnech volných. Tuto rozdílnost se v konečné fázi snaží popsat pomocí matematických vztahů.

Klíčová slova

Pardubice; doprava; regresní analýza; dopravní průzkum; dopravní model

Title

The impact of non working days on transport in Pardubice

Annotation

The work is focused examination of transport in Pardubice, which seeks to identify differences between the traffic on weekdays and freedays. This diversity is ultimately trying to describe using mathematical relationships.

Keywords

Pardubice; the traffic; regression analysis; traffic surfy; transport model

Obsah

Úvod	8
1 Charakteristika dopravního systému města Pardubic.....	10
1.1 Charakteristika Pardubic.....	10
1.2 Dopravní systém (DS)	11
1.3 Historie dopravy v Pardubicích	12
1.3.1 Železniční doprava	13
1.3.2 Letecká doprava	13
1.3.3 Městská hromadná doprava	14
1.3.4 Silniční doprava	15
1.4 Současný stav dopravy v Pardubicích	15
1.4.1 Železniční doprava	16
1.4.2 Letecká doprava	17
1.4.3 Říční doprava	18
1.4.4 Městská hromadná doprava	18
1.4.5 Cyklistická doprava	19
1.4.6 Silniční doprava	20
1.5 Individuální automobilová doprava (IAD).....	21
1.5.1 Druhy, členění IAD	21
1.5.2 IAD a její charakteristika	22
2 Teorie dopravních průzkumů.....	27
2.1 Metodologie průzkumů	27
2.1.1 Základní kroky průzkumů	27
2.1.2 Sběr dat	28
2.2 Průzkum automobilové dopravy.....	30
2.2.1 Křížovatkové průzkumy	31
2.2.2 Průzkum dopravy v klidu	31
2.2.3 Směrové průzkumy.....	31
2.2.4 Průzkum hromadné dopravy	31
2.2.5 Profilové průzkumy	32
2.2.6 Průzkum charakteristik dopravního proudu.....	32
2.3 Dopravní model	32

2.3.1	Modelové veličiny.....	33
2.4	Regresní analýza.....	34
2.4.2	Metoda nejmenších čtverců (MNC).....	36
2.4.3	Kvalita regresní analýzy.....	37
2.4.4	Testy hypotéz.....	38
3	Průzkum intenzity dopravy v pracovních a volných dnech.....	40
3.1	Tabelární zpracování měřených hodnot.....	41
3.1.1	Pracovní dny.....	42
3.1.2	Volné dny.....	44
3.2	Grafické zpracování dopravního průzkumu.....	45
3.2.1	Pracovní dny.....	46
3.2.2	Volné dny.....	47
3.2.3	Vzájemné porovnání volných a pracovních dní.....	48
4	Modelování dopravy v Pardubicích v závislosti na volných dnech.....	49
4.1	Vývoj provozu během dne.....	49
4.1.1	Bazické porovnání.....	49
4.1.2	Porovnání pomocí řetězových indexů.....	51
4.2	Dopravní modelování.....	53
4.2.1	Vozidla do 3,5 tuny.....	54
4.2.2	Vozidla nad 3,5 tuny.....	57
4.2.3	Autobusy a trolejbusy.....	58
4.2.4	Motocykly.....	59
4.2.5	Doprava celkem.....	60
	Závěr.....	62
	Použitá literatura.....	64
	Seznam tabulek.....	66
	Seznam obrázků.....	67
	Seznam zkratk.....	68
	Seznam příloh.....	69

Úvod

V dnešní době se doprava ve městech stává velmi ožehavým tématem a vzniká mnoho nových problémů, která je potřeba řešit. Města (konkrétně jejich vrchní představitelé) se snaží co nejvíce navyšovat počet svých obyvatel, což vede k větší zátěži na infrastrukturu a také ke zvýšení přepravních potřeb obyvatel. V mnohých městech se sice nedaří uskutečňovat zvyšování počtu obyvatel, ale růst životní úrovně lidské populace má za důsledek větší motorizaci, která přináší celou řadu komplikací.

Větší motorizace má za následek významné poškození komunikací, které je nutno následně opravovat za nemalé finanční částky. Vibrace, hluk a zplodiny z motorů jsou neúnosné jednak pro samotné občany města, ale také mají negativní dopad na životní prostředí.

Avšak přínosy dopravy ve městech jsou neoddiskutovatelné. Jedná se především o schopnost pohybu občanů po obci a celkovou dostupnost jednotlivých služeb, které obec nabízí. Nepřímo se také doprava podílí na výrobním procesu, jelikož zaměstnancům umožňuje rychlé spojení do práce.

Významnou roli v městské dopravě hraje struktura obce, umístění centra, jednotlivých mikrocenter různých čtvrtí, rozmístění průmyslových a obchodních částí. Tyto aspekty mají vliv na velikost a intenzitu dopravního provozu. Z těchto důvodů je nutné průběžné sledování dopravy a následně je zapotřebí vyhodnocovat všechny přínosy a zápory. V celkovém důsledku by měly především převažovat klady, které doprava může nabídnout, před jejími zápory.

Průzkumy intenzity dopravy patří k základním úkonům při zkoumání provozu ve městech. Údaje o dopravním provozu na konkrétní komunikaci jsou základem pro dopravní inženýrství, územní plánování, projekty komunikací, vylepšení plynulosti dopravy, hospodárnosti, omezení negativních vlivů dopravy, výpočty hygienických zátěží, některé druhy podnikatelských aktivit a podobně. Skladba těchto průzkumů může být velmi rozsáhlá podle toho, za jakým účelem se dopravní průzkum provádí. K jejich pořízení jsou používány různé metody od ručního sčítání až po sofistikované strojní zpracování dat z různých typů detektorů.

Obecně známým jevem je také kolísání dopravní intenzity mezi pracovními a volnými dny (myšleny jsou dny pracovního klidu a svátky). Jsou však obce, kde tento rozdíl není příliš patrný, jelikož velký podíl dopravy v obci tvoří tranzit. Rozhodl jsem se kolísání zkoumat v Pardubicích.

Problematicke je věnována diplomová práce, kde postupně rozeberu oblast dopravy v Pardubicích a připomenu teoretické základy, které se příslušné oblasti týkají. Bude se především jednat o popis Pardubic a jejich dopravy od vývoje přes nástin možných budoucích projektů i popis současné situace. Pokračovat budu teoretickým rozbohem z oblasti tvorby průzkumů, dopravních modelů a doprovodné statistiky k těmto činnostem určené. Účelem práce je také vyhodnocení průzkumu intenzity dopravy, který jsem se rozhodl uskutečnit, a na jeho základě vytvořit dopravní modely, které budou popisovat zjištěné skutečnosti.

1 Charakteristika dopravního systému města Pardubic

1.1 Charakteristika Pardubic

Pardubice jsou statutárním městem na východě Čech a metropolí Pardubického kraje. Leží na soutoku řek Labe a Chrudimky. Najdeme je zhruba na 50. stupni severní šířky a 16. stupněm východní délky, což je severněji než Ostrava. Město má kolem 90 000 stálých obyvatel, kteří žijí na rozloze téměř 78 km², a leží v nadmořské výšce 215 – 237 metrů nad mořem. Pardubice jsou vzdáleny 104 km na východ od hlavního města Prahy, jsou 20 km jižně od Hradce Králové a okolo 10 km severně od Chrudimi.

Město se především proslavilo malovaným perníkem a také řadou sportovních podniků s dlouholetou tradicí a mezinárodním věhlasem. Za zmínku stojí hlavně dostihový závod Velká pardubická steeplechase, závod na ploché dráze Zlatá přilba a místní hokejový klub.

Tab. 1: Vývoj počtu obyvatel v Pardubicích

1961	1970	1980	1990	2000	2005	2007
64968	78947	92657	96036	92081	88181	88559

Zdroj: *Databáze demografických údajů za obce ČR*: [online]. Praha: Český statistický úřad, [cit. 2009 – 18 – 03]. Dostupný na WWW: <http://www.czso.cz/cz/obce_d/index.htm>

Pardubice jsou 10. největším městem v České republice. Od konce 19. století počet obyvatel významně vzrůstal a zdálo se, že může dosáhnout i počtu 100 000 obyvatel. Trendem posledních let je ale opak. Lidé se stěhují spíše na periferie (do satelitů) za větším klidem a utíkají od shonu města.

Všechny tyto aspekty postupně přináší vyšší nároky na dopravu ve městě. Také počet lidí, kteří vlastní automobil, se v posledních 20 letech značně rozrostl. Na tyto faktory nebyla infrastruktura ve městě připravena, a tak bylo nutné a ještě bude nutné přistoupit k mnoha opatřením, které pomůžou řešit neutěšený stav.

1.2 Dopravní systém (DS)

„Při vymezení ekonomiky a managementu dopravní soustavy se vychází z potřeb jednotlivce a z jejich uspokojování. To jsou základní okolnosti, které představují podmínku existence jednotlivce i společnosti. Většina užitných hodnot a i ostatních činností se totiž obvykle nachází v místě spotřeby. Uspokojování potřeb je tedy nutnou podmínkou existence jednotlivce, podniku i společnosti. V souladu s požadavkem efektivnosti jde o přemísťování užitných hodnot do míst spotřeby, u přepravních potřeb obyvatelstva naopak jde o přemístění jedince na místo spotřeby. Pomineme-li možnosti informačních technologií, jde o přemístění za vzděláním, kulturou, zaměstnáním, sportem, rekreací, zájmovou činností a osobními styky.“¹ Soubor všech prostředků, kterými jsou potřeby přemístění dosaženy, nazýváme dopravní systém.

Městský dopravní systém je definován jako souhrnné označení pro systém, v kterém je zahrnuta individuální doprava, pěší doprava i MHD. Městská doprava velice napomáhá rychlému rozvoji měst, protože její technický rozvoj a industrializace zvyšují koncentraci obyvatel na určitém území.

Dopravní systém si klade za cíl, co nejlépe uspokojovat přepravní potřeby obyvatel a to jak po určité kvalitativní stránce, tak i po stránce kvantitativní. Abychom mohli těchto vytyčených cílů dosáhnout, je nutné, aby byly všechny části systému plynule a účelně propojeny mezi sebou. Jmenovitě jde o MHD, železniční, silniční, leteckou a individuální dopravu. Úzké propojení s organizací života ve městě a jeho výstavbou je nezbytně nutné pro zabezpečení dopravní obslužnosti všech částí města.

Moderní dopravní systém musí být udržitelný z hospodářského, sociálního, jakož i z ekologického hlediska. Udržitelný rozvoj dopravního systému je cílovým řešením, o jehož dosažení by měl usilovat každý. Moderní DS je charakterizován:

- rozsahem - použití dopravní sítě nesmí být nijak limitováno, stejně jako volba druhu dopravy, což je v podstatě promítnutí principů obecné ekonomické teorie a Římské smlouvy do praxe,

¹ EISLER, J. Dopravní systém a podmínky jeho fungování v nové ekonomice. *Ekonomika a management* [online]. Praha: VŠE, Fakulta podnikohospodářská, [cit – 2009 – 25 - 03]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekonomikaamanagement.cz/cz/clanek-dopravni-system-a-podminky-jeho-fungovani-v-nove-ekonomice.html>>.

- neexistencí substitutu - dnes některé funkce dopravy nahrazují informační systémy, ale jinak doprava nemá substitut na trhu, o čemž nás přesvědčují okamžiky, kdy doprava nefunguje podle stanovených norem nebo přestane fungovat úplně,
- vazbou na národní hospodářství - doprava představuje odvětví národního hospodářství, které nezajišťuje pouze přepravu osob nebo věcí, ale také přímo či zprostředkovaně ovlivňuje zaměstnanost a zdroje příjmu státního rozpočtu,
- nadčasovostí - můžeme konstatovat, že doprava slouží současným potřebám, ale při neustálém vývoji techniky, norem chápání systému, životního stylu a návyků je nutné nemyslet na věci budoucí a dopravní systém již nyní tomuto vývoji uzpůsobovat,
- vlivem okolí - dopravní systém ovlivňuje poptávka, takže doprava není samoúčelná a velikost přepravy a rozsah přepravních výkonů závisí na potřebách okolí. Existuje i zpětný vztah, kdy dopravní systém ovlivňuje externalitami příznivě i nepříznivě své okolí,
- všestranností - podíly jednotlivých druhů dopravy se na celkovém objemu přepravy mohou v budoucnu značně změnit, jestliže se při budování dopravního systému nebude brát tento vývoj na zřetel, tak chyby v dopravní infrastruktuře budou na dlouhou dobu limitovat rozvoj okolí.

Cílem společnosti je, aby počty automobilů ve městech ubývaly. To lze vyřešit pouze dobře fungujícím dopravním systémem jako celkem a nahrazením IAD jinými subsystémy. Jako jedno z nejlepších řešení se nabízí koncepce dopravy s fungující MHD. Pro toto řešení je nutné přiblížení a zatraktivnění MHD širokým masám potenciálních zákazníků, snaha přesvědčit je o výhodnosti používání MHD a ustoupení od osobního automobilismu.

1.3 Historie dopravy v Pardubicích

První známé prameny o existenci Pardubic jsou dochovány ze 13. století. Městem se staly kolem roku 1340 a od té doby vzrůstal jejich regionální význam. S rozvojem města samotného jde ruku v ruce rozvoj dopravy.

1.3.1 Železniční doprava

Rozvoj železniční dopavy začal rokem 1845, kdy byl zahájen provoz na trati Praha – Olomouc. Můžeme to právem považovat za milník v historii města a dalším z mnoha zlomů v jeho dějinách. Rozhodnutí do dnešní doby ovlivňuje koloběh ve městě.

Ale nemuselo tomu tak být. Původním záměrem bylo vést tuto trať přes Hradec Králové, ale tamní radní nebyli prozíraví a zřejmě netušili, jaké klady železnice přináší, a tak se železnice stavěla právě přes Pardubice. Do té doby byly Pardubice méně významné než nedaleká Chrudim.

Rokem 1845 se vše změnilo. Pardubice, které mají velmi dobrou polohu, byly najednou předurčeny k nebývalému rozvoji a během několika let se staly dopravní křižovatkou a centrem průmyslu. Krátce po dokončení železnice vznikly například Fantovy závody (později rafinerie PARAMO), Prokop a synové (později Továrna na mlýnské stroje), které předznamenaly celkový rozvoj pardubického průmyslu, především strojírenského a potravinářského.

V následujícím půlstoletí přibylo propojení po železnici přes Hradce Králové do Liberce a z něj až do Žitavy. Otevřením tratě přes Chrudim do Havlíčkova Brodu v roce 1871 bylo dokončeno železniční propojení Pardubic do všech světových stran.

Tab. 2: Vývoj železnice v Pardubicích

Datum	Trasa
20. 8. 1845	První vlak na trati Olomouc - Pardubice - Praha
1. 9. 1845	Pravidelný provoz na trati Olomouc - Pardubice - Praha
4. 11. 1857	Pardubice - Hradec Králové - Jaroměř
1. 5. 1859	Pardubice - Hradec Králové - Jaroměř - Liberec
1. 6. 1871	Pardubice - Chrudim - Německý (Havlíčkův) Brod

Zdroj: *Výročí tratí v regionu Pardubice*: [online]. Pardubice: Pardubický spolek historie železniční, [cit. 2009 – 19 – 03]. Dostupný na WWW: <dopravy <http://www.pshzd.cz/vyroci.html>>.

1.3.2 Letecká doprava

Pardubice se zapsaly do historie letectví poměrně významně. Vše je spjato se jménem pardubického rodáka Ing. Jana Kašpara, který je považován za průkopníka české aviatiky. Proslavil se zejména tím, že v roce 1911 uskutečnil první dálkový let z Pardubic do Prahy.

V tomtéž roce byl u založení Aviatického družstva, čímž se Pardubice staly až do vypuknutí první světové války skutečným hlavním městem české aviatiky.

Minulý režim zanechal v Pardubicích letiště, které bylo vybudováno výhradně pro vojenské účely. Po revoluci přišla na řadu transformace ekonomiky a mnoho podniků začalo mít problémy. Několik podniků zaniklo (Tesla, Továrna na mlýnské stroje) a jiné mnoho zaměstnanců propustily. Počet nezaměstnaných se však drasticky nezvýšil. Lze to přisuzovat především prozíravé politice města, jehož vedení přišlo už počátkem 90. let s nápadem založit poblíž letiště bezcelní zónu. Na šesti hektarech tak vzniklo svobodné celní pásmo, jediné v České republice, které výrobním a obchodním firmám nabízelo montážní, skladovací i výrobní zázemí. Spojení výhod letiště a bezcelní zóny zvýšilo atraktivnost Pardubic a některé firmy se do okolí podařilo přilákat.

V roce 1993 vznikla společnost East Bohemian Airport a.s. Ta nechala z vlastní iniciativy vypracovat studii využitelnosti letiště a započala jednání s představiteli Ministerstva obrany. V roce 1995 bylo ministrem obrany vydáno povolení k využívání doposud výhradně vojenského letiště pro civilní účely. „*Ve stejném roce bylo Úřadem pro civilní letectví uděleno společnosti EBA a.s. oprávnění k provozování letiště a rozhodnutím Ministerstva dopravy a spojů, Odboru civilního letectví byl dán společnosti EBA a.s. souhlas k poskytování služeb při odbavovacím procesu na letišti Pardubice. Oficiálně bylo letiště pro civilní provoz otevřeno 18. 5. 1995. Od 1. 11. 1996 je letiště schváleno pro provoz za podmínek IFR.*“²

1.3.3 Městská hromadná doprava

Již 60 let provozuje Dopravní podnik v Pardubicích městskou hromadnou dopravu. Počátky však můžeme zaznamenat daleko dříve (kolem roku 1900). Po vybudování železniční tratě vznikla nutnost přepravovat občany města na nádraží. První plány uvažovaly o tramvajové trati, která měla vést z Lázní Bohdaneč přes Pardubice do Chrudimi. Návrh zpracoval známý Ing. František Křížík. Jelikož byl tento plán velmi nákladný, začal se prosazovat záměr na vybudování levnější bezkolejové dráhy. Ta byla občanům slibována, ale od výstavby bylo také upuštěno.

² *Historie Letiště Pardubice*: [online]. Pardubice: East Bohemian Airport a.s; [cit. 2009 – 19 – 03]. Dostupný na WWW: < <http://www.airport-pardubice.cz/letiste/historie.htm>>.

A tak jako první přišla pošta, která začala provozovat v roce 1908 pravidelné poštovní linky do Bohdanče a Holic. Poštovní autobusy měly volná místa i pro cestující a mnoho zastávek bylo i na území města. Tím dočasně pokryly poptávku po městské dopravě. Byl to milník, jenž lze považovat za počátek městské autobusové dopravy. Ve 30. letech minulého století začaly také ČSD provozovat své pravidelné autobusové linky.

Trvalo poměrně dlouhou dobu, než opět vypukla diskuze na téma drážní dopravy. V roce 1945 si nechaly nedaleké elektrárny zpracovat studii na provoz trolejbusů. V zápětí následovalo navržení tří okružních a dvou meziměstských trolejbusových linek. Ty ale realizovány nebyly.

V roce 1949 si nechala rada města zpracovat další studii. Na jejím základě se začala budovat první trolejová vedení. Ještě před jejich dokončením byl založen Dopravní komunální podnik města Pardubic, a aby byl obyvatelům města užitečný už od svého počátku, prosadil jeho správce provizorní a neplánované zavedení autobusové dopravy pouhý měsíc po jeho založení. Postupem času stavební práce ubíhaly a dne 28. 12. 1951 byl prvně vypuštěn na vozovku trolejbus. Byla to zkušební jízda do Bohdanče, která přes menší problémy dopadla dobře.

1.3.4 Silniční doprava

Samotné město má velmi výhodnou geografickou polohu. Leží na hlavních trasách mezi dalšími významnými městy, což ještě v dobách, kdy Pardubice neměly tak důležité postavení, znamenalo křižovatku obchodních tras. Tyto obchodní trasy se postupem času staly důležitými dopravními tepnami (jejich výstavba byla uskutečňována celé 19. století) a Pardubice se staly důležitým silničním dopravním uzlem. Následně se město počalo rozvíjet a narůstat o poznání rychleji než okolní sídla a po čase zastínilo i samotné krajské město, jímž tehdy byla Chrudim.

1.4 Současný stav dopravy v Pardubicích

Momentálně můžeme Pardubice a jejich rozvoj (i dopravy) označit jako období modernizace a změn. Některé věci jsou prozatím ve stádiu příprav a plánů, ale vede se o nich živá diskuse. Naopak jiné projekty již byly realizovány. Je to nutností, jelikož moderní doba

vyžaduje neustále zvyšování kvality ve všech činnostech a výjimkou pochopitelně nemůže být ani doprava.

1.4.1 Železniční doprava

Centrem veškerého dění je Hlavní nádraží, které je vzdáleno nedaleko středu města. Denně se tu odbaví stovky až tisíce cestujících, jelikož leží na 1. a 3. koridorové trati, které spojují Českou železniční síť s okolními státy. Dále slouží jako výchozí stanice pro vlaky jedoucí ve směru na Liberec, Chrudim, Havlíčkův Brod, Prahu (pouze osobní) a Českou Třebovou (pouze osobní). Před nádražní budovou je několik zastávek MHD, čímž je zaručena poměrně solidní obslužnost celého areálu. Není to však poslední stanice v katastru města, na jeho území můžeme ještě nalézt železniční stanici Pardubice – Rosice nad Labem a šest malých zastávek, kterými jsou:

- Semtín,
- Svítkov,
- Opočínec,
- Závodiště,
- Pardubičky,
- Černá za Bory.

Nevýhodou pro stanici Rosice nad Labem je její poloha, protože leží na samém okraji města. Také má nulové spojení s MHD (nejbližší zastávka je vzdálena minimálně 300 metrů), a tak jí mnoho lidí nevyužívá, spíše slouží jako seřaďovací stanice před vlečkou do společností Synthesia a Explosia. Stanice leží ve směru na Hradec Králové a odbočuje zde trať na Chrudim, což je poměrně nelogicky řešeno, ale blýská se na lepší časy.

Do budoucna se plánují změny. Místní specialita, kdy vlak při cestě do Chrudimi couvá do Rosic nad Labem a pak teprve jede přímým směrem, má být zrušena. Správa železniční dopravní cesty (SŽDC) plánuje výstavbu nového spojení obou měst a následnou elektrifikaci tratě, která by měla za Medlešicemi odbočovat směrem na Slovany, kde se napojí na koridor. Tím by se cesta zkrátila o osm minut z dnešních dvaceti na dvanáct. Celý projekt je také žádaný samotnou samosprávou Chrudimi a jejími občany. Ti už budou moci cestovat přímo do pardubické průmyslové zóny za prací bez dlouhých průtahů. Dalším kladem je fakt, že trať vedoucí kolem závodiště leží souběžně s vozovkou, která kapacitně

nedostačuje, a tak po jejím zrušení bude možné silnici rozšířit a vyřeší se tím dlouho trvající problém, který trápí všechny řidiče.

1.4.2 Letecká doprava

Letecké dopravě je předpovídána velká budoucnost a napovídá tomu rozvoj za poslední roky. Některé společnosti již rády využívají místní letiště ke své výrobní činnosti. Jmenovat lze Foxconn a Panasonic, pro které byla přítomnost letiště jedním z faktorů, které je přiměly umístit výrobu právě sem.

Pardubice jsou si této skutečnosti vědomy, a proto chtějí využít své zázemí k dalšímu rozvoji letiště. Momentálně má letiště status regionálního veřejného mezinárodního letiště, se smíšeným civilním a vojenským provozem. „*Službu řízení letového provozu na letišti, záchrannou a požární službu a meteorologické služby jsou civilním letadlům poskytovány vojenskými stanovišti. Správu civilní části letiště vykonává na základě oprávnění k provozování letiště uděleného Úřadem pro civilní letectví společnost East Bohemian Airport (EBA) a.s.*“³ Ta se především zabývá:

- mezinárodní nepravidelnou leteckou dopravou osob,
- nákladní mezinárodní nepravidelnou leteckou dopravou,
- nákladní vnitrostátní nepravidelnou leteckou dopravou,
- spedičními a logistickými službami pro leteckou dopravu.

Do budoucna se plánují velké změny. Město společně s Pardubickým krajem má v plánu do areálu investovat přibližně jednu miliardu korun. Pardubické letiště nyní odbaví kolem 90 tisíc cestujících ročně, ale po dokončení celé akce by se měl počet odbavených zvýšit na 250 tisíc cestujících a v poslední etapě až na půl milionu pasažérů. Investici by mělo ze dvou třetin pokrýt město a zbytek zaplatit kraj.

Problémy má projekt dva. Prvním jsou finance respektive jejich velikost a druhým je armáda. Město se nechce unáhleně pouštět do velké investice, a tak neustále zkoumá návratnost stavby. Ta totiž není jistá, jelikož armáda zatím významně spolufinancuje provoz letiště a její případný odchod by znamenal převedení veškeré finanční zátěže na město nebo na kraj. Projekt tedy nebude započat do doby, než padne jasné stanovisko armády o její budoucnosti v Pardubicích.

³ *Charakteristika Letiště Pardubice*: [online]. Pardubice: East Bohemian Airport a.s.; [cit. 2009 – 19 – 03]. Dostupný na WWW: <<http://www.airport-pardubice.cz/letiste/charakteristika.htm>>.

1.4.3 Říční doprava

Pardubice a říční dopravu dnes v podstatě nelze dávat dohromady. Za zmínku snad stojí pouze výletní loď s restaurací, která sice má pravidelný jízdní řád, ale slouží převážně turistům.

I zde by mohlo být mnoho věcí jinak. Poslední dva roky se živě diskutuje o výstavbě plavebního kanálu, který by umožnil plavbu po Labi z Pardubic až do Hamburku. Pardubice by se tak staly posledním přístavem na Labské cestě. Počítáno je i s navazujícím veřejným logistickým centrem. V celkovém důsledku by se tak mohly Pardubice stát velkým dopravním uzlem, kde bude zastoupena letecká, lodní, silniční i železniční doprava. Celková cena projektu je odhadována na 2,4 miliardy korun a celá jedna miliarda má být hrazena z fondů Evropské Unie. Pro kraj je tato stavba dokonce prioritou, ale problémem je biocentrum Slavíkovy ostrovy. Je totiž zakázáno provádět jakékoliv stavby v těchto lokalitách a jednou možností jak stavbu provést je udělení výjimky ministrem životního prostředí, kterou lze udělit ve veřejném zájmu. Současný ministr však svolení ke stavbě nedal, a tak je projekt na bodu mrazu.

1.4.4 Městská hromadná doprava

Ve městě je dnes provozováno 12 trolejbusových a 19 autobusových linek. Lze říci, že trolejbusové jsou páteřní a obsluhují nejvytíženější oblasti jako je střed města spolu s největšími obytnými zónami. Autobusové linky obsluhují ty části, do kterých by se nevyplatilo zavádět infrastrukturu nutnou pro jízdu trolejbusů.

Tab. 3: Výčet linek, jejich počáteční a koncové zastávky

1	Jesenčanky - Slovany
2	Polabiny - Pardubičky
3	Hlavní nádraží - Lazeně bohdaneč
4	Polabiny - Třída míru - Polabiny
5	Dukla - Dubina
6	Doubravice - Dukla
7	Dukla - UMA
8	Dubina - Svítkov
9	Rosice Spojil
10	Ostřešany - univerzita
11	UMA - Dubina

17	Hlavní nádraží - Srch
18	Dražkovice - Černá u Bohdanče
19	Rosice - Sezemice
21	Slovany - Polabiny
22	Závod Míru - Nemošice
23	Staré Čivice - Polabiny
24	Starý Máteřov - Hlavní nádraží
25	Dubina - Staré Čivice
27	Pardubičky - Dukla - Pardubičky
28	Závod Míru - Úhřetická Lhota
33	Hlavní nádraží - UMA

12	Hlavní nádraží - Tuněchody
13	Polabiny - Dubina
14	Staré Čívce - Polabiny
15	Opočinec - Hlavní nádraží
16	Hlavní nádraží - Němčice

51	Lázně Bohdaneč - Dubina
52	Dubina - Kunětická Hora
98	Ohrazenice - Černá za Bory
99	Dukla - Svítkov - Dukla

Zdroj: *Zastávkové jízdní řády*: [online]. Pardubice: Dopravní podnik města Pardubic, [cit. 2009 – 20 – 03]. Dostupný na WWW: < <http://dpmp.cz/index.php?str=10>>.

Dopravní podnik si je vědom důležitosti kvality ve svých nabízených službách, a tak se rozhodl uplatňovat management kvality. Koncem roku mu byl vystaven certifikát o plnění normy ISO 9001:2001. Dále se Dopravní podnik města Pardubic zaměřuje na doplňkové služby a na činnosti, které přímo s přepravou obyvatel nesouvisí:

- autoškola,
- zájezdová doprava,
- příležitostná doprava,
- nabídka reklamních ploch,
- servis vozidel,
- prodej vozidel,
- písmomalírna,
- odtahová služba,
- myčka,
- lakovna,
- příprava na STK,
- čerpací stanice,
- doprovod nadměrných nákladů,
- rehabilitace, masáže.

1.4.5 Cyklistická doprava

Zvláštním fenoménem Pardubic a celého regionu je cyklistika. Lidé jezdí na kole v každém ročním období a v jakýkoliv čas. Je to logické, poněvadž pro to mají snad nejvhodnější podmínky. Rovinatý terén v celé oblasti je příhodný i pro nejméně zdatné cyklisty.

Také město se snaží vyjít cyklistům vstříc. Řešení cyklistické dopravy a budování cyklistických stezek v Pardubicích patří k prioritám města. Ty byly snad prvním městem v České republice, které tento druh alternativní dopravy začalo důkladně řešit. Je zde upřednostňován princip odděleného provozu cyklistů a motorových vozidel. Technické možnosti v území neumožňují v řadě případů vybudování samostatných cyklistických stezek a je proto nutné hledat kompromisní řešení s využitím dosavadních komunikací. Výsledek je často poměrně krkolomný, ale i tak se ještě v nedávné době mohly Pardubice srovnávat s Evropskou špičkou a jejich snaha v budování a vylepšování nedokonalostí byla viditelná, což dnes říci nelze a tak město upadlo spíše do průměru.

1.4.6 Silniční doprava

Stejně jako většina velkých měst na našem území, tak i Pardubice musí řešit problém silniční dopravy. Z dob minulých nebylo město připraveno na strmý nárůst počtu automobilů a nyní se s tímto faktem těžko potýká. Prakticky veškerá doprava je svedena do středu města a pokusy o nápravu zatím nedopadly příliš dobře. V Pardubicích se střetávají tři velké komunikace, které přivádí značné množství automobilů do města. Všechna vozidla se střetávají na dvou blízko ležících křižovatkách, které je následně rozdělují do dalších směrů. Zde bych viděl největší problém, jelikož křižovatky v dopravních špičkách nápor nezvládají pojmout. Hlavními komunikacemi, které přes Pardubice vedou, jsou:

- I/2 Říčany – Pardubice,
- I/36 Chlumeck nad Cidlinou – Holice,
- I/37 Hradec Králové – Velká Bíteš.

Právě tyto komunikace se střetávají na dvou křižovatkách. První odvádí automobily přímo do centra, kde je několik semaforů, a tak se doprava při plném vytížení značně brzdí. Druhá je právě příkladem nedokonalého záměru vést trasu mimo město, ale z důvodu úzkého profilu před křižovatkou a několika dalších menších křížení je zde doprava skoro neustále zablokována (obě jsou vyobrazeny v přílohách). Vyřešit to může předpokládané zrušení železniční tratě, které vede souběžně s křižovatkou. Problém také nastane v případě zácpy na jedné z nich. Z důvodu jejich těsné blízkosti, se za okamžik problém přenesení i na druhou. Těmito křižovatkami jsou:

- křížení I/36 s I/37 u Hlavního nádraží,
- křížení I/2 s I/37 u Parama.

Problémová je také ulice Hradecká, která protíná střed města a při zvýšené intenzitě dopravy je také přetížená. Podstatným rozdílem oproti jiným zatíženým komunikacím je fakt, že tudy prakticky nejedí tranzitní doprava a kamiony mají zakázán vjezd.

Pardubice ale čekají změny. V návrhu jsou dva obchvaty města (uspěje pouze jeden návrh), počítá se s dálniční přípojkou a na trase Pardubice – Hradec Králové má být vybudována víceprúdová silnice. Tyto projekty by měly silniční dopravě v Pardubicích a jejich okolí značně prospět.

1.5 Individuální automobilová doprava (IAD)

Složitým problémem v dopravním systému je individuální automobilová doprava. Ve městech se vzhledem k územní omezenosti problém ještě více vyhrcojuje. Individuální automobilová doprava je daleko náročnější na dynamický silniční prostor, na parkovací a odstavné plochy než ostatní druhy doprav.

1.5.1 Druhy, členění IAD

Členění individuální automobilové dopravy není samoúčelné, napomáhá k sestavování vhodných plánů rozvoje infrastruktury ve městech. Provádí se z pravidla podle těchto hledisek:

- podle polohy výchozího a cílového bodu cesty - leží-li výchozí i cílový bod na území jednoho města, jde o dopravu vnitřní; jde-li o dopravu přes hranice města, pak jde o dopravu vnější; průjezdná doprava znamená, že ani jeden z bodů neleží na území města, ale doprava městem jen prochází; objízdná doprava neprochází městem a přejímá část tranzitní,
- podle přepravované podstaty - základní rozdělení je na dopravu osobní a nákladní (jedná se především o méně objemné věci např.: stěhování, odvoz náradí do garáže atd.),
- podle času realizace - během dne je důležitý počet cest z a do zaměstnání, za nákupy, za kulturou nebo za nějakou sportovní akcí; na základě toho rozlišujeme dopravu špičkovou a sedlovou - v průběhu týdne jsou největší výkyvy mezi pracovními a víkendovými dny, dochází k dělení na dopravu pracovního dne a víkendovou; v průběhu roku není kolísání dopravního zatížení tak výrazné, ale v určitých lokalitách se vyskytuje sezónní nerovnoměrnost,
- podle účelu - cesty lze členit do těchto skupin: do práce, za rekreací, za nákupy, na úřady, služební cesty, za kulturou atd.,
- podle polohy trasy vzhledem k centru města - polohu trasy ovlivňuje umístění cíle a zdroje cesty, rozlišujeme dopravu: radiální (trasy vedou z centra města

do jeho okrajových částí), diagonální (trasy vedou skrz centrum města), tangenciální (trasy jsou vedeny skrz město, ale ne přes centrum města), okružní (trasy mají výchozí i konečný bod stejný a mají kruhový charakter).

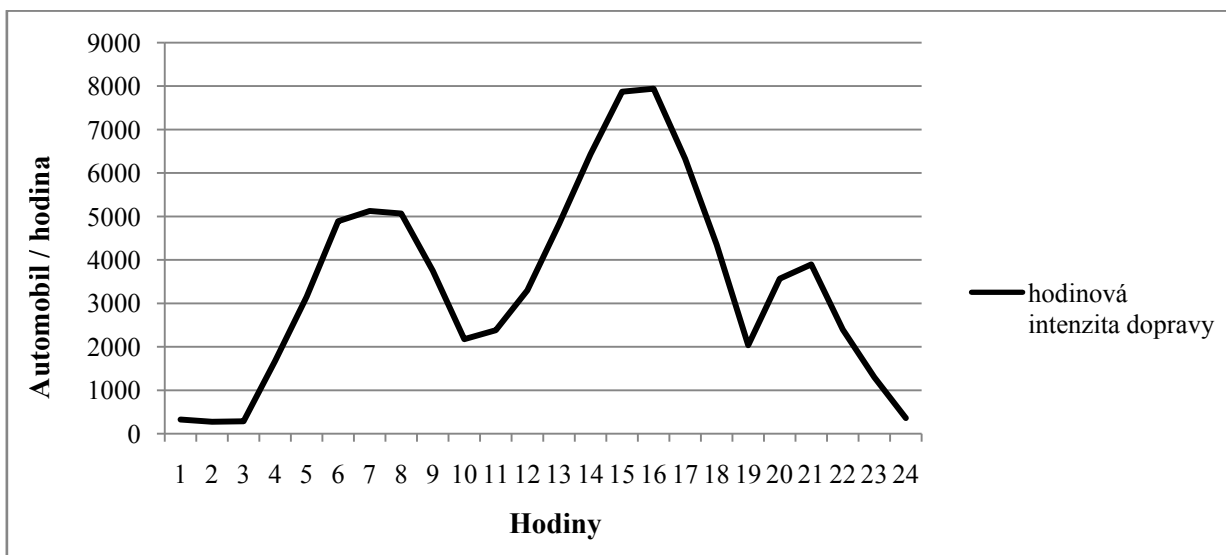
1.5.2 IAD a její charakteristika

Nerovnoměrnost dopravy

Během dne vznikají v dopravě ve městech nerovnoměrnosti. Nazýváme je dopravní sedla a špičky. Jsou způsobeny nerovnoměrným počtem vykonaných jízd během dne. Sedlo je možné charakterizovat jako období, ve kterém je počet individuálních jízd mnohem menší než při dopravní špičce. Dopravní špička je časový interval během dne, ve kterém je počet jízd několikanásobně vyšší než v dopravním sedle. Tyto nerovnoměrnosti vznikají především v době, kdy lidé cestují do a ze zaměstnání, škol či jiných institucí a jsou ovlivněny složením obyvatelstva ve městě.

Dopravní špička však nemusí vznikat jen během jednoho dne, ale také v intervalech týdenních, ročních nebo sezónních. Příkladem může být sportovní utkání konané každou neděli, které láká velký počet diváků. Každou neděli tak vzniká týdenní dopravní špička.

Obr. 1: Dopravní nerovnoměrnost



.Zdroj: HABARDA, D. *Městská hromadná doprava*. Bratislava: Alfa, 1988.

V grafu jsou patrné nerovnoměrnosti, které vznikají během jednoho dne. Nejčastějším případem jsou tři denní špičky. První vzniká od šesté do osmé hodiny, druhá

mezi čtrnáctou a šestnáctou hodinou a třetí mezi jedenadvacátou a dvaadvacátou hodinou večerní. Z grafu můžeme určit koeficient dopravní nerovnoměrnosti Y :

$$Y = \frac{Q_s}{Q_h}$$

kde: Y je koeficient dopravní nerovnoměrnosti [-],

Q_s je počet projetých automobilů v určité lokalitě ve špičce [aut/hodinu],

Q_h je průměrný hodinový počet automobilů v určité lokalitě [aut/hodinu].

Koeficient dopravní nerovnoměrnosti nejvíc závisí na těchto činitelích:

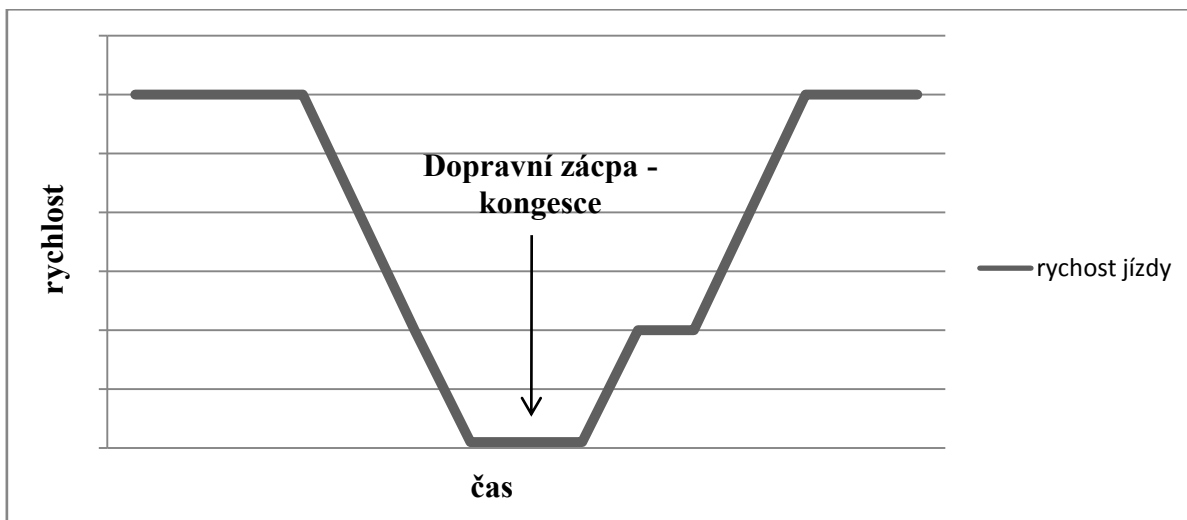
- hustotě a struktuře osídlení města ve vztahu k jeho velikosti a charakteru,
- velikosti, skladbě a rozmístění výrobních sil ve městě a jeho okolí,
- způsobu a úrovni hmotného (kulturního) života obyvatel.

Kongesce

Ke stále vzrůstajícímu ekonomickému rozvoji naší země neoddelitelně patří stále vzrůstající dopravní zatížení na silniční síti. Z pomalé dopravy v kolonách dochází postupně ke kongescím. Vyskytují se ve městech i mimo ně, jsou však nepříjemnou záležitostí pro všechny. Dopravní zácpu neboli kongesci můžeme definovat jako stav na komunikaci charakterizovaný zpomalením rychlosti, prodloužením jízdnicích dob a frontami aut. Nastává, pokud je poptávka po vozovce vyšší než její kapacita. „*Vliv kongescí se považuje za tolik vážný, že pokračování povede k narušení hospodářské konkurenceschopnosti. Částečným důvodem této situace je, že uživatelé dopravy nezajišťují vždy krytí nákladů, které vyvolávají. Cenová struktura nereflktuje všechny náklady na infrastrukturu, kongesce, poškozování životního prostředí a dopravní nehody. To je rovněž výsledkem špatné organizace evropského dopravního systému a toho, že nedochází k optimálnímu využití dopravních prostředků a nových technologií.*“⁴

⁴ EISLER, J; KUNST, J. Rozvoj dopravy v nové ekonomice. *Ekonomika a management* [online]. Praha: VŠE, Fakulta podnikohospodářská, [cit – 2009 – 26 - 03]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekonomikaamanagement.cz/cz/clanek-rozvoj-dopravy-v-nove-ekonomice.html>>.

Obr. 2: Dopravní kongesce



Zdroj: Autor

Při kongesci nastává pro každého uživatele dopravy zpoždění. To znamená ekonomické ztráty a zvýšení spotřeby energie. Každý při volbě dopravy ignoruje časové náklady ostatních, bere pouze v úvahu svůj vlastní čas a vlastní náklady. Takto uvažují všichni, a tak vzniká mnoho provozu a všichni uživatelé infrastruktury plýtvají časem. Důsledkem je plýtvání penězi a společnost jako celek nesklízí ze svých sítí infrastruktury maximální prospěch.

Velikost dopravní kongesce je závislá na mnoha faktorech, které můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin, kterými jsou:

- dlouhodobé faktory – jedná se především o znaky dopravních komunikací, jakými jsou jejich šířka, počty jízdních pruhů atd.,
- krátkodobé faktory – jedná se především o techniku a způsob řízení dopravy pomocí světelné signalizace, řešení křižovatek atd.

V praxi je možné rozlišit několik typů kongescí, které mají různý charakter a jsou způsobeny odlišnými důvody. Jedná se o:

- úzký profil – jde o případ, kdy na komunikaci existuje určité omezení, které způsobí případ, že dopravní situace naplní kapacitu tohoto místa,
- jednoduché vzájemné působení – jestliže je hladina dopravního proudu nízká, tak každé další vozidlo způsobí pouze minimální časové ztráty ostatním, ty jsou stejné jak u příchozího vozidla, tak i u ostatních vozidel,

- mnohonásobné vzájemné působení – jestliže je dopravní proud zvýšený (není dosaženo kapacity silnice), tak každé další vozidlo způsobí více překážek ostatním. Je dokázáno, že každá minuta zdržení příchozího uživatele, způsobí 3-5 minut zdržení u ostatních,
- úzké hrdlo – pokud úzký profil vyvolá dopravní fronty, tak mohou být paralyzována i jiná místa s uživateli, kteří ani neměli v plánu úzkým profilem jet,
- řídicí opatření a opatření v síti – návrh určitého opatření může způsobit nečekané problémy jinde. Příkladem může být vyčlenění jízdního pruhu pro MHD, což sníží kapacitu ostatních pruhů a následně vznikají kongesce.

Často se stává, že řešení kongescí, které nastávají v prostoru i čase, je poměrně jednoduché a zaměřuje se pouze na nové technologie, ale ty jsou pouze nástrojem. Tento nástroj musí být součástí širšího rámce, který musí obsahovat:

- krátkodobá řešení současného stavu – jde o aktuální a rychlé zásahy do komunikací, která jsou nezbytně nutná pro zlepšení současného stavu,
- střednědobé taktické projekty – za tato řešení lze považovat podporu MHD nebo v nákladní dopravě rozvoj city-logistiky s centrálním řízením,
- dlouhodobá strategická opatření – tato opatření potřebují delší dobu na aplikaci a radikální řešení, jako je vytvoření mezioborového odborného týmu, připravujícího rozvojové strategie města či regionu, dostatek financí a celospolečenský souhlas s navrhovanými záměry.

Problém kongescí je doménou městské osobní individuální dopravy, ovlivňuje však i dopravu veřejnou. V posledních letech se zpoplatnění stává populárním nástrojem, jak snižovat kongesce zvláště v městském prostoru. Jako další výhody zpoplatnění se uvádějí výhody v podobě snižování emisí a výběr financí na další výstavbu infrastruktury. Výběr poplatků má však výhody i ve snižování hluku, prachu a smogu. Poplatek může být vybírán dvěma způsoby a to jako:

- poplatek za vjezd,
- poplatek za ujetou vzdálenost.

Cílem poplatku za vjezd je především snížení počtu vozidel ve zpoplatněné oblasti, kdežto u výběru poplatků za ujetou vzdálenost jde o minimalizaci ujeté vzdálenosti v konkrétní oblasti.

V České republice se náklady z kongescí pohybují okolo 2 % HDP. Ve srovnání s ostatními externími náklady dopravy jsou nejvyšší. Podíl externích nákladů ze znečištění ovzduší na HDP je 0,4 %, hluk se podílí 0,2 % a dopravní nehody 1,5 %.

Mnoho lidí by jako optimální východisko problematiky kongescí vidělo zvyšování kapacity současných komunikací, tedy přidáním infrastruktury, ale řadou studií a příklady z praxe je toto východisko odmítnuto. Například v USA se vydali touto cestou a opatření přineslo pouze minimální a časově omezené výsledky. Jako východisko se jeví internalizace externích nákladů, které doprava způsobuje, tedy přenesení všech nákladů na jejich způsobitele.

2 Teorie dopravních průzkumů

Moderní dopravní inženýrské metody umožňují modelovat celý dopravní proces a tedy i hledat nejvhodnější řešení pro dané území tak, aby obyvatelé nevnímali dopravní proces negativně. Tyto inženýrské metody potřebují jako základ určitá data, která se získávají pomocí dopravních průzkumů.

2.1 Metodologie průzkumů

Pro každý průzkum jsou nutné určité vstupní podklady. Zde se především jedná o informace, které vypovídají o chování obyvatel v přepravním procesu. Získáváme je primárně z dopravně-sociologických průzkumů, buď přímo v domácnostech zkoumané oblasti, nebo v terénu. Na základě těchto údajů se určují potřebné modelové parametry.

Vzhledem k charakteru zkoumaných jevů je možné formulovat některé zásadní požadavky na metody a postupy průzkumů. Mezi základní požadavky patří:

- logičnost – zkoumané hodnoty musí být logicky uspořádány,
- nutnost zjištění příčin chování – každý jev (chování) může mít více příčin a je důležité odhalit všechny,
- ověřitelnost – každý průzkum by měl umožňovat opakování,
- úspornost – vše by mělo být uskutečněno při nejnižších nákladech,
- objektivnost – při použití stejných metod hodnocení, by mělo být dosaženo totožných výsledků,
- obecnost – měly by být použity obecné postupy.

2.1.1 Základní kroky průzkumů

Každý průzkum má několik základních kroků neboli svůj postup, kterým je tvořen. Ani jeden není možné vynechat a každý má svůj smysl. V podstatě jde o následující kroky:

- formulace problému – stanovuje se předmět a objekt výzkumu,

- nalezení dostupných poznatků o problematice – zde zjistíme, jestli už neobjasňujeme vyřešený problém, zjišťujeme problémy, s kterými se můžeme setkat atd.,
- zpřesnění problému – stanovujeme výchozí předpoklady a upřesňujeme problém na základě informací, které jsme získaly v předchozím kroku,
- zpracování plánu průzkumu – zde rozhodujeme, jak budeme shromažďovat potřebný materiál, jde tedy o výběr metod a technik,
- provedení průzkumu (sběr dat) – určitým způsobem shromažďujeme data,
- zpracování výsledků – tvoří se výsledky, které mají většinou podobu tabulek, grafů, počítačových sestav atd.,
- interpretace výsledků a závěry – jde o objektivní zhodnocení zjištěných hodnot a vyvození konečných závěrů.

2.1.2 Sběr dat

Jestliže chceme provádět určitý průzkum, musíme pro to zvolit správné metody získávání informací. To nám zaručí jednodušší zpracování a analýzu vzorků, které jsme získaly. Sběr dat můžeme provádět čtyřmi základními technikami.

Pozorování

Jedná se zřejmě o nejstarší metodu, kterou lze získávat informace. Již v dávných dobách se pozorováním noční oblohy lidé dovídali první informace a vznikla astrologie. „Pozorování je vědecká metoda, která je prováděna systematicky za přesně definovaných podmínek, co možná nejobektivněji a jeho výsledek je stanoveným způsobem zaznamenáván. Pozorování má preferenci před ostatními technikami průzkumu, pokud je zkoumaný problém pozorovatelný.“⁵ Pozorování lze dělit podle toho, jak se pozorovatel účastní zkoumané situace na:

- zúčastněné pozorování – jedná se případy, kdy je pozorovatel součástí situace, kterou zkoumá. Dále ho dělíme na pozorování:
 - zjevné – výzkumník neskrývá svůj záměr a pozorovaní lidé jsou seznámeni s tím, že je někdo pozoruje,

⁵ KUNHART, J. *Sociologie*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-7194-570-6. str. 29.

- skryté – zde pozorované osoby netuší, že jsou součástí určitého průzkumu, ale výzkumník se pohybuje mezi nimi,
- vnější pozorování – pozorovatel není součástí zkoumané situace, stojí naprosto mimo ni.

Dotazování

Jedná se spolu s pozorováním o nejrozšířenější průzkumnou metodu. Opírá se především o odpovědi respondentů. Dotazovaným osobám jsou pokládány otázky různou formou. Každá má svá specifika a jiné zákonitosti:

- rozhovor – jedná se o přímý kontakt mezi tazatelem a dotazovanými osobami, Při větším počtu osob hovoříme o rozhovoru skupinovém a individuálním rozhovor nazýváme osobním,
- dotazník – jedná se o adresné, písemné dotazování, zde je respondent textově dotazován podobně jako v rozhovoru a nesmí u něj chybět instrukce a prosba o vyplnění. Další zákonitostí je anonymita a pravdivost vyplnění,
- anketa – jedná se o neadresné dotazování, kde si respondent sám vybírá, jestli odpoví nebo ne. Objevují se zde spíše extrémnější odpovědi a návratnost anketních lístků je malá,

Existuje více možností jak průzkum uskutečnit. Tazatel může být přímo osobně přítomen nebo se může snažit získávat odpovědi telefonicky, což je v posledních letech oblíbená záležitost. Další forma průzkumu má elektronickou podobu, kde si podobně jako u ankety sám potenciální respondent zvolí, jestli bude nebo nebude odpovídat.

Každá metoda využívá různé druhy otázek podle aktuální potřeby. Zřejmě nejpoužívanější druh dotazu nazýváme uzavřeným. Ten respondentovy poskytuje malý prostor a potlačuje jeho touhu dlouze odpovídat. Dotazovaný má pouze určité možnosti, z kterých si musí vybrat.

Další druh dotazu nazýváme otevřený. Ten umožňuje dotazovanému vlastní vyjádření. Je pouze na něm, jestli zvolí dlouhou nebo krátkou a výstižnou odpověď. Úskalí spočívá ve vyhodnocování těchto odpovědí. Obvykle se totiž nashromáždí velké množství různorodých odpovědí, které se těžko sdružují do skupin.

Posledním typem otázek jsou polouzavřené. Vznikají smíšením předešlých typů, to znamená, že kromě uvedených alternativ odpovědí se uvádí další možnost, např. „jiná

odpověď“, takže respondent má možnost odpovědět vlastními slovy v případě, že mu předložené odpovědi nevyhovují.

Experiment

Hlavní znakem experimentu je záměrné vyvolání situace, kterou chceme zkoumat. Výzkumník záměrně mění experimentální situaci a zjišťuje, jak se zkoumané hodnoty (znaky, jevy, veličiny) mění. Výhodou je, že experiment lze několikanásobně opakovat, a tak ověřovat správnost a úplnost měřených hodnot.

Rozlišujeme čtyři druhy experimentů:

- umělé – jsou vyvolány v umělých podmínkách
- přirozené – jsou vyvolány v přirozeném prostředí, ale je zde menší možnost kontroly podmínek,
- dodatečné – jedná se o opakování experimentu, který proběhl dříve,
- náhodné – tento experiment vznikne jako součást jiného, jde v podstatě o vedlejší produkt primárního experimentu.

Studium dokumentů

Občas se stává, že výzkumník nemá jinou možnost než shánět informace jiným způsobem a z jiných zdrojů. Bývá to být zapříčiněno nedostatkem prostředků k provedení jiné metody pro získání informací nebo je také možné, že již provedený průzkum a jeho výsledky nezodpověděly všechny stanovené otázky a naopak vyvstaly otázky nové. Pak se musí výzkumník pokusit získat informace z již provedených průzkumů a následně provést jejich opětovné analyzování.

2.2 Průzkum automobilové dopravy

Průzkumy automobilové dopravy jsou prvním krokem dopravně-inženýrského plánování provozu ve městech. Na jejich základě se provádí opatření, která vedou ke snižování počtu dopravních nehod, k optimalizaci organizace řízení silničního provozu, ke sledování a vyhodnocování vývoje dopravy a systematickému plánování budoucí podoby dopravní soustavy ve městech.

2.2.1 Křižovatkové průzkumy

Tyto průzkumy provádíme z důvodu nutnosti zjištění velikosti jednotlivých manévrů v křižovatce. Převážně se hodnocení provádí pro vozidla osobní, nákladní těžké a střední, nákladní lehké, autobusy a trolejbusy, cyklisty a eventuálně motocyklisty. Sčítání se provádějí pro potřeby pravidelných průzkumů v hodinových intervalech, pro potřeby úprav signálních plánů světelně řízených křižovatek v intervalech o délce 15 minut. Výstupy bývají většinou v grafické podobě nebo tabelární.

2.2.2 Průzkum dopravy v klidu

Průzkum dopravy v klidu se zaměřuje na zjišťování obsazenosti parkovacích ploch, na dobu jejich obsazení a čas strávený na těchto plochách. Pomocí těchto průzkumů může být zjištěno, jestli město potřebuje nové parkovací plochy nebo jestli jsou dobře umístěny ty staré. Provádí se převážně ručním zápisem do připravených archů.

2.2.3 Směrové průzkumy

Jejich úkolem je zjistit, co nejvíce údajů o pohybu obyvatel. Provádí se v případech, kdy je potřeba zjistit směr a cíl cesty vozidel. K provedení tohoto průzkumu musí být zajištěn dostatečný počet zapisovatelů, jelikož musí být pokryty všechny směry, kterými vozidla mohou jet.

Směrové průzkumy se provádějí formou zápisu SPZ na jednotlivých stanovištích, a to zpravidla v ranním a odpoledním období. Jako příklad lze uvést obchodní domy a jejich návštěvnost. Na příjezdových komunikacích jsou zapisovatelé, ti zaznamenávají čas průjezdu a SPZ jednotlivých automobilů. Jestliže automobil neprojde do 15 minut druhým stanovištěm, je jeho cíl cesty mezi těmito stanovišti. Výstupy vyhodnocení v tabelární a grafické podobě dokladují údaje o počtu vozidel, směru jejich pohybu a podílu zdrojové, cílové a tranzitní dopravy.

2.2.4 Průzkum hromadné dopravy

Průzkum je prováděn sčítači metodou odhadu počtu osob v dopravním prostředku. Výsledek je do jisté míry závislý na přesnosti odhadu sčítače a je využíván ke kalibraci

modelu MHD. Provádí se také ke zjištění cestovní rychlosti, sleduje se každé zastavení prostředku, zapisuje čas zastavení, čas rozjezdu a důvod zastavení. Pomocí těchto měření se sleduje vliv preference na cestovní rychlost, zdržení prostředků MHD v kongescích, směrové proudy apod.

2.2.5 Profilové průzkumy

Tyto průzkumy se provádějí jako směrově dělené průzkumy na předem stanoveném profilu komunikace (mezi dvěma křižovatkami, na výjezdech z parkovišť atd.) zápisem počtu vozidel. Hodnocení se provádí podobně jako u křižovatkových průzkumů na vozidla osobní, nákladní těžké a střední, nákladní lehké, autobusy a trolejbusy, cyklisty a eventuálně motocyklisty.

Výstup vyhodnocení je tabelární a grafický, a to pro celkový profil a pro každý směr samostatně podle intervalů průzkumů s rozdělením podle druhu motorových vozidel.

2.2.6 Průzkum charakteristik dopravního proudu

Pomáhají zjišťovat vlastnosti pohybujícího se proudu vozidel. Většinou se u toho průzkumu uplatňují techniky bodového sledování (měření radarem atd.) nebo se volí sledování prostorové a úsekové. Do prostorového řadíme letecké snímky, kamerové systémy a mezi úsekové patří měření uvnitř provozu na určité vzdálenosti například pomocí měřícího vozu.

2.3 Dopravní model

Nezbytností pro získání údajů o dopravním chování obyvatelstva a následné tvorby dopravních modelů, je provádění speciálních dopravních průzkumů, a to buď bez přímého kontaktu, nebo dotazem. Na základě dopravních průzkumů a jejich vyhodnocení lze vytvářet sofistikovanými metodami dopravní modely. Ty by měly v každém větším městě být součástí územně-hospodářského plánování a měly by sloužit k nastavení dopravního systému tak, aby byl i v budoucnosti přínosem pro občany měst.

„Model je idealizovaná napodobenina části reálného světa, kombinací principů stavby modelu a matematických nástrojů se statisticky popisuje, jak některé části určitého

systemu reagují na změny jiných částí tohoto systému. Dopravní model je tedy pokusem o napodobení skutečného dopravního procesu na základě známých zákonitostí.“⁶

Podle situace současného stavu je vytvořen a vyladěn model, který se následně používá pro prognózování situace ve výhledovém období. Model je třeba naplnit vstupními údaji, které sestávají z řady faktorů, z nichž pouze malá část je jednoznačně daná a známá. V zásadě lze tyto faktory rozdělit do tří skupin:

- faktory známé – zjišťují se poměrně snadno speciálními dopravními průzkumy, jedná se například o dosavadní vývoj dopravy v České republice, hodinové intenzity dopravy atd.,
- faktory předvídatelné – jedná se především o faktory, jejichž výskyt je ovlivněn silnou vazbou na určité skutečnosti. Příkladem mohou být počty obyvatel a pracovních příležitostí, počet ekonomicky aktivních obyvatel, vzájemné rozmístění bytů a pracovišť v daném území atd.,
- faktory neznámé – ty nelze předvídat ani je jakkoliv plánovat, většinou jde o myšlení obyvatel a jejich subjektivní volby dopravních prostředků, katastrofy, nehody atd.

2.3.1 Modelové veličiny

V modelech se vyskytuje několikero druhů veličin, některé do modelu vstupují a jiné jako výsledky vystupují, vždy se liší podle použitého modelu. Jeho princip, postavený na matematické formulaci a příslušných parametrech, však zůstává stejný. Můžeme tedy rozlišit tyto modelové veličiny:

- variabilní veličiny,
- parametry,
- matematické sestavy jako principy modelu.

Variabilní (proměnné) veličiny jsou ty, které nabývají pro každou variantu modelu různou hodnotu. Členíme je dál do těchto kategorií:

- charakteristické pro dopravní systém,
- charakteristické pro účastníka dopravy,

⁶ HOLLAREK, J; KUŠNIEROVÁ, J. *Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu*. 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. ISBN 80-7100-673-4. str. 15.

- charakteristické pro území.

Parametry (koeficienty) jsou základním stavebním kamenem modelu. Nejsou přímo zjistitelné nebo pozorovatelné, ale musí se zjišťovat pomocí statistických metod. Po výpočtech se ještě musí porovnat se skutečností, jelikož je možné, že se k jejich výpočtu použije nevhodná metoda. Vypočtené a vyzkoušené parametry zůstávají neměnné pro daný model, ale při změně modelu se musí jejich hodnota změnit.

2.4 Regresní analýza

Pro stanovení výhledových objemů přepravy jednotlivých území se běžně používají statistické metody, a to především regresní analýza v lineárním tvaru. V zahraničí se často používá i nelineární regresní analýza (kubická a kvadratická), ale výsledky ukázaly, že na odhad celkového objemu přepravy má malý vliv.

„Hlavním úkolem regresní analýzy je vystihnout pomocí matematické funkce průběh závislosti mezi dvěma proměnnými x_i a y_i .“⁷ Matematická funkce nám umožní provádět odhad hodnot závisle proměnné y na základě zvolených hodnot nezávisle proměnné x . Závisle proměnnou nazýváme vysvětlovanou a nezávisle proměnnou jako vysvětlující. Dalším důležitým úkolem regresní analýzy je potvrzování předpokládaných, ale neověřených teorií.

Jak již bylo řečeno, regresní analýza vystihuje závislost mezi dvěma proměnnými. Jde o příčinnou závislost, kde výskyt jednoho jevu má za následek výskyt jevu jiného. Existují dva druhy závislostí a to:

- pevná – výskyt jednoho jevu vždy doprovází výskyt jevu druhého,
- volná – výskyt jednoho jevu ovlivňuje výskyt druhého jevu jen do určité míry.

Regresní analýzu také dělíme podle toho, kolik vzájemně působících znaků hodnotí.

Rozlišujeme tedy:

- jednoduchou – zkoumá závislost mezi dvěma znaky,
- vícenásobnou – zkoumá závislost na více veličinách.

⁷ RICHARD, H; HRONOVÁ, S; SEGER, J. *Statistika pro ekonomy*. 3. doplněné vydání. Praha: Professional Publishing, 2003. ISBN 80-86419-34-7. str. 179.

Cílem regresní analýzy je co nejdříve nalézt ideální matematický vztah mezi teoretickou regresní funkcí a empirickou regresní funkcí. To znamená nalézt ideální souvislost mezi výběrovými (pozorovanými) hodnotami a matematickou teorií. Tuto souvislost vystihuje nejlépe tato rovnice:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, n$$

kde y_i je i -tá hodnota vysvětlované proměnné y ,

$f(x_i)$ je empirická regresní funkce vysvětlující proměnné x ,

ε_i je odchylka (residuum) y_i od $f(x_i)$.

„Jednoznačně určenou (deterministickou) složku rovnice, vyjádřenou funkcí $f(x_i)$ budeme označovat jako regresní funkci a její konkrétní podobu se specifikovanými parametry symbolem Y_i .“⁸ Bude tedy platit $y_i = Y_i + \varepsilon_i$. Úkolem je určit z dat, které máme k dispozici, konkrétní formu regresní funkce a vypočítat její parametry. Ty budeme označovat jako b_0, b_1, \dots, b_n , pak budeme empirickou regresní funkci zapisovat ve tvaru:

$$Y_i = f(x_i, b_0, b_1, \dots, b_n)$$

2.4.1 Typy regresních funkcí

Volba regresní funkce je důležitou součástí postupu regresní analýzy, jelikož při nevhodné volbě dostaneme zkreslené výsledky. Předpisů pro regresní funkci existuje více. Různé druhy volíme podle předpokládaného průběhu závislosti vysvětlující a vysvětlované proměnné. Podle tvaru regresní funkce vybíráme tyto typy regresních modelů:

- lineární,
- nelineární s možností jednoduché úpravy na lineární,
- nelineární s obtížnou transformací na lineární.

Mezi lineární modely zařazujeme tyto druhy regresních funkcí:

regresní přímkou $y_i = b_0 + b_1 x_i$

regresní parabolou $y_i = b_0 + b_1 x_i + b_2 x_i^2$

regresní hyperbolou $y_i = b_0 + \frac{b_1}{x_i}$

regresní logaritmickou funkcí $y_i = b_0 + b_1 \ln x_i$

⁸ SOUČEK, E. *Základy statistiky*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. ISBN 80-7194-279-0. str. 62.

Mezi nelineární modely s možností jednoduché úpravy na lineární tvar zařazujeme tyto druhy regresních funkcí:

regresní mocninou funkci $y_i = b_0 x_i^{b_1}$

regresní exponenciální funkci $y_i = b_0 b_1^{x_i}$

2.4.2 Metoda nejmenších čtverců (MNC)

MNC je jednou z mnoha metod, pomocí které lze určovat parametry regresních funkcí. Její podstata vychází z pravidla, kde se snažíme minimalizovat součet čtvercových odchylek skutečných hodnot od vypočtené regresní funkce. To znamená, že rezidua (odchylky empirických hodnot od vypočtené regresní funkce) $\varepsilon_i = y_i - Y_i$ mají být co nejmenší. MNC nám umožňuje získat nejlepší lineární odhady parametrů. Tím se rozumí takové odhady, které jsou lineárními kombinacemi náhodných veličin. Její výhody jsou hlavně v jednoduchosti a postačuje k jejímu užití malé množství hodnot.

Musí tedy platit:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2 = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \min$$

Rovnici lze přepsat podle předešlých vztahů také takto:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 x_{i1} - b_2 x_{i2} - \dots - b_m x_{im})^2 = \min$$

Metodu nejmenších čtverců používáme, když se jedná o klasický lineární regresní model. Musí tedy splňovat tyto požadavky:

- náhodné složky musí být nekorelované,
- náhodné složky mají mít identické rozdělení a nulovou střední hodnotu,
- hodnoty vysvětlujících proměnných nesmí být náhodné,
- nesmí existovat funkční vztah mezi vysvětlujícími proměnnými.

Jestliže uvažujeme, že závislost mezi proměnnými nejlépe vystihuje regresní přímka, tak výpočet parametrů b_0 a b_1 se provádí pomocí vztahů:

$$b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_i}{n} - b_1 \frac{\sum x_i}{n}$$

kde n je počet empirických hodnot,

x_i je i -tá hodnota vysvětlující proměnné,

y_i je i -tá hodnota vysvětlované proměnné.

2.4.3 Kvalita regresní analýzy

Jestliže jsme zvolili určitou regresní funkci a provedli výpočet parametrů, tak musíme otestovat vhodnost našeho výběru a posoudit intenzitu závislosti proměnných. Volba regresní funkce je tím lepší, čím více se nám empirické hodnoty pohybují kolem navržené regresní funkce vysvětlované proměnné.

„Minimum součtu čtverců pro daný typ regresní funkce se nazývá reziduální součet čtverců (RSC). Rezidua (odchyly) a jejich velikost určují, jak dobře přiléhá vypočtená regresní funkce k pozorovaným údajům. RSC nám míru přiléhavosti vyjadřuje souhrnně. Čím vyšší je jeho hodnota, tím hůře regresní model přiléhá k empirickým datům.“⁹ Avšak problematičnost RSC je v tom, že reaguje na množství parametrů regresní funkce. Není tedy nejvhodnější volbou pro hodnocení kvality regresní funkce a raději používáme koeficient determinace R^2 , jehož hodnoty se pohybují v intervalu $<0; 1>$. Hodnota přibližující se jedné znamená, že intenzita závislosti proměnných je vysoká a regresní funkce byla zvolena vhodně. Koeficient determinace lze vypočítat podle vztahu:

$$R^2 = \frac{TSC}{CSC} = \frac{\sum (Y_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = \frac{b_0 \sum y_i + b_1 \sum x_i y_i - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}{\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n}}$$

kde n je počet hodnot ve výběrovém souboru,

b_0, b_1 jsou parametry regresní funkce,

\bar{y} je průměr vysvětlovaných hodnot,

TSC je teoretický součet čtverců,

CSC je celkový součet čtverců.

⁹ SOUČEK, E. *Základy statistiky*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. ISBN 80-7194-279-0. str. 70.

Celkový součet čtverců (CSČ) znamená součet čtvercových odchylek závisle proměnné y . Skládá se z reziduálního součtu čtverců (RSČ) a teoretického součtu čtverců (TSČ). Platí tedy tato rovnice:

$$CSČ = RSČ + TSČ$$

TSČ je ta část CSČ, která je vysvětlena zvolenou regresní funkcí, ale RSČ vyjadřuje tu část celkového kolísání měřených (empirických) hodnot, které jsou mimo regresní funkci, a nemůžeme je považovat za vysvětlitelné pomocí regresní funkce.

2.4.4 Testy hypotéz

U regresní analýzy používáme dva druhy testů a to t -test a F -test. Při posuzování významnosti nenulové hodnoty koeficientu determinace vypočteného z empirických dat musíme vždy předpokládat, že zjištěná hodnota může být výsledkem pouhé shody okolností. Používáme tedy individuální t -test o nulových hodnotách regresních parametrů a testujeme nulovou hypotézu, která říká, že vysvětlující proměnná x_j nemá žádný vliv na vysvětlovanou proměnnou y .

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \quad \text{pro } j = 0, 1, \dots, k$$

Testovací kritérium:

$$t = \frac{b_j}{s(b_j)}$$

kde $s(b_j)$ je hodnota vypočtená ze vztahu:

$$s(b_0) = S_R \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}} \quad s(b_1) = S_R \sqrt{\frac{\sum n}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

Testovací kritérium se počítá na rozdělení t s $(n - p)$ stupni volnosti. Jestliže vypočtená hodnota testovacího kritéria padne do kritického oboru vymezeného nerovností,

$$|t| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

tak zamítáme nulovou hypotézu. To znamená, že mezi proměnnými je statisticky významná závislost.

Kdežto F-test ověřuje, jestli má alespoň jeden ze zahrnutých parametrů v daném modelu smysl. Zahrnuje nulovou hypotézu, která říká, že střední hodnoty proměnné y , odpovídající jakékoli uvažované kombinaci hodnot vysvětlujících proměnných, jsou stejné. V tomto případě regresní funkce nemá význam.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = 0$$

Testovací kritérium:

$$F = \frac{\frac{TSC}{p-1}}{\frac{S_R}{n-p}}$$

kde n je počet hodnot ve výběrovém souboru,

TSC je teoretický součet čtverců,

p je počet parametrů,

$RSČ$ je reziduální součet čtverců,

S_R je hodnota vypočtená ze vztahu:

$$S_R = \sqrt{\frac{RSČ}{n-2}}$$

Tento test hodnotíme na rozdělení F s $(p-1)$ a $(n-p)$ stupni volnosti. Jestliže výpočtem dojdeme k zamítnutí hypotézy H_0 , tak je test významný. Pokud dojde k přijmutí nulové hypotézy, tak regresní funkci zamítáme.

3 Průzkum intenzity dopravy v pracovních a volných dnech

Pro získání informací (sběr dat), jsem zvolil techniku vnějšího pozorování, kde pozorovatel není součástí zkoumané situace. Pozorování bylo provedeno na ulici Hradecká, a to jak ve směru do centra, tak i ve směru opačném.

Zápis počtu projíždějících vozidel byl proveden ve dvou celých volných dnech, kterými byly sobota 11. 4. 2009 a Velikonoční pondělí 13. 4. 2009, a to od 6:00 do 20:00. Ve stejných hodinách a na stejném místě byly měřeny i dva pracovní dny. Čtvrtek 2. 4. 2009 a pátek 3. 4. 2009. Pro tvorbu modelu bylo nutné uskutečnit i doplňková měření, která byla provedena pouze ve vybraných hodinách, které jsem zvolil k modelování. Jednalo se o neděli 26. 4. 2009 a středu 22. 4. 2009.

Obr. 3: Místo měření



Zdroj: *Mapy* [online]. Praha: Seznam. cz, a.s, [cit. 2009 – 22 – 04]. Dostupný z WWW: <<http://www.mapy.cz/#x=136168448@y=135767552@z=11@mm=ZP>>

Místo, na kterém probíhalo měření, bylo na víceproudé komunikaci. Ta odvádí, respektive přivádí dopravu do samotného centra obce. V některých dnech se tu při nejvyšší

odpolední dopravní zátěži tvoří kolony automobilů, pro pozorovatele je místo kvůli dobré viditelnosti velmi vhodné k měření.

Obr. 4: Bližší lokace místa měření



Zdroj: *Mapy* [online]. Praha: Seznam. cz, a.s, [cit. 2009 – 17 – 04]. Dostupný z WWW: <<http://www.mapy.cz/?query=#x=136155440@y=135812800@z=16@mm=ZP>>

Při měření jsem rozdělil dopravní prostředky do čtyř kategorií. Hlavní skupinou byly osobní automobily do 3,5 tuny. Druhou byla vozidla nad 3,5 tuny, jako třetí kategorii jsem měřil motocykly a čtvrtou skupinu tvořily autobusy spolu s trolejbusy. Do kategorie autobusů, byly počítány dopravní prostředky MHD, linkové autobusové dopravy a dálkové (zájezdové) autobusy. Cyklisté do měření nebyli zahrnuti, protože mají na chodníku podél komunikace svojí cyklostezku, a malý počet, který silnici využil, by byl naprosto statisticky nevýznamný.

3.1 Tabelární zpracování měřených hodnot

Základem každého zpracování dat by mělo být tabelární vyjádření. To dává jasný a výstižný přehled o naměřených hodnotách.

3.1.1 Pracovní dny

Tab. 4: Počet projíždějících vozidel ve čtvrtek 2. 4. 2009

Čtvrtek z města						Čtvrtek do města					
hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem	hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem
6 - 7	523	13	0	25	561	6 - 7	562	14	0	25	601
7 - 8	479	25	5	28	537	7 - 8	538	12	0	29	579
8 - 9	537	20	3	20	580	8 - 9	547	26	4	20	597
9 - 10	524	16	9	14	563	9 - 10	559	21	8	17	605
10 - 11	497	12	12	18	539	10 - 11	524	20	14	13	571
11 - 12	512	18	10	13	553	11 - 12	560	14	12	17	603
12 - 13	575	13	15	17	620	12 - 13	581	23	6	14	624
13 - 14	580	8	18	19	625	13 - 14	577	16	21	24	638
14 - 15	679	12	23	26	740	14 - 15	697	11	19	18	745
15 - 16	846	9	21	22	898	15 - 16	892	16	24	26	958
16 - 17	821	10	16	22	869	16 - 17	845	2	18	26	891
17 - 18	758	2	17	19	796	17 - 18	708	3	12	19	742
18 - 19	674	7	13	17	711	18 - 19	637	3	5	11	656
19 - 20	595	3	7	9	614	19 - 20	553	4	11	11	579

Zdroj: Autor

Den 2. 4. 2009 se jeví jako naprosto průměrný pracovní den. Vzhledem k tomu, že v tomto období bylo poměrně hezké počasí, tak se na komunikaci začalo objevovat mnoho motocyklistů. Zajímavá čísla také nabídla vozidla nad 3,5 tuny. Jezdila především v pracovní době a velkou část z nich tvořila auta České pošty. Nutno podotknout, že nákladní vozy mají do centra vjezd zakázán, ty co projížděla, mají zřejmě nějaké povolení nebo si označení nevšimly. Proto jich tu projíždí mnohem méně než po ostatních komunikacích. Mezi autobusy a trolejbusy se během měření vklínilo několik linkových autobusů, jinak se převážně jednalo o vozidla MHD.

Tab. 5: Počet projíždějících vozidel v pátek 3. 4. 2009

Pátek z města						Pátek do města					
hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem	hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem
6 - 7	697	16	9	25	747	6 - 7	782	24	11	25	842
7 - 8	638	19	6	29	692	7 - 8	739	18	9	29	795
8 - 9	715	24	4	23	766	8 - 9	744	27	8	22	801
9 - 10	733	22	7	17	779	9 - 10	850	32	13	21	916
10 - 11	740	26	9	19	794	10 - 11	868	29	15	15	927
11 - 12	727	16	14	13	770	11 - 12	852	14	6	17	889
12 - 13	793	18	11	17	839	12 - 13	895	17	12	14	938
13 - 14	894	25	14	19	952	13 - 14	879	21	16	24	940

14 - 15	1089	28	17	26	1160	14 - 15	1054	34	15	18	1121
15 - 16	1147	27	25	22	1221	15 - 16	1087	28	18	29	1162
16 - 17	975	23	18	25	1041	16 - 17	997	20	10	28	1055
17 - 18	836	12	15	19	882	17 - 18	825	13	21	19	878
18 - 19	741	9	8	18	776	18 - 19	691	14	23	12	740
19 - 20	593	7	11	9	620	19 - 20	528	8	17	11	564

Zdroj: Autor

Páteční den byl zvolen kvůli předpokladu, že se bude jednat o den s největší intenzitou dopravy za celý týden. Oproti čtvrtku je znatelný nárůst počtu projíždějících automobilů hlavně v době největší špičky, která byla mezi 14. a 16. hodinou. Avšak intenzita dopravy vozidel do 3,5 tuny po ukončení špičky klesala u cest z města pomaleji. Důvodem mohl být nastávající víkend a odjezdy obyvatel na chaty, cesty k příbuzným atd.

Zajímavé jsou opět cesty motocyklistů, kde v odpoledních hodinách u cest z města nastala špička. Naopak u cest do města vrcholila intenzita dopravy u motocyklistů v podvečer. Způsobeno to bylo opět pěkným počasím, při kterém náruživý motocyklisté vyrazí na projížďky a v podvečer se vrací domů.

Tab. 6: Počet projíždějících vozidel ve vybraných hodinách ve středu 22. 4. 2009

Středa z města						Středa do města					
hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem	hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem
13 - 14	876	26	16	22	940	13 - 14	906	20	6	24	956
14 - 15	964	22	16	34	1036	14 - 15	1006	8	22	26	1062
15 - 16	980	6	20	24	1030	15 - 16	1024	10	14	34	1082
16 - 17	892	12	19	26	949	16 - 17	937	7	16	23	983

Zdroj: Autor

Jelikož jsem neměl z původních měření dostatek hodnot, bylo uskutečněno doplňkové pozorování ve středu 22. 4. 2009. Jednalo se o velmi podobný slunečný den. K průzkumu byly vybrány hodiny odpolední špičky, tedy 13. až 17. hodina, kdy je provoz nejvyšší. Dopravní intenzita na komunikaci kulminovala okolo 1050 vozidel za hodinu v obou směrech zvlášť, ale u vozidel nad 3,5 tuny je poznat značná nevyrovnanost hodnot.

Celkově je z naměřených hodnot poznat, že doprava byla v pozorovaném časovém úseku zvýšena po celou dobu ve směru do města oproti druhému směru.

3.1.2 Volné dny

Tab. 7: Počet projíždějících vozidel v sobotu 11. 4. 2009

Sobota z města						Sobota do města					
hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem	hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem
6 - 7	265	3	0	9	277	6 - 7	259	0	1	9	269
7 - 8	327	11	7	11	356	7 - 8	331	8	5	8	352
8 - 9	483	17	12	9	521	8 - 9	429	4	8	10	451
9 - 10	594	23	15	8	640	9 - 10	566	19	8	9	602
10 - 11	613	19	19	9	660	10 - 11	627	17	12	10	666
11 - 12	542	14	11	11	578	11 - 12	558	19	15	9	601
12 - 13	536	16	18	9	579	12 - 13	522	22	6	10	560
13 - 14	569	27	23	12	631	13 - 14	562	27	17	11	617
14 - 15	585	24	19	10	638	14 - 15	593	29	28	13	663
15 - 16	612	21	21	10	664	15 - 16	638	32	31	11	712
16 - 17	603	16	17	12	648	16 - 17	675	19	33	11	738
17 - 18	539	6	19	9	573	17 - 18	654	12	24	8	698
18 - 19	486	12	9	10	517	18 - 19	593	7	13	12	625
19 - 20	376	5	11	12	404	19 - 20	479	4	16	11	510

Zdroj: Autor

Sobotní den nevykazoval žádné extrémní nebo neobvyklé hodnoty. V celkovém součtu motoristé v dopoledních hodinách spíše město opouštěli, ale naopak od čtrnácté hodiny se hodnoty obrátily ve prospěch příjezdu do města a tento trend se držel až do konce měření.

Tab. 8: Počet projíždějících vozidel o Velikonočním pondělí 13. 4. 2009

Svátek z města						Svátek do města					
hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem	hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem
6 - 7	249	0	0	9	258	6 - 7	214	0	0	9	223
7 - 8	284	3	2	12	301	7 - 8	275	0	0	8	283
8 - 9	318	2	5	10	335	8 - 9	306	0	2	12	320
9 - 10	367	5	7	8	387	9 - 10	372	8	2	11	393
10 - 11	415	14	11	9	449	10 - 11	433	7	5	10	455
11 - 12	421	18	12	12	463	11 - 12	447	11	7	9	474
12 - 13	472	18	18	9	517	12 - 13	474	17	16	13	520
13 - 14	457	23	16	12	508	13 - 14	451	13	21	11	496
14 - 15	542	12	20	13	587	14 - 15	484	24	8	14	530
15 - 16	472	17	9	11	509	15 - 16	537	16	24	11	588
16 - 17	470	9	22	12	513	16 - 17	572	11	28	10	621
17 - 18	483	12	18	9	522	17 - 18	553	5	25	9	592
18 - 19	418	3	12	13	446	18 - 19	470	6	19	12	507
19 - 20	326	4	9	12	351	19 - 20	358	3	13	10	384

Zdroj: Autor

Mezi volné dny se jistě počítají i svátky. Skutečnost, že se jednalo o Velikonoce, se prokazatelně projevila na výsledcích pozorování. Do deváté hodiny projíždělo v každém směru kolem 5 automobilů za minutu (převážně i méně), což je velmi nízká hodnota. Poté se měřené hodnoty postupně začaly zvedat, ale nikoli dramaticky. Celkově lze říci, že dopolední provoz byl velmi nízký. Odpolední provoz byl ve znamení vyrovnanosti jednotlivých intenzit dopravy a rozptýl hodnot nebyl velký. V podvečer nastal opět útlum, což však nelze říci o motocyklistech při jízdách do města, kde opět vrcholila dopravní špička. Jako shrnutí také můžu říci, že se nedělní doprava držela přibližně na poloviční úrovni pátku.

Tab. 9: Počet projíždějících vozidel ve vybraných hodinách v neděli 26. 4. 2009

Neděle z města						Neděle do města					
hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem	hodiny	do 3,5 t	nad 3,5 t	motocykly	busy	celkem
13 - 14	532	13	22	16	583	13 - 14	492	17	28	11	548
14 - 15	594	7	14	12	627	14 - 15	546	15	12	12	585
15 - 16	633	9	26	12	680	15 - 16	587	10	13	14	624
16 - 17	615	6	23	13	657	16 - 17	603	7	11	13	634

Zdroj: Autor

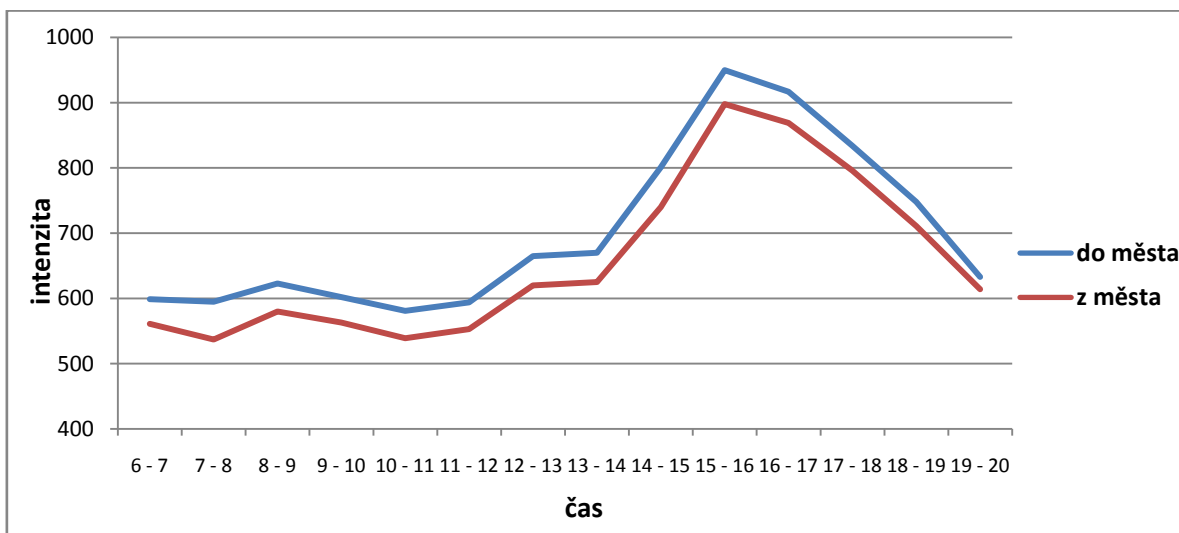
Jako doplňkové měření ve volných dnech jsem zvolil pozorování provozu v neděli, která mi ve výčtu chyběla. Opět jsem volil měření pouze v odpolední špičce, která nastává mezi 13. až 17. hodinou. I tento den se velice podobal všem ostatním jak počasím, tak i provozem na komunikaci. Pro nedělní špičku byl charakteristický celkově vyšší provoz ve směru z města. Také počty motocyklů byly vyšší v tomto směru než u jízd do města. Známým koloritem byl také radikálně vyšší počet projíždějících vozidel do 3,5 tuny než všech ostatních pozorovaných skupin.

3.2 Grafické zpracování dopravního průzkumu

Grafické zpracování zjištěných hodnot dává komplexní a jasný přehled o vývoji provozu během dne. Jelikož by bylo možné ze zjištěných dat vytvořit celou řadu grafů, zaměřím se pouze na ty nejzajímavější.

3.2.1 Pracovní dny

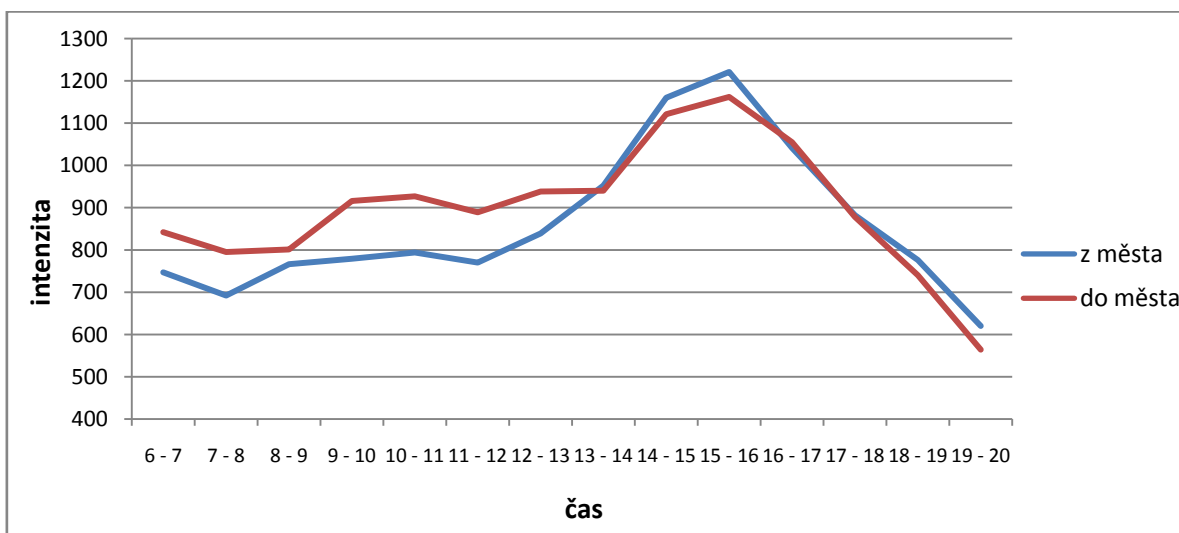
Obr. 5: Čtvrteční porovnání intenzity dopravy z města a do města



Zdroj: Autor

Porovnáváme-li intenzity dopravy ve směru do města a ve směru z města, tak zjistíme, že průběh křivek se v podstatě kopíruje. Odlišností je pouze intenzita dopravy u jízd do města, která je v kterýkoli čas řádově o 30 – 50 vozidel za hodinu vyšší, což neodpovídá tomu, co bychom předpokládali. Očekávalo se, že intenzity se během dne v obou směrech prohodí a jednou budou mít navrch jízdy do města a podruhé jízdy z města.

Obr. 6: Páteční porovnání intenzity dopravy z města a do města



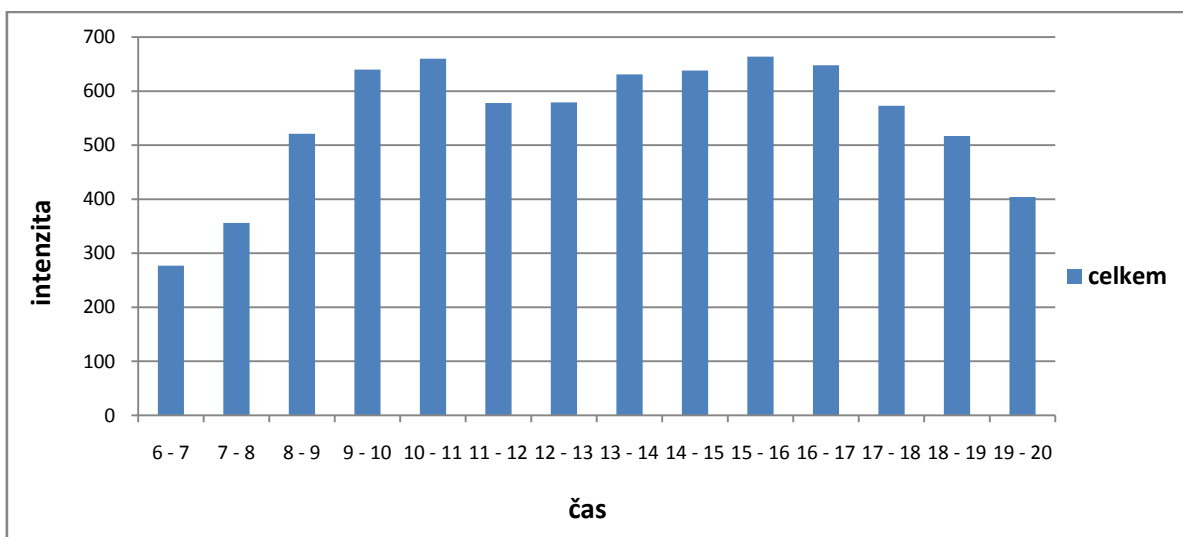
Zdroj: Autor

Pro pátek byla charakteristická vyšší dopolední intenzita dopravy ve směru do města než z města. Po 13. hodině se mírně stav otočil a až do večera byl mírně vyšší provoz

ve směru z města. Způsobeno to bylo zřejmě faktem, že se lidé vraceli z práce do okolních obcí a někteří opouštěli město na víkend do jiných částí republiky.

3.2.2 Volné dny

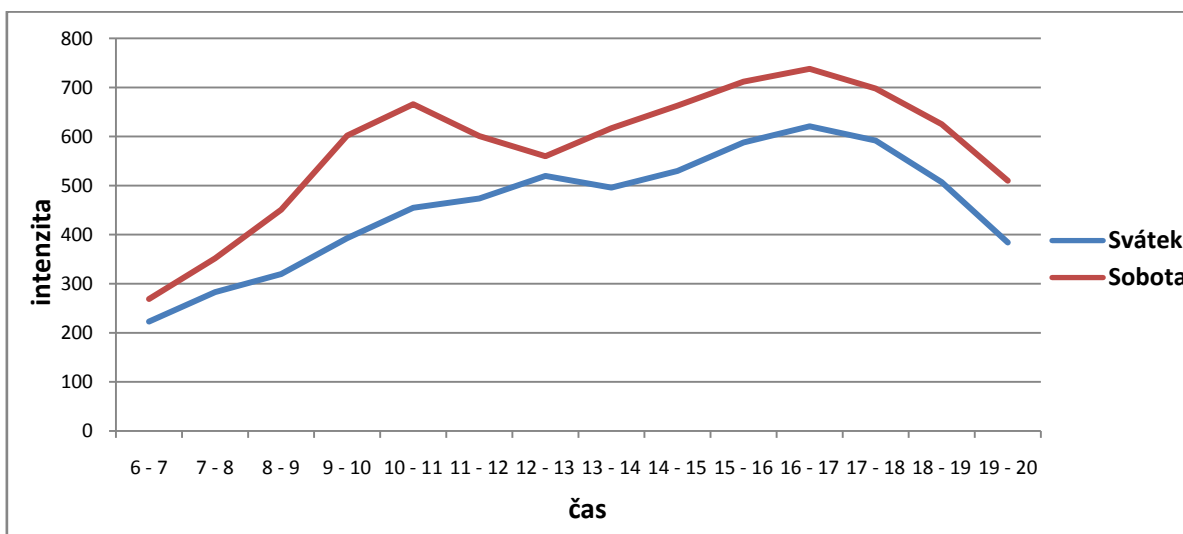
Obr. 7: Celková sobotní intenzita dopravy směrem z města



Zdroj: Autor

Z grafu je viditelně patrná denní nerovnoměrnost dopravy, což je jedna ze základních dopravních charakteristik. Intenzita se během dne mění a vznikají sedla a špičky. V tomto dni není veliký rozdíl mezi dopolední a odpolední špičkou. Také sedlo se propadlo maximálně o 90 vozidel, což není mnoho. Maximální intenzita se pohybovala okolo 11 automobilů za minutu.

Obr. 8: Porovnání celkových intenzit dopravy volných dní ve směru do města

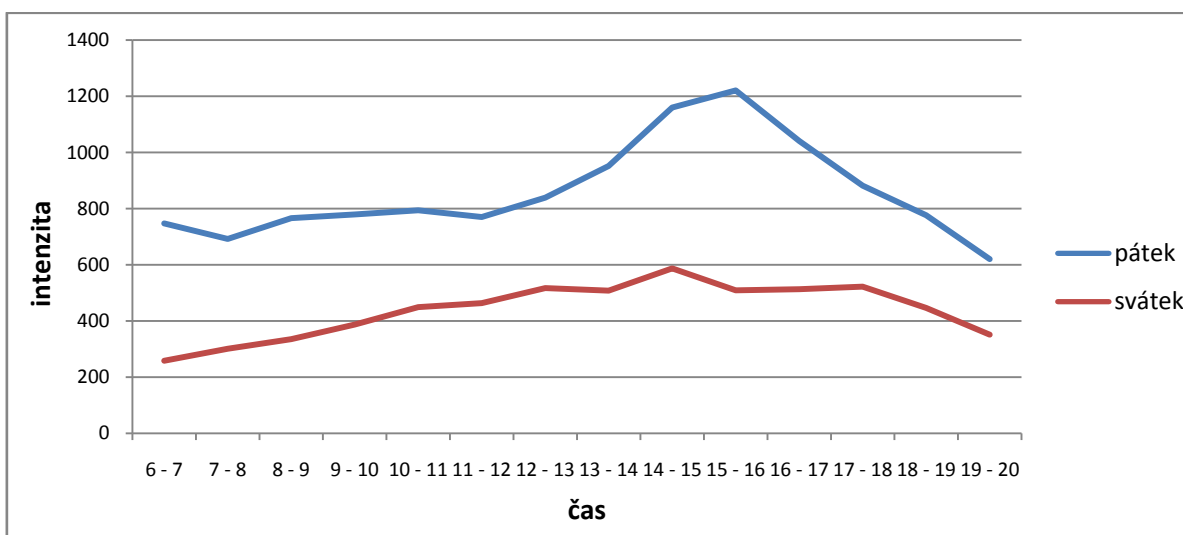


Zdroj: Autor

Porovnání dvou volných dnů (svátku a soboty) je zajímavé. Patrný rozdíl je hlavně v absenci dopolední špičky o Velikonočním pondělí. Můžeme to přisuzovat většímu svátečnímu dopolednímu klidu, než bývá zvykem v ostatních dnech, nebo uzavřeným obchodům, do kterých jezdí lidé normálně nakupovat. Mimo první špičky se křivky podobají, avšak sobotní provoz byl v celkových hodnotách větší řádově 100 vozidel za hodinu.

3.2.3 Vzájemné porovnání volných a pracovních dní

Obr. 9: Porovnání intenzity dopravy v pátek a o svátku



Zdroj: Autor

Z grafu je ihned poznat markantní rozdíl mezi pátečním provozem a provozem nedělním. Špičková páteční intenzita dopravy na Hradecké ulici dosahovala jednou tak velké hodnoty než tomu bylo na Velikonoční pondělí.

4 Modelování dopravy v Pardubicích v závislosti na volných dnech

Metodou vnějšího pozorování byla shromážděna data, z kterých se bude vycházet při modelování. Pozorování bylo rozděleno rovnoměrně mezi volné a pracovní dny. Mezi volné dny byly zařazeny všechny myslitelné, tedy sobota, neděle a svátek. Do pracovních dnů byly vybrány středa, čtvrtek a pátek. Veškerý sběr dat byl proveden za srovnatelných podmínek na Hradecké ulici, a to jak ve směru z centra, tak i ve směru opačném.

4.1 Vývoj provozu během dne

Vývoj intenzity dopravy v průběhu dne je logický. Je to jedna ze základních charakteristik dopravy, což znamená, že doprava je nestálá a v každém časovém intervalu různá. Doprava se během jednoho dne může měnit v řádech stovek až tisíců projetých vozidel za jednu hodinu nebo můžeme říci, že se mění až v řádech stovek procent.

4.1.1 Bazické porovnání

Jelikož nám naměřené hodnoty dávají řadu čísel po jednotlivých hodinách, je možné porovnávat změny v počtech projíždějících vozidel oproti určité základní hodnotě (bázi). Ta byla zvolena jako první pozorovaná hodina v každém jednotlivém dni zvlášť. Výsledné hodnoty nám uvádějí procentní změnu jízd vozidel vzhledem k první hodině pozorování.

Výpočty byly provedeny podle vzorce:

$$p = \left(\frac{q_i}{q_1} - 1 \right) \times 100$$

kde: p je výsledné procento změny,

q je množství projíždějících vozidel za hodinu,

i je pořadí mezi jednotlivými měřeními hodinami během dne.

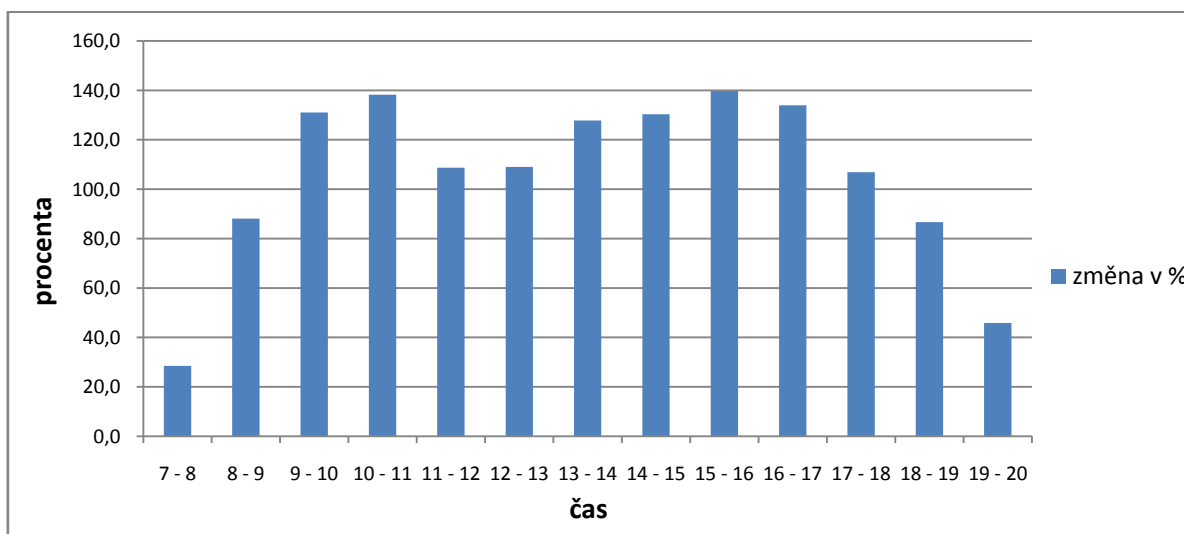
Tab. 10: Procentní změny provozu v porovnání s první měřenou hodinou

hodiny	svátek		sobota		pátek		čtvrtek	
	z města	do města	z města	do města	z města	do města	z města	do města
7 - 8	16,7	26,9	28,5	30,9	-7,4	-5,6	-4,3	-3,7
8 - 9	29,8	43,5	88,1	67,7	2,5	-4,9	3,4	-0,7
9 - 10	50,0	76,2	131,0	123,8	4,3	8,8	0,4	0,7
10 - 11	74,0	104,0	138,3	147,6	6,3	10,1	-3,9	-5,0
11 - 12	79,5	112,6	108,7	123,4	3,1	5,6	-1,4	0,3
12 - 13	100,4	133,2	109,0	108,2	12,3	11,4	10,5	3,8
13 - 14	96,9	122,4	127,8	129,4	27,4	11,6	11,4	6,2
14 - 15	127,5	137,7	130,3	146,5	55,3	33,1	31,9	24,0
15 - 16	97,3	163,7	139,7	164,7	63,5	38,0	60,1	59,4
16 - 17	98,8	178,5	133,9	174,3	39,4	25,3	54,9	48,3
17 - 18	102,3	165,5	106,9	159,5	18,1	4,3	41,9	23,5
18 - 19	72,9	127,4	86,6	132,3	3,9	-12,1	26,7	9,2
19 - 20	36,0	72,2	45,8	89,6	-17,0	-33,0	9,4	-3,7

Zdroj: Autor

Jako základní (neměnnou) hodnotu jsem si vzal období mezi 6. – 7. hodinou ranní. Poté jsem dosazoval ostatní naměřené hodnoty provozu do výše uvedeného vzorce a výsledné hodnoty zaokrouhloval na dvě desetinná místa. Výsledkem byly zajímavé hodnoty a hlavně rozdíl mezi volnými a pracovními dny. Ve volných dnech neklesla žádná hodnota pod vybranou bázi na rozdíl od pracovních dnů, kdy doprava v ranních a podvečerních hodinách klesala až v řádech desítek procent pod základní hodnotu (první měřenou hodinu).

Obr. 10: Sobotní změny provozu ve směru z města v porovnání s první měřenou hodinou

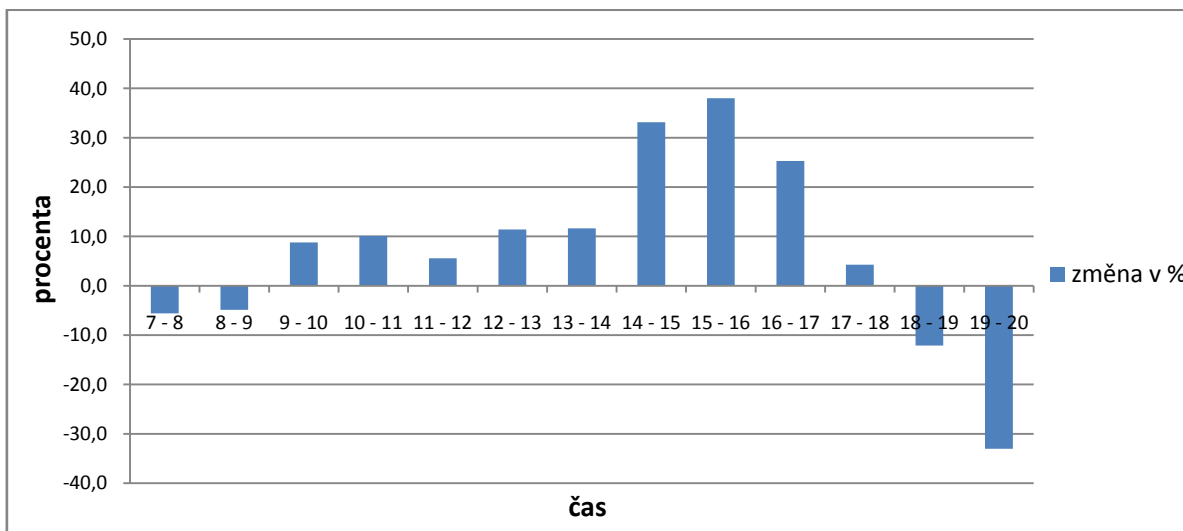


Zdroj: Autor

Tento graf přesně znázorňuje procentní změny v provozu v jednotlivých hodinách během dne. Maximální rozdíl nalezneme mezi 15. – 16. hodinou a ten je skoro 140 %.

Naopak minimální rozdíl je hned v následující hodině, a to skoro 30 %. Žádná hodnota není během dne nižší než původní mezi 6. – 7. hodinou.

Obr. 11: Páteční změny provozu ve směru do města v porovnání s první měřenou hodinou



Zdroj: Autor

Naopak na obrázku č. 11 je zřetelný rozdíl mezi volnými a pracovními dny. V pracovních dnech hned několik hodnot klesá pod úroveň provozu mezi 6. – 7. hodinou a maximální hodnoty nejsou vyšší v řádech stovek procent, ale pohybují se pouze v řádech několika desítek procent.

4.1.2 Porovnání pomocí řetězových indexů

Řetězové indexy slouží k porovnávání vzájemných vztahů mezi dvěma veličinami bez ohledu na ostatní. To v našem případě znamená, že budeme vždy porovnávat dvě po sobě jdoucí hodiny mezi sebou a nebudou se brát v potaz ostatní. Řetězové indexy vyjadřují změnu mezi dvěma hodnotami, bez závislosti na jiných hodnotách.

Výpočty byly provedeny podle vzorce:

$$p = \left(\frac{q_i}{q_{i-1}} - 1 \right) \times 100$$

kde: p je výsledné procento změny,

q je množství projíždějících vozidel za hodinu,

i je pořadí mezi jednotlivými měřeními hodinami během dne.

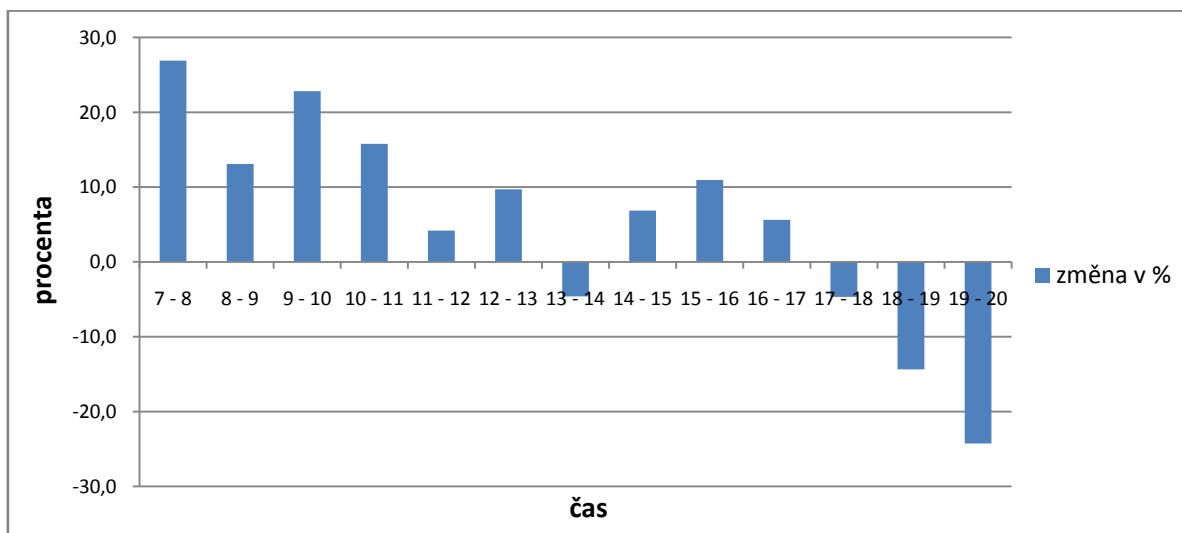
Tab. 11: Procentní změny provozu v porovnání s předešlou hodinou

hodiny	svátek		sobota		pátek		čtvrtek	
	z města	do města	z města	do města	z města	do města	z města	do města
7 - 8	16,7	26,9	28,5	30,9	-7,4	-5,6	-4,3	-3,7
8 - 9	11,3	13,1	46,3	28,1	10,7	0,8	8,0	3,1
9 - 10	15,5	22,8	22,8	33,5	1,7	14,4	-2,9	1,3
10 - 11	16,0	15,8	3,1	10,6	1,9	1,2	-4,3	-5,6
11 - 12	3,1	4,2	-12,4	-9,8	-3,0	-4,1	2,6	5,6
12 - 13	11,7	9,7	0,2	-6,8	9,0	5,5	12,1	3,5
13 - 14	-1,7	-4,6	9,0	10,2	13,5	0,2	0,8	2,2
14 - 15	15,6	6,9	1,1	7,5	21,8	19,3	18,4	16,8
15 - 16	-13,3	10,9	4,1	7,4	5,3	3,7	21,4	28,6
16 - 17	0,8	5,6	-2,4	3,7	-14,7	-9,2	-3,2	-7,0
17 - 18	1,8	-4,7	-11,6	-5,4	-15,3	-16,8	-8,4	-16,7
18 - 19	-14,6	-14,4	-9,8	-10,5	-12,0	-15,7	-10,7	-11,6
19 - 20	-21,3	-24,3	-21,9	-18,4	-20,1	-23,8	-13,6	-11,7

Zdroj: Autor

Touto metodou jsem zjistil, jak se provoz vyvíjel po každé hodině zvlášť. Je pak jasně zřetelné, jestli intenzita dopravy klesala nebo rostla. Po výpočtech řetězových indexů z naměřených hodnot je opět patrný rozdíl mezi dny v týdnu a volnými dny. Vše názorně vystihují následující grafy, mezi které jsem vybral zástupce obou porovnávaných skupin.

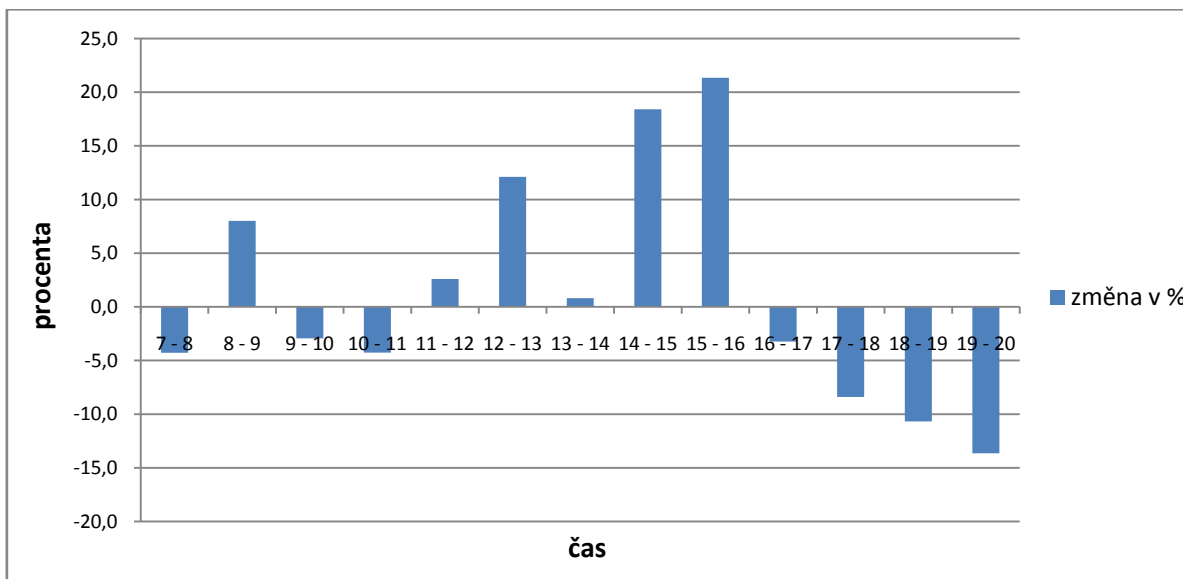
Obr. 12: Změny svátečního provozu směrem do města v závislosti na předchozí hodině



Zdroj: Autor

Tento sloupcový diagram je prakticky shodný s každým, který bychom se pokusily sestavit pro jakýkoli volný den. Doprava v dopoledních hodinách rychle narůstá, kolem poledne kolísá, odpoledne opět následuje mírný růst a v podvečer přichází pokles, který se každou hodinu zvyšuje. Avšak hodnoty růstu a poklesu nepřekračují v žádném volném dni 35% hranici.

Obr. 13: Změny čtvrtěčního provozu směrem z města v závislosti na předchozí hodině



Zdroj: Autor

Absolutně jiný průběh můžeme pozorovat v pracovních dnech, kdy je ranní provoz zvýšený (cesty do práce, pracovní jízdy ...), a tak se v dopoledních hodinách nekoná žádný výrazný růst, ale ani pokles. Doprava povětšinou osciluje kolem jedné hladiny. Od poledních hodin nastává zlom. Intenzita dopravy vždy začne strmě stoupat a rozdíl mezi jednotlivými hodinami dosahuje běžně kolem 20 %. Mezi 16. – 17. hodinou se opět vše otočí a nastává pokles podobný volným dnům, což je asi jediná podobnost.

4.2 Dopravní modelování

Tvorba dopravních modelů je nedílnou součástí prognózování v dopravě. Napomáhají předpovídat budoucí vývoj dopravy, její chování a reakce na určité změny. Další využití naleznou při plánování struktury města, kde je také nutné dostatečně kvalitně předpovědět intenzitu dopravy v centru a okrajových částech.

Při tvorbě mých modelů budu vycházet z průzkumu, který jsem provedl na Hradecké ulici. Ta odvádí a přivádí dopravu přímo do centra Pardubic. Pro každou skupinu vozidel a pro každý směr vytvořím model zvlášť (za předpokladu, že bude možné tento model vytvořit). Na závěr se pokusím odvodit model pro všechny skupiny vozidel dohromady, a tak obsáhnout dopravu na zkoumané ulici jako celek.

Při modelování využiji regresní analýzu, která slouží k porovnávání řad čísel mezi sebou. Empirické hodnoty Y již máme, ale chybí mi řada čísel, s kterými je budu porovnávat, tedy hodnoty řady x . S celou záležitostí si lehce poradím, jestliže využiji umělé proměnné a jako typ regresní funkce zvolím přímku. Jelikož chci zjistit, jestli a jaký vztah je mezi dopravou ve volných a pracovních dnech, tak hodnoty x budou vyjadřovat právě tyto dny. Zvolil jsem $x = 1$ pro pracovní dny a $x = 0$ pro volné dny. Jestliže by se tyto hodnoty otočily, tak to bude mít vliv na velikost parametrů, ale na model to má vliv pouze kosmetický. Vysvětlovaná proměnná y mi tedy vyjadřuje současnou úroveň provozu na Hradecké ulici.

Všechny modely budou vytvořeny na provoz mezi 13. až 17. hodinou, jelikož je nesmírně obtížné pro jednoho pozorovatele měřit celé dny v obou směrech. Z tohoto důvodu bylo provedeno doplňkové měření, které mělo za úkol nashromáždit více dat ve zvoleném časovém pásmu, a tak zvýšit přesnost a vypovídací hodnotu modelů.

4.2.1 Vozidla do 3,5 tuny

Vozidel do 3,5 tuny bylo na komunikaci největší množství, a to jak ve směru do města, tak i při jízdách z města. Pro každý směr bude model nepatrně odlišný.

Směr z města

Nejprve vytvořím jednu řadu hodnot ze zjištěných dat o provozu v pracovních a volných dnech. Proti ní postavím řadu umělých proměnných (nul a jedniček), které specifikují, jestli se jedná o volný nebo pracovní den.

Tab. 12: Empirické hodnoty a umělé proměnné – do 3,5 tuny ve směru z města

Y	457	542	472	470	569	585	612	603	532	594	633	615
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	894	1089	1147	975	580	679	846	821	876	964	980	892
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Tyto dvě řady dosadím do vzorců pro výpočet parametrů lineární regresní funkce ($y_i = b_0 + b_1 x_i$) a vyjdou mi hodnoty:

$$b_0 = 557 \qquad b_1 = 338,25$$

Parametr b_0 vyjadřuje velikost provozu ve volných dnech a parametr b_1 vyjadřuje množství, o kolik se zvýší provoz v pracovních dnech oproti dnům volným.

Jednoduše dosadím do zvoleného předpisu a dostanu model, který mi ukazuje předpokládanou intenzitu provozu ve volných dnech ($x = 0$) nebo ve dnech pracovních ($x = 1$). Model tedy bude mít tvar:

$$y = 557 + 338,25x$$

Tento tvar mi však nemůže postačit sám o sobě, jelikož vypočtené parametry a zvolený typ rovnice nemusí odpovídat skutečnosti, což není v souladu s cílem práce. Proto budu muset vypočítat koeficient determinace R^2 , který říká, jestli existuje závislost mezi dvěma vyhodnocovanými řadami a jestli je zvolená regresní funkce vhodná. Po dosazení vyšla hodnota:

$$R^2 = 0,685$$

Výsledek zatím vypadá velice slibně (přibližuje se hodnotě 1), ale může být dílem pouhé shody náhod, protože se mohly obě řady vyvíjet nezávisle na sobě podobným způsobem. Proto musíme využít t -test, který tezi potvrdí nebo vyvrátí. Testujeme tedy nulovou hypotézu na 95% hladině významnosti, která říká, že vysvětlující proměnná x_j nemá žádný vliv na vysvětlovanou proměnnou y .

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

Kritická hodnota z tabulek je rovna číslu: 2,074

Výsledná hodnota: $t_0 = 16,102$

$$t_1 = 6,918$$

Obě hodnoty spadají do testovacího kritéria $|t| > t_{1-\frac{\alpha}{2}}$, a tak zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní. Můžu tedy konstatovat, že hodnocené řady dat mezi sebou mají závislost a ta není dílem pouhé náhody.

Poslední test, který musím provést je F -test. Ten ověřuje, jestli má alespoň jeden ze zahrnutých parametrů v daném modelu smysl.

$$H_0: \beta_1, \beta_2 = 0$$

Výsledná hodnota: $F = 47,811$

Kritická hodnota z tabulek je rovna číslu: 4,3

Hodnota F -testu je opět vyšší než kritická hodnota, a tak zamítám nulovou hypotézu a můžu prohlásit model za použitelný.

Směr do města

Celý postup, který jsem zvolil u jízd do města, budu opakovat i zde. Opět proti sobě postavím dvě řady hodnot.

Tab. 13: Empirické hodnoty a umělé proměnné – do 3,5 tuny ve směru do města

Y	451	484	537	572	562	593	638	675	492	546	587	603
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	879	1054	1087	997	577	697	892	845	906	1006	1024	937
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 561,7 \qquad b_1 = 346,75$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,713$$

T -test – kritická hodnota: 2,074

– výsledné hodnoty: $t_0 = 16,93$

$$t_1 = 7,39$$

F -test – kritická hodnota: 4,3

– výsledné hodnoty: $F = 54,65$

Na základě uvedených hodnot můžu prohlásit, že závislost mezi řadami je vysoká, model byl zvolený vhodně, vysvětlující proměnná x_j má vliv na vysvětlovanou proměnnou y , a alespoň jeden ze zahrnutých parametrů má v daném modelu smysl. Výsledný model má tedy tvar:

$$y = 561,7 + 346,75x$$

4.2.2 Vozidla nad 3,5 tuny

Na rozdíl od vozidel do 3,5 tuny nastal v této kategorii stav zcela opačný. Vozidel jezdilo velice málo jak v ranních hodinách, tak i v hodinách, kdy nastává běžná dopravní špička.

Směr z města

Tab. 14: Empirické hodnoty a umělé proměnné – nad 3,5 tuny ve směru z města

Y	23	12	17	9	27	24	21	16	13	7	9	6
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	18	25	28	27	8	12	9	10	26	22	6	12
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 15,33 \qquad b_1 = 1,58$$

Tyto výsledky opět dosadím do předpisu lineární regresní funkce a dostanu model ve tvaru:

$$y = 15,33 + 1,58x$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,01$$

Zde mi ovšem vyšla velmi odlišná hodnota než v předchozích výpočtech. Již v teoretické části jsem zmiňoval, že obor hodnot koeficientu korelace leží v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$ a hodnota přibližující se jedné znamená, že intenzita závislosti proměnných je vysoká a regresní funkce byla zvolena vhodně. Ovšem v tomto případě nastala situace jiná. Výsledek se velmi výrazně přibližuje dolní hranici možného intervalu, což znamená, že intenzita závislosti proměnných je nízká. Dokonce tvrdím, že závislost skoro neexistuje, a tak jsem nucen model zamítnout.

Bohužel naprosto stejná situace nastala u jízd ve směru do centra města. Koeficient determinace vyšel roven hodnotě 0,135, což také pochopitelně nelze považovat za směrodatnou hodnotu, a tudíž nemohu ani zde model přijmout.

4.2.3 Autobusy a trolejbusy

Počty autobusů a trolejbusů byly po celou dobu průzkumu poměrně vyrovnané, což bylo extrémně pozorovatelné ve volných dnech.

Směr z města

Tab. 15: Empirické hodnoty a umělé proměnné – busy ve směru z města

Y	12	13	11	12	12	10	10	12	11	12	12	13
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	14	17	25	18	18	23	21	16	22	34	24	26
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 11,66 \qquad b_1 = 9,83$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,63$$

T-test – kritická hodnota: 2,074

– výsledné hodnoty: $t_0 = 10,28$

$$t_1 = 6,13$$

F-test – kritická hodnota: 4,3

– výsledné hodnoty: $F = 37,58$

Po vyhodnocení všech výsledků opět konstatuji, že konečný model přijímáme. Výsledný model má tedy tvar:

$$y = 11,66 + 9,83x$$

Směr do města

Tab. 16: Empirické hodnoty a umělé proměnné – busy ve směru do města

Y	11	14	11	10	11	13	11	11	11	12	14	13
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Y	24	18	29	28	24	18	26	26	24	26	34	23
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 11,73 \qquad b_1 = 13,17$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,817$$

T-test – kritická hodnota: 2,074

– výsledné hodnoty: $t_0 = 12,58$

$$t_1 = 9,89$$

F-test – kritická hodnota: 4,3

– výsledné hodnoty: $F = 97,93$

$$y = 11,73 + 13,17x$$

4.2.4 Motocykly

V případě motocyklů jsem byl při měření poměrně překvapen jejich počty, ani jeden měřený den nebylo deštivé počasí, a tak by měli být zjištěné hodnoty nezávislé na jiných faktorech.

Směr z města

Tab. 17: Empirické hodnoty a umělé proměnné – motocykly ve směru z města

Y	16	20	9	22	23	19	21	17	22	14	26	23
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	14	17	25	18	18	23	21	16	16	16	20	19
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 19,33 \qquad b_1 = - 0,75$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,01$$

Ze zjištěného koeficientu korelace je jasně patrné, že v tomto případě model nenalezneme. Způsobeno to mohlo být tím, že motocyklisté jezdí takřikajíc chaoticky. Pozorování bylo prováděno v prvních slunečných dnech tohoto roku, což nalákalo spousty

motocyklistů k prvním projížďkám. Celý problém ale spočívá v tom, že často jezdí ve velkých skupinách, což pozorování a následné výpočty značně ovlivňuje. Bohužel stejný případ nastal i v opačném směru.

4.2.5 Doprava celkem

V předchozích kapitolách jsem vytvářel modely pro každou kategorii vozidel zvlášť. Zde se pokusím všechny jízdy sečíst a vytvořit model pro dopravu jako celek. Bude zajímavé, jaké údaje vyjdou, jelikož v celém modelu budou zařazeny i kategorie těch vozidel, u kterých nebylo možné model vytvořit zvlášť.

Směr z města

Tab. 18: Empirické hodnoty a umělé proměnné – provoz celkem z města

Y	508	587	509	513	631	638	664	648	583	627	680	657
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	940	1036	1030	949	952	1160	1221	1041	625	740	898	869
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 603,75 \quad b_1 = 351,33$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,684$$

T-test – kritická hodnota: 2,074

– výsledné hodnoty: $t_0 = 16,77$

$$t_1 = 6,9$$

F-test – kritická hodnota: 4,3

– výsledné hodnoty: $F = 47,62$

Prohlédnu-li si vypočtené hodnoty, tak zjistím, že všechny jsou v naprostém pořádku a mohu přijmout navržený model. Sice jsem měl obavy z toho, že tato rovnice zahrnuje i kategorie vozidel, které nebyly přijaty, ale evidentně měly malý vliv. Způsobeno to je tím, že v tomto hodnocení je drtivá většina vozidel do 3,5 tuny. Výsledný model má tedy tvar:

$$y = 603,75 + 351,33x$$

Směr do města

Ve směru do města očekávám podobný výsledek jako u jízd opačných. Jestli se můj předpoklad potvrdí, uvidím v následujících řádcích.

Tab. 19: Empirické hodnoty a umělé proměnné – provoz celkem do města

Y	496	530	588	621	617	663	712	738	548	585	624	634
x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	956	1062	1082	983	940	1121	1162	1055	638	745	958	891
x	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Zdroj: Autor

Zjištěné parametry regresní funkce:

$$b_0 = 613$$

$$b_1 = 353,08$$

Koeficient determinace:

$$R^2 = 0,706$$

T-test – kritická hodnota: 2,074

– výsledné hodnoty: $t_0 = 17,86$

$$t_1 = 7,27$$

F-test – kritická hodnota: 4,3

– výsledné hodnoty: $F = 52,91$

Můj předpoklad se potvrdil a výsledky jsou velice podobné. Můžu jasně konstatovat, že model přijímám a jeho tvar je takovýto:

$$y = 613 + 353,08x$$

Závěr

Ve své práci jsem se zaměřil na porovnávání dopravy ve volných a pracovních dnech. Úkolem bylo uskutečnit dopravní průzkum v jisté lokalitě v Pardubicích, za kterou jsem později určil Hradeckou ulici. Po uskutečnění průzkumu, jsem na jeho základě vytvářel dopravní modely, které vystihují aktuální dopravní situaci na pozorovaném místě.

Výsledkem mé práce je jasný důkaz, že existuje rozdíl mezi volnými a pracovními dny. Všeobecně se vědělo o celkově nižší intenzitě dopravy ve volných dnech, ale rozdílnost charakteristiky již tak známá není. Ze svého pozorování můžu jasně říci, že ve sledovaných volných dnech byla charakteristika provozu odlišná od charakteristik provozu v pracovních dnech.

Hlavním znakem je procentuálně strmý nárůst provozu ve volných dnech, kde je rozdíl mezi špičkovou dopravou a dopravou v první ranní měřené hodině značný a pohybuje se až na hranici 174 %. Naopak v pracovních dnech takovýto nárůst nevzniká, maximální rozdíl jsem naměřil 63,5 %. Takové hodnoty jsem opravdu nečekal a spíše jsem předpokládal, že budou opačné. Výsledky však mají logické odůvodnění, jelikož v pracovních dnech je provoz v období mezi 6. – 7. hodinou na úrovni dopravní špičky ve volných dnech. Ranní provoz je tedy natolik vysoký, že procentuální rozdíl mezi ním a dopravou ve špičce je menší než ve volných dnech, kde se ranní provoz pohybuje na velmi malé úrovni.

Dalším zajímavým faktem je skutečnost, že ve volných dnech neklesla žádná hodnota provozu pod hodnoty prvních měřených hodin. Naopak v pracovních dnech plno zjištěných výsledků kleslo pod stanovenou bázi. Zřejmě to je způsobeno tím, že v pracovních dnech je ranní provoz na komunikacích vysoký (pracovní a služební jízdy) a v podvečerních hodinách se intenzita utlumuje, a tím pádem klesá pod první měřenou hodinu.

Pilířem mé práce bylo vytvořit a zjistit závislosti mezi volnými a pracovními dny. Rozhodl jsem se, že vytvořím modely pro několik kategorií vozidel, která projížděla po Hradecké ulici v době mého měření, a také pro dopravu jako celek. Veškeré modely jsou vytvořeny pro období odpolední dopravní špičky. Výsledky zkoumání vypadají následovně:

Tab. 20: Výsledné modely diplomové práce

kategorie vozidel	výsledný model	
	z města	do města
do 3,5 t	$y = 557 + 338,25x$	$y = 561,7 + 346,75x$
nad 3,5 t	nepoužitelný model	nepoužitelný model
autobusy, trolejbusy	$y = 11,66 + 9,83x$	$y = 11,83 + 13,17x$
motocykly	nepoužitelný model	nepoužitelný model
celkem	$y = 603,75 + 351,33x$	$y = 613 + 353,08x$

Zdroj: Autor

U kategorie vozidel nad 3,5 tuny a u motocyklů není možné výsledný model přijmout, protože koeficient determinace vychází velmi malý, což znamená, že intenzita závislosti obou proměnných je malá. Jinak řečeno, neexistuje vztah mezi jízdami vozidel v pracovních a volných dnech.

U kategorie vozidel do 3,5 tuny a autobusů s trolejbusy je možné modely sestavit a přijmout. Výsledné rovnice říkají, jaký můžeme předpokládat provoz v pracovních dnech nebo ve dnech volných v období mezi 13. – 17. hodinou. Například u modelu $y = 557 + 338,25x$ parametr b_0 (tedy hodnota 557) znamená počet vozidel, které tudý projíždí ve volných dnech. Parametr b_1 (tedy hodnota 338,25) vyjadřuje takové množství vozidel, o které se zvýší provoz v pracovních dnech oproti dnům volným. V případě, kdy oba parametry sečtu, zjistím úroveň provozu v pracovních dnech.

Další model jsem vytvořil pro dopravu jako celek, tedy pro všechny kategorie vozidel najednou. Ačkoli model zahrnuje také skupiny dopravních prostředků, pro které nebylo možné přijmout odpovídající model samostatně, tak se v celkovém součtu podařilo dosáhnout požadovaného výsledku. Způsobeno to bylo tím, že převážnou většinu zkoumaných hodnot v modelu představovala kategorie vozidel do 3,5 tuny, pro kterou bylo možné model přijmout.

Použitá literatura

- [1] HOLLAREK, J; KUŠNIEROVÁ, J. *Metódy modelovania a prognózovania prepravného a dopravného procesu*. 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. ISBN 80-7100-673-4
- [2] RICHARD, H; HRONOVÁ, S; SEGER, J. *Statistika pro ekonomy*. 3. doplněné vydání. Praha: Professional Publishing, 2003. ISBN 80-86419-34-7
- [3] HABARDA, D. *Městská hromadná doprava*. 2. vydání. Bratislava: Vydavateľství Alfa, Praha: SNTL, 1988
- [4] SUROVEC, P. *Technológia hromadnej osobnej dopravy*. 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita, 1998. ISBN 80-7100-494-4.
- [5] KUNHART, J. *Sociologie*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. ISBN 80-7194-570-6
- [6] MELICHAR, V; JEŽEK, J. *Ekonomika dopravního podniku*. 3. přepracované vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-7194-711-3
- [7] POJKAROVÁ, K. *Ekonometrie a prognostika v dopravě*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-868-3
- [8] SOUČEK, E. *Základy statistiky*. 1. vydání. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. ISBN 80-7194-279-0

Elektronické dokumenty

- [9] EISLER, J. Dopravní systém a podmínky jeho fungování v nové ekonomice. *Ekonomika a management* [online]. Praha: VŠE, Fakulta podnikohospodářská, [cit – 2009 – 25 - 03]. Dostupný z WWW: <<http://www.ekonomikaamanagement.cz/cz/clanek-dopravni-system-a-podminky-jeho-fungovani-v-nove-ekonomice.html>>
- [10] EISLER, J; KUNST, J. Rozvoj dopravy v nové ekonomice. *Ekonomika a management* [online]. Praha: VŠE, Fakulta podnikohospodářská, [cit – 2009 – 26 - 03]. Dostupný z WWW: < <http://www.ekonomikaamanagement.cz/cz/clanek-rozvoj-dopravy-v-nove-ekonomice.html>>
- [11] *Historie Pardubic* [online]. Pardubice: magistrát města Pardubice, [cit. 2009 – 05 – 03]. Dostupné z WWW: <<http://www.mestopardubice.cz/mesto/historie/pce-14-19-stol.html>>
- [12] *Databáze demografických údajů za obce ČR*: [online]. Praha: Český statistický úřad, [cit. 2009 – 18 – 03]. Dostupný z WWW: <http://www.czso.cz/cz/obce_d/index.htm>
- [13] *Výročí tratí v regionu Pardubice*: [online]. Pardubice: Pardubický spolek historie železniční, [cit. 2009 – 19 – 03]. Dostupný z WWW: <[dopravy http://www.pshzd.cz/vyroci.html](http://www.pshzd.cz/vyroci.html)>

- [14] *Historie Letiště Pardubice*: [online]. Pardubice: East Bohemian Airport a.s; [cit. 2009 – 19 – 03]. Dostupný z WWW: < <http://www.airport-pardubice.cz/letiste/historie.htm>>
- [15] *Zastávkové jízdní řády*: [online]. Pardubice: Dopravní podnik města Pardubic, [cit. 2009 – 20 – 03]. Dostupný z WWW: < <http://dpmp.cz/index.php?str=10>>
- [16] Brůhová-Foltýnová, Hana. *Zpoplatnění kongescí* [online]. Enviwiki, ; [cit. 25-3-2009]. Dostupný z WWW: <http://www.enviwiki.cz/index.php?title=Zpoplatn%C4%9Bn%C3%AD_kongesc%C3%AD&oldid=3324>
- [17] GELOVA, E. *Požadavek komplexnosti řešení kongescí* [online]. Praha: Centrum dopravního výzkumu, [cit. 2009 – 25 – 03]. Dostupný z WWW: <<http://www.cdv.cz/pozadavek-komplexnosti-reseni-kongesci-1/>>
- [18] *Mapy* [online]. Praha: Seznam. cz, a.s, [cit. 2009 – 17 – 04]. Dostupný z WWW: <<http://www.mapy.cz/?query=#x=136155440@y=135812800@z=16@mm=ZP>>

Seznam tabulek

Tab. 1: Vývoj počtu obyvatel v Pardubicích	10
Tab. 2: Vývoj železnice v Pardubicích	13
Tab. 3: Výčet linek, jejich počáteční a koncové zastávky	18
Tab. 4: Počet projíždějících vozidel ve čtvrtek 2. 4. 2009	42
Tab. 5: Počet projíždějících vozidel v pátek 3. 4. 2009.....	42
Tab. 6: Počet projíždějících vozidel ve vybraných hodinách ve středu 22. 4. 2009 ..	43
Tab. 7: Počet projíždějících vozidel v sobotu 11. 4. 2009.....	44
Tab. 8: Počet projíždějících vozidel o Velikonočním pondělí 13. 4. 2009	44
Tab. 9: Počet projíždějících vozidel ve vybraných hodinách v neděli 26. 4. 2009	45
Tab. 10: Procentní změny provozu v porovnání s první měřenou hodinou.....	50
Tab. 11: Procentní změny provozu v porovnání s předešlou hodinou	52
Tab. 12: Empirické hodnoty a umělé proměnné – do 3,5 tuny ve směru z města.....	54
Tab. 13: Empirické hodnoty a umělé proměnné – do 3,5 tuny ve směru do města....	56
Tab. 14: Empirické hodnoty a umělé proměnné – nad 3,5 tuny ve směru z města	57
Tab. 15: Empirické hodnoty a umělé proměnné – busy ve směru z města	58
Tab. 16: Empirické hodnoty a umělé proměnné – busy ve směru do města	58
Tab. 17: Empirické hodnoty a umělé proměnné – motocykly ve směru z města.....	59
Tab. 18: Empirické hodnoty a umělé proměnné – provoz celkem z města.....	60
Tab. 19: Empirické hodnoty a umělé proměnné – provoz celkem do města.....	61
Tab. 20: Výsledné modely diplomové práce	63

Seznam obrázků

Obr. 1: Dopravní nerovnoměrnost	22
Obr. 2: Dopravní kongesce	24
Obr. 3: Místo měření.....	40
Obr. 4: Bližší lokace místa měření	41
Obr. 5: Čtvrteční porovnání intenzity dopravy z města a do města.....	46
Obr. 6: Páteční porovnání intenzity dopravy z města a do města.....	46
Obr. 7: Celková sobotní intenzita dopravy směrem z města	47
Obr. 8: Porovnání celkových intenzit dopravy volných dní ve směru do města	47
Obr. 9: Porovnání intenzity dopravy v pátek a o svátku.....	48
Obr. 10: Sobotní změny provozu ve směru z města v porovnání s první měřenou hodinou	50
Obr. 11: Páteční změny provozu ve směru do města v porovnání s první měřenou hodinou	51
Obr. 12: Změny svátečního provozu směrem do města v závislosti na předchozí hodině	52
Obr. 13: Změny čtvrtečního provozu směrem z města v závislosti na předchozí hodině	53

Seznam zkratek

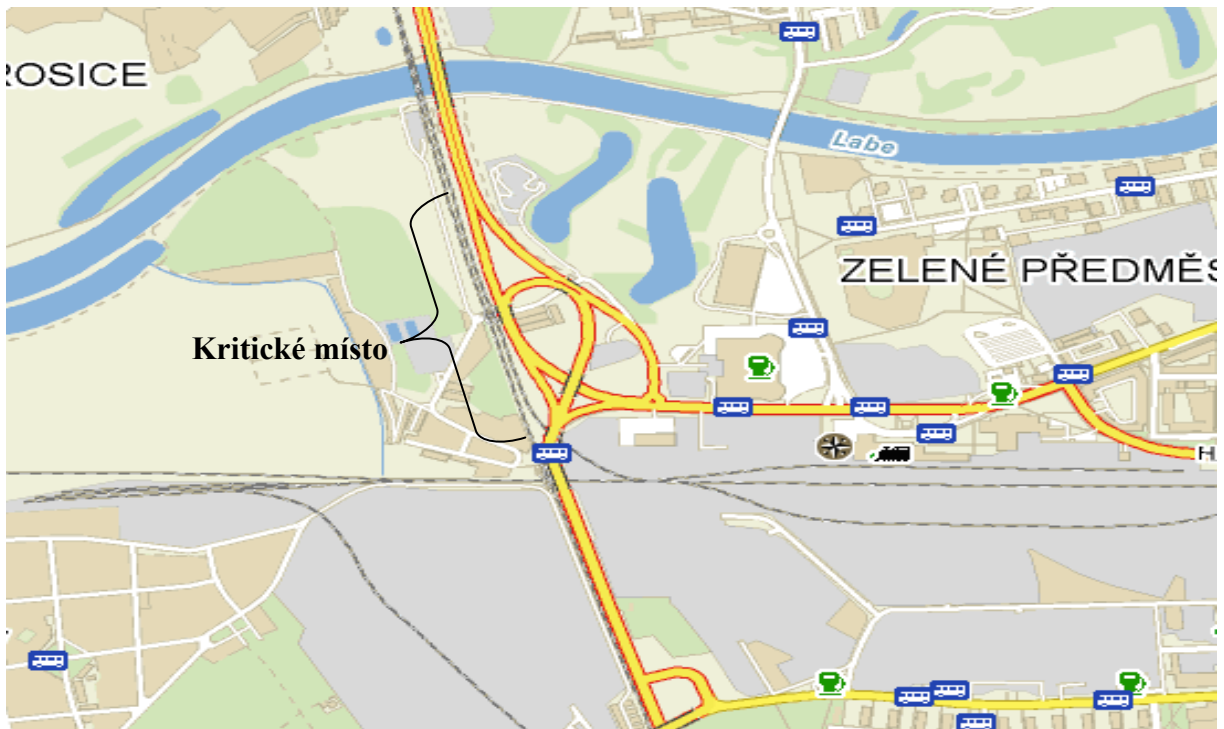
MHD	Městská hromadná doprava
SŽDC	Správa železniční a dopravní cesty
EBA	East Bohemian Airport
IAD	Individuální automobilová doprava
DS	Dopravní systém
MNČ	Metoda nejmenších čtverců
RSČ	Reziduální součet čtverců
TSČ	Teoretický součet čtverců
CSČ	Celkový součet čtverců
SPZ	Státní poznávací značka

Seznam příloh

Příloha č.1: Dvě často přetížené křižovatky v Pardubicích (u Hlavního nádraží a u Parama)

Příloha č.2: Výpočty parametrů ostatních regresních funkcí

Dvě často přetížené křižovatky v Pardubicích (u Hlavního nádraží a u Parama)



Zdroj pro obrázky: *Mapy* [online]. Praha: Seznam. cz, a.s, [cit. 2009 – 10 – 05]. Dostupný z WWW: <http://www.mapy.cz/#x=136168448@y=135767552@z=11@mm=ZP>

Výpočty parametrů ostatních regresních funkcí

Logaritmická regrese $y_i = b_0 + b_1 \ln x_i$

$$b_1 = \frac{n \sum y_i \ln x_i - \sum \ln x_i \sum y_i}{n \sum (\ln x_i)^2 - (\sum \ln x_i)^2}$$

$$b_0 = \frac{\sum y_i}{n} - b_1 \frac{\sum \ln x_i}{n}$$

Mocninná regrese $y_i = b_0 x_i^{b_1}$ $\ln y_i = \ln b_0 + b_1 \ln x_i$

$$b_1 = \frac{n \sum \ln y_i \ln x_i - \sum \ln x_i \sum \ln y_i}{n \sum (\ln x_i)^2 - (\sum \ln x_i)^2}$$

$$\ln b_0 = \frac{\sum \ln y_i}{n} - b_1 \frac{\sum \ln x_i}{n}$$

Regresní exponenciála $y_i = b_0 b_1^{x_i}$ $\ln y_i = \ln b_0 + x_i \ln b_1$

$$\ln b_1 = \frac{n \sum x_i \ln y_i - \sum x_i \sum \ln y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\ln b_0 = \frac{\sum \ln y_i}{n} - \ln b_1 \frac{\sum x_i}{n}$$

kde n je počet empirických hodnot,

b_0, b_1 jsou parametry regresní funkce,

x_i je i -tá hodnota vysvětlující proměnné,

y_i je i -tá hodnota vysvětlované proměnné.