

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Modelování přepravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy

Bc. Petr Hellebrant

Diplomová práce

2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr HELLEBRANT**
Osobní číslo: **D09683**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Modelování přepravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

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

Úvod

1. Charakteristika Dopravního podniku hlavního města Prahy
 2. Přehled dopravní situace v Praze
 3. Analýza současných dopravních výkonů
 4. Modelování sezónnosti v přepravních výkonech
 5. Modelování přepravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy
- Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
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: **30. listopadu 2010**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2011**


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 30. listopadu 2010

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.

V Pardubicích dne 20. 5. 2011



Petr Hellebrant

Na tomto místě bych chtěl Ing. Kateřině Pojkarové, Ph.D., za vedení bakalářské práce a
Dopravnímu podniku hlavního města Prahy za poskytnutí materiálových podkladů.

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá analýzou výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy. Pomocí ekonometrických postupů jsou vstupy analyzovány, určeny významné vlivy a vytvořeny jednotlivé modely užité ke zhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

dopravní podnik, ekonometrie, model, přepravní výkony

TITLE

Modeling of transport outputs of the Prague public transport company

ANNOTATION

The thesis deals with analysis of transport outputs of Prague public transport company. By using econometric procedures are inputs analysed, identified significant influences and created individual model used to evaluation.

KEYWORDS

transport company, econometrics, model, transport outputs

Obsah

Úvod	10
1 Charakteristika Dopravního podniku hlavního města Prahy	11
1.1 Historie veřejné dopravy v Praze.....	11
1.1.1 Omnibusy a koňská dráha.....	11
1.1.2 Elektrická dráha	12
1.1.3 Dráha pod zemí	12
1.2 Současný stav dopravního podniku	13
1.2.1 Základní informace o DPP.....	13
1.2.2 Organizační členění a personální ukazatele.....	13
1.2.3 Úsek dopravní	14
1.2.4 Úsek technický.....	17
1.2.5 Úsek Ekonomický.....	18
1.2.6 Úsek Personální	19
1.2.7 Úsek Bezpečnostní.....	19
1.2.8 Úsek generálního ředitele	20
1.2.9 Společnosti s kapitálovou účastí DPP.....	21
2 Přehled dopravní situace v Praze	22
2.1 Základní údaje	22
2.2 Vývoj motorizace a automobilizace	22
2.3 Intenzita automobilové dopravy	24
2.3.1 Intenzita a dopravní výkony	25
2.3.2 Skladba dopravního proudu v pracovních dnech.....	29
2.3.3 Časové variace automobilové dopravy	29
2.4 Dopravní nehody	30
3 Analýza současných dopravních výkonů	34
3.1 Dopravní výkony	34

3.1.1	Vozové a místové kilometry	34
3.2	Přepravené osoby.....	
3.3	Náklady DPP	
3.3.1	Teoretické vymezení nákladů v dopravě	56
3.4	Tržby dopravního podniku	38
4	Modelování sezónnosti v přepravních výkonech	40
4.1	Časové řady	40
4.1.1	Dělení časových řad.....	40
4.2	Metodika analýzy přepravených osob	40
4.2.1	Očišťování časových řad.....	41
4.2.2	Základní charakteristiky časových řad	41
4.2.3	Základní přístupy k analýze časových řad.....	42
4.3	Modelování časové řady celkového množství přepravených osob.....	43
4.3.1	Test hypotézy o existenci sezónnosti.....	43
4.3.2	Odstranění sezónnosti pomocí sezónních indexů	44
4.3.3	Určení trendu	46
4.3.4	Předpovídání časové řady	48
4.4	Modelování časové řady přepravených osob dle jízdních dokladů.....	50
4.4.1	Časové a krátkodobé jízdenky	50
4.4.2	Jízdenky s volitelným začátkem a roční bez poskytnutých dokladů	55
4.4.3	Zvýhodněné studentské jízdenky.....	57
4.5	Srovnání jednotlivých časových řad z hlediska sezónnosti.....	59
5	Modelování přepravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy	61
5.1	Ukazatele a indexy.....	61
5.1.1	Srovnání ukazatelů.....	61
5.2	Porovnání skutečných údajů	61

5.3	Tvorba modelů.....	64
5.3.1	Regresní analýza	64
5.3.2	Vypočítané modely	
	Závěr	
	Použitá literatura	70
	Seznam tabulek	71
	Seznam obrázků.....	73
	Seznam zkratk.....	75
	Seznam příloh	76

Úvod

Tématem diplomové práce je modelování přepravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy. Dopravní podnik zajišťuje veřejnou hromadnou dopravu na území hlavního města a v přilehlém okolí. Hlavním úkolem dopravního podniku je poskytovat cenově dostupnou, pravidelnou a kvalitní alternativu vůči individuální automobilové dopravě.

Teoretická část práce je věnována charakteristice dopravního podniku a území, které je jím obsluhováno. Jsou zde detailně popsány druhy dopravy provozované dopravním podnikem a jejich vlastnosti. Dále je nastíněna dopravní situace v Praze spolu s kritickou dopravní infrastrukturou, počtem nehod a intenzitou dopravního proudu a skladbou vozidel.

V analytické části jsou detailně rozebrána data poskytnutá dopravním podnikem za roky 2005 – 2009. Jejich analýzou bude zjištěn vývoj výkonů podniku v čase a porovnán s ukazateli z dopravní situace v Praze. Výstupem této analýzy by měla být jasná identifikace příčin významných sezónních výkyvů, jejich porovnání, a modely popisující závislosti jednotlivých veličin na čase a analyzovaných ukazatelích.

Cílem diplomové práce je identifikovat složky podílející se významným způsobem na časových variacích v rámci jednoho roku, a nalézt modely, které budou zachycovat vztahy mezi zkoumanými veličinami.

1 Charakteristika Dopravního podniku hlavního města Prahy

1.1 Historie veřejné dopravy v Praze

1.1.1 Omnibusy a koňská dráha

Od roku 1829 byla na dvou trasách provozována první veřejná městská veřejná doprava na území Prahy. Mezi břehy Vltavy jezdily omnibusy v intervalech 30 minut při ceně za 5 krejcarů za jízdenku po celé trase. Tato linka byla ovšem provozována pouze do roku 1830, protože provoz byl pro nízký počet cestujících ztrátový.

Obrázek 1 Historický omnibus



Zdroj: Dopravní podnik hlavního města Prahy

V letech 1872 – 1883 byla v provozu první pražská společnost pro omnibusy, která se udržela až do vybudování přímé trati koňské dráhy z Karlína na Smíchov přes Palackého náměstí. Nejvyššího počtu přepravených cestujících bylo dosaženo rok po jejím vzniku, a to na 108 párech spojů. Denně bylo přepraveno 789 tisíc osob v 10 provozovaných omnibusech. Jeden omnibus byl přitom schopen pojmout 8 – 12 cestujících.

Mezi první úseky obsluhované koňskou dráhou patřila oblast Karlína poblíž Invalidovny, kde byla umístěna vozovna. Dvukolejná trať byla dlouhá 3,4 kilometru a měla běžný rozchod 1435 mm. V roce 1885 byla dokončena výstavba sítě, jejíž celková délka byla 18, 875 km a byly zde na čtyřech místech umístěny výhybky umožňující křížování protijedoucích vozů. Tratě byly rozlišovány barevným značením a odlišeny byly i jízdenky pro jednotlivé směry.

1.1.2 Elektrická dráha

U zrodu první elektrické dráhy na území Česka stál vynálezce a technik František Křižík, který využití elektřiny v dopravě propagoval na Zemské výstavě v roce 1891. Den po začátku výstavy využilo tuto tramvaj přes dva tisíce lidí. Celkem přepravila Elektrická dráha na Letné v Praze během výstavy od 15. května do 18. října 163 661 cestujících. Pokles poptávky po skončení výstavy ale znamenal, že krátká izolovaná dráha byla brzy ztrátová.

Pravidelný provoz elektrické dráhy byl zahájen roku 1896 na části trasy Praha – Libeň – Vysočany. Tu vybudoval právě František Křižík za využití vlastní elektrické továrny v Karlíně. Poptávka po zavedení elektrické dráhy u jednotlivých městských částí rostla, a tak po dokončení měla dráha 6 km a na jednokolejné trati bylo celkem třináct výhybek pro míjení vozů. Interval jízdy jednotlivých spojů byl 10 minut a provozní doba byla od 6 hodin ráno do 22 hodin večer.

Velký vliv na městskou dopravu měly samozřejmě obě světové války ale ne vždy byl tento vliv negativní. Díky růstu průmyslové výroby pro válečné účely rostla i mobilita obyvatel. Nejvíce je tento vliv patrný v roce 1943, kdy tramvaje přepravily o 50 % cestujících více než v roce 1938.

1.1.3 Dráha pod zemí

9.5 1974 po měsících zkušebního provozu metra byl oficiálně zahájen provoz pro širokou veřejnost. Výstavba dalších úseků metra pokračovala dál a v roce 1985 byl dovršen tzv. pražský trojúhelník, vymezený přestupními stanicemi Muzeum, Můstek a Sokolovská, nyní Florenc. S přestávkami pokračuje výstavba nových úseků dodnes.

Obrázek 2 Stanice metra



Zdroj: Dopravní podnik hlavního města Prahy

Změny nastaly v roce 1990, kdy se v souvislosti s politickým děním přejmenovalo 15 stanic. Názvy inspirované socialistickým režimem byly změněny na dnešní podobu.

1.2 Současný stav dopravního podniku

Jak již bylo řečeno Dopravní podnik hlavního města Prahy (DPP) je akciovou společností založenou v 1990, ve které má sto procentní podíl město Praha.

1.2.1 Základní informace o DPP

DPP je provozovatelem městské hromadné dopravy na území města Prahy a v přilehlém okolí. Tyto služby poskytuje na základě smlouvy o dopravní obslužnosti, která byla uzavřena s pražským magistrátem. Poprvé v historii má tato smlouva dlouhodobý charakter. V roce 2009 byl totiž uzavřen kontrakt na celých 10 let a díky tomu má DPP větší prostor pro plánování rozvoje a nakládání s finančními prostředky.

1.2.2 Organizační členění a personální ukazatele

V souladu s dlouhodobou strategií a personální politikou podniku je hlavním cílem udržení optimálního počtu zaměstnanců v jednotlivých segmentech, zpřehlednění organizační struktury a profesního rozvoje zaměstnanců. Počet zaměstnanců k 31.12. 2009 je uveden na obrázku č.3.

Obrázek 3 Přehled zaměstnanců k 31.12. 2009

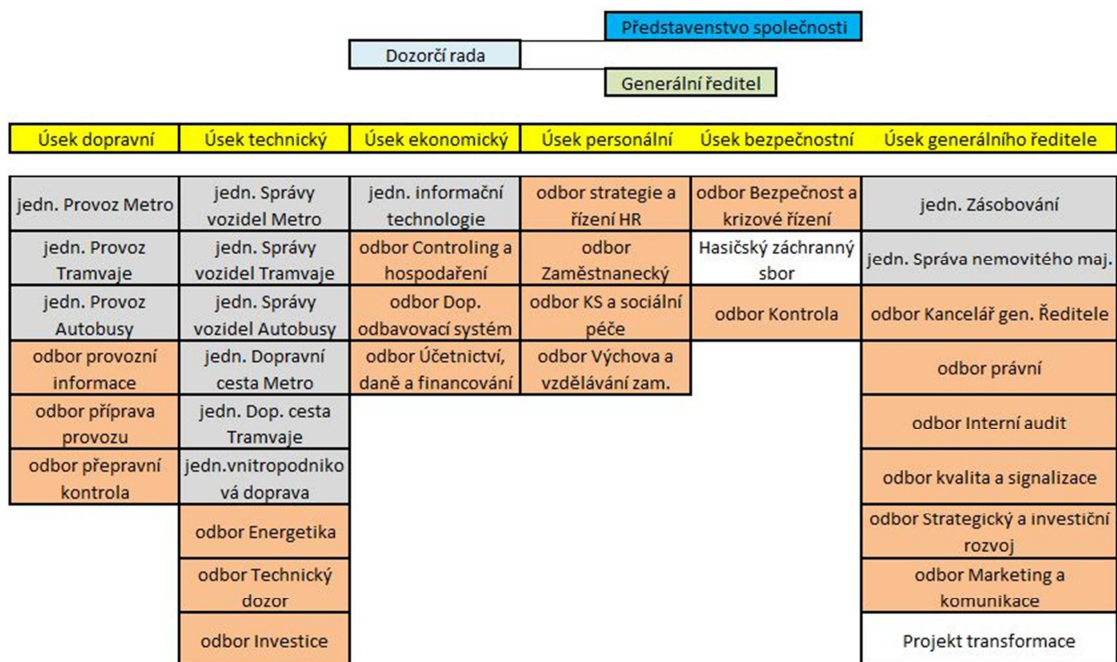
Kategorie	
řidiči MHD	4 284
dělníci	3 441
POP	487
TH zaměstnanci	2 845
celkem	11 057

Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s. 2009

DPP je složený ze šesti organizačních úseků, jsou jimi dopravní, technický, ekonomický, personální, bezpečnostní a jednotka správy nemovitého majetku. Nad všemi těmito úseky je generální ředitelství s řediteli jednotlivých úseků a generálním ředitelem, jímž je Ing. Martin Dvořák.

Dalšími orgány DPP jsou tříčlenný výbor pro audit, dále devítičlenná dozorčí rada s předsedou, a nakonec osmičlenné představenstvo.

Obrázek 4 Organizační struktura



Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s. 2009

1.2.3 Úsek dopravní

Pod dopravní úsek patří čtyři jednotky zabezpečující provoz jednotlivých druhů dopravy a také odbory související s provozem.

Jednotka Provoz Metro

Již název napovídá, že tato jednotka se stará o provoz jediného systému metra na území Česka. Síť metra tvoří páteř celého systému MHD. Je tvořena celkem 57 stanicemi na třech linkách. Celková délka linek je 59,4 km.

S pomocí strukturálních fondů EU, konkrétně operačního programu Doprava, se počítá s využitím dotace na prodloužení linky A ze stanice Dejvická. Tento provozní úsek by měl mít 6 km a obsahovat stanice Červený vrch, Veleslavín, Petřiny a Motol.

Obrázek 5 Trasy linek pražského metra



Zdroj: Metro Praha základní informace a jízdní řády

Stavba by měla probíhat v letech 2010 – 2014, celkové náklady jsou stanoveny na 18,7 mld. Kč, přičemž celková výše prostředků čerpaných z programu EU by měla být 8,02 mld. Kč.

K 31.12 2009 tvořilo vozový park metra celkem 720 vozidel. Patřilo sem několik historických souprav, původní ruská vozidla, vozidla 81-71M rekonstruovaná v závodě Škoda Transportation a.s. a nová vozidla typu M1.

Tabulka 1 Struktura vozového parku Metro

	Inventární stav	Evidenční stav
87-71	82	0
87-71M(modernizované)	395	370
M1	240	240
Ečs	3	0
Celkem	720	610

Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s. 2009

Rozdíl mezi inventárním a evidenčním stavem v tabulkách č. 1, 2 a 3 tvoří vozy v modernizaci, rekonstrukci a vozy určené k likvidaci. Ty jsou zahrnuty do inventárního stavu, zatímco evidenční stav zahrnuje pouze vozy schválené pro provoz.

Jednotka Provoz Tramvaje

Tento odbor dopravního podniku se stará o provoz tramvají a dopravní cesty určené pro jejich pohyb. Délka tramvajové sítě byla k 31.12 2009 celkem 141,59 km.

Celkem bylo v roce 2009 provozováno 35 tramvajových linek včetně jedné historické linky. Provoz tramvají v Praze je krom běžných dopravních uzavírek také ovlivněn novými stavebními projekty, zejména pak výstavbou tunelového komplexu Blanka, který značně ovlivnil provoz tramvají na Letné.

V roce 2009 došlo ke značnému nárůstu vypravování nízkopodlažních tramvají, které jsou jedním z kroků pro usnadnění využívání MHD pohybově omezenými cestujícími. Ke konci roku 2009 bylo garantováno 67 nízkopodlažních tramvají oproti 47 v roce 2008. Tento počet by se měl i nadále zvyšovat.

Vozový park tramvají byl k poslednímu dni roku 2009 tvořen 969 vozy, přičemž evidenční stav byl 954 vozů. Průměrné stáří provozních vozů bylo 13,18 roku a 204 tramvají typu T již překročilo svou dobu životnosti. Přesto jsou nadále využívány v provozu. Údržba je zajišťována v sedmi vozovnách a správkové procento tvořilo v roce 2009 6,73 %.

Tabulka 2 Struktura vozového parku Tramvaje

		Inventární stav	Evidenční stav
kloubové	KT8D5, KT8N2	47	43
	14T	60	60
Sólo	T3+ T3R5+T3RPLF	397	392
	T3M	73	71
	T3SU	242	238
	T6A5	150	150
	historické vozy	19	-
Celkem		988	954

Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s. 2009

Jednotka Provoz Autobusy

Ke konci roku 2009 provozoval DPP v systému PID na síti o celkové délce 825 kilometrů celkem 166 linek. Úhrnná délka všech linek činila 1 815 000 km.

Jednotka Správy vozidel Autobusy evidovala k 31.12 2009 celkem 1172 autobusů. Během druhého pololetí roku 2009 bylo uvedeno do provozu 60 nových nízkopodlažních autobusů SOR NB12 a 30 kloubových autobusů NB18. Díky pořizování nových autobusů

může DPP postupně vyřazovat dopravní prostředky starší 20 let. Výpadek v obnově vozového parku v letech 2005-2008 byl částečně sanován rozsáhlými opravami s cílem prodloužit životnost stávajících autobusů. Průměrné stáří ke konci roku bylo 9,71 roku.

Tabulka 3 Struktura vozového parku Autobusy

		Inventární stav	Evidenční stav
standartní	B731,B951	152	146
	B732,B732R	123	108
	B931	174	172
	C734,LC936	4	4
	C934	1	1
	CITY Standart	317	317
	Citalis	12	12
nízkopodlažní	LE City	4	
	E91 Minibus+ZEUS	8	
	SOR BN 12+NB12	68	
kloubové	B741,B741R, B961	92	92
	B941	170	168
	CITY kloub	52	51
nízko. Kloubové	SOR NB 18	33	30
Celkem		1210	1172

Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s. 2009

Po zkušenostech z předchozího provozu došlo k rozšíření používání emulzní nafty. Nejenže je emulzní nafta výrazně šetrnější k životnímu prostředí, ale představuje i ekonomický přínos. Po přepočtu je patrné, že využití emulzní nafty přineslo úsporu přibližně 54 mil. Kč při celkové spotřebě 16 552 tis. emulzní nafty.

1.2.4 Úsek technický

Technický úsek se stará především o zajištění technické způsobilosti vozů a dopravní cesty sloužící k provozu MHD, vyjma komunikací spadající pod správu města Prahy.

Odbor Energetika

Prosazování změn ve smluvních vztazích s dodavateli, a tím i úspora nákladů, bylo krom běžného zajištění dodávek energie hlavní prioritou odboru Energetika v roce 2009. Spolu s tímto i hledání řešení v oblasti úspory energií. DPP je totiž v současné době největším odběratelem elektrické energie na území hlavního města.

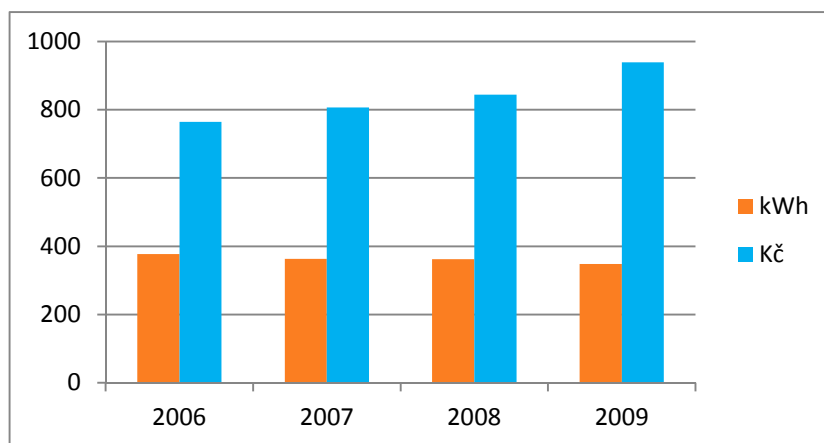
Celková spotřeba elektrické energie byla v roce 2009 348,1 mil. kWh, což představovalo náklady ve výši zhruba 939 mil. Kč. Přibližně dvě třetiny této spotřeby tvořil trakční provoz metra a tramvají.

Tabulka 4 Vývoj spotřeby elektrické energie v letech 2006 - 2009

	2006	2007	2008	2009
kWh	376,6	362,7	361,6	348,1
Kč	764	806,8	843,95	939,07

Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s.

Obrázek 6 Vývoj spotřeby a nákladů na el. energii



Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s.

Z tabulky a grafu výše je patrné, že spotřeba elektrické energie mírně klesá. To je způsobeno obnovou vozového parku, kdy je provozováno stále více vozů s rekuperací energie.

1.2.5 Úsek Ekonomický

Ekonomický úsek, se jak je již z názvu patrné, zabývá především správou a kontrolou finančních toků v DPP.

Jednotka Informační technologie

V oblasti informačních technologií bylo v roce 2009 rozpracováno několik důležitých projektů. Převážně se jednalo o migraci stávajících systémů na modernější platformy. Například systém zálohovacích serverů byl převeden na nezávislou platformu v clusterovém řešení. Aplikační systémy byly převedeny ze stávající HP UNIX na výkonnější IBM AIX za pomoci společnosti Computer Sciences s.r.o. To se týkalo především personálně - mzdového systému, SAP R/3 a aplikace Jízdní doklady.

Všechny tyto změny by měly zjednodušit procesy a propojenost jednotlivých informačních systémů.

1.2.6 Úsek Personální

Hlavním úkolem personálního úseku je samozřejmě správa lidských zdrojů v DPP. V oblasti personální strategie byl v roce 2009 započat projekt „Personální informační systém“, který by měl sloužit ke včasnému informování zaměstnanců DPP a významných skutečnostech.

Odbor Výchova a vzdělávání zaměstnanců

System vzdělávání zaměstnanců je v DPP zaměřen na všechny profesní kategorie. Průběžná periodická školení a přezkušování jsou zajišťovány v rámci rozvoje profesní způsobilosti. Na základě aktuálních potřeb jsou pořádány odborné kurzy a semináře.

V roce 2009 byl dokončen projekt „Školení komunikačních dovedností provozních zaměstnanců“ a v roce 2010 proběhly projekty „Rozvoj měkkých dovedností u personálních rezerv“ a „Manažerské komunikační a prezentační dovednosti“. Cílem těchto projektů je prohlubování dovedností u jednotlivců a zlepšení efektivity řízení podniku pomocí kvalifikovanějšího managementu.

1.2.7 Úsek Bezpečnostní

Oblast působnosti tohoto úseku spočívá především v bezpečnosti a ochraně majetku, tvorbě krizových plánů a předvídání možných krizových scénářů.

Odbor Bezpečnost a krizové plánování

Hlavní úkoly v oblasti krizového plánování, kterými se tento odbor zabývá, vyplývají především z „Plánu krizové připravenosti DPP“ a smlouvy s hlavním městem Prahou o součinnosti při řešení krizových událostí.

V roce 2009 byla provedena aktualizace Povodňového plánu DPP a vydána nová vnitropodniková norma týkající se krizového řízení reagující na změny v systému řízení DPP.

V rámci krizového řízení byl stanoven počet pracovníků nezbytný k zabezpečení DPP v době epidemie. Byly sjednocovány dokumenty krizového plánování DPP a hlavního města Prahy v oblasti povodňových plánů a objektů kritické infrastruktury.

Hasičský záchranný sbor

Cílem požární ochrany je předcházet požárům a minimalizovat dopady na životní prostředí, zdraví a majetek.

Požární ochranu zajišťuje hasičský záchranný sbor dopravního podniku, do jehož působnosti patří prevence, likvidace požárů a nepřetržitá akceschopnost v případě požárů a jiných mimořádných situací v objektech a provozu DPP.

V roce 2009 bylo zaznamenáno celkem 541 výjezdů, z toho 14 se týkalo požárů, 288 technických zásahů (dopravní nehody, ekologické havárie atd.), 70 prověřovacích cvičení a 169 výjezdů na elektrickou požární signalizaci.

Odbor Kontrola

V rámci své působnosti se odbor v roce 2009 zaměřoval zejména na ověřování funkčnosti interních směrnic a předpisů s cílem odhalení možných nedostatků a návrhů možných řešení. Kontroly byly prováděny jak podle plánu kontrolní činnosti tak operativně na základě podnětu managementu.

Náplní odboru Kontroly je samozřejmě také provádění orientačních dechových zkoušek na alkohol u provozních zaměstnanců, včetně testů na omamné a psychotropní látky. Dále byla působnost rozšířena o provádění kontrol zaměstnanců DPP dočasně práce neschopných.

1.2.8 Úsek generálního ředitele

Jednotka Zásobování

Se zrušením úseku Služeb byla v roce 2009 jednotka Zásobování převedena do úseku generálního ředitele.

Byly realizovány změny mající vliv na ekonomiku procesu nákupu materiálu a služeb a systému skladování. Mezi tyto změny patří sjednocení plánování potřeb u provozních jednotek, úprava nákupu kancelářských potřeb a spotřebního zboží pomocí katalogu. Také byla převedena odpovědnost za správu čerpacích stanic na externí firmu.

Jednotka Zásobování se v roce 2009 zaměřila na efektivnější řízení nákupu materiálu a na lepší využívání skladových zásob na úrovni centrálních a provozních skladů.

Celková úspora nákladů na nákup materiálu a služeb činila 50 milionů Kč. Těchto úspor bylo dosaženo snížením nákupních cen u stávajících dodavatelů a výhodnějšími cenami u nových poptávek.

Jednotka Správa nemovitého majetku

Hlavní náplní této jednotky je správa a evidence nemovitého majetku ve vlastnictví DPP.

V roce 2009 bylo uzavřeno 241 smluv, které se vztahovaly k nakládání s nemovitým majetkem. Jednalo se především o nájemní smlouvy a kupní smlouvy provozně nevyužitelného majetku. Díky využití programu „Veřejně prospěšných prací“ na veřejných prostranstvích ve vlastnictví DPP došlo k úsporám ve výši 2,88 milionu Kč.

Odbor Marketing a komunikace

Hlavním úkolem tohoto odboru je komunikace se stávajícími i potenciálními zákazníky, odbornou veřejností, médii a veškerým okolím DPP. V průběhu roku 2009 se tak dělo např. pomocí kampaně „Chováme se odpovědně“, nebo vydáním brožury k výročí 35. let od zahájení provozu metra. Dále byl k tomuto výročí pořádán Den otevřených dveří v depu Kačerov.

Již podruhé byl do ulic města v letních měsících vypraven kinobus a celkem se uskutečnilo 78 promítacích večerů na 22 místech. Celkový počet diváků, kteří kinobus využily, byl 15 tisíc a průměrná návštěva jednoho promítání činila téměř 200 osob.

Odbor Marketing a komunikace věnuje také značnou pozornost přípravě informačních materiálů se základními informacemi o MHD, dopravním spojení a výňatkem z tarifů. Tyto materiály jsou volně dostupné ve stanicích metra, nebo ve vybraných trafikách.

Odbor Marketingu a komunikace má na starosti široké spektrum dalších činností jako je vydávání časopisu DP kont@kt a šíření oficiálních informací z vedení DPP.

1.2.9 Společnosti s kapitálovou účastí DPP

Dopravní podnik je také akcionářem v podnicích souvisejících s dopravou, například Pražská strojírna, což je společnost zabývající se vývojem, výrobou a montáží komponentů pro tramvajové tratě. Dalším je Průmyslová škola dopravní, která se zabývá výukou a vzděláváním. Stoprocentním vlastníkem obou těchto akciových společností je DPP.

2 Přehled dopravní situace v Praze

Sdělovací prostředky nás téměř denně informují o problematice situaci týkající se dopravy v Praze. Je to dáno zejména vysokou intenzitou dopravy, která bude detailněji rozebrána v této kapitole.

2.1 Základní údaje

Praha je nejlidnatějším a rozlohou největším městem České republiky. Z tabulky č. 5 je patrné, že více než desetina obyvatel naší země žije na území Prahy. Podobná situace je i u motorových vozidel, kdy více než 15 % je jich registrováno na území Prahy.

Stupeň motorizace a automobilizace uvedený v tabulce č.5 ukazuje, že počet motorových vozidel i osobních automobilů na tisíc obyvatel je vyšší než na celém území České republiky.

Celková délka komunikační sítě spadající pod Prahu je 3874 km, z toho 10 km tvoří dálnice, 76 km ostatní rychlostní komunikace, 59,1 km provozní délka metra a 141 km tramvajová síť.

Tabulka 5 Porovnání Prahy s Českou republikou

Stav k 31.12.2009	Praha	ČR	Praha/ČR (%)
Rozloha (km ²)	496	78 864	0,6
Počet obyvatel (mil.)	1,249	10,507	11,9
Počet motorových vozidel (tis.)	914	5 945	15,4
z toho osobní automobily (tis.)	683	4 435	15,4
Stupeň motorizace (motor. vozidel na tis. obyvatel)	732	566	-
(obyvatel na 1 motorové vozidlo)	1,4	1,8	-
Stupeň automobilizace (osob. automobilů na tis. obyvatel)	547	422	-
(obyvatel na 1 osobní automobil)	1,8	2,4	-

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009.

2.2 Vývoj motorizace a automobilizace

V tabulce č. 6 je zobrazen a porovnán počet motorových vozidel v Praze a na území České republiky. Výrazný růst počtu registrovaných automobilů na území Prahy od roku 1961 pokračoval až do roku 1999, kdy se růst zpomalil. Ke konci roku 2009 připadal na území Prahy 1 osobní automobil na 1,8 obyvatele.

Tabulka č. 6 zobrazuje vývoj počtu obyvatel, motorových vozidel a osobních automobilů na území města Prahy a celé České republiky. Procentuální podíl vyjadřuje vývoj v jednotlivých letech, kdy základna je v roce 1990. Proto je v roce 2009 dosaženo 213 % u motorových vozidel, ukazuje to nárůst oproti roku 1990 o 113%.

Tabulka 6 Počet registrovaných motorových vozidel v letech 1961-2009

Rok	PRAHA					Česká republika (do roku 1971 Československo)				
	Obyvatel		Motorová vozidla		Osobní automobily		Obyvatel		Osobní automobily	
	(tis.)	celkem	%	celkem	%	(tis.)	celkem	%	celkem	%
1961	1 007	93 106	22	44 891	13	13 746	1 326 801	-	291 680	-
1971	1 082	203 519	48	133 129	40	14 419	2 931 629	-	1 041 137	-
1981	1 183	367 007	86	284 756	85	10 306	3 449 300	85	1 872 694	79
1990	1 215	428 769	100	336 037	100	10 365	4 039 606	100	2 411 297	100
1995	1 210	641 590	150	535 805	159	10 321	4 728 859	117	3 113 476	129
2000	1 181	746 832	174	620 663	185	10 267	5 230 846	129	3 720 316	154
2005	1 180	749 786	175	602 339	179	10 247	5 401 917	134	3 954 769	164
2006	1 188	761 071	178	605 774	180	10 287	5 613 943	139	4 098 114	167
2007	1 212	780 738	182	612 879	182	10 381	5 882 312	146	4 269 231	177
2008	1 233	906 571	211	678 056	202	10 468	5 943 953	147	4 423 370	183
2009	1 249	914 224	213	683 295	203	10 507	5 945 373	147	4 435 052	184

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009.

Tabulka č. 7 znázorňuje vývoj motorizace a automobilizace na území Prahy a srovnání s Českou republikou, či dříve Československem. Je zde patrný značný nárůst jak počtu motorových vozidel, tak automobilů na 1000 obyvatel. Například v roce 2009 bylo na území České republiky 566 motorových vozidel na 1000 obyvatel, zatímco v Praze jich bylo 732. Tím připadlo 1,4 obyvatele Prahy na motorové vozidlo oproti 1,8 v rámci České republiky.

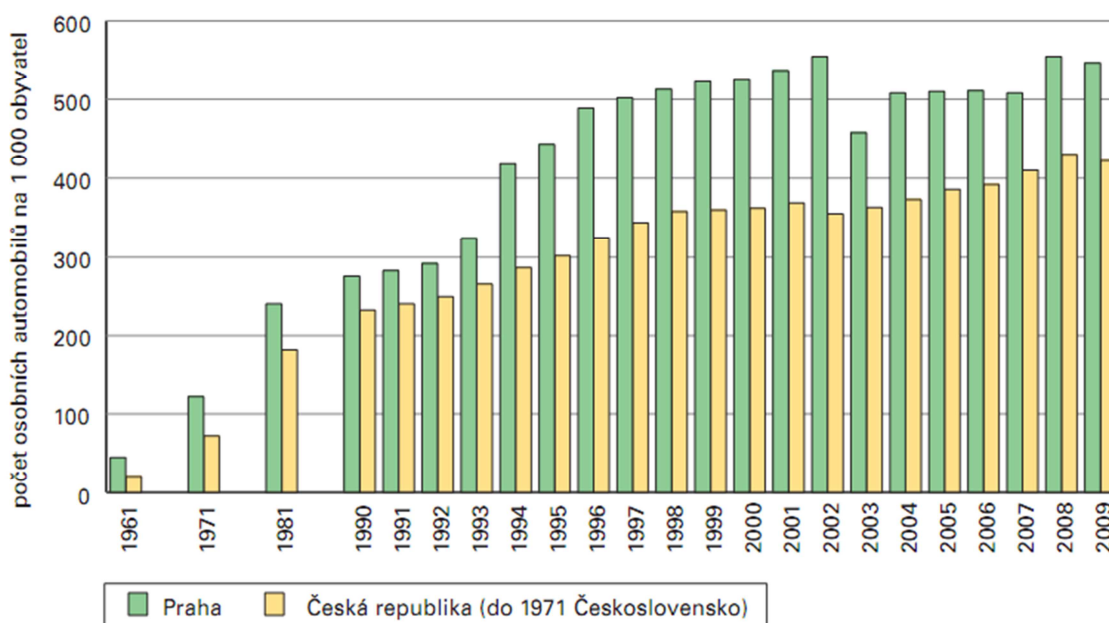
Tabulka 7 Vývoj motorizace a automobilizace

Rok	PRAHA				Česká republika (do r. 1971 Československo)			
	Stupeň motorizace		Stupeň automobilizace		Stupeň motorizace		Stupeň automobilizace	
	vozidel na 1 000 obyv.	obyv. na 1 vozidlo	os. aut. na 1 000 obyv.	obyv. na 1 os. aut.	vozidel na 1 000 obyv.	obyv. na 1 vozidlo	os. aut. na 1 000 obyv.	obyv. na 1 os. aut.
1961	92	10,8	45	22,4	97	10,4	21	47,1
1971	188	5,3	123	8,1	203	4,9	72	13,8
1981	310	3,2	241	4,2	335	3,0	182	5,5
1990	353	2,8	276	3,6	390	2,6	233	4,3
1995	530	1,9	443	2,3	458	2,2	302	3,3
2000	632	1,6	525	1,9	510	2,0	362	2,8
2005	635	1,6	510	2,0	527	1,9	386	2,6
2006	640	1,6	510	2,0	546	1,8	398	2,5
2007	644	1,6	506	2,0	567	1,8	411	2,4
2008	735	1,4	550	1,8	568	1,8	423	2,4
2009	732	1,4	547	1,8	566	1,8	422	2,4

Ročenka dopravy Praha 2009.

Zdroj:

Obrázek 7 Stupně automobilizace 1961-2009



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009.

Na obrázku č. 7 je patrný nárůst automobilizace na území Prahy a České republiky. Údaje v letech 2002 – 2009 jsou zatíženy možnou chybou v evidenci kvůli změně poskytovatele dat, jak je uvedeno výše.

2.3 Intenzita automobilové dopravy

Růst intenzity automobilové dopravy je úzce spjat s růstem automobilizace, a proto je možné pozorovat určité výkyvy související s historickými událostmi. Například vlivem 2. světové války byl automobilový provoz ve městě na nižší úrovni než ve 30. letech. V roce 1937 připadal jeden osobní automobil na 32 obyvatel.

K výraznému růstu došlo až v průběhu 60. let, a tím se začali projevovat první dopravní problémy týkající se nedostatečné kapacity dopravní sítě, zejména některých křižovatek. Do konce 80. let byly tyto problémy spjaty zejména s některými křižovatkami v centru města a určitou denní dobou. Kritické části infrastruktury jsou znázorněny níže v tabulkách č.8 č.9 a č.10 a na obrázku č. 12.

Až dramatický nárůst automobilizace v 90. letech, kdy tempo růstu automobilové dopravy téměř nemělo ve světě obdoby, znamenal novou situaci na komunikacích.

2.3.1 Intenzita a dopravní výkony

Od roku 1978 jsou dopravní výkony na celé komunikační síti základním agregovaným ukazatelem vývoje automobilové dopravy na území města Prahy. Dopravní výkony jsou vyjádřeny v ujetých vozokilometrech, a spolu s kordonovým sledováním tvoří hlavní informační základnu pro zjišťování trendu vývoje automobilové dopravy.

Obrázek 8 Dopravní výkony automobilové dopravy v Praze 1961-2009

Rok	Motorová vozidla celkem		Z toho osobní automobily		Podíl osobních automobilů na celkových dopravních výkonech (%)
	mil. vozokm	%	mil. vozokm	%	
1961	2,273*	31	1,273*	23	56
1971	5,061*	69	3,543*	65	70
1981	5,562	76	4,338	79	78
1990	7,293	100	5,848	100	80
1995	12,961	178	11,509	197	89
2000	16,641	228	15,131	259	91
2005	19,899	273	18,023	308	91
2006	20,278	278	18,330	313	90
2007	20,929	287	19,016	325	91
2008	21,040	288	19,139	327	91
2009	21,231	291	19,481	333	92

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

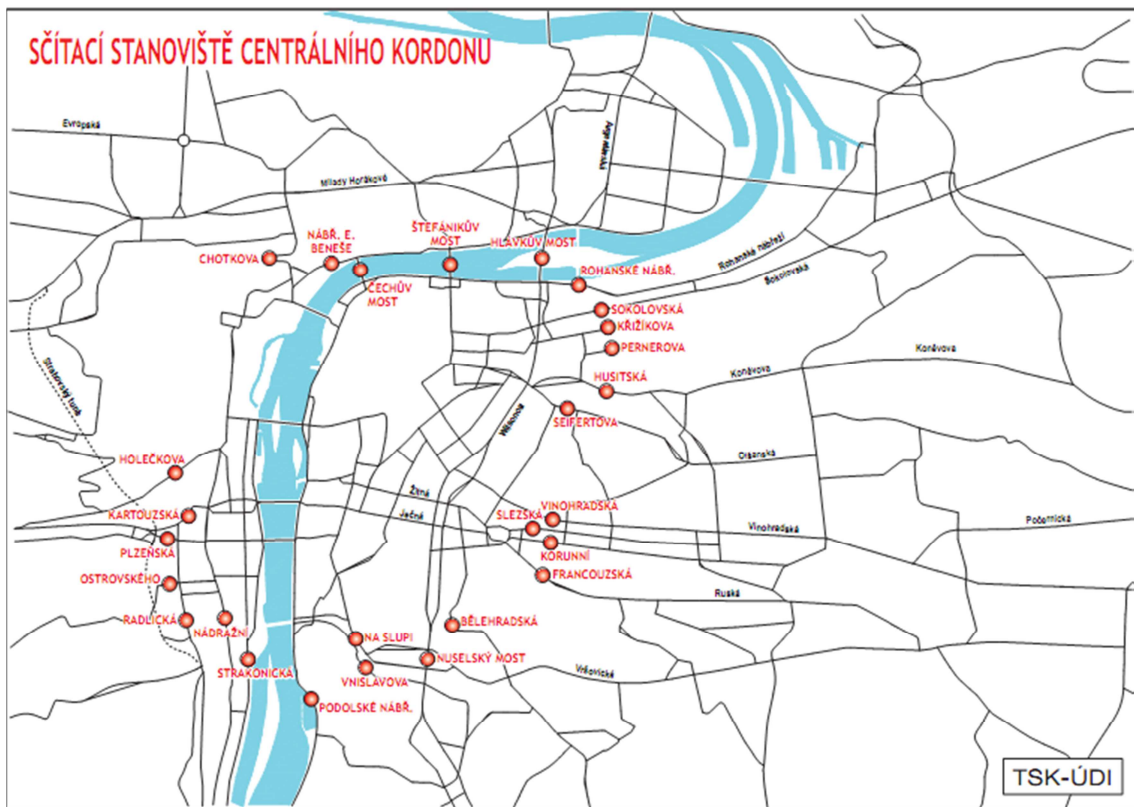
Kordonové sledování

Jsou to „periodická dopravní sčítání na místech vytvářejících ucelený kordon všech významných vstupních komunikací do vymezené oblasti. Vývoj vnitroměstské dopravy je sledován na tzv. centrálním kordonu, vývoj vnější dopravy je sledován na tzv. vnějším kordonu. Časové řady na obou kordonech jsou k dispozici od roku 1961.“ [9]

Centrální kordon

Centrální kordon zahrnuje širší oblast centra města. Ta je přibližně vymezená Petřínem na západní straně, Letnou na severní straně, Riegrovými sady na východní straně a Vyšehradem na jihu. Strahovský tunel a Mrázovka jsou již mimo centrální kordon.

Obrázek 9 Sčítací stanoviště centrálního kordonu



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Do širší oblasti centra města vjízdělo v roce 2009 za 24 h průměrného dne 311 000 vozidel, z toho 298 000 osobních automobilů. Ve srovnání s rokem 1990 to bylo cca o 30 % vozidel více. Veškerý nárůst byl tvořen pouze osobními automobily, neboť počet nákladních vozidel a autobusů od roku 1990 naopak poklesl o více než polovinu (-64 %).

Vnější kordon

Sčítání se provádí ve vnějším pásmu města a vyjadřuje obousměrnou intenzitu automobilové dopravy na vstupech silnic a dálnic do souvisle zastavěného území města.

Intenzita automobilové dopravy ve vnějším pásmu se v roce 2009 oproti roku předcházejícímu snížila o 1,2 %. Do Prahy přijíždělo přes hranici vnějšího kordonu za 24 h průměrného pracovního dne 278 000 vozidel, z toho 245 000 osobních automobilů.

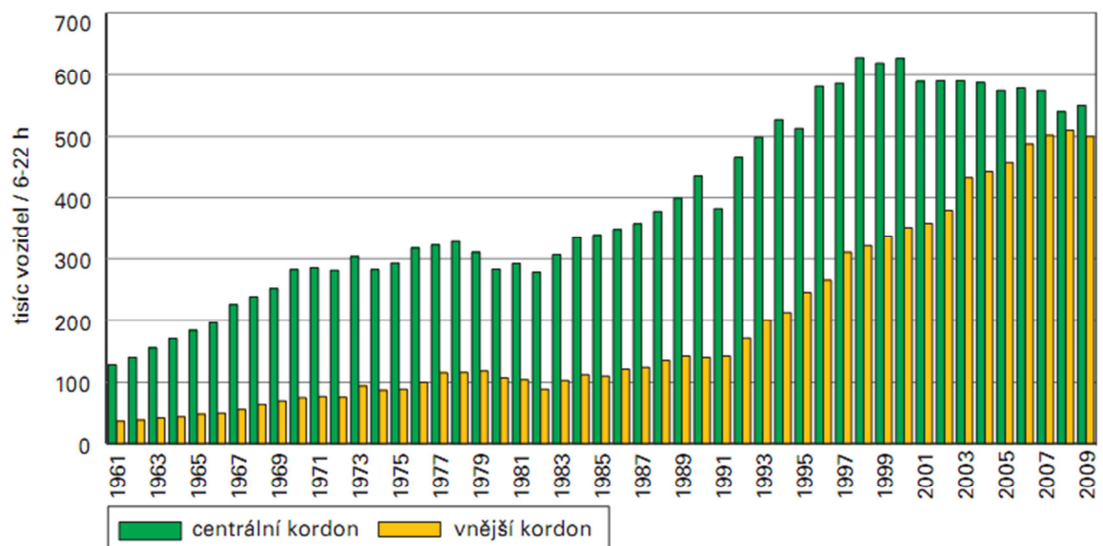
Na obrázku č. 10 jsou vidět sčítací stanoviště vnějšího kordonu. Jedná se celkem o 18 stanovišť rozmístěných na strategických komunikacích .

Obrázek 10 Sčítací stanoviště vnějšího kordonu



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Obrázek 11 Intenzita dopravy na centrálním a vnějším kordonu



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Obrázek č. 10 zobrazuje vývoj intenzity dopravy v centrálním a vnějším kordonu. Je z něj patrné, že největší nárůst v centrálním kordonu byl v 90. letech a kulminoval v roce 1997. Oproti tomu ve vnějším kordonu je největší nárůst vidět na přelomu tisíciletí a vrcholu dosáhla intenzita dopravy v roce 2007.

Nejzatíženější úseky

Na celé pražské komunikační síti je celá řada problémových úseků. Nejzatíženější jsou uvedeny v tabulkách níže.

Tabulka 8 Nejzatíženější úseky na pražské komunikační síti v roce 2009

Komunikace	Úsek	Vozidel/ den
Barrandovský most		130 000
Jižní spojka	5.května-Vídeňská	127 000
Brněnská(dálnice D1)	Chodovec-Chodov	114 000
5.května	Jižní spojka-Chodovec	111 000
Strakonická	Dobříšská-Barrandovský most	110 000
Wilsonova	přemostění Masarykova nádraží	103 000

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Z tabulek č. 9 a 10 je patrné, že úseky Jižní spojky, spolu s mimoúrovňovými křižovatkami na ni navazujícími, jsou z hlediska intenzity dopravy nejproblémovějšími místy na pražské komunikační síti.

Tabulka 9 Nejzatíženější mimoúrovňové křižovatky v roce 2009

Komunikace	Komunikace	Vozidel/ den
5.května	Jižní spojka	215 000
Strakonická	Barrandovský most	181 000
Jižní spojka	Vídeňská	157 000
Jižní spojka	Chodovská	157 000
Jižní spojka	Průmyslová	139 000

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

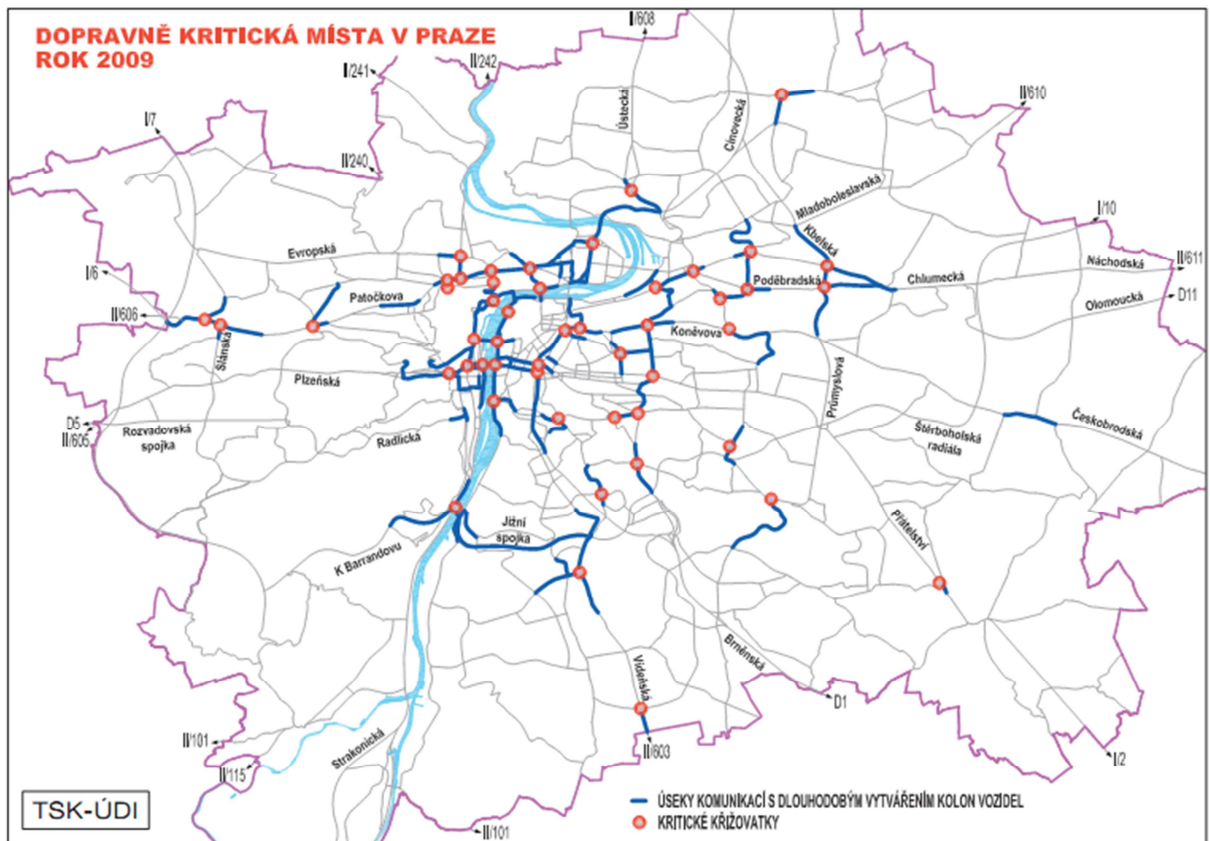
Mimoúrovňové křižovatky jsou podle údajů v tabulkách dvakrát až třikrát zatíženější než úrovňové, což je vzhledem k propustnosti úrovňových křižovatek logický závěr.

Tabulka 10 Nejzatíženější úrovňové křižovatky

Komunikace	Komunikace	Vozidel/ den
Poděbradská	Kbelská	74 000
Anglická	Legerova	71 000
Černokostecká	Průmyslová	71 000
Žitná	Mezibranská	70 000
Argentinská	Plynární	68 000

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Obrázek 12 Mapa dopravně kritických míst v Praze 2009



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

2.3.2 Skladba dopravního proudu v pracovních dnech

Ve skladbě dopravního proudu výrazně převažují osobní automobily. Z hlediska územního rozložení se podíl osobních automobilů v dopravním proudu zvyšuje směrem k centru města. V roce 2009 činil na centrálním kordonu 96 %, na vnějším kordonu 88 % a v průměru na celé síti 92 %.

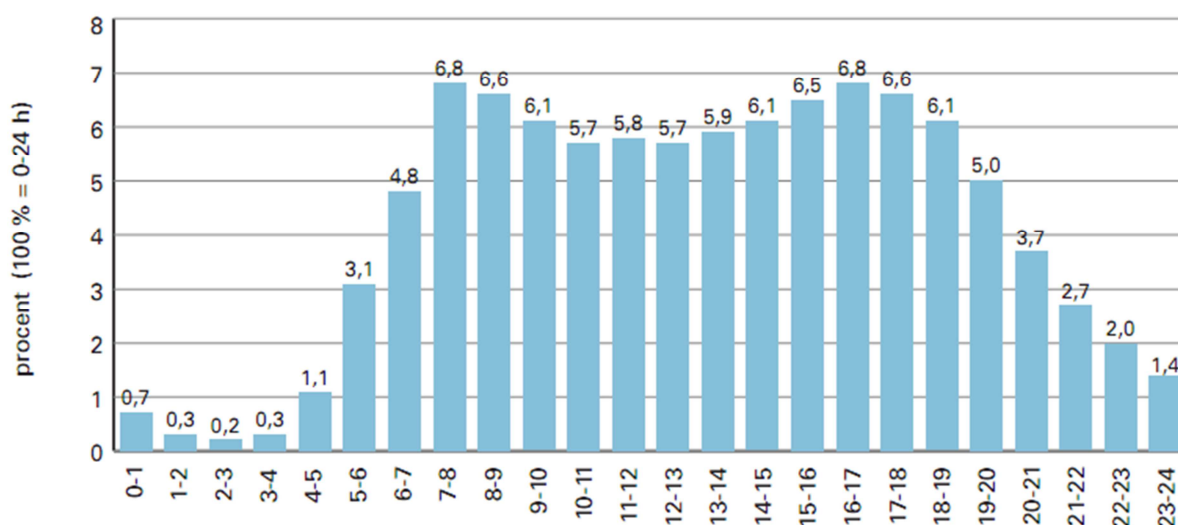
2.3.3 Časové variace automobilové dopravy

Denní variace dopravních výkonů automobilové dopravy v pracovní dny jsou charakteristické určitými skutečnostmi.

Převážná část denních dopravních výkonů se odehrává mezi 6 až 18 hodinou (přibližně 73 % celkových denních výkonů). Během dne jsou evidovány dvě špičková období a to ranní mezi 7 až 8 hodinou a odpolední mezi 16 až 17 hodinou. Podíl obou denních špiček na denních výkonech je shodně 6,8 % pro každou z nich.

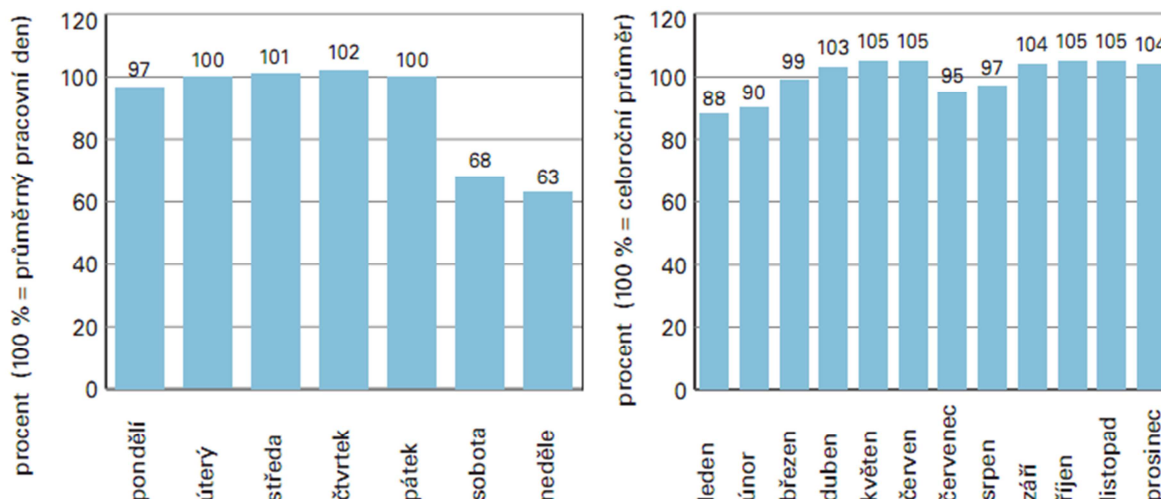
Polední sedlové období mezi 12 až 13 hodinou přitom představuje 5,7 % z celkových denních výkonů a rozdíl oproti oběma špičkám není příliš výrazný.

Obrázek 13 Denní variace automobilové dopravy v Praze



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Obrázek 14 Týdenní a roční variace automobilové dopravy Praha



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

2.4 Dopravní nehody

Dopravní nehody jsou neoddelitelnou součástí automobilové dopravy. Ruku v ruce s vysokou intenzitou dopravy jde i vysoké riziko vzniku nebezpečných situací ústících v dopravní nehodu.

V roce 2009 došlo v Praze k 15 583 evidovaným nehodám, při nichž bylo 40 osob usmrceno a 2 429 osob zraněno.

675 nehod bylo s účastí chodců, přičemž 13 osob bylo usmrceno a 626 osob zraněno. Chodci sami zavinili 304 nehod, při nichž bylo usmrceno 5 osob a 269 osob bylo zraněno. Rozhodující podíl nehod byl zaviněn řidiči, a to 14 968 z 15 583 nehod, což představuje 96 %.

Hlavními příčinami nehod zaviněnými řidiči byly nesprávný způsob jízdy a nedání přednosti v jízdě. Počet nehod, při kterých byl u viníka zjištěn alkohol, byl 557.

Tabulka 11 Nehody - následky a příčiny nehod

	2007	2008	2009	rozdíl 09/08 (%)
Počet nehod	33 484	30 251	15 583	- 48
Počet smrtelných zranění	33	38	40	+ 5
Počet těžkých zranění	352	334	347	+ 4
Počet lehkých zranění	1 923	1 941	2 082	+ 7
Počet nehod se zraněním	1 943	1 909	2 094	+ 10
Počet nehod bez zranění	31 541	28 342	13 489	- 52
Zaviněno řidičem	32 650	29 530	14 968	- 49
z toho nedodržení bezpečné vzdálenosti	8 918	7 777	2 555	- 67
nevěnování se řízení	6 503	4 506	2 211	- 51
jízda na červenou	493	461	327	- 29
nedání přednosti proti příkazu dopravní značky, při odbočování vlevo, při přejíždění z pruhu do pruhu	6 015	5 544	2 697	- 51
nepřízpůsobení rychlosti hustotě provozu, vlastnostem vozidla, stavu vozovky a komunikace, překročení dovolené rychlosti	1 870	1 681	1 398	- 17
Zaviněno závadou komunikace	115	77	72	- 5
Zaviněno chodcem	311	326	304	- 7
Zaviněno cyklistou	64	45	68	+ 51

Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Z tabulky výše lze vypočítat značný pokles v nehodovosti v roce 2009. Počet evidovaných nehod ve srovnání s předcházejícím rokem se rapidně snížil i díky novele zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích. Ten několikrát změnil povinnost nahlašovat policii pouze ty dopravní nehody bez zranění a bez poškození majetku třetí osoby, při nichž došlo pouze k hmotné škodě. Od roku 2009 musí tato škoda zřejmě převyšovat 100 000 Kč.

Přesto došlo k mírnému nárůstu počtu usmrčených osob. Mírný nárůst počtu těžce zraněných osob doprovázel nárůst počtu lehce zraněných osob a stejně tak počtu nehod se zraněním.

Tabulka 12 Počty dopravních nehod, zranění a relativní nehodovost

Rok	Celkem nehod		Smrtelná zranění		Těžká zranění		Lehká zranění		Relativní nehodovost	Dopravní výkony %
	počet	%	Počet	%	počet	%	počet	%		
1961	5 495	30	63	69	580	157	2 361	84	7,3	31
1971	8 496	47	123	135	567	154	4 046	144	5,1	69
1981	13 064	72	81	89	401	109	2 572	92	7,1	76
1990	18 024	100	94	100	369	100	2 806	100	7,5	100
1995	33 898	188	123	131	679	184	4 044	144	7,9	178
2000	40 560	225	80	85	521	141	3 260	116	7,4	228
2005	33 349	185	61	65	393	107	2 603	93	5,1	273
2006	34 689	192	56	60	357	97	2 047	73	5,2	278
2007	33 484	186	33	35	352	95	1 923	69	4,8	287
2008	30 251	168	38	40	334	91	1 941	69	4,7	288
2009	15 583	86	40	42	347	94	2 082	74	2,2	291

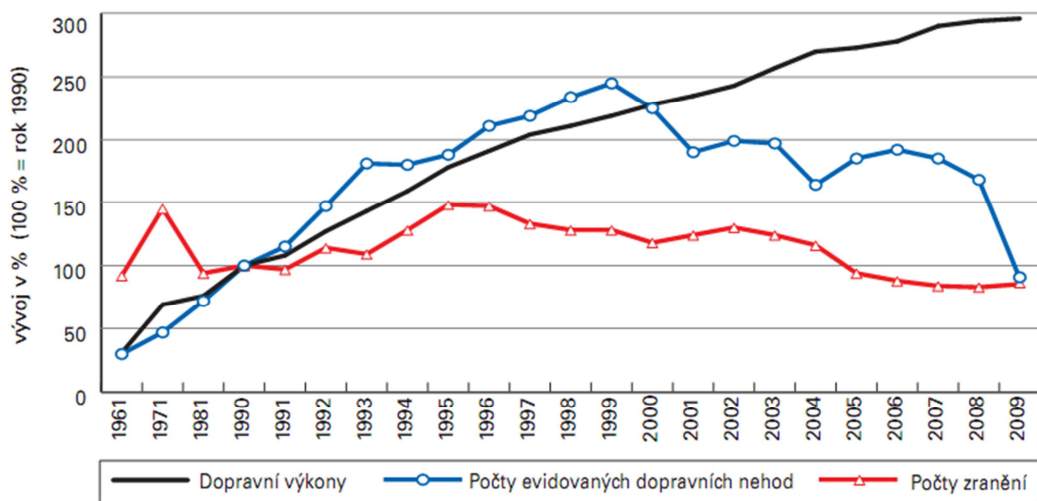
Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

Dlouhodobý trend vývoje dopravní nehodovosti na území Prahy je možné vypočítat z tabulky č. 12 a obrázku č. 15. Z těchto údajů lze konstatovat, že v 60. až 80. letech minulého století byla dlouhodobá tendence vývoje nehodovosti relativně příznivá. Počet dopravních nehod zhruba odpovídal vývoji dopravních výkonů a zvyšoval se pomaleji než dopravní výkony.

V 90. letech se základní tendence začala měnit v nepříznivou. Dopravní nehody začaly přibývat rychleji než dopravní výkony, a tím vzrůstala i míra nehodového rizika, vyjádřená ukazatelem relativní nehodovosti (počtem nehod připadajícím na milion ujetých vozokilometrů).

V roce 2009 připadalo na celém území Prahy v průměru 2,2 evidovaných dopravních nehod na 1 milion ujetých vozokilometrů. Pozitivně můžeme hodnotit snižování počtu smrtelných, těžkých i lehkých zranění při dopravních nehodách. Ještě příznivější je porovnání dlouhodobého vývoje počtu zranění s intenzitou automobilového provozu. Ve srovnání s rokem 1990 se za posledních 19 let automobilový provoz ve městě zvýšil téměř na trojnásobek, zatímco počet zranění při dopravních nehodách poklesl o 24 %.

Obrázek 15 Nehody, zranění a dopravní výkony v Praze 1961-2009



Zdroj: Ročenka dopravy Praha 2009

3 Analýza současných dopravních výkonů

Dopravní výkony jsou jedním z hlavních ukazatelů provozu dopravního podniku. Úzce s nimi souvisí náklady nutné k jejich realizaci a také tržby z nich plynoucí.

3.1 Dopravní výkony

Dopravní výkon je podle slovníku dopravní terminologie charakterizován jako dopravní práce vykonaná za jednotku času.

U DPP bychom mohli dopravní výkony chápat z různých hledisek. Prvním je čisté množství přepravených osob v určitém období. Druhým hlediskem je udání výkonů v osobokilometrech, přičemž osobokilometr je definován jako přeprava jednoho cestujícího na vzdálenost jednoho kilometru. Dalšími jsou určení výkonů ve vozových kilometrech a místových kilometrech, což je měrná jednotka představující jakoukoliv přepravu obsazeného nebo neobsazeného vozu na vzdálenost jednoho kilometru, respektive pohyb jednoho místa obsaditelnosti na vzdálenost jednoho kilometru.

3.1.1 Vozové a místové kilometry

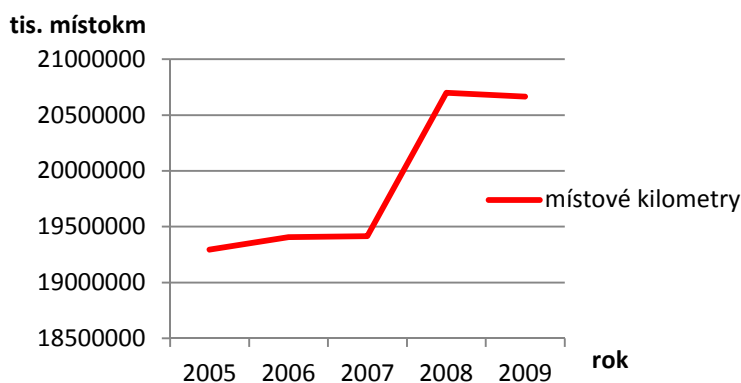
Tabulka č. 13 spolu s obrázkem č. 16 a č. 17 znázorňuje vývoj dopravních výkonů vyjádřených v tisících vozových a místových kilometrech.

Tabulka 13 Vývoj dopravních výkonů ve vozových a místových kilometrech

	2005	2006	2007	2008	2009
vozové kilometry	157372	158185	157826	163418	162402
místové kilometry	19296005	19407397	19414422	20698926	20665028

Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s.

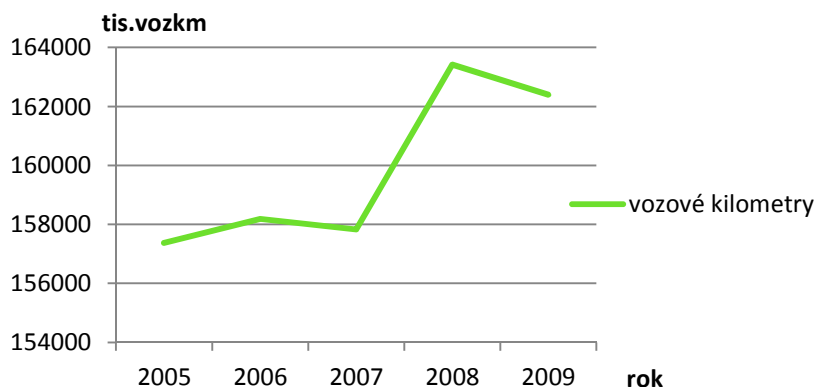
Obrázek 16 Vývoj dopravních výkonů v místokilometrech



Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s.

Je patrné, že od roku 2005 docházelo k růstu obou parametrů, až do roku 2008, kdy začaly klesat. Na tento pokles mělo vliv hlavně nasazování vyššího počtu kloubových vozidel na úkor standardních tramvají a autobusů.

Obrázek 17 Vývoj dopravních výkonů ve vozových kilometrech



Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s.

3.2 Přepravené osoby

Množství přepravených osob je dle mého názoru nejnázorněji interpretovatelným údajem přinášejícím přehled o celkových výkonech dopravního podniku poskytujícím městskou hromadnou dopravu.

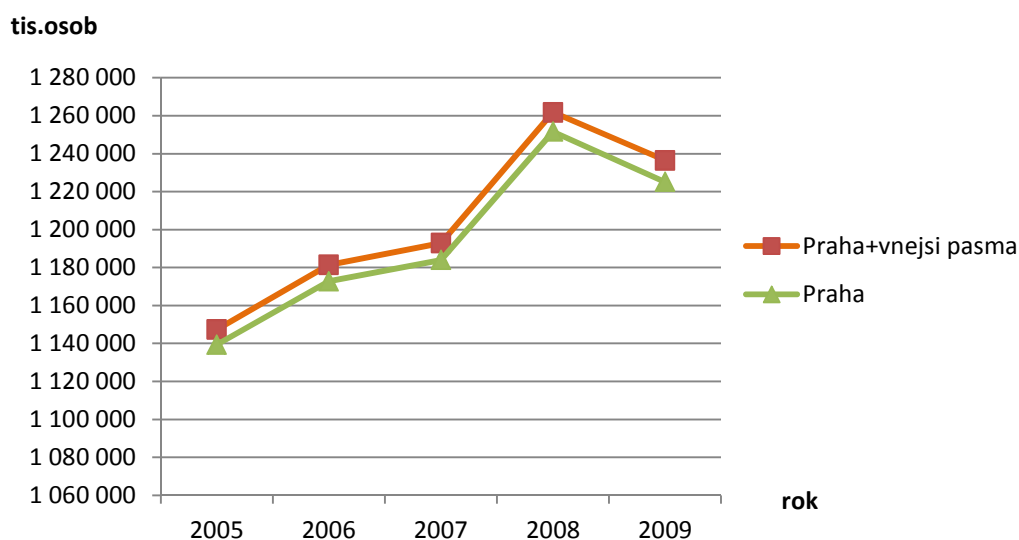
Tabulka 14 Množství přepravených osob dle jízdních dokladů

Druh jízdního dokladu	2005	2006	2007	2008	2009
	DP	DP	DP	DP	DP
Časové jízdenky celkem:	716 519	758 223	767 522	838 548	830 162
- občanské zvýhodněné celkem	330 787	328 424	309 046	314 793	97 690
- zvýhodněné celkem	199 341	191 085	181 993	174 944	134 888
- roční vydané bez osobních údajů držitele	39	161	83	504	1 367
- vydané bez osobních údajů držitele s volitelným začátkem doby platnosti	301	584	648	1 136	1 690
- zvýhodněné vydané na základě poskytnutí osobních údajů držitele s volitelným	186 051	237 969	275 752	347 171	594 527
Jízdenky MHD	40 344	41 018	40 876	40 760	40 428
Časové krátkodobé jízdenky	24 498	28 143	30 705	20 089	19 862
Paušální úhrada jízdného	1 829	1 877	1 948	2 276	2 121
Jízdenky na jednotlivou jízdu vč. P+R	149 525	137 246	140 427	133 267	127 476
Bezplatná přeprava	206 631	206 205	202 449	216 671	205 087
PŘEPRAVENÉ OSOBY NA ÚZEMÍ HL. M. PRAHY celkem	1 139 346	1 172 712	1 183 927	1 251 611	1 225 136
PŘEPRAVENÉ OSOBY ve vnějších pásmech	8 054	8 693	8 999	10 228	11 337
PŘEPRAVENÉ OSOBY NA ÚZEMÍ HL. M. PRAHY a ve vnějších pásmech celkem	1 147 400	1 181 405	1 192 926	1 261 839	1 236 473

Zdroj: interní materiály DPP a.s.

Celkové množství přepravených osob, podobně jako vozové kilometry, stoupalo do roku 2008. Poté došlo mírnému poklesu, konkrétně o 2,12 %. Došlo ovšem k výrazné změně ve struktuře přepravených osob dle jednotlivých druhů jízdních dokladů, a zejména u ročních dokladů bez údajů držitele a dokladů s poskytnutými osobními údaji.

Obrázek 18 Přepravené osoby v letech 2005 - 2009



Zdroj: interní materiály DPP a.s.

3.3 Náklady DPP

Dopravní výkony jsou úzce spjaty s náklady, které musí podnik vynaložit k jejich uskutečnění. Sledování vývoje nákladů je důležité pro všechny typy podniků, u podniků poskytujících dopravní služby je nutné správné přiřazení k jednotlivým činnostem.

3.3.1 Teoretické vymezení nákladů v dopravě

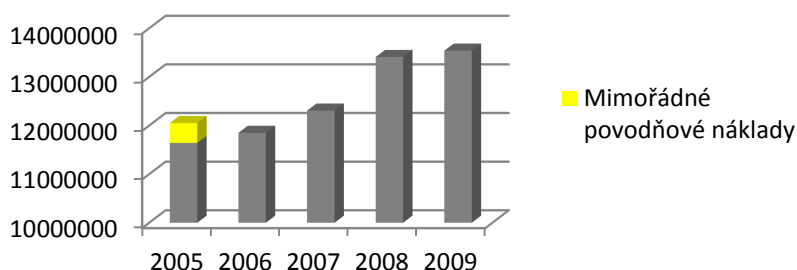
Dopravní náklady jsou peněžním vyjádřením toho, co musí poskytovatel dopravy, dopravce, zaplatit nebo vydat, aby byla provedena přeprava.

Náklady, jsou důležitou ekonomickou kategorií na, jejichž výši a dynamice závisí hospodářská situace dopravního podniku. Účelné využití informace o nákladech pro řízení dopravního podniku předpokládá jejich důkladnou analýzu, které smyslem je podrobněji sledovat nákladovou strukturu podle podstatných nákladových znaků jednotlivých nákladových položek.

Nejčastěji je uváděna obecná struktura nákladů dopravního podniku v členění

- podle druhu spotřebovaných výkonů,
- podle přičitatelnosti,
- podle druhu podnikových činností,
- podle organizačního hlediska,
- podle proměnlivosti,
- podle času,
- podle místa vzniku (nákup, provoz, řízení..),

Obrázek 19 Vývoj celkových nákladů v letech 2005 - 2009



Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s.

Celkové náklady DPP a.s. v letech 2005 až 2009 pravidelně narůstaly. Zvláštností v roce 2005 byly mimořádné náklady na odstranění škod způsobených povodní na dopravních cestách ve vlastnictví DPP a.s., zejména na kolejové síti metra.

Tabulka 15 Kalkulace nákladů na 1 vozový kilometr

	2005	2006	2007	2008	2009
Metro	99,4852	97,7054	94,1727	90,3571	94,5691
Tramvaje	48,0606	48,3099	56,9746	55,6721	55,6395
Bus	37,6632	39,1351	44,1722	49,2487	47,62
Ředitelství	15,8136	13,694	13,1303	14,9317	15,2899

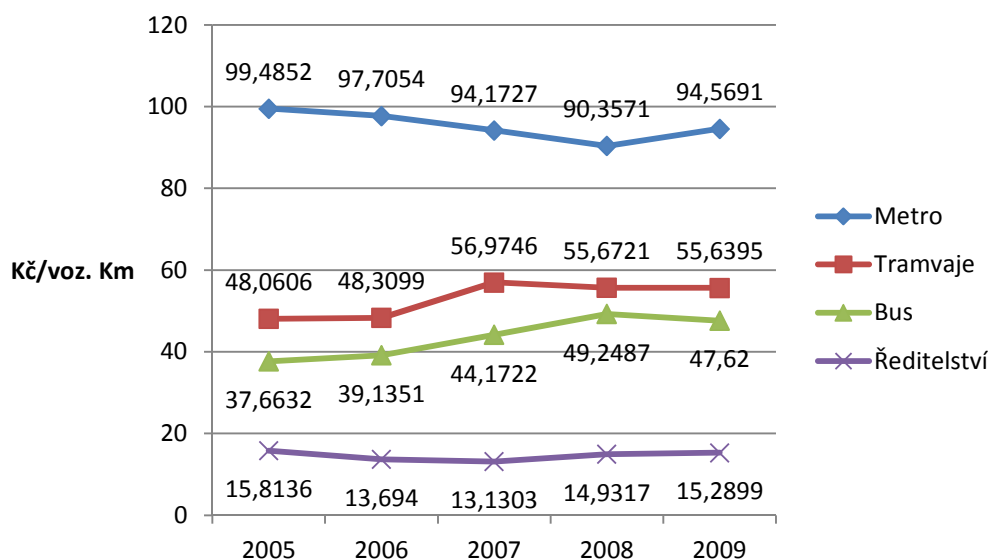
Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s.

Tabulka č. 17 spolu s obrázkem č. 21 zobrazuje vývoj nákladů zkalkulovaných na jeden vozový kilometr. Mírné výkyvy souvisí jednak s mimořádnými povodňovými náklady v roce 2005, ale také se změnami cen odebírané trakční energie a pohonných hmot. Pokles nákladů na jeden vozokilometr u autobusů v roce 2009 je dán částečně větším využitím tzv. emulzní nafty jako paliva.

U tramvají se podařilo zastavit růst nákladů, a to jednak změnou podmínek nákupu trakční energie jak je uvedeno výše, ale také využitím energeticky efektivnějších vozidel a vozidel s rekuperací energie.

Kalkulace nákladů na 1 vozový kilometr se u ředitelství týká především služebních a štábních cest.

Obrázek 20 Kalkulace nákladů na 1 vozový kilometr



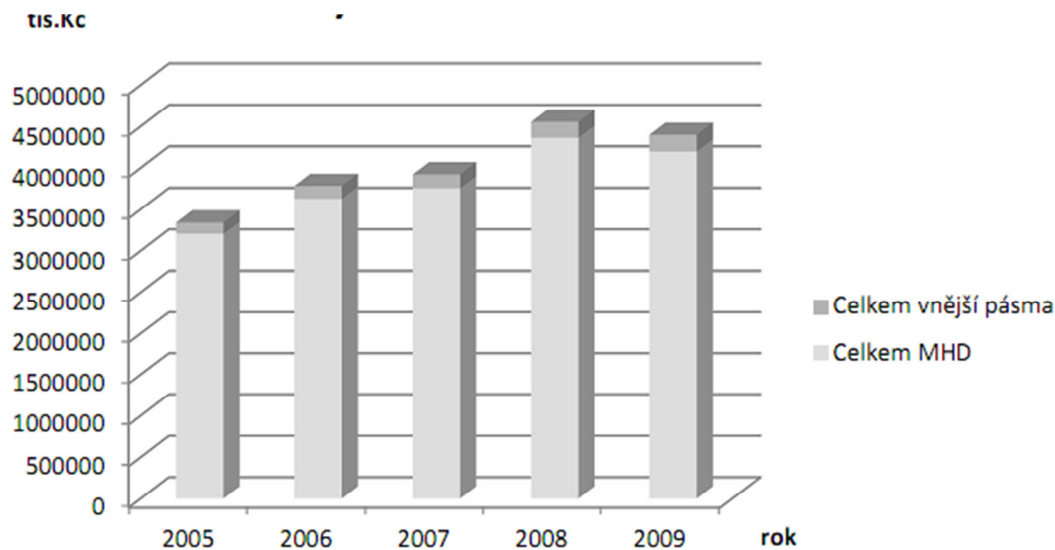
Zdroj: Výroční zpráva DDP a.s.

3.4 Tržby dopravního podniku

Tržby dopravního podniku jakožto poskytovatele základní dopravní obslužnosti plynou z prodeje jízdenek, proto je zde velice důležitým faktorem tarifní politika.

Celkové tržby DPP dosáhly v roce 2009 výše 4,398 miliardy Kč, což představuje oproti roku 2008 pokles o 3,4 %. Tento pokles je viditelný na obrázku č. 23, který zobrazuje vývoj tržeb dopravního podniku v letech 2005 až 2009. Tržby od roku 2005 rostly, právě až do roku 2008, kdy došlo ke zmiňovanému poklesu. Ten je způsoben hlavně poklesem celkového množství přepravených osob.

Obrázek 21 Vývoj tržeb v letech 2005 - 2009



Zdroj: Výroční zpráva DPP a.s.

Z celkového srovnání vychází, že tržby z přepravy cestujících dalece nedosahují nákladů na provoz. Aby měl dopravní podnik dostatek prostředků na investice do obnovy vozového parku a na výstavbu a údržbu dopravních cest, je podle uzavřené smlouvy o závazku veřejné služby k zajištění dopravní obslužnosti hromadnou dopravou osob přidělena dotace z rozpočtu hlavního města Prahy, která například v roce 2009 činila přibližně 9,4 mld. Kč.

Zvyšování dopravních výkonů je tedy důležité spíše z hlediska celkové dopravní situace v Praze a kvůli omezení individuální automobilové dopravy, než kvůli tržbám. Ty podobně jako u většiny městských dopravních podniků v Evropě nejsou schopny pokrýt náklady spojené s provozem, a tudíž jsou nezbytné dotace.

4 Modelování sezónnosti v přepravních výkonech

Díky předchozí kapitole již máme představu o výkonech DPP. Především v oblasti přepravených osob je ale pro pochopení vývoje nutná detailnější analýza. Rozbor dlouhodobého vývoje celkového množství přepravených osob, spolu se strukturou využití jednotlivých druhů jízdenek, může pomoci odhalit dlouhodobé trendy a změny v chování zákazníka.

S využitím hodnot měsíčních přepravních výkonů v letech 2005 až 2009 se pokusím odhalit některé změny ve vývoji. Za tímto účelem budu s měsíčními daty pracovat jako s časovou řadou.

4.1 Časové řady

Časová řada je posloupnost věcně a časově srovnatelných pozorování, která jsou jednoznačně uspořádána z hlediska času ve směru minulost – přítomnost. [4]

Analýzou časové řady rozumíme soubor metod, které slouží k popisu časové řady, a případně k předvídání jejího budoucího chování.

4.1.1 Dělení časových řad

Časové řady můžeme rozlišovat podle několika hledisek. Podle rozhodného časového hlediska je dělíme na časové řady intervalové a na časové řady okamžikové. Podle periodicity, s jakou jsou údaje v řadách sledovány, je dělíme na časové řady roční (dlouhodobé) a na časové řady krátkodobé.

4.2 Metodika analýzy přepravených osob

V našem případě tvoří základní časovou řadu 60 hodnot představujících celkové množství přepravených osob v jednotlivých měsících v letech 2005 až 2009. Další časové řady jsou tvořeny měsíčním množstvím přepravených osob dle jednotlivých druhů jízdních dokladů. Jelikož časový interval mezi jednotlivými hodnotami měřeními jedná se o intervalovou časovou řadu.

Prvním krokem mé analýzy bylo očištění řady o důsledky kalendářních variací. Řady přepravených osob dle jednotlivých dokladů a celkem jsou uvedeny v příloze č. 1.

4.2.1 Očišťování časových řad

Pro srovnávání intervalových časových řad je nutné, aby se vztahovaly ke stejně dlouhým intervalům, tento problém se týká například měsíčních časových řad.

Řešením je tedy tzv. očištění časové řady od kalendářních variací.

$$y_t^{(0)} = y_t \frac{\bar{k}_t}{k_t}$$

y_t hodnota očišťovaného ukazatele v příslušném období,

k_t počet kalendářních dnů v příslušném období,

\bar{k}_t průměrný počet kalendářních dnů v příslušném období,

Při vlastním očišťování jsem použil standardní měsíc o 30-ti dnech. Součet měsíčních údajů pak odpovídá roku s 360 dny. Očištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce v příloze č. 1.

4.2.2 Základní charakteristiky časových řad

Základní představu o charakteru procesu představovaných časovou řadou můžeme rychle získat díky grafickému znázornění. Tímto způsobem lze rozpoznat dlouhodobé tendence a některé periodické změny. Určení elementárních charakteristik je další rychlým způsobem jak o časové řadě něco zjistit. Mezi tyto elementární charakteristiky se řadí např. difference různého řádu, tempa růstu a průměry hodnot.

Popisné charakteristiky

Při práci s časovými řadami je často důležité zjistit jejich průměrné hodnoty.

Prostý aritmetický průměr

$$\bar{y} = \frac{\sum_{t=1}^n y_t}{n} \quad \bar{y} = 98\,168\,860$$

V našem případě vychází průměrná hodnota očištěné řady 98 168 860 přepravených cestujících měsíčně.

4.2.3 Základní přístupy k analýze časových řad

Existuje několik možných způsobů, jak přistoupit k analýze časové řady. Výběr dané metody závisí na:

- účelu analýzy,
- typu časové řady,
- dostupné databázi,
- znalostech a dostupném softwarovém vybavení.

Box – Jenkinsova metoda

Za základní prvek konstrukce modelu časové řady se bere reziduální tj. náhodná složka. Můžeme mít závislé pozorování a velký důraz je zde kladen na využití korelační analýzy

Spektrální analýza

Zkoumanou řadu považujeme za směs sinusových a kosinusových křivek s různými amplitudami a frekvencemi. Využitím nástrojů jako jsou periodogramy a spektrální hustoty je možné získat obraz o intenzitě zastoupení jednotlivých frekvencí tj. o spektru řady.

Klasický model – Dekompozice časové řady

Podstatou tohoto modelu je rozklad časové řady na čtyři složky, a to trendovou, sezónní, cyklickou, a náhodnou. Metoda se zabývá identifikací i modelováním zejména systematických složek, především trendové a sezónní složky.

Trend – vyjadřuje obecnou tendenci dlouhodobého vývoje zkoumaného jevu za dlouhé období.

Sezónní složka – je pravidelně se opakující odchylka od trendové složky. Perioda této složky je menší než celková velikost sledovaného období.

Cyklická složka – udává kolísání okolo trendu v důsledku dlouhodobého vývoje, kdy dochází ke střídání fází růstu a poklesu. Jednotlivé cykly se utvářejí za období zpravidla delší než jeden rok.

Náhodná složka – vyjadřuje nahodilé a jiné nesymetrické výkyvy, např. chyby měření. Zbývá po vyloučení trendové, sezónní a cyklické složky. Předpokladem je, že je tvořena navzájem nezávislými náhodnými veličinami.

4.3 Modelování časové řady celkového množství přepravených osob

Z jednotlivých metod jsem k analýze daných časových řad použil výše uvedenou dekompoziční metodu.

Při dekompozici časové řady jsem postupoval tak, že jsem nejprve provedl ověření přítomnosti a identifikaci sezónní složky. Ta je následně z časové řady odstraněna tzn. je provedeno tzv. sezónní očištění. Následně je u dat očištěných od sezónnosti identifikována trendová složka.

Při jejím určení se používají nástroje regresní analýzy s tím, že se vyjadřuje závislost pozorování časové řady tj. závislé proměnné na čase. Pro jednoduchost je zde čas reprezentován pořadovým číslem pozorování. Poté je z časové řady odstraněn i trend. Tím by neměla v časové řadě již být přítomna žádná systematická složka, tedy nic v čem by bylo možné najít nějakou pravidelnost. Toto se označuje jako náhodná složka, někdy také jako reziduum, nebo bílý šum.

4.3.1 Test hypotézy o existenci sezónnosti

Než přistoupíme k operacím se sezónností je potřeba ověřit zda jsou výkyvy v časové řadě významné. K tomu se využije nulová hypotéza, která předpokládá, že všechny sezónní indexy v řadě jsou nulové. Oproti tomu alternativní hypotéza tvrdí, že alespoň jeden z nich nulový není.

K tomu využijeme testovací statistiku F

$$F = \frac{\frac{m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_j - \bar{y})^2}{r-1}}{\frac{SR}{(r-1)(m-1)}}$$

$$S_R = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r (y_{ij} - \bar{y})^2 - r \sum_{i=1}^m (\bar{y}_i - \bar{y})^2 - m \sum_{j=1}^r (\bar{y}_j - \bar{y})^2$$

m počet časových intervalů (roků),

r počet dílčích časových období, sezón,

- \bar{y}_j průměrná hodnota v j – té sezóně,
 \bar{y}_i průměrná hodnota v i – tém časovém intervalu,
 \bar{y} průměrná hodnota časového intervalu.

Testovací kritérium F má za platnosti nulové hypotézy rozdělení F s $(r-1)$ a $(r-1)(m-1)$ stupni volnosti.

Tabulka 16 Testování nulové hypotézy

s=5	r=12
F	21,50481095
F–test(11,44) ($\alpha = 0,05$)	~2

Zdroj: Vytvořeno autorem

Testovací kritérium F vychází na hladině významnosti α mimo interval $(-2; 2)$, a z toho vyplývá, že zamítáme nulovou hypotézu a v řadě existuje sezónnost.

4.3.2 Odstranění sezónnosti pomocí sezónních indexů

Pro očišťování řady od sezónní složky jsem použil tzv. sezónní indexy. Tyto indexy vyjadřují srovnání průměrné výše příslušné proměnné za jednotlivá období vůči průměru za celou časovou řadu. Konkrétně v tomto případě, jde o měsíční data, lze tedy předpokládat, že délka periody bude jeden rok a v rámci této periody bude dvanáct období, tedy dvanáct sezónních indexů. Výše sezónního indexu jsem určil podle následujícího vzorce:

$$S_j = \frac{m \cdot \sum_{i=1}^n X_{i,j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{i,j}}$$

kde n je počet period (v tomto případě let),

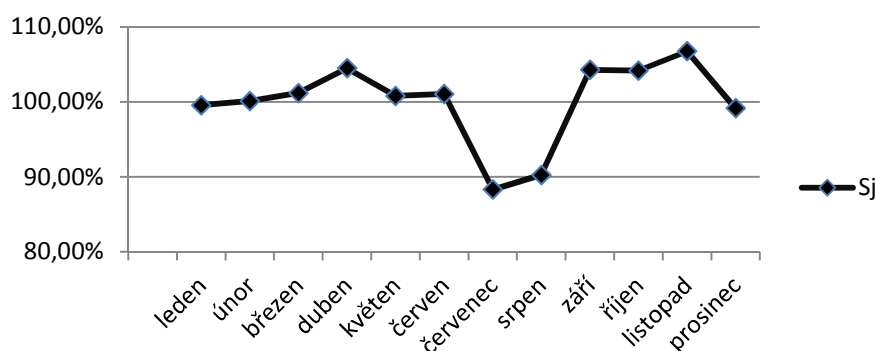
m je počet období v rámci jedné periody,

S_j je hodnota sezónního indexu pro j -té období,

$X_{i,j}$ je hodnota pozorování časové řady v i -té periodě a v j -tém období v rámci příslušné periody.

Přestože vzorec může na první pohled vypadat komplikovaně, jeho interpretace je velmi jednoduchá. V tomto případě tedy jsem sezónní index za první měsíc určil tak, že jsem sečetl všechna pozorování za první měsíce každého roku, vynásobil tento součet počtem období a vydělil sumou všech pozorování časové řady.

Obrázek 22 Sezónní indexy



Zdroj: vytvořeno autorem

Tabulka 17 sezónní indexy přepravených osob celkem

Měsíc	Sj
leden	99,55%
únor	100,11%
březen	101,16%
duben	104,48%
květen	100,78%
červen	101,04%
červenec	88,30%
srpen	90,24%
září	104,27%
říjen	104,16%
listopad	106,75%
prosinec	99,15%

Zdroj: vytvořeno autorem

Z hodnot sezónních indexů vypočítaných z celkového množství přepravených osob a zobrazených v tabulce č. 17 jsou pro analýzu nejvýznamnější hodnoty v červenci a srpnu. Ty vykazují největší odchylku od průměru a lze tedy říct, že množství přepravených osob je v červenci o přibližně o 12 % menší ve srovnání se všemi ostatními měřeními.

Vlastní sezónní očištění jsem provedl vydělením každého pozorování časové řady příslušným sezónním indexem. Tím zůstala časová řada očištěná od sezónnosti.

4.3.3 Určení trendu

Poté co je odstraněna z časové řady sezónnost, dalším krokem je určení trendu. Trend budeme, vzhledem k průběhu zobrazeném na obrázku č. 23, modelovat přímkou, takže uvažujeme pouze o lineární regresi. Specifikem v případě časových řad je pouze ta skutečnost, že nezávislou proměnnou je čas. Rovnice regresní přímky je tak následující:

$$X_t = b \cdot t + a$$

kde a , b jsou parametry regresní přímky,

a je průsečík, určující hodnotu, ve které přímky protne osu y , pokud je nulová prochází přímkou počátkem souřadnic 0 ,

b je směrnice, ta představuje tangens úhlu, který svírá daná přímka s kladným směrem osy x pravouhlých souřadnic,

t představuje čas.

Tabulka 18 Vypočítané hodnoty parametrů regresní přímky

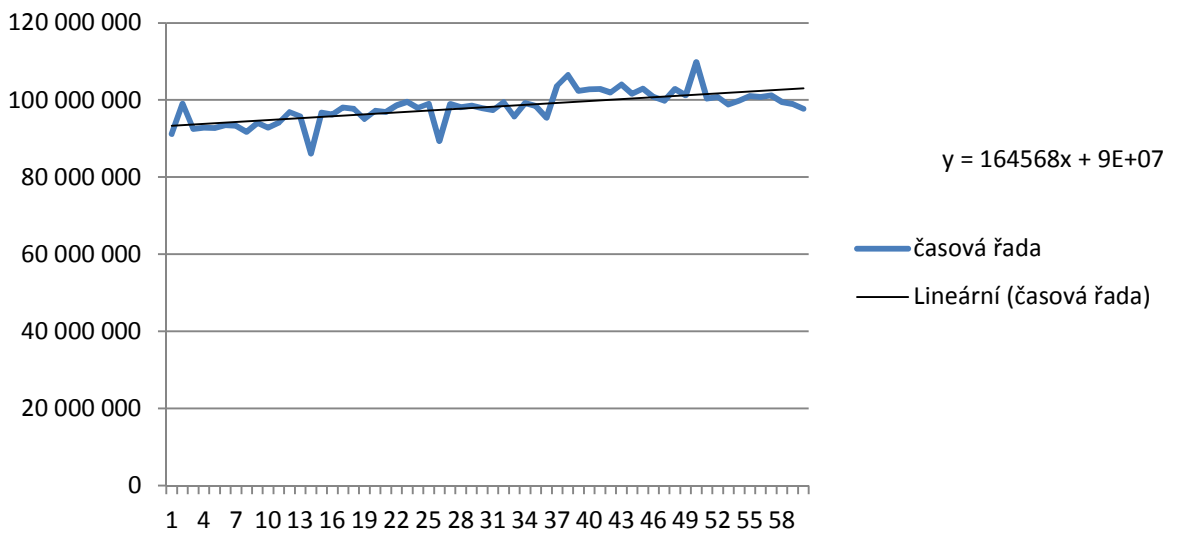
Průsečík	93 149 530
Směrnice	164 568

Zdroj: vytvořeno autorem

Pro určení regresních parametrů jsem použil funkce MS Excel, konkrétně Intercept a Slope. Čas, tedy nezávislá proměnná, je zde reprezentován pořadovým číslem měsíce.

Při znalosti obou regresních parametrů jsem již mohl modelovat trend tak, že do regresní přímky jsem dosadil jednotlivé hodnoty t a určil odhady pozorování časové řady, pokud by přesně sledovaly trendovou funkci.

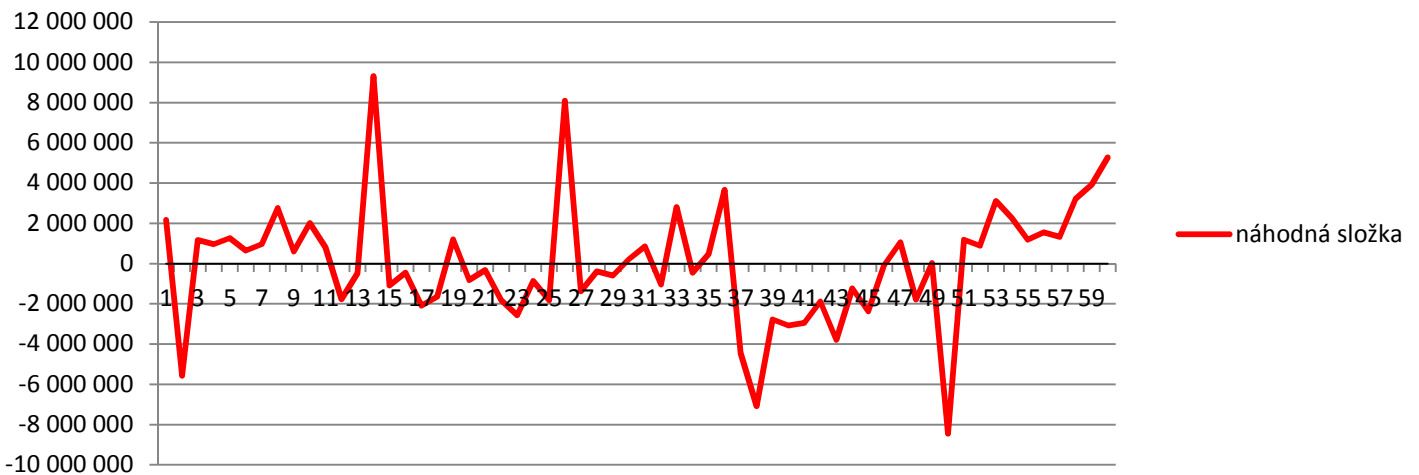
Obrázek 23 Zobrazení trendu



Zdroj: vytvořeno autorem

Z obrázku č. 23 je zřejmé, že průběh trendu se určitým způsobem liší od průběhu časové řady očištěné o sezónnost. Tento rozdíl je způsoben náhodnými vlivy a představuje již zmíněnou náhodnou složku, reziduum nebo také bílý šum. Pro kontrolu výpočtu a znázornění drobných odlišností je zobrazena přímka spolu s vlastní rovnicí.

Obrázek 24 Náhodná složka celkové časové řady



Zdroj : vytvořeno autorem

Náhodná složka by v tuto chvíli v sobě již neměla obsahovat nic systematického. Proto pro kontrolu správnosti mého postupu jsem odstranil z časové řady i trend. Určení náhodné složky, tedy rozdíl mezi sezónně očištěnými daty a trendovou funkcí pak je zobrazeno v obrázku č. 24.

Ke zjištění správnosti předpokladu o náhodné složce lze použít testy založené na reziduích. Osobně jsem k ověření nezávislosti náhodné složky použil Durbinův – Watsonův test. Při jeho použití ověřujeme nulovou hypotézu, že rezidua jsou nezávislá pomocí kritéria níže.

$$DW = \frac{\sum (e_t - e_{t-1})^2}{\sum e_t^2}$$

V případě nezávislosti se hodnota DW pohybuje okolo čísla 2, v případě přímé závislosti se blíží 0, při nepřímé závislosti číslu 4.

Tabulka 19 Hodnota Durbinova - Watsonova kritéria

DW	1,655445
----	----------

Zdroj: vytvořenou autorem

Výsledek Durbinova – Watsonova testu v našem případě vyšel 1,655, a proto můžeme při porovnání s kritickými hodnotami přijmout nulovou hypotézu a konstatovat, že rezidua jsou opravdu nezávislá.

4.3.4 Předpovídání časové řady

Po provedení dekompozice časové řady a testování reziduí jsem mohl přistoupit také k jejímu předpovídání. Stačí pouze namodelovat pokračování jednotlivých složek a složit je zpět dohromady. Jelikož jsem při dekompozici časové řady použil klasický model aditivního typu, který uvažuje časovou řadu jako součet jednotlivých složek, vycházel jsem z následujících předpokladů:

- Náhodnou složku není možné predikovat, protože neobsahuje žádnou systematickosti. Proto jsem ji při předpovídání uvažoval jako nulovou,
- Trend bude v budoucnu stejný jako v minulosti, tj. pouze jsem dosadil do vzorce regresní přímky hodnoty t představující budoucnost,
- Sezónnost se bude v budoucnu vyvíjet stejným způsobem jako v minulosti.

Prvním krokem tedy bylo prodloužení trendu, následně jsem v predikovaných hodnotách zohlednil sezónnost, a to vynásobením jednotlivých hodnot predikcí příslušným sezónním indexem.

Tyto vypočtené hodnoty, zobrazující predikci vývoje v prvních pěti měsících roku 2010, jsem pro znázornění přesnosti výpočtů porovnal se skutečným množstvím přepravených osob v měsících leden až květen.

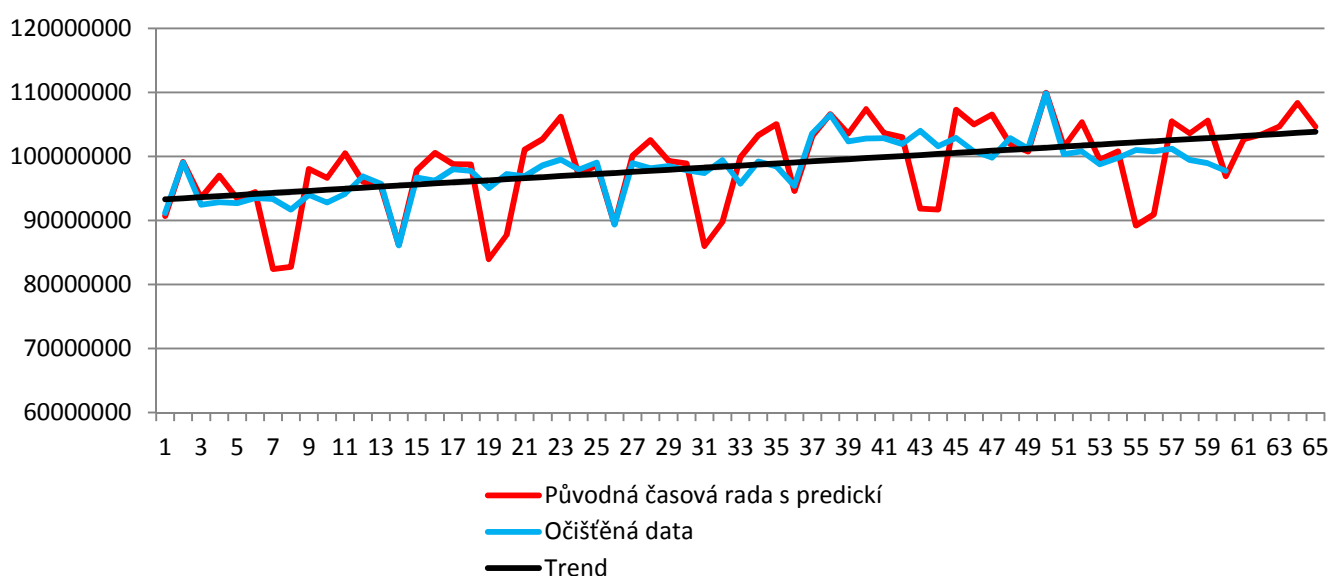
Tabulka 20 Předpovězené hodnoty

Číslo pozorování	Trend	Časová řada	Skutečné hodnoty	Odchylka
61	103 188 190	102 725 632	101 698 337	-1,00%
62	103 352 758	103 466 525	99 724 869	-3,62%
63	103 517 326	104 723 207	103 912 508	-0,77%
64	103 681 895	108 331 092	103 525 159	-4,44%
65	103 846 463	104 656 954	102 893 038	-1,69%

Zdroj: vytvořenou autorem

V tabulce č. 20 je vidět rozdíl mezi předpovězenými hodnotami ve sloupci Časová řada, a skutečným množstvím přepravených osob. Tato předpověď ale neobsahuje náhodnou složku, kterou není možno predikovat. Tato náhodná složka je možnou příčinou odchylek, které však ani v jednom případě nedosáhli 5%.

Obrázek 25 Znázornění složek časové řady celkových přepravených osob s predikcí



Zdroj: vytvořenou autorem

Na obrázku č. 25 je zachycena původní časová řada s predikcemi (červeně), sezónně očištěná data (modře) a modelovaný trend (černě).

4.4 Modelování časové řady přepravených osob dle jízdních dokladů

Po zjištění a vyjádření složek časové řady celkového množství přepravených osob jsem se pokusil analogicky modelovat i časové řady přepravených osob dle jednotlivých druhů dokladů. Hlavní otázkou bylo, zda budou výsledky srovnatelné a jednotlivé časové řady budou podobné řadě celkové.

4.4.1 Časové a krátkodobé jízdenky

S tímto druhem jízdního dokladu bylo během let 2005 – 2008 přepravena téměř polovina celkového množství přepravených osob. Až v roce 2009 došlo k poklesu o přibližně 50 % a tento úbytek byl kompenzován přibližně stejným nárůstem jízdenek s volitelným začátkem platnosti a ročními jízdenkami.

Aritmetický průměr

$$\bar{y} = 42\,715\,136$$

Jak je vidět aritmetický průměr této časové řady je méně jak polovina průměru celkové řady, to je zaviněno zmíněným poklesem v roce 2009 jinak by se jednalo o téměř přesnou polovinu.

Sezónní indexy

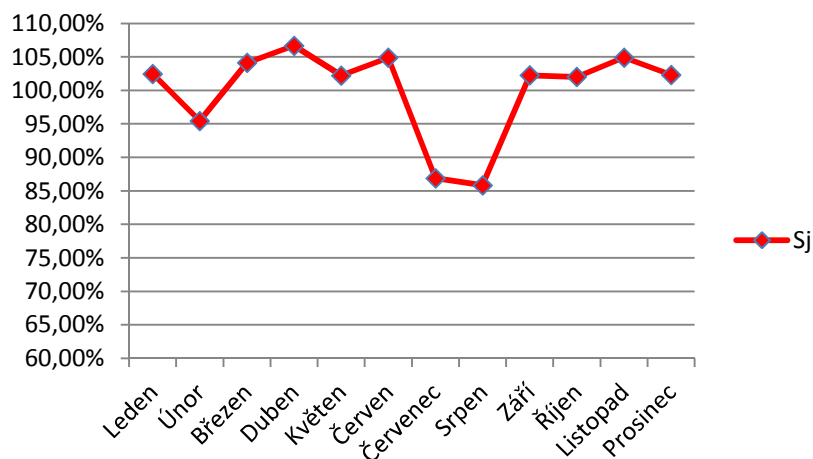
Tabulka 21 Sezónní indexy krátkodobých jízdenek

Měsíc	Sj
Leden	102,46%
Únor	95,44%
Březen	104,10%
Duben	106,67%
Květen	102,23%
Červen	104,87%
Červenec	86,89%
Srpen	85,84%
Září	102,26%
Říjen	102,01%
Listopad	104,91%
Prosinec	102,33%

Zdroj: vytvořenou autorem

Tabulka č. 20 spolu s obrázkem č. 26 zobrazuje sezónní indexy časové řady krátkodobých jízdének. Znatelné výkyvy jsou opět vidět v červenci a srpnu kdy dochází k rozdílu přibližně 15 % od průměru.

Obrázek 26 Sezónní indexy krátkodobých jízdének

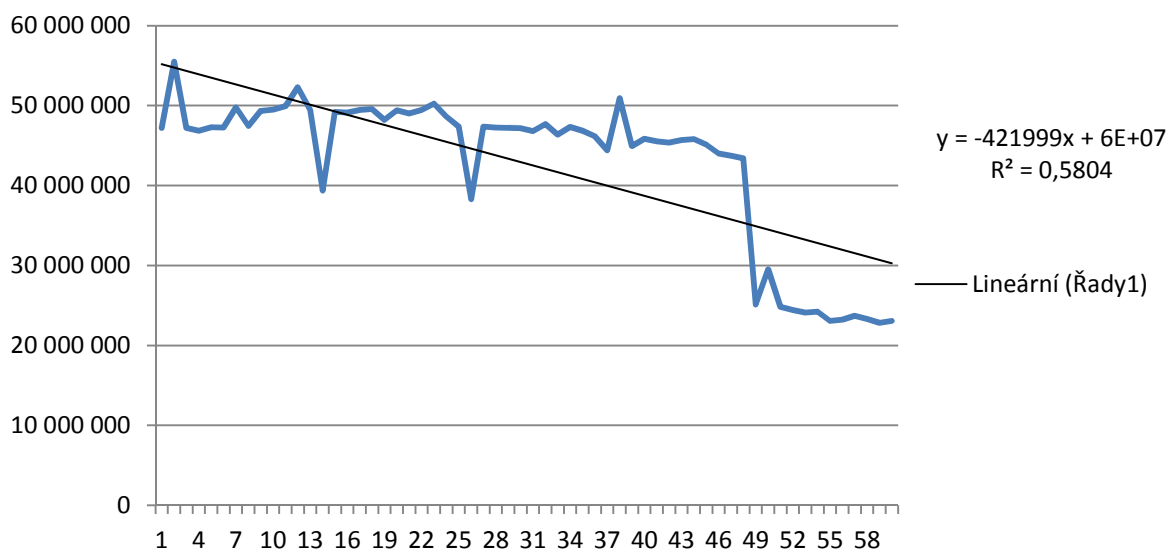


Zdroj: vytvořenou autorem

Určení trendu

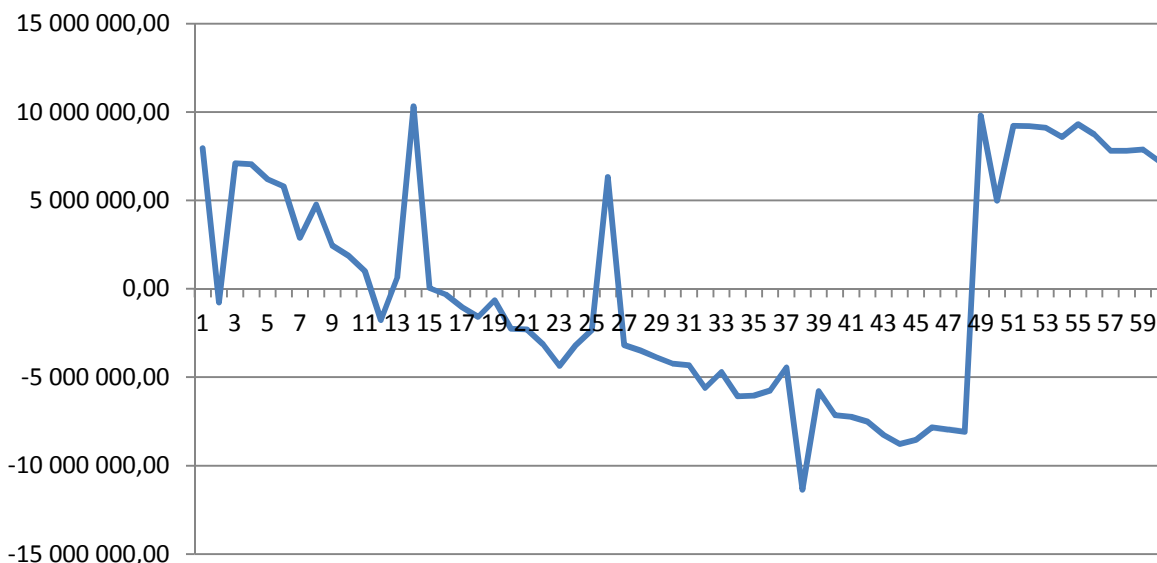
Na obrázku č. 27 je zobrazen vývoj trendu spolu s vygenerovanými hodnotami směrnice a průsečíku.

Obrázek 27 Zobrazení trendu u krátkodobých jízdének



Zdroj: vytvořenou autorem

Obrázek 28 Zobrazení náhodné složky časové složky krátkodobých jízdnek



Zdroj: vytvořenou autorem

Z tohoto rozložení náhodné složky jak je zobrazeno na obrázku č. 28 není pouhým okem patrná nějaké systematickosti. Ke kontrole jsem opět použil Durbinův – Watsonův test.

Tabulka 22 Hodnota Durbinova - Watsonova kritéria pro časové a krátkodobé jízdenky

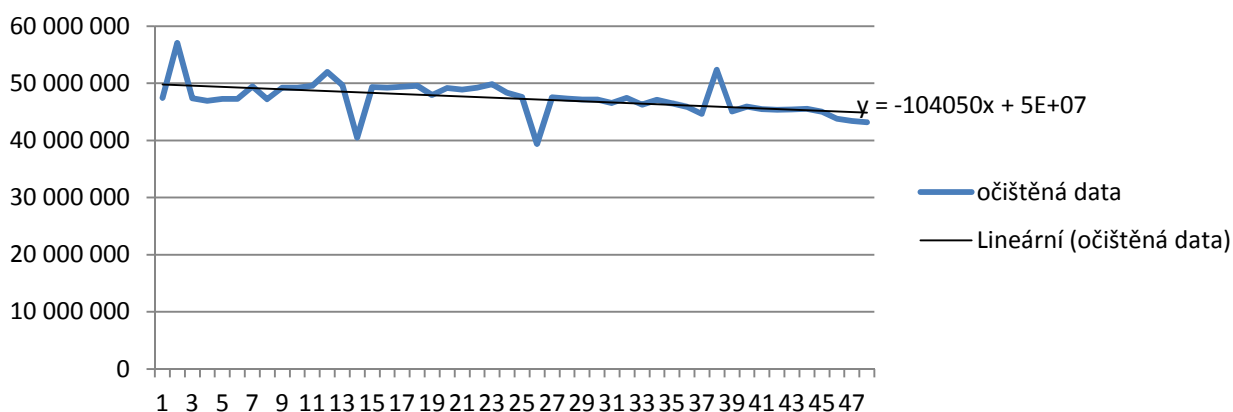
DW	0,430304
----	----------

Zdroj: vytvořenou autorem

V tomto případě vychází hodnota blízká nule což značí přímou závislost a musíme tedy zamítnout nulovou hypotézu o nezávislosti reziduí.

Vzhledem k výraznému poklesu hodnot v roce 2009, který je patrný na obrázku č. 27 zvolené lineární funkce trendu přesně nereflkuje průběh hodnot. Ke zjištění zda je to opravdu pouze vlivem změn ve struktuře využití jízdních dokladů, jsem se rozhodl znovu modelovat tuto časovou řadu při vypuštění hodnot roku 2009.

Obrázek 29 Očištěná data krátkodobých jízdnek s vypuštěným rokem 2009



Zdroj: vytvořenou autorem

Průběh očištěné časové řady časových a krátkodobých jízdének je zobrazen na obrázku č. 27. Při vypuštění roku 2009 mnohem lépe kopíruje vypočítaný lineární trend v porovnání s obrázkem č. 27.

Tabulka 23 Sezónní indexy časových jízdének bez roku 2009

Měsíc	Sj
Leden	102,01%
Únor	92,80%
Březen	103,80%
Duben	106,58%
Květen	102,32%
Červen	104,91%
Červenec	87,44%
Srpen	86,32%
Září	102,56%
Říjen	102,54%
Listopad	105,72%
Prosinec	102,99%

Zdroj: vytvořenou autorem

V tabulce č. 22 jsou opět zobrazeny sezónní indexy časové řady časových a krátkodobých jízdének bez roku 2009. Měsíce červenec a srpen vykazují odchylku od průměru přibližně 13 %.

Poté jsem opět přistoupil k výpočtu náhodné složky a kontrole pomocí Durbinovy – Watsonovy metody.

Tabulka 24 Hodnota Durbinova - Watsonova kritéria při vynechaném roku 2009

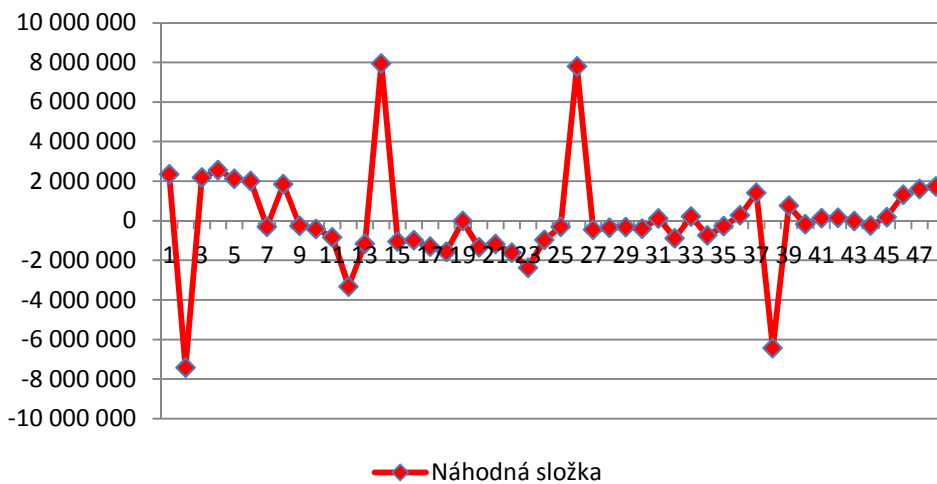
DW	2,222046
----	----------

Zdroj: vytvořenou autorem

Vypočítaná hodnota DW testu zobrazená v tabulce č. 23 je nyní velice blízko hodnoty 2 a proto můžeme přijmout nulovou hypotézu o nezávislosti reziduí.

S ohledem na tento výsledek mohu říci, že výrazná změna struktury prodeje časových a krátkodobých jízdének měla výrazný vliv na průběh a vlastnosti časové řady. Po vynechání hodnot z roku 2009 byla řada mnohem lépe interpretovatelná. Náhodná složka se stala nezávislou a očištění hodnoty se přiblížily hodnotám lineárního trendu.

Obrázek 30 Náhodná složka čas. a krátko. jízdenek bez roku 2009

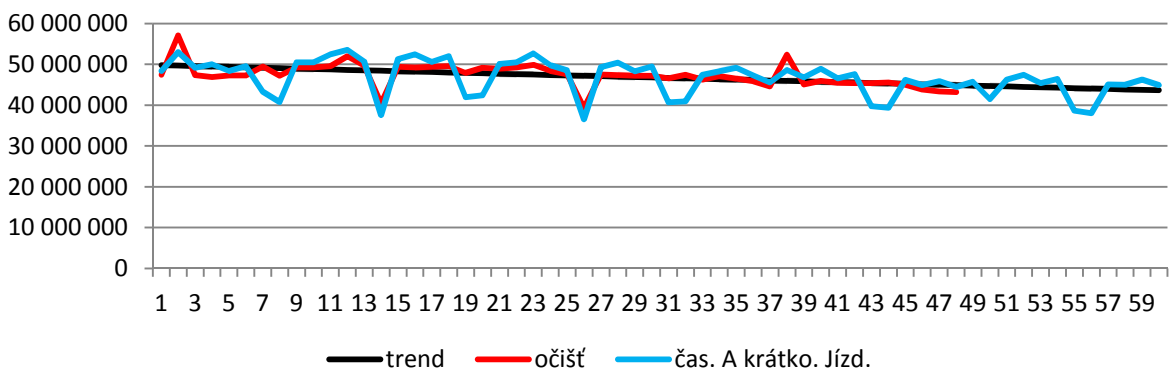


Zdroj: vytvořenou autorem

Obrázek č. 31 zobrazuje průběh časové řady krátkodobých a časových jízdenek při vynechání roku 2009. Očištěné hodnoty se nyní více blíží hodnotám trendové složky.

Světle modrá čára znázorňuje množství přepravených cestujících na základě časových a krátkodobých jízdenek. Od hodnoty 48 na ose x se jedná o predikci s využitím rovnice trendu a sezónních indexů.

Obrázek 31 Znáznornění složek časové řady časových a krátkodobých jízdenek s predikcí na rok 2009



Zdroj: vytvořenou autorem

Tyto predikované hodnoty jsou v tabulce č. 24 porovnány se skutečnými hodnotami za rok 2009. Z vypočítané odchylky lze jasně usoudit, že kvůli výrazné změně struktury přepravených osob nelze tento model použít k předpovídání budoucího vývoje.

Tabulka 25 Srovnání předpovězených hodnot se skutečnými za rok 2009

Predikované hodnoty	Skutečné hodnoty	Odchylka
45672932,37	26 585 857	-41,79%
41455449,17	26 280 034	-36,61%
46257222,22	26 723 508	-42,23%
47386428,82	26 080 631	-44,96%
45388205,01	25 464 877	-43,90%
46423959,59	25 400 376	-45,29%
38605472,49	20 718 834	-46,33%
38020648,61	20 600 128	-45,82%
45067598,75	24 256 070	-46,18%
44949671,88	24 567 769	-45,34%
46236389,65	23 933 116	-48,24%
44934362,35	24 378 951	-45,75%

Zdroj: vytvořenou autorem

Tato změna byla způsobena zrušením klasických papírových ročních kuponů a přesunu cestujících k jízdenkám s volitelným začátkem platnosti. Tím došlo k optickému propadu u občanských zvýhodněných jízdenek, a na druhé straně k navýšení u zvýhodněných jízdenek vydaných na základě poskytnutí osobních údajů prodaných přes Opencard.

Ze stanovených modelů je pro praktické použití vhodný pouze první týkající se celkového množství přepravených osob. Modely zohledňující jednotlivé typy jízdních dokladů nejsou vhodné kvůli měnící se struktuře v tarifní politice DPP a.s. a přechodu na elektronické jízdné.

4.4.2 Jízdenky s volitelným začátkem a roční bez poskytnutých dokladů

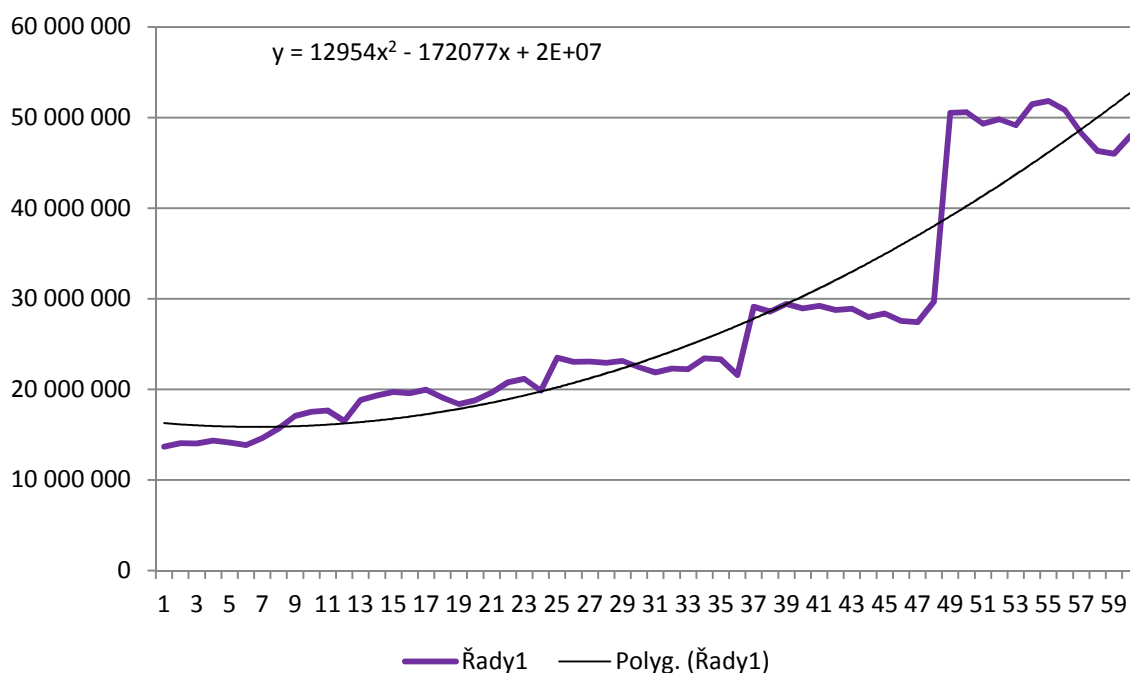
Tento druh jízdenek, podobně jako krátkodobé jízdenky zmíněné výše, značně měnil v průběhu let charakteristiky prodeje. Způsobil to záměr DPP a.s. převést významnou část cestujících právě na tento druh jízdenek. Patří sem například zvýhodněné jízdenky pro studenty a seniory.

Aritmetický průměr

$$\bar{y} = 27103706$$

Aritmetický průměr nedokáže vzhledem k výrazným změnám prodejů v čase přesněji popsat časovou řadu. Tento průběh časové řady je znázorněn na obrázku č. 32. Na tomto obrázku je řada proložena exponenciální křivkou.

Obrázek 32 Volný začátek platnosti a roční bez údajů s exponenciálním trendem



Zdroj: vytvořeno autorem

Sezónní indexy jsou uvedeny v tabulce č. 26. Opět jsou znatelné značné výkyvy od průměru a to v letních měsících.

Tabulka 26 Sezónní indexy volný začátek platnosti a ročních bez údajů

	Sj
Leden	97,02%
Únor	107,11%
Březen	100,33%
Duben	101,66%
Květen	98,24%
Červen	91,40%
Červenec	80,40%
Srpen	86,66%
Září	108,56%
Říjen	112,92%
Listopad	117,91%
Prosinec	97,77%

Zdroj: vytvořeno autorem

Po zjištění sezónních indexů jsem opět přistoupil k modelování trendu, výpočtu náhodné složky a ověření pomocí Durbinova – Watsonova testu.

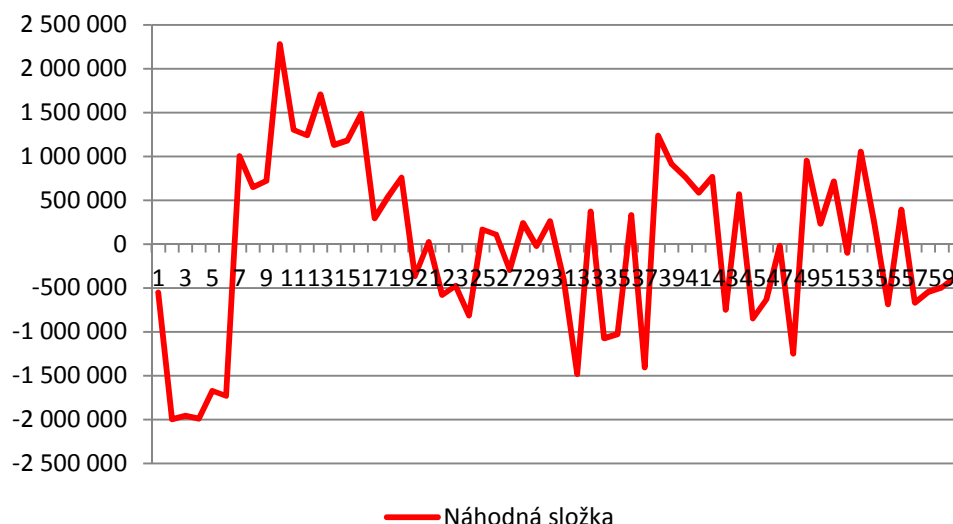
Tabulka 27 Hodnota Durbinova - Watsova testu pro volný začátek planosti a roční bez údajů

DW	1.9303
----	--------

Zdroj: vytvořeno autorem

Výsledná hodnota Durbinova – Watsova testu, zobrazená v tabulce č. 27 opět vychází blízko čísla 2 a proto můžeme přijmout hypotézu a nezávislosti reziduí.

Obrázek 33 Náhodná složka volný začátek doby a roční bez údajů

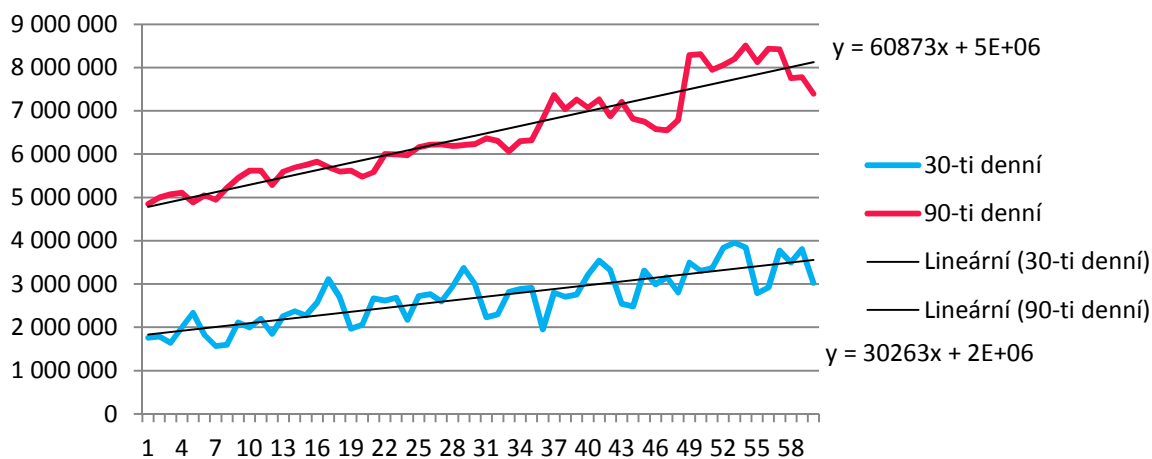


Zdroj: vytvořeno autorem

4.4.3 Zvýhodněné studentské jízdenky

Tyto jízdenky jsou zahrnuty pod jízdenky s volitelným začátkem doby a roční jízdenky bez uvedení osobních údajů. Vybral jsem je k modelování, protože se domnívám, že na tomto druhu jízdenek budou nejvíce patrné sezónní výkyvy.

Obrázek 34 Časové řady studentských 30-ti a 90-ti denních jízdenek



Zdroj: vytvořeno autorem

Na obrázku č. 34 jsou znázorněny obě časové řady studentských 30-ti a 90-ti denních jízdenek. Je patrné, že obě řady mají rostoucí tendenci 90-ti denní jízdenky se prodávají přibližně 2,5 krát více.

Tabulka 28 Sezónní indexy studentských jízdenek

	30-ti denní	90-ti denní
Leden	96,74%	105,12%
únor	95,97%	124,41%
Březen	93,69%	114,41%
Duben	107,95%	108,12%
Květen	120,92%	90,82%
Červen	108,87%	70,44%
Červenec	82,25%	50,11%
Srpen	84,14%	59,07%
Září	108,81%	114,93%
Říjen	103,77%	127,47%
Listopad	109,43%	132,29%
Prosinec	87,46%	102,82%

Zdroj: vytvořeno autorem

V tabulce č. 28 jsou znatelné opravdu výrazné úbytky a to zejména u 90-ti denních jízdenek.

Tabulka 29 Vypočítané hodnoty směrnice a průsečíku

	30-ti denní	90-ti denní
směrnice	29611,6487	57410,9748
průsečík	1796931,12	4719022,93

Zdroj: vytvořeno autorem

Poté jsem opět přistoupil k modelování trendu, výpočtu náhodné složky a kontroly pomocí Durbinova- Watsonova testu.

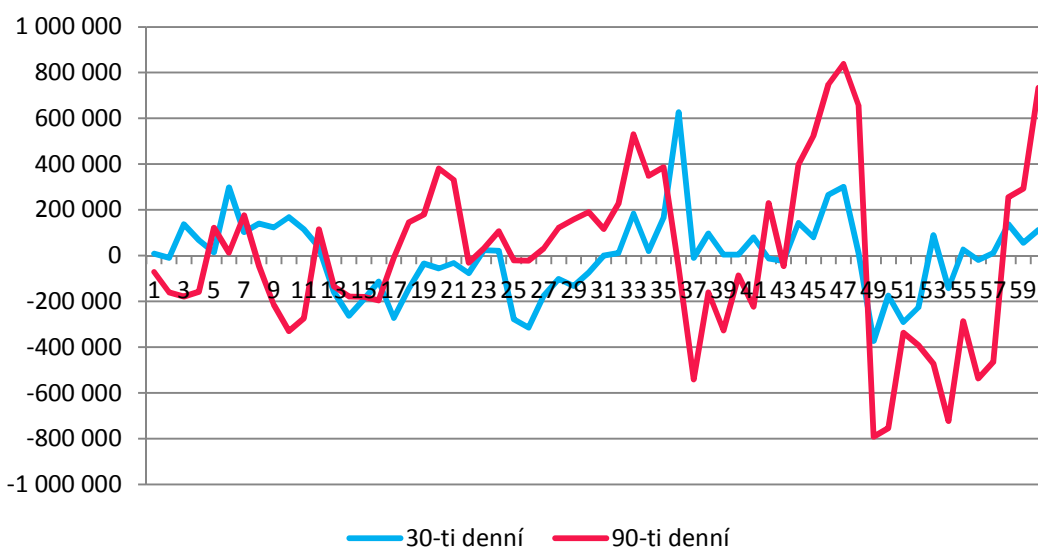
Tabulka 30 Výsledky Durbinova -Watsonova testu

	30-ti denní	90-ti denní
DW	0,99328574	0,7094186

Zdroj: vytvořeno autorem

Výsledné hodnoty Durbinova – Watsonova testu, zobrazené v tabulce č. 30 vychází blízko čísla 1 a proto musíme zamítnout nulovou hypotézu a nezávislosti reziduí.

Obrázek 35 Náhodné složky zvýhodněných studentských jízdenek



Zdroj: vytvořeno autorem

4.5 Srovnání jednotlivých časových řad z hlediska sezónnosti

Po dokončení modelace všech typů časových řad jsem se pokusil o srovnání jednotlivých sezónních výkyvů.

Tabulka 31 Srovnání sezónních indexů

	Celkem	Časové a krátkodobé	Volitelné a roční bez.	Studentské 30-ti denní	Studentské 90-ti denní
leden	99,55%	102,46%	97,02%	96,74%	105,12%
únor	100,11%	95,44%	107,11%	95,97%	124,41%
březen	101,16%	104,10%	100,33%	93,69%	114,41%
duben	104,48%	106,67%	101,66%	107,95%	108,12%
květen	100,78%	102,23%	98,24%	120,92%	90,82%
červen	101,04%	104,87%	91,40%	108,87%	70,44%
červenec	88,30%	86,89%	80,40%	82,25%	50,11%
srpen	90,24%	85,84%	86,66%	84,14%	59,07%
září	104,27%	102,26%	108,56%	108,81%	114,93%
říjen	104,16%	102,01%	112,92%	103,77%	127,47%
listopad	106,75%	104,91%	117,91%	109,43%	132,29%
prosinec	99,15%	102,33%	97,77%	87,46%	102,82%

Zdroj: vytvořeno autorem

Tabulka č. 31 obsahuje srovnání všech sezónních indexů, se kterými jsem počítal. V prvním sloupci jsou uvedeny indexy řady celkové množství přepravených osob a můžeme je proto porovnat s indexy jednotlivých druhů jízdenek. Časové jízdenky můžeme spolu s jízdenkami s volitelnou dobou platnosti považovat za podmnožinu celkového množství.

A zvýhodněné studentské jízdenky jsou poté podmnožinou jízdenek s volitelnou dobou začátku platnosti.

Lze proto pozorovat vliv jednotlivých druhů jízdenek na sloupec Celkem. Pokud to vezme doslova tak indexy ve sloupci Celkem jsou ovlivňovány sloupci Časové a Volitelné, a sloupec Volitelné je ovlivňován sloupci Studentských jízdenek.

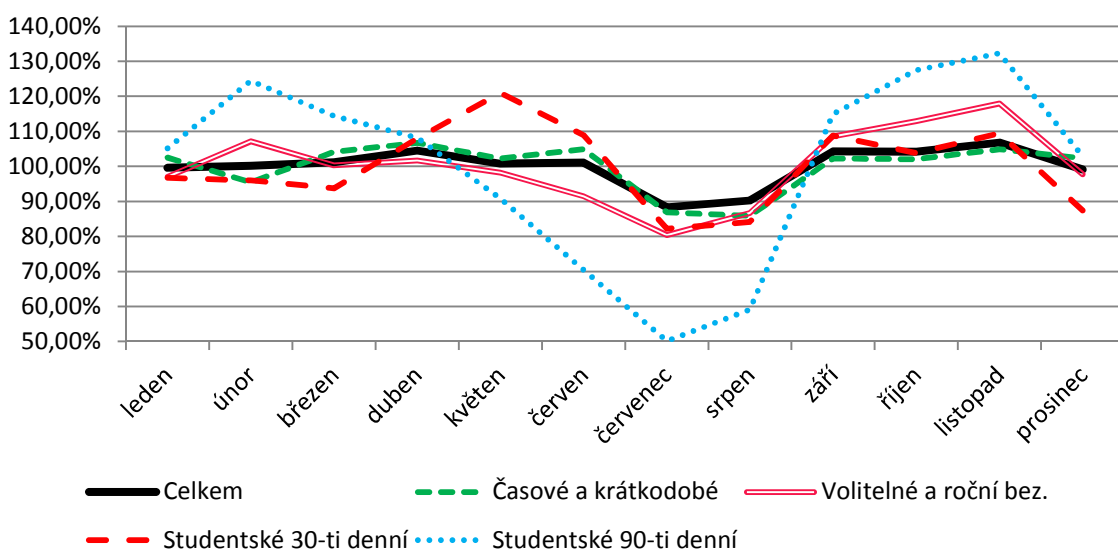
Ve všech sloupcích je možné pozorovat úbytky v letních měsících, především v červenci a srpnu. Nejmarkantnější je tento pokles u studentských jízdenek s platností na 90 dní. U těch došlo k propadu až o 50 %. Tento pokles můžeme téměř s jistotou přisoudit letním prázdninám, kdy studenti nedojíždějí do škol a nemají o tento druh jízdenek zájem.

Menší pokles u studentských jízdenek s platností na 30 dní může být dle mého způsoben celkově menším objemem prodeje tohoto jízdního dokladu, a proto nejsou úbytky tak znatelné. Zajímavý je ale 20 % nárůst prodeje v měsíci květnu, kdy dle mého studenti kupující tento doklad s vyhlídkou blížících se prázdnin.

Domnívám se, že díky snaze DPP přesunout cestující z časových a krátkodobých jízdenek na jízdenky s volitelným začátkem planosti bude mít tato složka v budoucnu mnohem větší vliv na celkové množství přepravených osob, a tím i na sezónní výkyvy, než doposud.

I tak ale sezónní indexy celkové množství vykazují mnou předpokládané hodnoty, kdy krom zmíněných letních měsíců jsou odchylky od průměru pouze v řádu jednotek procent. Mohli bych tedy říci, že úbytek školáků značně ovlivňuje i celkové chování časové řady.

Obrázek 36 Srovnání sezónních indexů



Zdroj: vytvořeno autorem

5 Modelování přepravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy

V poslední kapitole jsem se pokusil analyzovat přepravní výkony z hlediska jejich vazeb na ostatní veličiny. Jako porovnávané veličiny jsem zvolil výše uvedené náklady, dopravní výkony DPP a.s. ve vozových kilometrech a celkové dopravní výkony na území města Prahy ve vozových kilometrech. Dále ještě počet obyvatel Prahy, stupeň motorizace a počet nehod.

5.1 Ukazatele a indexy

Pro rozbor vybraných veličin jsem se rozhodl využít indexy a ukazatele, díky kterým bude znatelný vývoj daných veličin v čase.

5.1.1 Srovnání ukazatelů

- pomocí rozdílů (absolutní srovnání)

$$\Delta(q) = q_1 - q_0 \quad q_1 = \text{běžné období}; q_0 = \text{základní období}$$

- pomocí podílů (relativní srovnání)

pomocí indexu
$$I(q) = \frac{q_1}{q_0} \quad \text{kolika násobkem je hodnota } q_1 \text{ oproti } q_0$$

Podle použitého základu (báze) – delší časová řada, jak se mění v průběhu delší doby

bazické indexy
$$I = \frac{Q_2}{Q_0} = I_{\frac{t}{z}} = \frac{x_t}{x_z} \quad \text{- k jedné základní hodnotě}$$

řetězové indexy
$$I = \frac{Q_2}{Q_1} = I_{\frac{t}{t-1}} = \frac{x_t}{x_{t-1}} \quad \text{- porovnání s předchozím}$$

5.2 Porovnání skutečných údajů

V tabulce č. jsou zobrazeny analyzované údaje o výkonech dopravního podniku a údaje o dopravní situaci v Praze. U jednotlivých údajů jsem vypočítal rozdíly a indexy podle uvedeného vzorce pro bazické indexy, báze je v tomto případě rok 2005.

Tabulka 32 Srovnání ukazatelů

	Přep.os.	Δx	I(x)		Počet udělených postihů	Δx	I(x)
2005	1 147 400 000	-	-	2005	249 420	-	
2006	1 181 405 000	34 005 000	1,030	2006	258 859	9 439	1,038
2007	1 192 926 000	11 521 000	1,040	2007	228 914	-29 945	0,918
2008	1 261 839 000	68 913 000	1,100	2008	235 598	6 684	0,945
2009	1 236 473 000	-25 366 000	1,078	2009	233 405	-2 193	0,936
	Voz.km DPP	Δx	I(x)		Vozokil.celkem	Δx	I(x)
2005	157 372 000	-		2005	19 899 000 000	-	
2006	158 185 000	813 000	1,005	2006	20 278 000 000	379 000 000	1,019
2007	157 826 000	-359 000	1,003	2007	20 929 000 000	651 000 000	1,052
2008	163 418 000	5 592 000	1,038	2008	21 040 000 000	111 000 000	1,057
2009	162 402 000	-1 016 000	1,032	2009	21 231 000 000	191 000 000	1,067
	Náklady	Δx	I(x)		Nehody DPP	Δx	I(x)
2005	12 050 871	-		2005	2 648	-	
2006	11 848 614	-202 257	0,983	2006	2 725	77	1,029
2007	12 305 499	456 885	1,021	2007	2 735	10	1,033
2008	13 408 210	1 102 711	1,113	2008	2 797	62	1,056
2009	13 538 236	130 026	1,123	2009	2 943	146	1,111
	obyv	Δx	I(x)		Tržby	Δx	I(x)
2005	1 180 000	-		2005	3 340 760 000	-	
2006	1 188 000	8 000	1,007	2006	3 783 005 000	442 245 000	1,132
2007	1 212 000	24 000	1,027	2007	3 921 534 000	138 529 000	1,174
2008	1 233 000	21 000	1,045	2008	4 551 046 000	629 512 000	1,362
2009	1 249 000	16 000	1,058	2009	4 397 898 000	-153 148 000	1,316

Zdroj: vytvořeno autorem

Z těchto vypočtených údajů je možné pozorovat vývoj jednotlivých charakteristik v čase. Tyto indexy a rozdíly se vždy vztahují k předchozímu roku.

Na základě těchto hodnot jsem se pokusil určit některé poměry některých ukazatelů a pomocí těchto hodnot určit oblasti, kterým by měl dopravní podnik věnovat pozornost. Všechny níže uvedené indexy a procentuální diference se vztahují k základně v roce 2005.

V tabulce č. 33 je uveden přepočtený nákladů na jednoho přepraveného pasažéra. Je patrné, že dochází v průběhu let k poklesu nákladů vynaložených na jednu přepravenou osobu, což je pro vedení dopravního podniku pozitivní informace. Další snižování či udržení stávající hladiny by mělo být jedním úkolů dopravního podniku.

Tabulka 33 Výpočet nákladů na 1 přepravenou osobu

Náklady na 1 osobu	I(x)	Dif. V %
95,21	-	-
99,71	1,05	4,72%
96,94	1,02	1,82%
94,11	0,99	-1,16%
91,33	0,96	-4,08%

Zdroj: vytvořeno autorem

Tabulka č. 34 uvádí množství přepravených cestujících v přepočtu na jeden vozový kilometr. Snahou dopravního podniku je zvýšit do budoucna tento poměr. Tohoto záměru lze dosáhnout pomocí nasazování vyššího počtu kloubových vozidel s větší obsaditelností, než mají klasická vozidla.

Tabulka 34 Výpočet poměru přepravených osob na 1 vozový kilometr

Přep. Os.na voz.km	I(x)	Dif. V %
7,29	-	-
7,47	1,02	2,43%
7,56	1,04	3,67%
7,72	1,06	5,91%
7,61	1,04	4,43%

Zdroj: vytvořeno autorem

V tabulce č. 35 je uveden vývoj nehodovosti vozidel dopravního podniku v přepočtu na jeden vozový kilometr. Jasným požadavkem je co nejmenší počet nehod, přesto je patrný nárůst o téměř 8 % v roce 2009 oproti roku 2005. Vedení DPP a.s. by mělo věnovat pozornost tomuto vývoji a podniknout kroky vedoucí ke zlepšení situace.

Tabulka 35 Výpočet poměru nehod na 1 vozový kilometr

Nehody DPP na 1.voz.km	I(x)	Dif. V %
1,682E-05	-	-
1,722E-05	1,02	2,38%
1,732E-05	1,03	2,99%
1,711E-05	1,02	1,72%
1,812E-05	1,08	7,70%

Zdroj: vytvořeno autorem

Tabulka č. 36 zobrazuje vývoj podílu přepravních výkonů DPP a.s. na celkových výkonech realizovaných na území města Prahy. I když se nejedná pouze o výkony osobní dopravy snahou jak dopravního podniku, tak magistrátu hlavního města je aby byl tento podíl co nejvyšší. Celkově je zde společný záměr přesunout výkony z individuální automobilové

dopravy na městskou hromadnou dopravu, a to například zákazem vjezdu do center města, preferencí MHD atd.

Tabulka 36 Podíl výkonů DPP na celkových výkonech na území Prahy

Podíl DPP na celk.výkonech	I(x)	Dif. V %
0,007908538	-	-
0,007800819	0,99	-1,36%
0,00754102	0,95	-4,65%
0,007767015	0,98	-1,79%
0,007649286	0,97	-3,28%

Zdroj: vytvořeno autorem

V poslední tabulce č. 37 je znázorněn počet cest na jednoho obyvatele města Prahy za rok. Počet cest byl v roce 2009 přibližně o dvě procenta vyšší než v roce 2005, přesto to byl oproti roku 2008 pokles.

Tabulka 37 Poměr přepravených cestujících na obyvatele Prahy

Počet cest na 1.obyv	I(x)	Dif. V %
972,37	-	-
994,45	1,02	2,27%
984,26	1,01	1,22%
1023,39	1,05	5,25%
989,97	1,02	1,81%

Zdroj: vytvořeno autorem

Všechny tyto zjištěné ukazatele a indexy je možno použít pro pochopení situace v Praze z hlediska městské hromadné dopravy a dopravy celkem. Dopravní podnik je navíc může použít ke zjištění vývoje z hlediska vynaložených nákladů na přepravu jednoho pasažéra.

5.3 Tvorba modelů

K vytvoření modelů popisujících procesy a vztahy mezi jednotlivými veličinami jsem použil regresní analýzu.

5.3.1 Regresní analýza

Regresní analýza se zabývá zkoumáním závislostí mezi proměnnými. Cílem regresní analýzy je popis systematických změn, ke kterým dochází u vysvětlované proměnné vlivem změn jedné či většího počtu vysvětlujících proměnných.

Regresní analýza se snaží nalézt matematickou funkci, která by co nejlépe vyjádřila závislost a zobrazila průběh změn podmíněných průměrů závisle proměnné. Tato teoretická funkce se nazývá regresní funkce. Cílem je, aby se empirická regresní funkce, kterou považujeme za odhad modelu na základě získaných pozorování, přiblížila k teoretické funkci.

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

x_1, x_2, \dots, x_n jsou nezávislé proměnné,

b_0, b_1, \dots, b_n jsou parametry zvolené regresní funkce.

Koeficient determinace R^2 nabývá hodnot od 0 do 1 a stanovuje, jakou část celkové variability pozorovaných hodnot lze vysvětlit příslušným modelem.

Parametry regresní funkce se také testují pomocí testů hypotéz, kam patří individuální t-test o nulových hodnotách jednotlivých regresních parametrů. Individuální t-test (o nulové hodnotě regresního parametru) testuje nulovou hypotézu, která stanovuje, že příslušná vysvětlující proměnná x_j nemá žádný vliv na vysvětlovanou proměnnou y , proti alternativní, pomocí testovacího kritéria:

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

Testovací kritérium se počítá na rozdělení t s $(n-p)$ stupni volnosti. Nulová hypotéza znamená, že mezi proměnnými je statisticky významná závislost.

5.3.2 Vypočítané modely

S využitím regresní analýzy a bazických indexů jednotlivých zkoumaných veličin jsem se pokusil o vytvoření modelů popisující vztahy mezi nimi.

Tabulka 38 Hodnoty indexů použité k tvorbě 1. modelu

Počet cest na 1.obyv	obyv	Přep.os.
1,023	1,00677	1,030
1,012	1,02711	1,040
1,052	1,04491	1,100
1,018	1,0584	1,078

Zdroj: vytvořeno autorem

První model se snaží vysvětlit vliv změn v počtu obyvatel a přepravených osob na průměrný počet cest na jednoho obyvatele Prahy za jeden rok. Předpokladem je, že existuje významná závislost a všechny proměnné budou významné.

$$y = 1,021 - 0,9789x_1 + 0,9585x_2$$

$R^2 = 0,999$ koeficient determinace uvádí, že 99 % sledovaných proměnných je vysvětleno modelem.

t-testy $H_0: \beta_j = 0$ kde $t = 1, 2, 3$ při 95% hladině významnosti.

$H_1: \beta_j \neq 0$

Kritická hodnota z tabulek: 2,92

$t_1 = 238,5$ přijmutí H_1 , vysvětlující proměnná je významná.

$t_2 = -134,8$ přijmutí H_1 , vysvětlující proměnná je významná.

$t_3 = 192,9$ přijmutí H_1 , vysvětlující proměnná je významná.

Tento model s parametry b_0 , b_1 a b_2 popisuje závislost indexu poměru vykonaných cest jedním obyvatelem Prahy, při změně indexu množství obyvatel a indexu přepravených osob. Y v tomto modelu vyjadřuje hodnotu indexu, tj. vlastně změnu celkového počtu cest na jednoho obyvatele.

Pokud by se proměnné x_1 a x_2 rovnali nule, hodnota b_0 určuje výši daného indexu, tj. změny vykonaných cest jedním obyvatelem za rok.

Tabulka 39 Hodnoty indexů použité k tvorbě 3. modelu

Přep. Os.na voz.km	Voz.km DPP	obyv
1,024	1,005	1,007
1,037	1,003	1,020
1,059	1,038	1,017
1,044	1,032	1,013

Zdroj: vytvořeno autorem

Předmětem tohoto modelu jsou vlivy změny množství vozových kilometrů najetých vozidly DPP a změny počtu obyvatel na změny množství přepravených osob v rámci jednoho vozového kilometru. Předpokladem je, že proměnné budou téměř na 100 % vysvětleny modelem a všechny proměnné budou významné.

$$y = 0,085 - 1,0016x_1 + 1,946x_2$$

$R^2 = 0,994$ koeficient determinace uvádí, že 99 % sledovaných proměnných je vysvětleno modelem.

t-testy $H_0: \beta_j = 0$ kde $t = 1, 2, 3$ při 95% hladině významnosti.

$H_1: \beta_j \neq 0$

Kritická hodnota z tabulek: 2,92

$t_1 = 0,423$ přijmutí H_0 , vysvětlující proměnná není významná.

$t_2 = -10,4$ přijmutí H_1 , vysvětlující proměnná je významná.

$t_3 = 9,87$ přijmutí H_1 , vysvětlující proměnná je významná.

Tento model s parametry b_0 , b_1 a b_2 popisuje závislost indexu přepravených osob na jeden vozový kilometr osobu, při změně indexu množství obyvatel Prahy a indexu vozových kilometrů najetých vozidly DPP a.s. Y v tomto modelu vyjadřuje hodnotu indexu, tj. vlastně změnu přepravených osob na vozový kilometr v čase.

Pokud by se proměnné x_1 a x_2 rovnali nule, hodnota b_0 určuje výši daného indexu přepravených osob na vozokilometr za rok.

Uvedené modely je možné využít při zjišťování některých charakteristických procesů v rámci dopravního podniku vztahených k celkovým údajům za území města Prahy. Identifikace těchto vzájemných vztahů je důležitá pro pochopení provázanosti jednotlivých procesů a vzájemných vlivů.

Vzhledem nízkému počtu hodnot použitých při modelování hrozí, že modely nebudou příliš spolehlivé. Toto je možné napravit přidáním hodnot sledovaných charakteristik z následujících let. Tím se zvýší spolehlivost modelů a tím i možnost praktického využití.

Závěr

Tato diplomová práce se zabývá problematikou dopravních výkonů Dopravního podniku hlavního města Prahy. Tento podnik je provozovatelem městské hromadné dopravy na území města a v přilehlých pásmech, a to v rámci smlouvy o základní dopravní obslužnosti. Hlavním akcionářem DPP je město Praha, a podnik patří mezi nejvýznamnější provozovatele městské hromadné dopravy na území České republiky, a provozuje také jediný systém metra u nás.

Stejně jako u ostatních dopravních podniků provozujících městskou hromadnou dopravu ve městech po celé Evropě tržby a ostatní příjmy DPP zdaleka nedokáží pokrýt náklady spojené se zajištěním základní dopravní obslužnosti. K vyrovnání tohoto rozdílu jsou nutné nemalé dotace od města Prahy. Například v roce 2009 tato dotace činila přibližně 9,4 miliardy korun.

Celkové množství přepravených osob je jedním nejdůležitějších ukazatelů činnosti dopravního podniku. Tento zájem obyvatel o městskou hromadnou dopravu je ovlivněn několika faktory. Závisí na důchodech obyvatelstva a s tím spojenou preferencí individuální automobilové dopravy, a tím je ovlivněna i dopravní situací na území města. Nabídkou kvalitní, pravidelné, cenově dostupné a pohodlné veřejné dopravy se snaží dopravní podnik změnit návyky lidí tak, aby k cestování na území města a přilehlých pásmech využily místo osobního automobilu veřejnou dopravu.

Tarifní politika je jedním z nejdůležitějších nástrojů dopravního podniku při komunikaci se zákazníky. Přepravní výkony dle jednotlivých druhů jízdenek podléhají sezónním výkyvům, a tyto výkyvy jsou poté znatelné i v celkovém množství přepravených osob. Při uvažování hodnot přepravených osob jako časových řad jsem analyzoval jednotlivé sezónní výkyvy. Při využití sezónních indexů jsem identifikoval významné výkyvy u jednotlivých druhů jízdenek.

Zcela podle předpokladů nejviditelnější výkyvy byly zjištěny u jízdenek s volitelným začátkem platnosti, konkrétně u zvýhodněných studentských jízdenek, kde záporná odchylka od dlouhodobého průměru dosahovala v letních měsících téměř 50 %. Odchyly od průměru v letních měsících se tak přenesly i celkové množství přepravených osob, zde již ale nebyly tak výrazné a dosáhly přibližně -12 %. Analýzu některých druhů jízdného komplikovala kýžená změna ve struktuře prodejů, kdy dopravní podnik usiluje o přesun cestujících na jízdenky s volitelným začátkem platnosti, tedy k využití OpenCard. Přesto srovnání sezónních

indexů prokázalo jednoznačnou spojitost mezi jednotlivými druhy jízdného a celkovým množstvím přepravených osob.

Jednoduchá analýza vztahů mezi základními veličinami charakterizujícími chod dopravního podniku ukázala vývoj jednotlivých ukazatelů v čase. Pomocí těchto údajů je možné posoudit vývoj některých procesů jak v dopravním podniku, tak v celkové dopravní situaci na území města Prahy.

Modely vycházející z této analýzy je možné využít pro výpočet jednotlivých charakteristik a identifikaci jednotlivých závislostí. Tím byly naplněny vlastní cíle práce stanovené v úvodu. Výstupy mohou pomoci k pochopení vztahů mezi danými charakteristickými procesy, což je důležité pro poznání vývoje. Management dopravního podniku díky nim může identifikovat možné problematické procesy a podniknout kroky k jejich optimalizaci.

Použitá literatura

- [1] POJKAROVÁ, Kateřina. *Ekonometrie a prognostika v dopravě*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2006. 97 s. ISBN 80-7194-868-3.
- [2] MELICHAR, Vlastimil; JEŽEK, Jindřich. *Ekonomika dopravního podniku*. Vyd. 2., přeprac. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2001. 176 s. ISBN 80-7194-359-2.
- [3] CHLAŇ, Alexander; STEJSKAL, Petr. *Tarify a ceny v dopravě : pro kombinovanou a prezenční formu studia*. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2008. 170 s. ISBN 978-80-7395-104-7(brož.).
- [4] Výroční zpráva pro rok 2005. In *Výroční zpráva Dopravního podniku hlavního města Prahy a.s.,2005* [online]. Praha : [s.n.], 2005 [cit. 2010-11-22]. Dostupné z WWW: <www.dpp.cz>.
- [5] Výroční zpráva pro rok 2006. In *Výroční zpráva Dopravního podniku hlavního města Prahy a.s.,2006* [online]. Praha : [s.n.], 2005 [cit. 2010-11-22]. Dostupné z WWW: <www.dpp.cz>.
- [6] Výroční zpráva pro rok 2007. In *Výroční zpráva Dopravního podniku hlavního města Prahy a.s.,2007* [online]. Praha : [s.n.], 2005 [cit. 2010-11-22]. Dostupné z WWW: <www.dpp.cz>.
- [7] Výroční zpráva pro rok 2008. In *Výroční zpráva Dopravního podniku hlavního města Prahy a.s.,2008* [online]. Praha : [s.n.], 2005 [cit. 2010-11-22]. Dostupné z WWW: <www.dpp.cz>.
- [8] Výroční zpráva pro rok 2009. In *Výroční zpráva Dopravního podniku hlavního města Prahy a.s.,2009* [online]. Praha : [s.n.], 2005 [cit. 2010-11-22]. Dostupné z WWW: <www.dpp.cz>.
- [9] Ročenka dopravy Praha 2009. In *Ročenka dopravy Praha, 2009* [online]. Praha : [s.n.], 2010 [cit. 2011-05-16]. Dostupné z WWW: <www.tsk-praha.cz>.
- [10] interní materiály DPP a.s.

Seznam tabulek

Tabulka 1	Struktura vozového parku Metro.....	15
Tabulka 2	Struktura vozového parku Tramvaje	16
Tabulka 3	Struktura vozového parku Autobusy	17
Tabulka 4	Vývoj spotřeby elektrické energie v letech 2006 - 2009.....	18
Tabulka 5	Porovnání Prahy s Českou republikou	22
Tabulka 6	Počet registrovaných motorových vozidel v letech 1961-2009	23
Tabulka 7	Vývoj motorizace a automobilizace	23
Tabulka 8	Nejzatíženější úseky na pražské komunikační síti v roce 2009	28
Tabulka 9	Nejzatíženější mimoúrovňové křižovatky v roce 2009.....	28
Tabulka 10	Nejzatíženější úrovňové křižovatky	28
Tabulka 11	Nehody - následky a příčiny nehod.....	31
Tabulka 12	Počty dopravních nehod, zranění a relativní nehodovost.....	32
Tabulka 13	Vývoj dopravních výkonů ve vozových a místových kilometrech	34
Tabulka 14	Množství přepravených osob dle jízdních dokladů.....	35
Tabulka 15	Kalkulace nákladů na 1 vozový kilometr	37
Tabulka 16	Testování nulové hypotézy.....	44
Tabulka 17	sezónní indexy přepravených osob celkem.....	45
Tabulka 18	Vypočítané hodnoty parametrů regresní přímky.....	46
Tabulka 19	Hodnota Durbinova - Watsonova kritéria	48
Tabulka 20	Předpovězené hodnoty	49
Tabulka 21	Sezónní indexy krátkodobých jízdenek.....	50
Tabulka 22	Hodnota Durbinova - Watsonova kritéria pro časové a krátkodobé jízdenky	52
Tabulka 23	Sezónní indexy časových jízdenek bez roku 2009	53
Tabulka 24	Hodnota Durbinova - Watsonova kritéria při vynechaném roku 2009	53
Tabulka 25	Srovnání předpovězených hodnot se skutečnými za rok 2009.....	55
Tabulka 26	Sezónní indexy volný začátek platnosti a ročních bez údajů	56
Tabulka 27	Hodnota Durbinova - Watsonova testu pro volný začátek platnosti a roční bez údajů.....	57
Tabulka 28	Sezónní indexy studentských jízdenek.....	58
Tabulka 29	Vypočítané hodnoty směrnice a průsečíku.....	58
Tabulka 30	Výsledky Durbinova - Watsonova testu.....	58

Tabulka 31 Srovnání sezónních indexů.....	59
Tabulka 32 Srovnání ukazatelů	62
Tabulka 33 Výpočet nákladů na 1 přepravenou osobu	63
Tabulka 34 Výpočet poměru přepravených osob na 1 vozový kilometr.....	63
Tabulka 35 Výpočet poměru nehod na 1 vozový kilometr	63
Tabulka 36 Podíl výkonů DPP na celkových výkonech na území Prahy.....	64
Tabulka 37 Poměr přepravených cestujících na obyvatele Prahy	64
Tabulka 38 Hodnoty indexů použité k tvorbě 1. modelu	65
Tabulka 39 Hodnoty indexů použité k tvorbě 3. modelu	66

Seznam obrázků

Obrázek 1 Historický omnibus	11
Obrázek 2 Stanice metra.....	12
Obrázek 3 Přehled zaměstnanců k 31.12. 2009.....	13
Obrázek 4 Organizační struktura.....	14
Obrázek 5 Trasy linek pražského metra	15
Obrázek 6 Vývoj spotřeby a nákladů na el. energii.....	18
Obrázek 7 Stupně automobilizace 1961-2009.....	24
Obrázek 8 Dopravní výkony automobilové dopravy v Praze 1961-2009	25
Obrázek 9 Sčítací stanoviště centrálního kordonu	26
Obrázek 10 Sčítací stanoviště vnějšího kordonu.....	27
Obrázek 11 Intenzita dopravy na centrálním a vnějším kordonu.....	27
Obrázek 12 Mapa dopravně kritických míst v Praze 2009.....	29
Obrázek 13 Denní variace automobilové dopravy v Praze	30
Obrázek 14 Týdenní a roční variace automobilové dopravy Praha	30
Obrázek 15 Nehody, zranění a dopravní výkony v Praze 1961-2009	33
Obrázek 16 Vývoj dopravních výkonů v místokilometrech.....	34
Obrázek 17 Vývoj dopravních výkonů ve vozových kilometrech	35
Obrázek 18 Přepravené osoby v letech 2005 - 2009	36
Obrázek 19 Vývoj celkových nákladů v letech 2005 - 2009.....	37
Obrázek 20 Kalkulace nákladů na 1 vozový kilometr.....	38
Obrázek 21 Vývoj tržeb v letech 2005 - 2009.....	39
Obrázek 22 Sezónní indexy.....	45
Obrázek 23 Zobrazení trendu	47
Obrázek 24 Náhodná složka celkové časové řady	47
Obrázek 25 Znázornění složek časové řady celkových přepravených osob s predikcí	49
Obrázek 26 Sezónní indexy krátkodobých jízdnek	51
Obrázek 27 Zobrazení trendu u krátkodobých jízdnek.....	51
Obrázek 28 Zobrazení náhodné složky časové složky krátkodobých jízdnek	52
Obrázek 29 Očištěná data krátkodobých jízdnek s vypuštěným rokem 2009	52
Obrázek 30 Náhodná složka čas. a krátko. jízdnek bez roku 2009	54
Obrázek 31 Znázornění složek časové řady časových a krátkodobých jízdnek s predikcí na rok 2009	54

Obrázek 32 Volný začátek platnosti a roční bez údajů s exponenciálním trendem	56
Obrázek 33 Náhodná složka volný začátek doby a roční bez údajů	57
Obrázek 34 Časové řady studentských 30-ti a 90-ti denních jízdenek.....	57
Obrázek 35 Náhodné složky zvýhodněných studentských jízdenek	59
Obrázek 36 Srovnání sezónních indexů	60

Seznam zkratk

DPP a.s.	- Dopravní podnik hlavního města Prahy a.s.
TSK a.s.	- Technická správa komunikací hlavního města Prahy
EU	- Evropská unie
MHD	městská hromadná doprava

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Doplnující údaje druhé kapitoly

Příloha č. 2 – Hodnoty přepravených osob využité ke zjištění sezónnosti ve čtvrté kapitole

Příloha č. 3 – Hodnoty užívané k analýze a modelování veličin užívané v páté kapitole

Příloha 1

Intenzity dopravy na hlavních komunikacích Prahy

INTENZITY DOPRAVY
NA HLAVNÍCH KOMUNIKACÍCH PRAHY

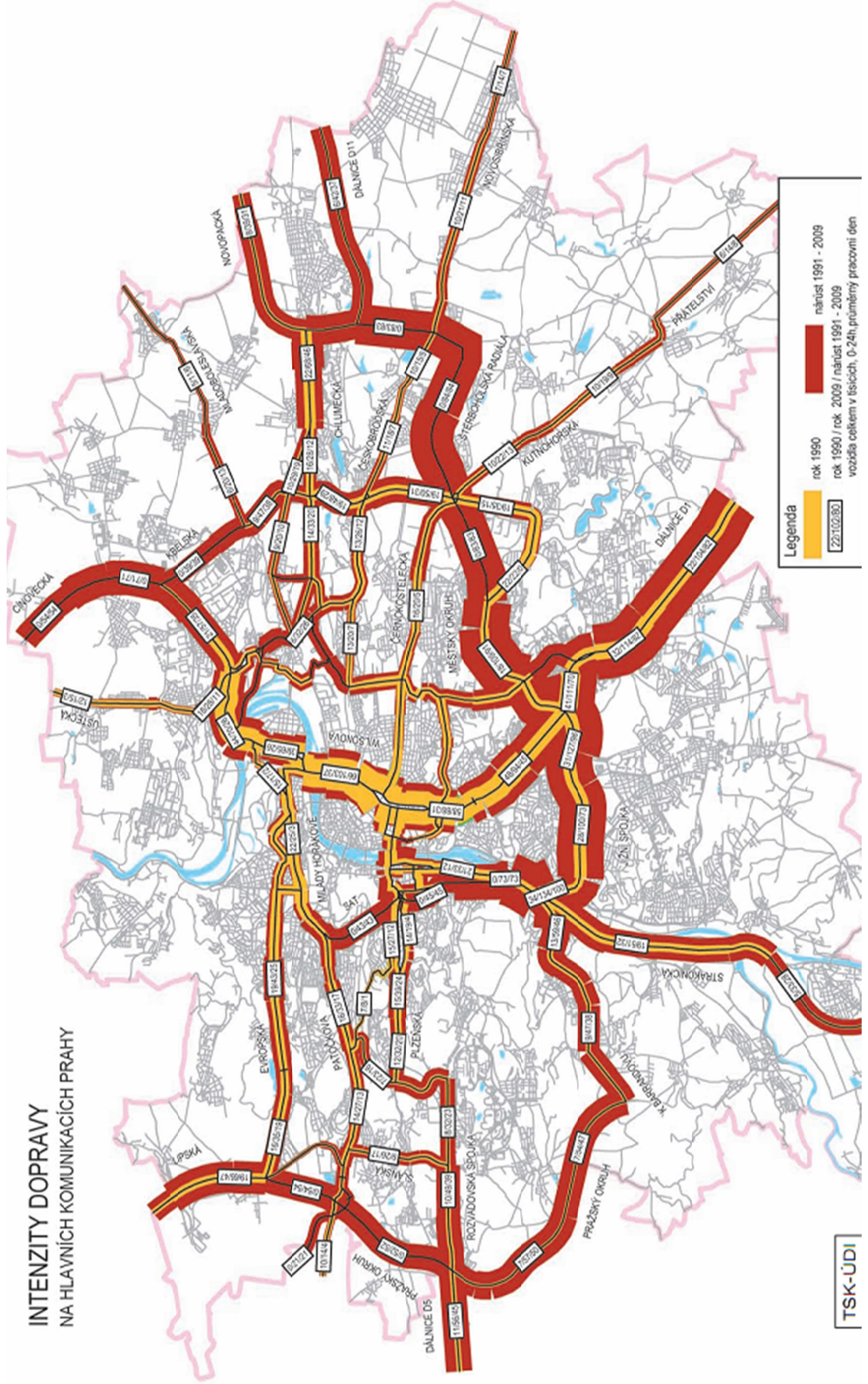
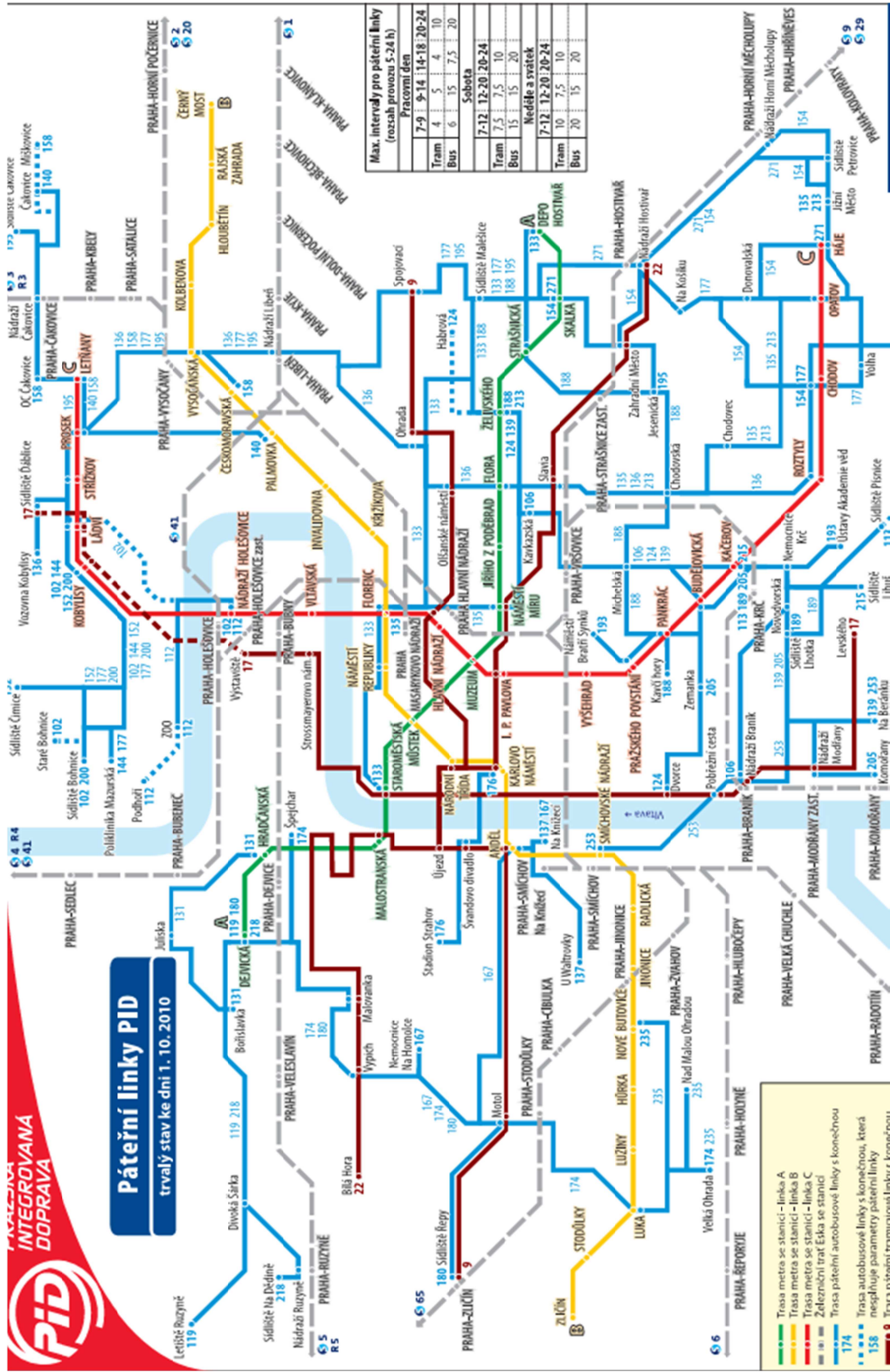


Schéma páteřních linek PID



Příloha 2

Modelace celkového množství přepravených osob

		Celkem	Mezisoučet	Sj	Sj	Očišt.
1	leden	90 726 705	488 644 013	99,55%	99,55%	91 135 233
2	únor	99 162 802	491 384 605	100,11%	100,11%	99 053 767
3	březen	93 549 294	496 562 179	101,16%	101,16%	92 472 081
4	duben	97 007 623	512 854 238	104,48%	104,48%	92 844 390
5	květen	93 424 471	494 675 195	100,78%	100,78%	92 700 968
6	červen	94 467 063	495 940 016	101,04%	101,04%	93 496 427
7	červenec	82 418 397	433 425 858	88,30%	88,30%	93 336 841
8	srpen	82 749 657	442 938 414	90,24%	90,24%	91 699 424
9	září	98 041 689	511 791 150	104,27%	104,27%	94 028 989
10	říjen	96 652 054	511 287 003	104,16%	104,16%	92 787 631
11	listopad	100 502 201	523 969 415	106,75%	106,75%	94 148 496
12	prosinec	96 068 628	486 659 527	99,15%	99,15%	96 894 720
13	leden	95 343 047			99,55%	95 772 362
14	únor	86 226 124			100,11%	86 131 314
15	březen	97 834 358			101,16%	96 707 802
16	duben	100 544 811			104,48%	96 229 774
17	květen	98 792 651			100,78%	98 027 575
18	červen	98 769 392			101,04%	97 754 550
19	červenec	83 956 306			88,30%	95 078 486
20	srpen	87 762 148			90,24%	97 254 040
21	září	101 064 364			104,27%	96 927 950
22	říjen	102 700 145			104,16%	98 593 902
23	listopad	106 218 478			106,75%	99 503 393
24	prosinec	97 130 827			99,15%	97 966 053
25	leden	98 633 635			99,55%	99 077 767
26	únor	89 443 202			100,11%	89 344 854
27	březen	100 111 193			101,16%	98 958 420
28	duben	102 543 837			104,48%	98 143 009
29	květen	99 283 070			100,78%	98 514 196
30	červen	98 889 352			101,04%	97 873 278

		Celkem	Mezisoučet	Sj	Sj	Očišt.
31	červenec	86 005 633			88,30%	97 399 299
32	srpen	89 751 397			90,24%	99 458 435
33	září	99 849 105			104,27%	95 762 430
34	říjen	103 325 323			104,16%	99 194 084
35	listopad	105 076 434			106,75%	98 433 548
36	prosinec	94 588 100			99,15%	95 401 461
37	leden	103 210 395			99,55%	103 675 135
38	únor	106 601 570			100,11%	106 484 355
39	březen	103 539 339			101,16%	102 347 091
40	duben	107 424 054			104,48%	102 813 784
41	květen	103 648 961			100,78%	102 846 276
42	červen	103 001 685			101,04%	101 943 357
43	červenec	91 848 258			88,30%	104 015 931
44	srpen	91 698 661			90,24%	101 616 305
45	září	107 313 663			104,27%	102 921 475
46	říjen	104 991 220			104,16%	100 793 373
47	listopad	106 560 691			106,75%	99 823 971
48	prosinec	101 962 642			99,15%	102 839 417
49	leden	100 730 231			99,55%	101 183 803
50	únor	109 950 908			100,11%	109 830 010
51	březen	101 527 995			101,16%	100 358 908
52	duben	105 333 913			104,48%	100 813 344
53	květen	99 526 042			100,78%	98 755 287
54	červen	100 812 524			101,04%	99 776 689
55	červenec	89 197 264			88,30%	101 013 744
56	srpen	90 976 551			90,24%	100 816 096
57	září	105 522 329			104,27%	101 203 457
58	říjen	103 618 262			104,16%	99 475 310
59	listopad	105 611 611			106,75%	98 934 892
60	prosinec	96 909 329			99,15%	97 742 650

		Trend	Náhodná složka	$(e_t - e_{t-1})^2$	e^2
1	Leden	93 314 099	2 178 865		4 747 453 510 722
2	únor	93 478 667	-5 575 100	60 123 977 144 333	31 081 740 726 177
3	Březen	93 643 235	1 171 154	45 511 946 955 682	1 371 602 222 334
4	Duben	93 807 803	963 413	43 156 371 775	928 164 819 243
5	Květen	93 972 371	1 271 404	94 858 300 349	1 616 467 766 369
6	Červen	94 136 940	640 513	398 023 881 859	410 256 284 860
7	Červenec	94 301 508	964 667	105 075 819 937	930 581 502 226
8	Srpen	94 466 076	2 766 652	3 247 150 126 507	7 654 360 940 396
9	Září	94 630 644	601 655	4 687 208 842 676	361 989 108 465
10	Říjen	94 795 212	2 007 581	1 976 627 523 061	4 030 382 141 092
11	Listopad	94 959 781	811 284	1 431 126 800 652	658 181 803 609
12	Prosinec	95 124 349	-1 770 372	6 664 946 255 514	3 134 215 862 664
13	Leden	95 288 917	-483 446	1 656 178 966 341	233 719 555 204
14	Únor	95 453 485	9 322 171	96 150 117 483 368	86 902 874 494 391
15	Březen	95 618 053	-1 089 749	108 408 076 250 827	1 187 552 417 206
16	Duben	95 782 621	-447 153	412 929 758 065	199 945 517 663
17	Květen	95 947 190	-2 080 385	2 667 447 643 334	4 328 001 527 240
18	Červen	96 111 758	-1 642 792	191 487 273 612	2 698 766 732 396
19	Červenec	96 276 326	1 197 840	8 069 190 311 344	1 434 819 871 357
20	Srpen	96 440 894	-813 146	4 044 062 294 076	661 205 986 798
21	Září	96 605 462	-322 488	240 745 189 608	103 998 394 190
22	Říjen	96 770 031	-1 823 872	2 254 153 590 319	3 326 508 021 615
23	Listopad	96 934 599	-2 568 794	554 909 465 769	6 598 703 478 330
24	Prosinec	97 099 167	-866 886	2 896 492 808 369	751 490 626 158
25	Leden	97 263 735	-1 814 032	897 086 249 614	3 290 711 958 449
26	Únor	97 428 303	8 083 449	97 960 127 648 274	65 342 146 313 685
27	Březen	97 592 872	-1 365 548	89 283 549 831 190	1 864 722 378 997
28	Duben	97 757 440	-385 569	960 359 430 741	148 663 514 790
29	Květen	97 922 008	-592 188	42 691 541 946	350 687 095 917
30	Červen	98 086 576	213 299	648 809 146 929	45 496 252 194

		Trend	Náhodná složka	$(et-et-1)^2$	e^2
31	Červenec	98 251 144	851 846	407 742 502 748	725 641 073 106
32	Srpen	98 415 713	-1 042 723	3 589 389 831 549	1 087 270 883 116
33	Září	98 580 281	2 817 851	14 904 028 158 772	7 940 282 743 763
34	Říjen	98 744 849	-449 235	10 673 847 784 650	201 811 893 976
35	Listopad	98 909 417	475 869	855 816 291 457	226 450 931 956
36	Prosinec	99 073 985	3 672 524	10 218 605 697 409	13 487 432 532 155
37	Leden	99 238 553	-4 436 581	65 757 591 432 530	19 683 255 088 223
38	Únor	99 403 122	-7 081 234	6 994 185 698 516	50 143 871 383 511
39	Březen	99 567 690	-2 779 401	18 505 767 382 365	7 725 068 370 198
40	Duben	99 732 258	-3 081 526	91 279 496 307	9 495 800 574 701
41	Květen	99 896 826	-2 949 450	17 444 031 509	8 699 254 325 118
42	Červen	100 061 394	-1 881 963	1 139 529 095 245	3 541 783 051 803
43	Červenec	100 225 963	-3 789 968	3 640 486 427 093	14 363 860 703 074
44	Srpen	100 390 531	-1 225 775	6 575 090 163 843	1 502 523 291 502
45	Září	100 555 099	-2 366 376	1 300 971 047 639	5 599 734 171 950
46	Říjen	100 719 667	-73 706	5 256 333 137 788	5 432 620 315
47	Listopad	100 884 235	1 060 264	1 285 888 592 953	1 124 159 680 689
48	Prosinec	101 048 804	-1 790 613	8 127 500 426 253	3 206 295 507 853
49	Leden	101 213 372	29 568	3 313 061 263 135	874 295 678
50	Únor	101 377 940	-8 452 071	71 938 200 341 743	71 437 496 098 696
51	Březen	101 542 508	1 183 600	92 846 152 577 380	1 400 909 719 175
52	Duben	101 707 076	893 732	84 023 671 626	798 756 800 639
53	Květen	101 871 645	3 116 358	4 940 066 057 266	9 711 686 489 518
54	Červen	102 036 213	2 259 523	734 165 320 163	5 105 446 049 478
55	Červenec	102 200 781	1 187 037	1 150 227 041 579	1 409 056 908 428
56	Srpen	102 365 349	1 549 253	131 200 396 029	2 400 184 800 034
57	Září	102 529 917	1 326 460	49 636 750 682	1 759 495 904 344
58	Říjen	102 694 485	3 219 175	3 582 370 336 206	10 363 087 579 786
59	Listopad	102 859 054	3 924 162	497 006 469 356	15 399 046 161 537
60	Prosinec	103 023 622	5 280 972	1 840 932 932 672	27 888 661 869 182
				0 882 071 053 262 533	532 830 042 328 238

		Celkem	Sj	Trend
61	Leden	102 725 632	99,55%	103188190,1
62	Únor	103 466 525	100,11%	103352758,2
63	Březen	104 723 207	101,16%	103517326,4
64	Duben	108 331 092	104,48%	103681894,6
65	Květen	104 656 954	100,78%	103846462,8

Modelování přepravených osob pomocí krátkodobých a časových jízdenek

		Cas. A krátko	Mezisoučet	Sj	Očišt.
31	Červenec	40 680 256		86,89%	46 818 969
32	Srpen	40 939 216		85,84%	47 691 972
33	Září	47 414 960		102,26%	46 367 647
34	Říjen	48 270 896		102,01%	47 319 338
35	Listopad	49 161 814		104,91%	46 861 511
36	Prosinec	47 223 357		102,33%	46 149 124
37	Leden	45 513 741		102,46%	44 422 592
38	Únor	48 593 766		95,44%	50 917 554
39	Březen	46 762 098		104,10%	44 919 136
40	Duben	48 911 488		106,67%	45 852 349
41	Květen	46 538 060		102,23%	45 523 897
42	Červen	47 570 567		104,87%	45 361 553
43	Červenec	39 710 755		86,89%	45 703 168
44	Srpen	39 309 947		85,84%	45 793 961
45	Září	46 154 657		102,26%	45 135 182
46	Říjen	44 887 625		102,01%	44 002 761
47	Listopad	45 857 066		104,91%	43 711 394
48	Prosinec	44 433 322		102,33%	43 422 557
49	Leden	25 728 249		102,46%	25 111 438
50	Únor	28 157 179		95,44%	29 503 675
51	Březen	25 861 459		104,10%	24 842 222
52	Duben	26 080 631		106,67%	24 449 434
53	Květen	24 643 429		102,23%	24 106 397
54	Červen	25 400 376		104,87%	24 220 869
55	Červenec	20 050 485		86,89%	23 076 133
56	Srpen	19 935 608		85,84%	23 223 904
57	Září	24 256 070		102,26%	23 720 296
58	Říjen	23 775 260		102,01%	23 306 582
59	Listopad	23 933 116		104,91%	22 813 275
60	Prosinec	23 592 533		102,33%	23 055 852

		Cas. A krátko	Mezisoučet	Sj	Očišt.
31	Červenec	40 680 256		86,89%	46 818 969
32	Srpen	40 939 216		85,84%	47 691 972
33	Září	47 414 960		102,26%	46 367 647
34	Říjen	48 270 896		102,01%	47 319 338
35	Listopad	49 161 814		104,91%	46 861 511
36	Prosinec	47 223 357		102,33%	46 149 124
37	Leden	45 513 741		102,46%	44 422 592
38	Únor	48 593 766		95,44%	50 917 554
39	Březen	46 762 098		104,10%	44 919 136
40	Duben	48 911 488		106,67%	45 852 349
41	Květen	46 538 060		102,23%	45 523 897
42	Červen	47 570 567		104,87%	45 361 553
43	Červenec	39 710 755		86,89%	45 703 168
44	Srpen	39 309 947		85,84%	45 793 961
45	Září	46 154 657		102,26%	45 135 182
46	Říjen	44 887 625		102,01%	44 002 761
47	Listopad	45 857 066		104,91%	43 711 394
48	Prosinec	44 433 322		102,33%	43 422 557
49	Leden	25 728 249		102,46%	25 111 438
50	Únor	28 157 179		95,44%	29 503 675
51	Březen	25 861 459		104,10%	24 842 222
52	Duben	26 080 631		106,67%	24 449 434
53	Květen	24 643 429		102,23%	24 106 397
54	Červen	25 400 376		104,87%	24 220 869
55	Červenec	20 050 485		86,89%	23 076 133
56	Srpen	19 935 608		85,84%	23 223 904
57	Září	24 256 070		102,26%	23 720 296
58	Říjen	23 775 260		102,01%	23 306 582
59	Listopad	23 933 116		104,91%	22 813 275
60	Prosinec	23 592 533		102,33%	23 055 852

		Trend	Náhodná složka	$(e_t - e_{t-1})^2$	e^2
1	leden	55 164 100	7 955 220		63 285 521 520 302
2	únor	54 742 101	-771 206	76 150 501 228 202	594 758 215 813
3	březen	54 320 102	7 092 975	61 845 332 917 006	50 310 289 838 142
4	duben	53 898 104	7 038 288	2 990 669 888	49 537 493 246 301
5	květen	53 476 105	6 199 995	702 734 714 502	38 439 937 087 511
6	červen	53 054 106	5 801 622	158 701 015 249	33 658 817 441 283
7	červenec	52 632 107	2 874 712	8 566 801 019 033	8 263 969 998 828
8	srpen	52 210 109	4 756 850	3 542 442 817 011	22 627 621 835 600
9	září	51 788 110	2 447 860	5 331 433 105 568	5 992 020 352 531
10	říjen	51 366 111	1 867 669	336 621 479 143	3 488 189 223 991
11	listopad	50 944 112	995 733	760 273 124 602	991 484 288 779
12	prosinec	50 522 113	-1 765 343	7 623 540 188 132	3 116 435 450 112
13	leden	50 100 115	642 249	5 796 496 576 288	412 483 234 296
14	únor	49 678 116	10 324 536	93 746 685 150 313	106 596 038 713 641
15	březen	49 256 117	43 430	105 701 142 223 162	1 886 137 354
16	duben	48 834 118	-316 744	129 725 381 771	100 327 025 311
17	květen	48 412 120	-1 044 708	529 931 242 928	1 091 415 183 928
18	červen	47 990 121	-1 585 545	292 504 553 911	2 513 953 209 037
19	červenec	47 568 122	-651 894	871 704 337 217	424 965 792 033
20	srpen	47 146 123	-2 266 462	2 606 829 353 906	5 136 849 350 540
21	září	46 724 125	-2 288 182	471 771 540	5 235 777 596 272
22	říjen	46 302 126	-3 146 433	736 594 618 817	9 900 041 041 626
23	listopad	45 880 127	-4 360 995	1 475 161 266 907	19 018 279 459 889
24	prosinec	45 458 128	-3 202 564	1 341 962 793 895	10 256 416 554 760
25	leden	45 036 129	-2 338 775	746 131 862 623	5 469 867 624 913
26	únor	44 614 131	6 326 566	75 088 129 467 625	40 025 435 940 287
27	březen	44 192 132	-3 182 376	90 419 971 488 410	10 127 515 550 025
28	duben	43 770 133	-3 493 086	96 540 775 911	12 201 649 013 270
29	květen	43 348 134	-3 864 315	137 811 075 725	14 932 930 641 082
30	červen	42 926 136	-4 238 973	140 368 954 381	17 968 896 155 709

		Trend	Náhodná složka	$(et-et-1)^2$	e^2
31	Leden	42 504 137	-4 314 832	5 754 496 407	18 617 774 118 848
32	Únor	42 082 138	-5 609 834	1 677 029 635 145	31 470 233 756 950
33	Březen	41 660 139	-4 707 508	814 192 121 714	22 160 628 884 765
34	Duben	41 238 141	-6 081 198	1 887 024 051 915	36 980 964 919 479
35	Květen	40 816 142	-6 045 369	1 283 670 820	36 546 490 007 777
36	Červen	40 394 143	-5 754 981	84 325 441 441	33 119 804 823 762
37	Červenec	39 972 144	-4 450 448	1 701 805 710 406	19 806 488 426 558
38	Srpen	39 550 145	-11 367 409	47 844 342 401 213	129 217 978 367 540
39	Září	39 128 147	-5 790 990	31 096 447 169 460	33 535 562 351 521
40	Říjen	38 706 148	-7 146 201	1 836 598 461 100	51 068 193 713 569
41	Listopad	38 284 149	-7 239 748	8 750 997 071	52 413 952 733 943
42	Prosinec	37 862 150	-7 499 402	67 420 248 373	56 241 033 451 841
43	Leden	37 440 152	-8 263 017	583 106 949 466	68 277 443 409 772
44	Únor	37 018 153	-8 775 809	262 955 673 673	77 014 817 323 882
45	Březen	36 596 154	-8 539 028	56 065 157 749	72 914 996 110 567
46	Duben	36 174 155	-7 828 606	504 699 750 777	61 287 065 418 629
47	Květen	35 752 157	-7 959 237	17 064 605 211	63 349 455 988 985
48	Červen	35 330 158	-8 092 399	17 732 014 033	65 486 917 648 595
49	Červenec	34 908 159	9 796 721	320 020 596 377 670	95 975 737 249 769
50	Srpen	34 486 160	4 982 485	23 176 866 234 638	24 825 156 280 348
51	Září	34 064 161	9 221 940	17 972 975 929 717	85 044 170 428 015
52	Říjen	33 642 163	9 192 729	853 283 753	84 506 259 166 244
53	Listopad	33 220 164	9 113 767	6 234 908 611	83 060 751 944 974
54	Prosinec	32 798 165	8 577 296	287 801 606 792	73 570 001 947 136
55	Leden	32 376 166	9 300 033	522 349 750 467	86 490 621 279 918
56	Únor	31 954 168	8 730 263	324 637 849 541	76 217 499 121 276
57	Březen	31 532 169	7 811 873	843 441 455 934	61 025 355 346 043
58	Duben	31 110 170	7 803 588	68 630 199	60 895 991 642 490
59	Květen	30 688 171	7 874 896	5 084 824 831	62 013 992 367 852
60	Červen	30 266 173	7 210 320	441 661 174 744	51 988 720 329 897
				0 996 948 705 756 532	2 316 845 325 284 110

		Celkem	Sj	Trend
61	leden	30 577 234	102,46%	29844173,76
62	únor	28 079 399	95,44%	29422174,99
63	březen	30 190 008	104,10%	29000176,22
64	duben	30 484 832	106,67%	28578177,45
65	květen	28 783 431	102,23%	28156178,68

Modelace množství přepravených osob pomocí jízdenek s volitelným

začátkem platnosti

		30	90	Mezisoučet- 30	Mezisoučet- 90	Sj30	Sj90	Očišt.30	Očišt.90
1	Leden	1759575	5098415	13044417	33907113	96,74%	105,12%	1818864	4850068
2	únor	1790912	6216553	12940678	40130181	95,97%	124,41%	1866097	4996685
3	Březen	1639492	5803013	12632471	36903572	93,69%	114,41%	1750000	5072109
4	Duben	1996271	5522006	14555618	34873699	107,95%	108,12%	1849293	5107429
5	Květen	2335076	4435022	16304992	29294561	120,92%	90,82%	1931067	4883287
6	Červen	1825194	3556520	14679979	22720099	108,87%	70,44%	1676488	5049152
7	Červenec	1564049	2476485	11090324	16162371	82,25%	50,11%	1901617	4942356
8	Srpen	1593066	3084193	11346065	19053605	84,14%	59,07%	1893239	5221169
9	Září	2110472	6261348	14671803	37070834	108,81%	114,93%	1939604	5448023
10	Říjen	1997144	7162965	13992511	41116198	103,77%	127,47%	1924556	5619314
11	Listopad	2197194	7433561	14755345	42669812	109,43%	132,29%	2007872	5619266
12	Prosinec	1849354	5436586	11793134	33163660	87,46%	102,82%	2114500	5287706
13	Leden	2263758	5881831			96,74%	105,12%	2340035	5595323
14	Únor	2373863	7085491			95,97%	124,41%	2473520	5695112
15	Březen	2277708	6581908			93,69%	114,41%	2431234	5752900
16	Duben	2571170	6297284			107,95%	108,12%	2381865	5824501
17	Květen	3109699	5173576			120,92%	90,82%	2571667	5696490
18	Červen	2692143	3941993			108,87%	70,44%	2472804	5596404
19	Červenec	1967675	2816239			82,25%	50,11%	2392357	5620409
20	Srpen	2056183	3234119			84,14%	59,07%	2443618	5474977
21	Září	2664983	6413435			108,81%	114,93%	2449221	5580354
22	Říjen	2617592	7647666			103,77%	127,47%	2522454	5999560
23	Listopad	2682979	7931008			109,43%	132,29%	2451799	5995303
24	Prosinec	2171848	6144696			87,46%	102,82%	2483231	5976424
25	Leden	2721089	6475381			96,74%	105,12%	2812775	6159961
26	Únor	2762719	7736671			95,97%	124,41%	2878702	6218512
27	Březen	2595040	7117437			93,69%	114,41%	2769955	6220978
28	Duben	2941921	6689717			107,95%	108,12%	2725319	6187471
29	Květen	3368207	5637293			120,92%	90,82%	2785449	6207076
30	Červen	3000340	4389778			108,87%	70,44%	2755891	6232120

		30	90	Sj30	Sj90	Očišt.30	Očišt.90
31	Červenec	2 229 978	3 188 145	82,25%	50,11%	2711274	6362626
32	Srpen	2 296 394	3 726 693	84,14%	59,07%	2729091	6308846
33	Září	2 814 511	6 966 376	108,81%	114,93%	2586643	6061471
34	Říjen	2 884 989	8 032 160	103,77%	127,47%	2780132	6301194
35	Listopad	2 913 363	8 359 752	109,43%	132,29%	2662332	6319404
36	Prosinec	1 951 570	7 008 049	87,46%	102,82%	2231371	6816134
37	Leden	2 803 727	7 736 560	96,74%	105,12%	2898198	7359707
38	Únor	2 706 914	8 753 416	95,97%	124,41%	2820554	7035742
39	Březen	2 755 992	8 306 294	93,69%	114,41%	2941755	7260095
40	Duben	3 207 792	7 649 208	107,95%	108,12%	2971615	7074926
41	Květen	3 537 965	6 602 548	120,92%	90,82%	2925835	7269893
42	Červen	3 318 332	4 840 830	108,87%	70,44%	3047975	6872473
43	Červenec	2 539 480	3 610 280	82,25%	50,11%	3087575	7205088
44	Srpen	2 483 793	4 027 374	84,14%	59,07%	2951801	6817863
45	Září	3 311 426	7 756 065	108,81%	114,93%	3043326	6748582
46	Říjen	2 996 490	8 388 810	103,77%	127,47%	2887581	6580984
47	Listopad	3 153 646	8 661 951	109,43%	132,29%	2881911	6547846
48	Prosinec	2 799 720	6 977 145	87,46%	102,82%	3201123	6786076
49	Leden	3 496 267	8 714 926	96,74%	105,12%	3614072	8290417
50	Únor	3 306 270	10 338 050	95,97%	124,41%	3445072	8309425
51	Březen	3 364 239	9 094 921	93,69%	114,41%	3591000	7949393
52	Duben	3 838 464	8 715 484	107,95%	108,12%	3555853	8061149
53	Květen	3 954 045	7 446 121	120,92%	90,82%	3269926	8198729
54	Červen	3 843 970	5 990 978	108,87%	70,44%	3530787	8505326
55	Červenec	2 789 142	4 071 223	82,25%	50,11%	3391121	8124997
56	Srpen	2 916 630	4 981 226	84,14%	59,07%	3466195	8432620
57	Září	3 770 411	9 673 610	108,81%	114,93%	3465151	8417045
58	Říjen	3 496 297	9 884 597	103,77%	127,47%	3369222	7754423
59	Listopad	3 808 163	10 283 540	109,43%	132,29%	3480031	7773657
60	Prosinec	3 020 642	7 597 184	87,46%	102,82%	3453719	7389135

		Trend30	Trend90	Náhodná složka30	Náhodná složka90	(et-et-1)^2	(et-et-1)^2	e^2	e^2
1	Leden	1828002	4779534	9137,985	-70533,9			83502771	4,98E+09
2	únor	1857452	4836197	-8644,36	-160488	3,16E+08	8,09E+09	74724886	2,58E+10
3	Březen	1886903	4892860	136902,5	-179249	2,12E+10	3,52E+08	1,87E+10	3,21E+10
4	Duben	1916353	4949523	67059,67	-157905	4,88E+09	4,56E+08	4,5E+09	2,49E+10
5	Květen	1945803	5006186	14736,15	122899,5	2,74E+09	7,89E+10	2,17E+08	1,51E+10
6	Červen	1975254	5062849	298765,4	13696,96	8,07E+10	1,19E+10	8,93E+10	1,88E+08
7	Červenec	2004704	5119512	103087	177156,9	3,83E+10	2,67E+10	1,06E+10	3,14E+10
8	Srpen	2034155	5176176	140915,8	-44993,8	1,43E+09	4,94E+10	1,99E+10	2,02E+09
9	Září	2063605	5232839	124001,1	-215184	2,86E+08	2,9E+10	1,54E+10	4,63E+10
10	Říjen	2093055	5289502	168499,3	-329812	1,98E+09	1,31E+10	2,84E+10	1,09E+11
11	Listopad	2122506	5346165	114634	-273102	2,9E+09	3,22E+09	1,31E+10	7,46E+10
12	Prosinec	2151956	5402828	37455,95	115122	5,96E+09	1,51E+11	1,4E+09	1,33E+10
13	Leden	2181407	5459491	-158628	-135832	3,84E+10	6,3E+10	2,52E+10	1,85E+10
14	Únor	2210857	5516154	-262663	-178958	1,08E+10	1,86E+09	6,9E+10	3,2E+10
15	Březen	2240308	5572817	-190927	-180083	5,15E+09	1265732	3,65E+10	3,24E+10
16	Duben	2269758	5629480	-112107	-195021	6,21E+09	2,23E+08	1,26E+10	3,8E+10
17	Květen	2299208	5686143	-272459	-10346,5	2,57E+10	3,41E+10	7,42E+10	1,07E+08
18	Červen	2328659	5742806	-144145	146402,2	1,65E+10	2,46E+10	2,08E+10	2,14E+10
19	Červenec	2358109	5799470	-34248,3	179060,4	1,21E+10	1,07E+09	1,17E+09	3,21E+10
20	Srpen	2387560	5856133	-56058,7	381155,7	4,76E+08	4,08E+10	3,14E+09	1,45E+11
21	Září	2417010	5912796	-32210,7	332441,2	5,69E+08	2,37E+09	1,04E+09	1,11E+11
22	Říjen	2446460	5969459	-75993,5	-30101,1	1,92E+09	1,31E+11	5,78E+09	9,06E+08
23	Listopad	2475911	6026122	24111,83	30819,35	1E+10	3,71E+09	5,81E+08	9,5E+08
24	Prosinec	2505361	6082785	22129,89	106361,2	3928072	5,71E+09	4,9E+08	1,13E+10
25	Leden	2534812	6139448	-277964	-20512,8	9,01E+10	1,61E+10	7,73E+10	4,21E+08
26	Únor	2564262	6196111	-314440	-22400,6	1,33E+09	3563745	9,89E+10	5,02E+08
27	Březen	2593712	6252774	-176242	31796,1	1,91E+10	2,94E+09	3,11E+10	1,01E+09
28	Duben	2623163	6309437	-102156	121966,3	5,49E+09	8,13E+09	1,04E+10	1,49E+10
29	Květen	2652613	6366100	-132836	159024,2	9,41E+08	1,37E+09	1,76E+10	2,53E+10
30	Červen	2682064	6422764	-73827	190643,8	3,48E+09	1E+09	5,45E+09	3,63E+10

		Trend30	Trend90	Náhodná složka30	Náhodná složka90	(et-et-1)^2	(et-et-1)^2	e^2	e^2
31	Červenec	2711514	6479427	240,203	116801	5,49E+09	5,45E+09	57697,47	1,36E+10
32	Srpen	2740965	6536090	11873,54	227244,1	1,35E+08	1,22E+10	1,41E+08	5,16E+10
33	Září	2770415	6592753	183772,4	531282,2	2,95E+10	9,24E+10	3,38E+10	2,82E+11
34	Říjen	2799865	6649416	19733,33	348221,7	2,69E+10	3,35E+10	3,89E+08	1,21E+11
35	Listopad	2829316	6706079	166983,9	386675,1	2,17E+10	1,48E+09	2,79E+10	1,5E+11
36	Prosinec	2858766	6762742	627395,1	-53392,4	2,12E+11	1,94E+11	3,94E+11	2,85E+09
37	Leden	2888217	6819405	-9981,54	-540302	4,06E+11	2,37E+11	99631115	2,92E+11
38	Únor	2917667	6876068	97112,71	-159673	1,15E+10	1,45E+11	9,43E+09	2,55E+10
39	Březen	2947117	6932731	5362,1	-327364	8,42E+09	2,81E+10	28752112	1,07E+11
40	Duben	2976568	6989394	4953,045	-85531,6	167325,8	5,85E+10	24532654	7,32E+09
41	Květen	3006018	7046058	80182,94	-223836	5,66E+09	1,91E+10	6,43E+09	5,01E+10
42	Červen	3035469	7102721	-12506,1	230247,3	8,59E+09	2,06E+11	1,56E+08	5,3E+10
43	Červenec	3064919	7159384	-22655,7	-45704,4	1,03E+08	7,61E+10	5,13E+08	2,09E+09
44	Srpen	3094369	7216047	142568,4	398183,7	2,73E+10	1,97E+11	2,03E+10	1,59E+11
45	Září	3123820	7272710	80493,53	524127,8	3,85E+09	1,59E+10	6,48E+09	2,75E+11
46	Říjen	3153270	7329373	265689,6	748388,6	3,43E+10	5,03E+10	7,06E+10	5,6E+11
47	Listopad	3182721	7386036	300809,9	838190,3	1,23E+09	8,06E+09	9,05E+10	7,03E+11
48	Prosinec	3212171	7442699	11048,26	656623,2	8,4E+10	3,3E+10	1,22E+08	4,31E+11
49	Leden	3241622	7499362	-372451	-791054	1,47E+11	2,1E+12	1,39E+11	6,26E+11
50	Únor	3271072	7556025	-174000	-753400	3,94E+10	1,42E+09	3,03E+10	5,68E+11
51	Březen	3300522	7612688	-290478	-336705	1,36E+10	1,74E+11	8,44E+10	1,13E+11
52	Duben	3329973	7669351	-225880	-391797	4,17E+09	3,04E+09	5,1E+10	1,54E+11
53	Květen	3359423	7726015	89497,23	-472715	9,95E+10	6,55E+09	8,01E+09	2,23E+11
54	Červen	3388874	7782678	-141913	-722648	5,36E+10	6,25E+10	2,01E+10	5,22E+11
55	Červenec	3418324	7839341	27202,82	-285656	2,86E+10	1,91E+11	7,4E+08	8,16E+10
56	Srpen	3447774	7896004	-18421	-536617	2,08E+09	6,3E+10	3,39E+08	2,88E+11
57	Září	3477225	7952667	12073,81	-464378	9,3E+08	5,22E+09	1,46E+08	2,16E+11
58	Říjen	3506675	8009330	137453,5	254907,1	1,57E+10	5,17E+11	1,89E+10	6,5E+10
59	Listopad	3536126	8065993	56094,58	292336,4	6,62E+09	1,4E+09	3,15E+09	8,55E+10
60	Prosinec	3565576	8122656	111857,1	733520,9	3,11E+09	1,95E+11	1,25E+10	5,38E+11
				2,05E-08	-5,6E-08	1,71E+12	5,44E+12	1,72E+12	7,67E+12

Příloha 3

Výsledky regresní analýzy

Model č.2

<i>Regresní statistika</i>	
Násobné R	0,997024
Hodnota spolehlivosti R	0,994057
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,982171
Chyba stř. hodnoty	0,001939
Pozorování	4

ANOVA

	<i>Rozdíl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Regrese	2	0,000629	0,000314311	83,6328078
Rezidua	1	3,76E-06	3,75822E-06	
Celkem	3	0,000632		

	<i>Koeficienty</i>	<i>Chyba stř. hodnoty</i>	<i>t Stat</i>	<i>Hodnota P</i>
Hranice	0,085154	0,201017	0,423613889	0,744908995
Vozokil.celkem	-1,00166	0,096095	10,42357864	0,060888626
obyv	1,946126	0,197095	9,874073786	0,064254789

Model č. 1

<i>Regresní statistika</i>				
Násobné R	0,999987			
Hodnota spolehlivosti R	0,999975		<i>Koeficienty</i>	<i>Chyba stř. hodnoty</i>
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,999924	Hranice	1,021106411	0,004281316
Chyba stř. hodnoty	0,000156	obyv	-	0,007258306
Pozorování	4	Přep.os.	0,958592128	0,00496879

ANOVA

	<i>Rozdíl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Regrese	2	0,000963	0,000481434	19669,27416
Rezidua	1	2,45E-08	2,44765E-08	
Celkem	3	0,000963		

	<i>Koeficienty</i>	<i>Chyba stř. hodnoty</i>	<i>t Stat</i>	<i>Hodnota P</i>
Hranice	1,021106	0,004281	238,5029102	0,002669217
obyv	-0,97885	0,007258	134,8587388	0,004720555
Přep.os.	0,958592	0,004969	192,9226424	0,003299841