



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

ANALÝZA VYBRANÝCH UKAZATELŮ SPOLEČNOSTI DPMB, A.S. POMOCÍ ČASOVÝCH ŘAD

ANALYSIS OF SELECTED INDICATORS OF DPMB, A.S. USING TIME SERIES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ELIŠKA JURAČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. RNDr. JIŘÍ KROPÁČ, CSc.

BRNO 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Juračková Eliška

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Analýza vybraných ukazatelů společnosti DPMB, a.s. pomocí časových řad

v anglickém jazyce:

Analysis of Selected Indicators of DPMB, a.s. Using Time Series

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Seznam odborné literatury:

- CIPRA, T. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. Praha : SNTL, 1986. 248 s.
HINDLS, R. aj. Statistika pro ekonomy. 6. vyd. Praha : Professional Publishing, 2006. 415 s.
ISBN 80-86419-99-1.
KOZÁK, J. aj. Úvod do analýzy ekonomických časových řad. 1. vyd. Praha : VŠE, 1994. 208 s.
ISBN 80-7079-760-6.
KROPÁČ, J. Statistika B. 2. vyd. Brno : FP VUT, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 28.03.2012

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřená na analýzu vybraných ukazatelů společnosti DPMB, a.s. pomocí časových řad. Soustřeďuji se především na ukazatele, které společnosti pomáhají zefektivnit fungování městské hromadné dopravy a lépe hospodařit s rozpočtem. Práce obsahuje jak základní teoretická východiska, tak i konkrétní analýzu vybraných ukazatelů spolu s odhadem jejich budoucího vývoje, pokud je možné jej prognózovat.

Abstract

The bachelor's thesis is focused on the analysis of selected indicators of DPMB, a.s. company using time series. I focus primarily on indicators that help companies streamline the functioning of public transport and better manage the budget. The work includes both basic theoretical background and specific analysis of selected indicators along with an estimate of their future development, if it is possible to predict.

Klíčová slova

Statistika, časové řady, charakteristiky časových řad, trendové funkce, městská hromadná doprava

Key words

Statistics, time series, characteristics of time series, trend functions, public transport

Bibliografická citace

JURAČKOVÁ, E. *Analýza vybraných ukazatelů společnosti DPMB, a.s. pomocí časových řad*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 56 s.
Vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Jiří Kropáč, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 23.5.2012

.....
Eliška Juračková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu doc. RNDr. Jiřímu Kropáčovi, CSc., za jeho cenné rady a připomínky a hlavně za čas, který mi po celý rok věnoval. Mé díky patří i společnosti DPMB, a.s. za poskytnutí všech údajů potřebných k vypracování této bakalářské práce.

Obsah

Úvod.....	10
Cíle práce	12
1 Teoretická východiska práce	13
1.1 Časové řady.....	13
1.2 Základní (elementární) charakteristiky časových řad	14
1.3 Trendové funkce.....	16
1.4 Typy trendových funkcí	17
1.4.1 Lineární trend	17
1.4.2 Parabolický trend.....	18
1.4.3 Exponenciální trend.....	18
1.4.4 Modifikovaný exponenciální trend	19
1.4.5 Logistický trend.....	20
1.4.6 Gompertzova křivka	20
1.5 Volba vhodného typu trendové funkce	21
2 Informace o společnosti Dopravní podnik města Brna, a.s.	23
2.1 Základní údaje.....	23
2.2 Historie společnosti a dopravy v Brně	24
2.3 Organizační struktura společnosti a současný stav	25
2.4 Financování společnosti	26
3 Analýza vybraných ukazatelů	27
3.1 Počet přepravených osob	27
3.2 Tržby z MHD	30
3.3 Počet černých pasažérů	34
3.4 Náklady na opravy a údržbu vozového parku.....	37

3.5 Vývoj nehodovosti MHD.....	41
3.5.1 Počet nehod vozidel MHD.....	41
3.5.2 Ujeté km na 1 nehodu/zaviněnou nehodu.....	45
Závěr.....	49
Seznam použité literatury.....	51
Seznam obrázků.....	53
Seznam grafů.....	54
Seznam tabulek.....	55
Seznam příloh.....	56

Úvod

V současné době již neexistuje vědní obor, který by nepracoval s hromadnými daty a nevyužíval nejrůznějších statistických metod k jejich zpracování a následnému vyhodnocování. Běžně se statistické metody používají v ekonomii, fyzice, biologii, v sociálně-ekonomických disciplínách, v hospodářské oblasti, atd.

Současná ekonomika se v zájmu maximalizace své efektivnosti také neobejde bez statistiky. Stejně tak se bez ní neobejde kvalitní manažer firmy, který chce úspěšně realizovat určité změny ve společnosti a zefektivnit její chod. Statistika je též důležitou součástí procesu tvorby manažerského rozhodování.

Z výše uvedených důvodů je statistika důležitá i pro Dopravní podnik města Brna, a.s. Jedná se o společnost zajišťující městskou hromadnou dopravu nejen ve městě Brně, ale i v přilehlých obcích. Je ve 100%ním vlastnictví Statutárního města Brna, které tudíž rozhoduje o jejím fungování. Na základě sesbíraných údajů, které je potřeba následně statisticky vyhodnotit, společnost sestavuje co nejefektivnější a nejoptimálnější rozpis jízdních řádů, počet spojů a v neposlední řadě i plánuje rozdělení finančních prostředků.

Pro svou bakalářskou práci jsem si vybrala jednu ze statistických metod, a to metodu analýzy pomocí časových řad, která nám umožňuje i vytvoření prognózy budoucího vývoje. Tato prognóza společnosti pomáhá především při plánování dalších činností a při manažerském rozhodování do budoucna.

První část bakalářské práce spočívá v seznámení se s teoretickými východisky, která jsou nezbytná pro další práci, především pro již zmíněnou analýzu pomocí časových řad.

V druhé kapitole blíže informuji o společnosti Dopravní podnik města Brna, a.s., hlavně o jejím fungování a financování, což je důležité pro pochopení analýzy některých ukazatelů.

Pro analýzu pomocí časových řad, které se věnuji v hlavní, třetí části bakalářské práce, jsem zvolila ukazatele, které jsou pro firmu v nynější době prioritní, tedy analýzu vývoje počtu přepravených osob, vývoje tržeb, nákladů, počtu černých pasažérů a v neposlední řadě také analýzu nehodovosti vozidel městské hromadné dopravy. Analýza ukazatelů zahrnuje období let 2002 – 2010, přičemž vždy daný ukazatel

graficky znázorním, subjektivně popíšu, dále následuje velmi důležitá základní charakteristika časové řady. K výpočtu těchto charakteristik, k tvorbě grafů a k dalším výpočtům budu používat pomocného programu, který si na míru naprogramuji v jazyce Visual Basic v prostředí programu Microsoft Excel. Vzhledem k tomu, že data jsou reálná, není vždy možné časovou řadu vyrovnat pomocí trendových funkcí a určit prognózu do budoucna, proto vyrovnání řady provádím pouze tam, kde trendová funkce opravdu dobře vystihuje danou časovou řadu. Na závěr vždy provedu zhodnocení ukazatele a zdůvodnění souvislosti s jinými ukazateli.

Na konci bakalářské práce poznatky a údaje z analýzy zhodnotím a uvedu možnosti případného využití výsledků.

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je pomocí časových řad provést analýzu vybraných ukazatelů společnosti Dopravní podnik města Brna, a.s. v letech 2002 – 2010. Svoji pozornost budu věnovat především těm ukazatelům, které společnosti pomohou zefektivnit její fungování.

Zaměřuji se na dvě kategorie ukazatelů. První z nich zahrnuje tržby z městské hromadné dopravy, počty přepravených pasažérů a počty černých pasažérů. Informace o těchto ukazatelích společnosti pomáhají při efektivním plánování počtu vozidel a ke stanovení optimálního jízdního řádu.

Do druhé kategorie jsem zahrnula informace o nehodovosti vozidel městské hromadné dopravy, způsobené jak samotnými řidiči Dopravního podniku města Brna, a.s., tak i ostatními účastníky silničního provozu. Zajímavým ukazatelem pro společnost a v poslední době velice sledovaným je počet ujetých kilometrů na jednu nehodu.

Díličními cíli práce bude jednak zpracování dat a pokud to bude možné, tak také vhodné určení trendové funkce, která danou časovou řadu dobře vystihne a následné vyrovnání časové řady. U vyrovnané časové řady mohu predikovat její budoucí vývoj.

1 Teoretická východiska práce

Všechny vzorce uvedené v této kapitole jsou použity z literatury (1). Daná problematika je také vysvětlena v knihách T. Cipry (2) a J. Kozáka (3).

1.1 Časové řady

„Časovou řadou (někdy chronologickou řadou) rozumíme řadu hodnot určitého ukazatele, uspořádaných z hlediska přirozené časové posloupnosti. Přitom je nutné, aby věcná náplň ukazatele i jeho prostorové vymezení byly shodné v celém sledovaném časovém úseku.“ (1, s.114)

Tato řada je vždy jednoznačně uspořádána od minulosti do přítomnosti. Při popisu těchto časových řad hovoříme o jejich analýze (v případě odhadu jejich budoucího chování pak o prognóze).

S časovými řadami se setkáváme pravidelně v běžném životě. V demografii slouží například k popisu změn počtu obyvatel, počtu svateb, rozvodů, narozených dětí. Stále častěji se časové řady používají také v ekonomii k popisu vývoje inflace, hrubého domácího produktu, nezaměstnanosti, kurzů měn či cen akcií (4).

Podle povahy sledovaného ukazatele dělíme časové řady na (5):

Intervalové (časové řady intervalových ukazatelů)

- Hodnoty ukazatele vyjadřují rozsah sledovaného jevu za určitý interval (časový úsek)
- Např. denní tržby, objem zisku za měsíc, velikost produkce za rok
- Údaje z intervalových časových řad můžeme sčítat, a tak tvořit součty či průměry za více období
- Intervalové řady by se ale měly vztahovat vždy ke stejně dlouhým intervalům. Rozdílná délka intervalů by zkreslila vývoj časové řady. Proto musíme dávat pozor například na různý počet dní v měsících a případně provést očištění časové řady o důsledky kalendářních variací

Okamžikové (časové řady okamžikových ukazatelů)

- Hodnoty ukazatele těchto řad se vztahují k určitému okamžiku (nejčastěji dni), zachycují tedy stav ukazatele v určitém časovém bodě

- Je to například počet zaměstnanců k poslednímu dni v měsíci, stav zásob ke konci roku apod.
- Sčítání hodnot zde nemá reálný smysl, proto zde namísto součtu a průměru počítáme tzv. chronologický průměr. S problémem rozdílných období se u tohoto typu časové řady neseťkáváme

Časovou řadu je také potřeba graficky znázornit, zejména pro snadnější zhodnocení nynějšího a hlavně budoucího vývoje. Zde musíme opět rozlišovat, o jaký typ časové řady se jedná (1):

- Intervalové časové řady – můžeme znázornit třemi typy grafů
 - Sloupkový graf – základny jednotlivých obdélníků jsou rovny délce intervalu a jejich výška je rovna hodnotě časové řady
 - Hůlkový graf – ve středu intervalu vyneseme úsečku, jejíž výška je rovna hodnotě časové řady
 - Spojnicový graf – ve středu intervalu vyneseme bod ve výšce hodnoty časové řady, jednotlivé body poté spojíme úsečkou
- Okamžikové časové řady – můžeme znázornit pouze jedním typem grafu
 - Spojnicový graf

1.2 Základní (elementární) charakteristiky časových řad

Pokud provádíme analýzu časové řady, potřebujeme nejdříve získat orientační představu o charakteru dat. K tomuto účelu využíváme grafického znázornění a základních charakteristik časových řad.

Z grafického záznamu průběhu časové řady můžeme poznat například periodicky se opakující změny ve vývoji či dlouhodobé trendy v průběhu časové řady. K hlubšímu poznání souvislostí a popisu vlastností časové řady nám ovšem slouží **základní (elementární) charakteristiky**. K základním charakteristikám patří diference, koeficienty růstu a jejich průměry a samozřejmě průměr časové řady (v případě časové řady intervalové) či chronologický průměr (v případě časové řady okamžikové) (4).

Průměry časové řady patří k jejich nejjednodušším charakteristikám. **Průměr intervalové řady** \bar{y} vypočítáme jako aritmetický průměr všech hodnot časové řady, tedy:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.1)$$

Jak jsme si již uvedli, u okamžikové časové řady počítáme tzv. **chronologický průměr**, rovněž označený \bar{y} , který počítáme pomocí vzorce:

$$\bar{y} = \frac{1}{n-1} \left[\frac{y_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2} \right] \quad (1.2)$$

K popisu vývoje časové řady používáme **první diference** (absolutní přírůstky), označené ${}_1d_i(y)$. Vypočítáme je jako rozdíl dvou po sobě jdoucích hodnot časové řady a vyjadřují přírůstek (či úbytek) hodnot, tj. o kolik se hodnota změnila oproti období předcházejícímu.

$${}_1d_i(y) = y_i - y_{i-1}, \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (1.3)$$

Ke zjištění, o kolik se průměrně změnila hodnota časové řady každý rok za sledované období, používáme **průměr prvních diferencí** $\overline{{}_1d(y)}$, počítaný dle vzorce:

$$\overline{{}_1d(y)} = \frac{y_n - y_1}{n-1} \quad (1.4)$$

Koeficient růstu $k_i(y)$ charakterizuje rychlost růstu (nebo také poklesu) hodnot časové řady, tedy kolikrát se zvýšila (či snížila) hodnota časové řady oproti období předcházejícímu. Počítáme ho jako poměr dvou po sobě jdoucích hodnot časové řady:

$$k_i(y) = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \quad i = 2, 3, \dots, n \quad (1.5)$$

Z koeficientů růstu pak určíme **průměrný koeficient růstu** $\overline{k(y)}$, který značí, kolikrát se v průměru zvýší (sníží) sledovaná hodnota oproti období předcházejícímu. Spočítáme jej pomocí vzorce:

$$\overline{k(y)} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (1.6)$$

Tyto základní charakteristiky nám také mohou pomoci při odhadu trendu časové řady. Pokud zjistíme, že první diference kolísají kolem určité konstanty, pak můžeme říci, že má sledovaná časová řada lineární trend (tedy její vývoj lze vystihnout přímkou). Naopak pokud kolísají koeficienty růstu kolem určité konstanty, její vývoj můžeme popsat exponenciální funkcí.

Obzvláště u průměru prvních diferencí a průměrného koeficientu růstu si musíme dávat pozor, zda se ve vývoji časové řady nestřídá příliš často růst s poklesem. Tyto dvě charakteristiky totiž závisí jen na první a poslední hodnotě časové řady, na ostatních hodnotách uvnitř intervalu nezáleží. Proto má výše popsaná interpretace smysl pouze u časových řad s v podstatě monotónním vývojem (1).

1.3 Trendové funkce

Nejdříve je důležité vědět, co rozumíme u časových řad slovem trend. „*Trendem rozumíme dlouhodobou tendenci ve vývoji hodnot analyzovaného ukazatele. Trend může být rostoucí, klesající nebo někdy mohou hodnoty ukazatele dané časové řady v průběhu sledovaného období kolísat kolem určité úrovně – potom se jedná o časovou řadu s konstantním trendem.*“ (6, s.95-96)

Jedním z nejdůležitějších úkolů analýzy časových řad je právě popis trendu, neboli popis tendence vývoje časové řady (4).

Trend časové řady popíšeme tak, že ji vyrovnáme matematickou funkcí. Získáme tím nejen souhrnnou informaci o charakteru celého vývoje analyzovaného ukazatele, ale můžeme navíc i předpovědět a modelovat další vývoj trendu do budoucna.

Trendových funkcí je celá řada, nejčastěji používaných v praxi je ale těchto šest typů – **lineární trendová funkce** (přímkový trend), kvadratická funkce (**parabolický trend**) a **exponenciální trend**, které se svým průběhem i z hlediska odhadu parametrů řadí mezi funkce jednoduché a vyznačují se tím, že jejich růst není ničím omezen, tzn. zpravidla nemají asymptotu; a funkce takzvaně nelineární z hlediska parametrů, které asymptotu mají – **modifikovaný (exponenciální) trend**, **logistický trend** a **Gompertzova křivka**. Tyto poslední tři nelineární trendové funkce sice nemají zcela jednoduchý průběh, v řadě případů však modelují lépe reálné ukazatele (obzvláště ekonomické) než funkce lineární, jednoduché (6).

1.4 Typy trendových funkcí

1.4.1 Lineární trend

Pokud chceme alespoň orientačně určit základní směr vývoje časové řady, můžeme použít tuto základní trendovou funkci. Vyjádříme ji ve tvaru:

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x, \quad (1.7)$$

kde β_1 a β_2 jsou neznámé parametry a $x = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná. Vzhledem k tomu, že se jedná o lineární funkci, nejlepší odhady obou neznámých parametrů (označíme je b_1 a b_2) nám dá **metoda nejmenších čtverců**.

Tuto metodu používáme především u jednoduchých typů trendových funkcí, které jsou lineární z hlediska parametrů.

Princip této metody spočívá v tom, že koeficienty b_1 a b_2 mají být v podstatě „co nejlepší“. Za „nejlepší“ koeficienty považujeme takové, které nám minimalizují funkci $S(b_1, b_2)$. Ta je vyjádřena tvarem:

$$S(b_1, b_2) = \sum_{i=1}^n (y_i - b_1 - b_2 x_i)^2, \quad (1.8)$$

kde y_i je odchylka naměřených hodnot.

S použitím technik přímkové regrese nám pak pro výpočet koeficientů b_1 a b_2 stačí vyřešit soustavu dvou rovnic o dvou neznámých:

$$\begin{aligned} b_1 &= \bar{y} - b_2 \bar{x} \\ b_2 &= \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \end{aligned} \tag{1.9}$$

Již bylo řečeno, že trendové funkce nám umožňují nejen získat souhrnnou informaci o analyzovaném ukazateli, ale také nám umožňují modelaci a předpověď vývoje trendu do budoucna. V případě lineárního trendu se jedná o tzv. extrapolaci trendové přímky, díky níž vytvoříme bodové předpovědi. Aby se nejednalo o zcela striktní výpověď do budoucna, je přijatelnější vyslovit vždy i předpovědní interval, v němž lze s velmi vysokou spolehlivostí, kterou si předem sami zvolíme, očekávat vývoj budoucí hodnoty časové řady. Zde hovoříme o tzv. pravděpodobnostní intervalové předpovědi (4).

1.4.2 Parabolický trend

Parabolický trend je další z trendových funkcí, které jsou lineární z hlediska parametrů, proto jako v předešlém případě můžeme nejlépe použít k odhadu parametrů metodu nejmenších čtverců. Parabolický trend má tedy tvar:

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2, \tag{1.10}$$

kde β_1 , β_2 a β_3 jsou neznámé parametry a $x = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná (4).

1.4.3 Exponenciální trend

Obecný tvar exponenciální funkce je:

$$\eta(x) = \beta_1 \beta_2^x, \tag{1.11}$$

kde β_1 a β_2 jsou neznámé parametry a $x = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná. Tato funkce již není z hlediska parametrů lineární, proto nelze k odhadu parametrů použít jen metodu

nejmenších čtverců. Musíme provést navíc linearizující transformaci, tzn. původní nelineární model převedeme logaritmizací na funkci z hlediska parametrů lineární (4).

1.4.4 Modifikovaný exponenciální trend

Tento typ trendové funkce patří do tzv. nelineárních z hlediska parametrů majících asymptotu, používaných především v časových řadách, které popisují ekonomické děje. Je vhodná zejména v případech, pokud je funkce shora, respektive zdola ohraničená.

Funkce je nejčastěji udávána ve tvaru:

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 \beta_3^x, \text{ kde } \beta_3 > 0 \quad (1.12)$$

Zde již musíme použít jinou odhadovací metodu než u předchozích typů, a to **metodu částečných součtů** (4).

Podmínky použití této metody (1):

- $n = 3m$, tedy zadaný počet n dvojic hodnot (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, je dělitelný třemi. Data tedy rozdělíme do tří skupin o stejném počtu m prvků. Pokud počet n dělitelný třemi není, vynecháme potřebný počet buď počátečních či koncových dat
- Hodnoty x_i jsou zadány v krocích majících vždy délku $h > 0$, tj. $x_i = x_1 + (i - 1)h$. Nejčastěji je délka kroku $h = 1$

Nejdříve si tedy vytvoříme tyto částečné součty:

$$\begin{aligned} S_1 &= \sum_{i=1}^m y_i \\ S_2 &= \sum_{i=m+1}^{2m} y_i \\ S_3 &= \sum_{i=2m+1}^{3m} y_i \end{aligned} \quad (1.13)$$

Odhady parametrů řešení pak určíme podle vzorců:

$$\begin{aligned}
 b_3 &= \left[\frac{S_3 - S_2}{S_2 - S_1} \right]^{1/mh} \\
 b_2 &= (S_2 - S_1) \frac{b_3^h - 1}{b_3^{x_1} (b_3^{mh} - 1)^2} \\
 b_1 &= \frac{1}{m} \left[S_1 - b_2 b_3^{x_1} \frac{1 - b_3^{mh}}{1 - b_3^h} \right]
 \end{aligned}
 \tag{1.14}$$

1.4.5 Logistický trend

Tento typ funkce byl původně odvozen pro křivku vyjadřující biologický růst populací za podmínek omezených zdrojů. Poté se začala používat i v ekonomii v modelech poptávky a v poslední době je její hlavní využití především v managementu, kde tato křivka simuluje ekonomickou životnost výrobku (jak nového, tak i inovovaného).

Logistický trend patří mezi funkce s horní asymptotou a jedním inflexním bodem. V tomto bodě se průběh křivky mění. Podle jejího typického průběhu řadíme tuto funkci mezi tzv. S-křivky symetrické kolem inflexního bodu. Každá S-křivka vymezuje na časové ose pět základních fází cyklu (4).

Logistický trend je vyjadřován v různých tvarech, nejčastější z nich je ale tvar:

$$\eta(x) = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x}
 \tag{1.15}$$

K odhadu parametrů můžeme opět použít metodu částečných součtů jako u exponenciálního modifikovaného trendu, ovšem s mírnými úpravami, tedy že do vzorců (1.13) až (1.14) budeme do sum S_1 , S_2 a S_3 používat místo hodnot y_i převrácené hodnoty, tedy $1/y_i$ (1).

1.4.6 Gompertzova křivka

Stejně jako logistický trend patří i Gompertzova křivka do skupiny S-křivek, které vznikly transformací modifikovaného exponenciálního trendu. Na rozdíl od

logistického trendu je ale křivka asymetrická kolem inflexního bodu a je shora i zdola ohraničená (4).

Gompertzova křivka má tvar:

$$\eta(x) = e^{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x} \quad (1.16)$$

Stejně jako u předchozích nelineárních funkcí můžeme k odhadu parametrů použít metodu částečných součtů, ovšem opět s drobnou modifikací. Do vzorců (1.13) až (1.14) budeme do sum S_1 , S_2 a S_3 místo hodnot y_i používat jejich přirozené logaritmy, tedy $\ln y_i$ (1).

1.5 Volba vhodného typu trendové funkce

Existuje mnoho různých kritérií, na jejichž základě se rozhodujeme pro určitý typ trendové funkce. Základem by měla být tzv. věcná ekonomická analýza údajů v časové řadě, díky které lze posoudit, zda je funkce rostoucí či klesající, zda má inflexní bod či nikoli, zda jde o růst nekonečný nebo pouze o růst ke konečné limitě (asymptotě) atd. Tato analýza nám pomůže odhalit na jakou skupinu trendových funkcí se máme orientovat.

Další možností je vizuální analýza grafu zobrazené časové řady. Toto je ale značně subjektivní záležitost, každý můžeme u stejné časové řady dojít k rozdílným závěrům.

Proto se při hledání nejvhodnější trendové funkce nejčastěji používá metoda využívaná i v regresní analýze, a to metoda volby nejvhodnější funkce na základě minimalizace hodnot přijatého kritéria, kterým je **reziduální součet čtverců**. Za nejvhodnější funkci se pak vybírá ta, která dává reziduální součet čtverců nejmenší (6).

Vzhledem k tomu, že reziduální součet čtverců ale není normován, nemůžeme přesně zjistit, jak vhodně je trendová funkce zvolená. Vhodnější charakteristikou je proto tzv. **index determinace I^2** , který je vyjádřený vzorcem:

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{\eta}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1.17)$$

Index determinace může nabývat pouze hodnot z intervalu $\langle 0,1 \rangle$. Čím více se hodnota blíží jedné, tím považujeme zvolenou trendovou funkci za "lépe výstižnou". A samozřejmě čím je hodnota indexu determinace nižší, tím „méně výstižná“ trendová funkce je (1).

2 Informace o společnosti Dopravní podnik města Brna, a.s.

Brno je centrem jižní Moravy a s téměř 400 000 obyvateli je i druhým největším městem České republiky. Doprava ve městě je zajišťována Dopravním podnikem města Brna, a.s. (dále DPMB, a.s.) a Integrovaným dopravním systémem Jihomoravského kraje (dále IDS JMK) rozsáhlou sítí tramvají, autobusů, trolejbusů a vlaků. Zařadit sem můžeme i lodní dopravu na Brněnské přehradě. Společnost DPMB, a.s., funguje v Brně od 1.1.1998 a vznikla přeměnou z Dopravního podniku města Brna, státního podniku.

2.1 Základní údaje

Obchodní název:	Dopravní podnik města Brna, a.s.
Adresa:	Hlinky 151, Brno
IČ:	2550 8881
DIČ:	CZ 2550 8881
Den zápisu do OR:	1.1.1998
Právní forma:	akciová společnost
Webové stránky:	www.dpmb.cz
Zakladatel:	statutární město Brno
Vlastník akcií:	100 % Statutární město Brno

Předmět podnikání (7):

- Provozování dráhy tramvajové na území města Brna a obce Modřice
- Provozování dráhy trolejbusové na území města Brna a obce Šlapanice
- Provozování dráhy autobusové
- Vnitrozemská vodní doprava provozovaná na Brněnské přehradě
- Silniční motorová doprava
- Provozování autoškoly
- Opravy silničních vozidel a ostatních dopravních prostředků

2.2 Historie společnosti a dopravy v Brně

Brno bylo v roce 1869 třetím městem v tehdejší Rakousku-Uhersku, kde se objevila vozidla koňské dráhy. Koně poté nahradila parní lokomotiva a v roce 1900 byla parní tramvaj nahrazena elektrickými. Po porážce Rakouska-Uherska v 1. světové válce a vzniku Československa proběhlo přejmenování německých ulic, náměstí a zastávek. Dodavatelem nových vozů pro Brno byla Královopolská strojírna.

Se vznikem Protektorátu Čechy a Morava před 2. světovou válkou přišla největší změna – zatímco do této doby se všude v Evropě jezdilo nalevo, nyní byla nařízena jízda vpravo. Opět došlo k přejmenování ulic a zastávek do německého jazyka.

Při bombardování města a přechodu fronty byla doprava 17. dubna 1945 úplně zastavena. Pouze jedna trasa byla obnovena o více než měsíc později, k plné obnově však došlo až po dalších 5 měsících.

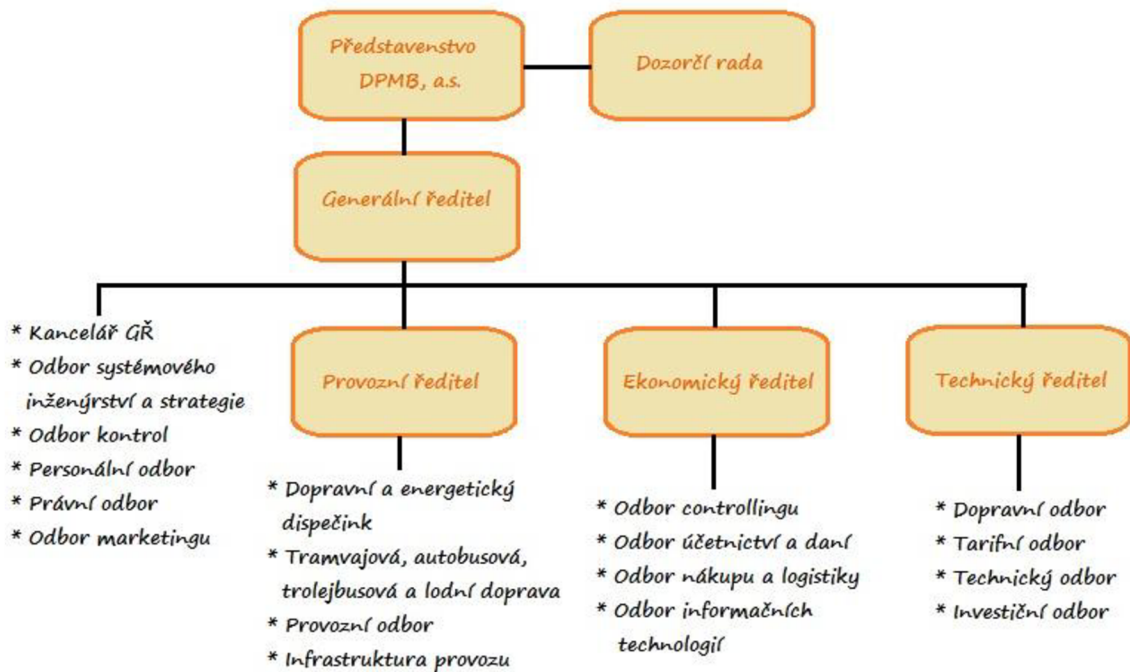
V 60. a 70. letech probíhala ve většině Evropy i v Americe stagnace tramvajové a trolejbusové dopravy. Důvodem byla velmi levná nafta, proto se všude přecházelo pouze na autobusovou dopravu. Brnu se tato změna naštěstí vyhnula a díky tomu máme dodnes všechny tři druhy dráhy (8).

Ke komunikaci mezi vozidlem a dispečinkem sloužila od 60. let rádiová síť. Ve 21. století však začala být již značně zastaralá a nevyhovující. Proto se DPMB, a.s. inspiroval v zahraničí a roku 2001 se rozhodl vybudovat moderní systém řízení – **Řídicí a informační systém (RIS)**. Nyní mohl dispečink sledovat aktuální polohu vozidla prostřednictvím družicového systému GPS či komunikovat prostřednictvím nové rádiové sítě s vozidly i vozovkami. Vozidla navíc každých 20 sekund vysílají zprávy o své poloze, zpoždění vůči jízděmu řádu, atd. Tato data se samozřejmě archivují na centrálním dispečinku a dále zpracovávají pro účely analýzy dat. Mezi další výhody systému patří preference vozidel MHD na připojených světelných křižovatkách a automatizace údržby vozidel. Celý systém se podařilo plně zprovoznit koncem roku 2004. Cena tehdy překročila 100 milionů Kč (9).

Rok 2004 přinesl další revoluci, a to v celé dopravě Jihomoravského kraje. Byla zahájena první etapa projektu **Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje (IDS JMK)**, který sjednotil všechny druhy dopravy v Jihomoravském kraji. Vytvořil se tak přehledný a sjednocený systém dopravy vzájemně propojených linek s jednotnými

cenami a přepravním řádem. Jednotlivé etapy integrování všech částí Jihomoravského kraje skončily v roce 2010 (10).

2.3 Organizační struktura společnosti a současný stav



Obr. 1: Organizační struktura společnosti DPMB, a.s. (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Orgány společnosti:

- výkonný orgán - valná hromada (Rada města Brna)
- statutární orgán – představenstvo společnosti
- kontrolní orgán - dozorčí rada
- generální ředitel – vedení společnosti

K 31.12.2010 měla společnost ve vozovém parku 314 tramvají, 146 trolejbusů a 314 autobusů, celkem tedy 774 vozidel MHD, která najela přes 38 milionů kilometrů (11).

2.4 Financování společnosti

Statutární město Brno financovalo společnost formou provozních dotací, které byly určeny ke krytí ztráty, a investičních dotací, a to až do roku 2009. Nyní to již není v souladu s novou evropskou legislativou možné, proto se zásadně mění financování společnosti a Brno poskytuje místo dotací tzv. kompenzace (prokazatelné ztráty – dříve provozní dotace, a tzv. přiměřený zisk – dříve investiční dotace) (12). Za úspěšné projekty poskytuje dotace i Evropská Unie. Z Regionálního operačního programu (ROP) financovaného ze zdrojů Evropské Unie byly pořízeny nové nízkopodlažní tramvaje a ekologické autobusy. Dalším projektem financovaným Evropskou unií je Civitas, ve kterém je od roku 2008 zapojeno i Brno a klade důraz především na úsporu energií a šetrnost k životnímu prostředí (13).

Dalším milníkem v historii společnosti byl podpis smlouvy mezi statutárním městem Brnem a Dopravním podnikem města Brna, a.s. v roce 2009. Smlouva je uzavřena v souladu s novou evropskou legislativou na 15 let. Statutární město Brno v ní vystupuje jako subjekt objedávající přepravní výkony a Dopravní podnik města Brna, a.s. vystupuje v pozici subjektu tyto veřejné dopravní služby zajišťující. Toto zajištění přepravních výkonů je zadavatelem (statutárním městem Brno) kompenzováno již zmíněnou dohodnutou úhradou ztráty (12).

3 Analýza vybraných ukazatelů

Pokud není uvedeno jinak, všechna data použitá při analýze vybraných ukazatelů pochází z Výročních zpráv společnosti DPMB, a.s. (11).

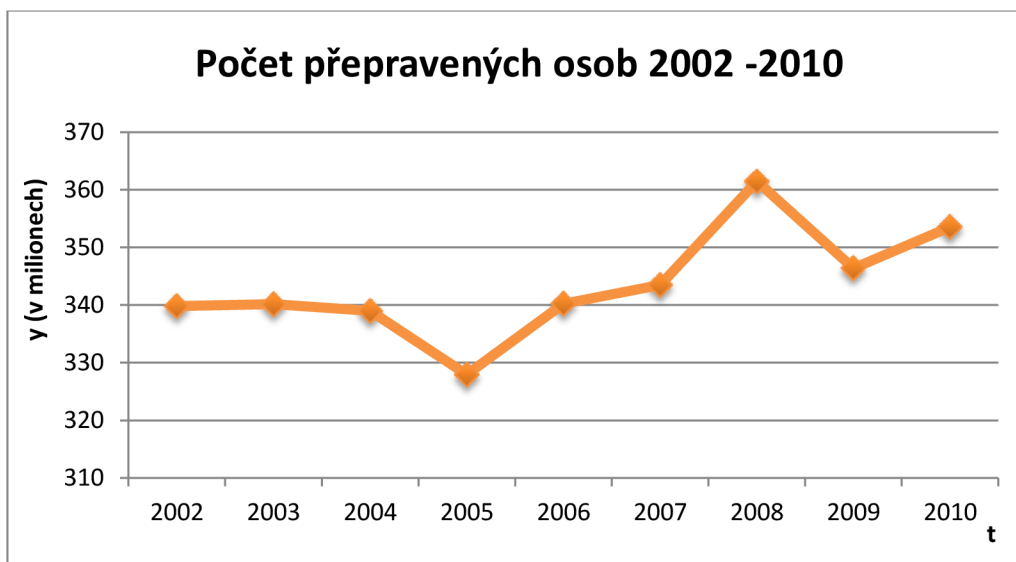
3.1 Počet přepravených osob

Ukazatel počet přepravených osob je pro DPMB, a.s. důležitý především při plánování spojů. Vždy se snaží o efektivní využití dopravy, tedy pokud klesá počet cestujících, omezuje se také frekvence některých spojů, čímž se ušetří nejen náklady, ale i najeté kilometry.

V ukazateli jsou zahrnuti pouze cestující, kteří cestovali autobusem, tramvají nebo trolejbusem, lodní doprava zde není počítána. Sice spadá pod DPMB, a.s., ale jako taková nepatří pod městskou hromadnou dopravu. Čísla v **tabulce 1** za roky 2002 – 2010 vychází ze skutečně prodaných lístků v celé prodejní síti DPMB, a.s.

Tab. 1: Počet přepravených osob 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Počet přepravených osob (v tis.)	
t	y
2002	339 805
2003	340 157
2004	338 992
2005	327 933
2006	340 242
2007	343 469
2008	361 475
2009	346 387
2010	353 555



Graf 1: Vývoj počtu přepravených osob (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Subjektivní zhodnocení grafu

Z grafu 1 je patrné, že v letech 2002 – 2004 byl počet přepravených osob konstantní, poté v roce 2005 klesl na minimální hodnotu. Dále začal růst, přičemž maximální hodnoty dosáhl v roce 2008.

Charakteristiky datového souboru

Tab. 2: Charakteristiky počtu přepravených osob (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Počet přepravených osob y (v tis.)	1.diference $1d_i(y)$	Koeficienty růstu $k_i(y)$
1	2002	339805	-	-
2	2003	340157	352	1,0010
3	2004	338992	-1165	0,9966
4	2005	327933	-11059	0,9674
5	2006	340242	12309	1,0375
6	2007	343469	3227	1,0095
7	2008	361475	18006	1,0524
8	2009	346387	-15088	0,9583
9	2010	353555	7168	1,0207

V **tabulce 2** jsou vypočítány základní charakteristiky časové řady. Jedná se o intervalovou časovou řadu, můžeme tedy sečíst počet přepravených osob za více let a můžeme také dle vzorce (1.1) vypočítat průměr časové řady \bar{y} , který je 343 557,2. Toto číslo interpretujeme tak, že v období let 2002 – 2010 je průměrný roční počet cestujících asi 343 557 tis. osob.

Průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$, který jsme si vypočetli pomocí vzorce (1.4), je 1718,75. To znamená, že průměrné roční přírůstky počtu cestujících jsou v období let 2002-2010 přibližně 1 719 tis. osob.

Pomocí dalšího vzorce (1.6) vypočítáme i průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$, který se rovná asi 1,005. Počet cestujících tedy vzroste ve sledovaném období let 2002 – 2010 každý rok oproti roku předcházejícímu průměrně 1,005krát.

Vyrovnaní časové řady

Vzhledem k tomu, že se růst časové řady nijak asymptoticky neustaluje, tudíž nevíme, zda se hodnoty časem ustálí, nemůžeme zde použít k vyrovnaní nelineární funkci. Ze znázorněných dat nevidíme ani lineární závislost.

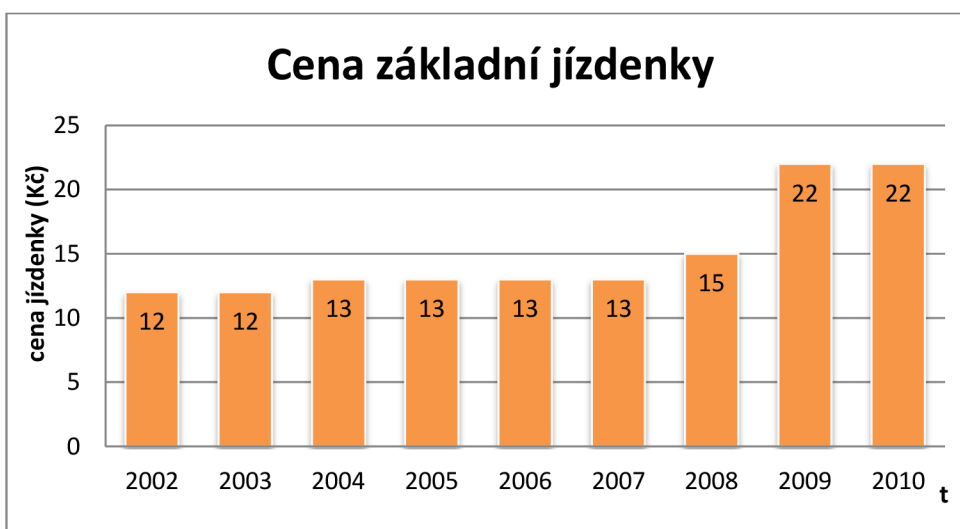
Zhodnocení ukazatele

Díky grafickému znázornění v **grafu 1** přehledněji vidíme vývoj počtu cestujících. Prudký pokles cestujících v roce 2005 zapříčinilo začlenění brněnské městské hromadné dopravy do Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje (dále IDS JMK). Počet přepravovaných osob se totiž počítá ze skutečně prodaných jízdních dokladů v distribuční síti DPMB, a.s. Začleněním do IDS JMK došlo k umožnění nákupu lístků i u jiných prodejců, což zapříčinilo vizuální snížení počtu cestujících, jelikož systém podniku nebyl připraven na dopočet cestujících i z ostatních distribučních sítí. K opravdovému úbytku cestujících tedy nedošlo.

V roce 2008 proběhl naproti tomu obrovský nárůst počtu cestujících. Tuto situaci si společnost vysvětluje tím, že v tomto roce, především ve 2.čtvrtletí roku, dosáhly ceny pohonných hmot (benzín a nafta) svého historického maxima kvůli rekordně rostoucím světovým cenám ropy. Lidé tedy jezdili méně svými vozidly a více městskou hromadnou dopravou.

Na toto zdražení pohonných hmot ale musel zareagovat i dopravní podnik velkým zdražením jízdného, což mělo spolu s ekonomickou krizí za následek asi 5%-ní pokles počtu cestujících další rok, kteří přestali využívat městskou dopravu.

Pokud se podíváme na níže uvedený **graf 2** shrnující vývoj ceny základní jízdenky (dříve na 40 minut, od roku 2008 na 60 minut, pro osoby nad 15 let, 2 pásma) a porovnáme jej s **grafem 1**, největší vliv zdražení jízdného na počet cestujících je právě v roce 2009, kdy jízdenka zdražila o 7,- Kč. Dřívější zdražení nebyla nikdy tak razantní, takže se na počtu přepravených osob nijak neprojevila.



Graf 2: Vývoj ceny základní jízdenky (Zdroj dat: IDS JMK (14), zpracování: vlastní)

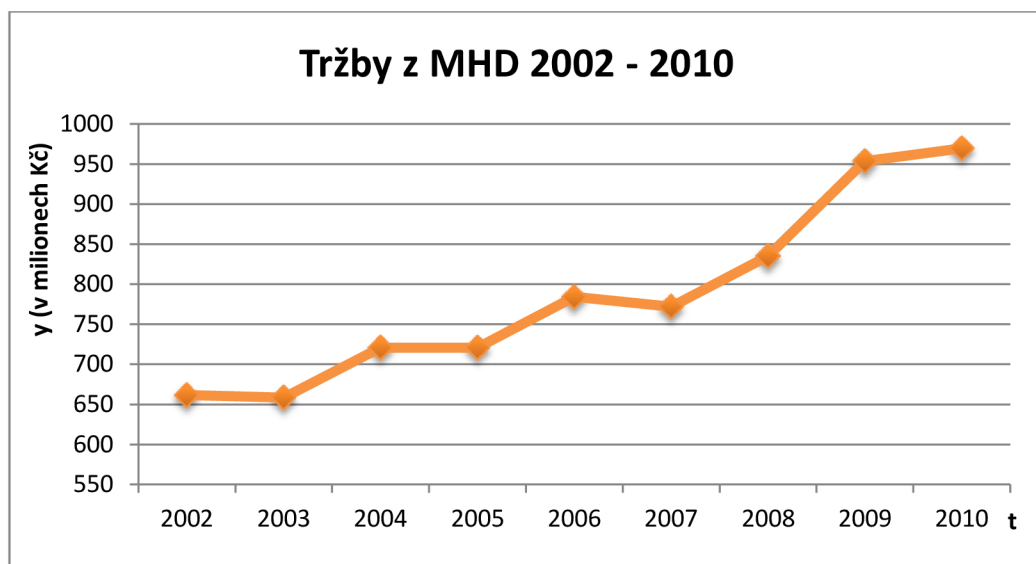
3.2 Tržby z MHD

V ukazateli tržby z MHD jsou zahrnuty pouze výnosy z prodaných jízdenek a předplatních kuponů, opět zde tedy není započítána lodní doprava, ani pokuty vybrané od černých pasažérů. Náklady na provoz MHD ovšem daleko převyšují tyto tržby, proto je nutná dotace především z rozpočtu Statutárního města Brna. Město poskytovalo až do roku 2009 společnosti provozní dotace, které byly určeny právě na úhradu ztráty. V souvislosti s podpisem smlouvy mezi Statutárním městem Brnem a DPMB, a.s. jsou nyní poskytovány společnosti tzv. kompenzace ztráty dohodnuté ve smlouvě.

V **tabulce 3** jsou zobrazeny tržby z MHD za roky 2002 – 2010.

Tab. 3: Tržby z MHD 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11),
zpracování: vlastní)

Tržba z MHD (v tis. Kč)	
t	y
2002	661 442
2003	658 561
2004	720 780
2005	720 735
2006	784 187
2007	771 987
2008	835 070
2009	953 644
2010	969 594



Graf 3: Vývoj tržeb z MHD (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11),
zpracování: vlastní)

Subjektivní zhodnocení grafu

Z **grafu 3** za období let 2002 – 2010 je patrné, že tržby z MHD rostou. Výkyvy v počtu cestujících tedy nemají vliv na tržby z MHD, naopak vliv má zdražení ceny jízdného.

Charakteristiky datového souboru

Tab. 4: Charakteristiky tržeb z MHD (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Tržby z MHD y (v tis. Kč)	1.diference ${}_1d_i(y)$	Koeficienty růstu $k_i(y)$
1	2002	661442	-	-
2	2003	658561	-2881	0,9956
3	2004	720780	62219	1,0945
4	2005	720735	-45	0,9999
5	2006	784187	63452	1,0880
6	2007	771987	-12200	0,9844
7	2008	835070	63083	1,0817
8	2009	953644	118574	1,1420
9	2010	969594	15950	1,0167

Základní charakteristiky jsou vypočítány v **tabulce 4**. Jedná se o intervalovou časovou řadu, hodnoty za více let tedy můžeme smysluplně sčítat. Průměr časové řady \bar{y} vypočítaný dle vzorce (1.1) je přibližně 786 222,2. To znamená, že v období let 2002 – 2010 je průměrná tržba z městské hromadné dopravy asi 786 222 tis. Kč za rok. Vzhledem k tomu, že tržby z MHD ale exponenciálně rostou, tudíž má časová řada trend, nemá průměr velkou vypovídací hodnotu.

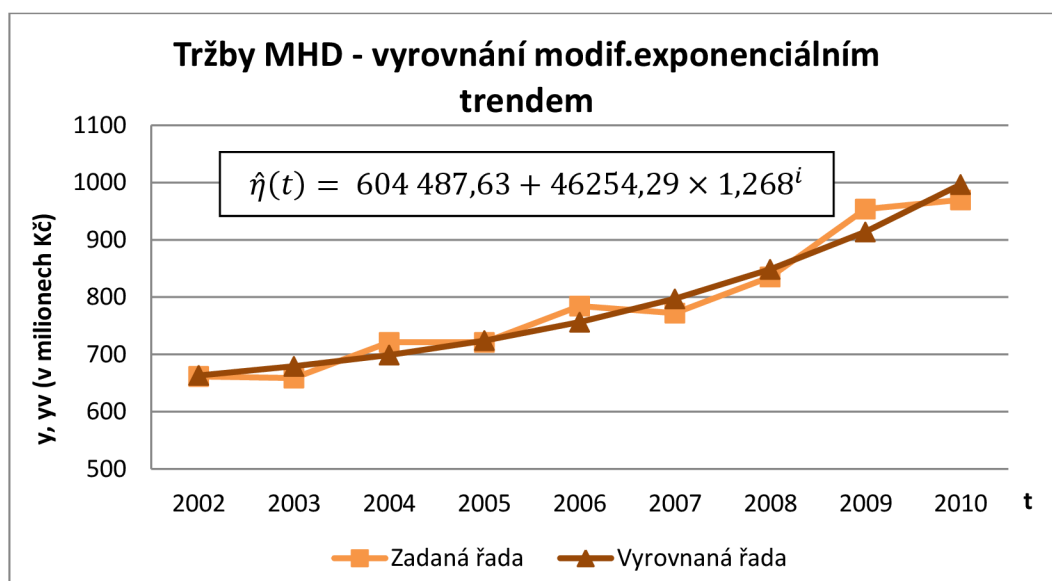
Průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$, který jsme si vypočetli pomocí vzorce (1.4), je asi 38 519, říká nám tedy, že průměrné roční přírůstky tržeb z MHD jsou v období let 2002 - 2010 přibližně 38 520 tis. Kč.

Pomocí dalšího vzorce (1.6) vypočítáme i průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$, který se rovná asi 1,049. Tržby z MHD tedy vzrostou ve sledovaném období let 2002 – 2010 každý rok oproti roku předcházejícímu průměrně 1,05krát.

Vyrovnaní časové řady

Vzhledem k tomu, že tržby z MHD exponenciálně rostou, byl by v tomto případě vhodný modifikovaný exponenciální trend. Ten používáme hlavně v případech popisujících ekonomické děje, což tržby rozhodně jsou. Funkce se nahoře přibližuje ke své horní asymptotě. Na exponenciální trend můžeme usoudit i z toho, že koeficienty růstu kolísají kolem konstanty a napovědět nám může také index determinace, který je

v případě modifikovaného exponenciálního trendu nejbližší číslu 1. Vyrovnání časové řady je zobrazeno v **grafu 4**.



Graf 4: Tržby z MHD – vyrovnání (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Prognóza pro rok 2011

Protože je trend zvolenou modifikovanou exponenciální funkcí dobře vystižen, můžeme vytvořit prognózu budoucího vývoje.

Prognózu tržeb z MHD pro rok 2011 získáme dosazením do výše uvedené rovnice funkce:

$$\hat{\eta}(2011) = 604487,63 + 46254,29 \times 1,268^{10} = 1\,101\,488$$

Pokud by tedy zůstaly zachované stávající podmínky a zvolená trendová funkce by i nadále dobře vyjadřovala další průběh časové řady, DPMB, a.s. by měl v roce 2011 tržby z MHD přibližně 1,101 miliardy Kč.

Zhodnocení ukazatele

Tržby z MHD úzce souvisí s počtem přepravených osob (viz. **graf 1**) a s cenou jízdenek (viz. **graf 2**). Pokud porovnáme tyto tři **grafy 1, 2 a 3**, zjistíme, že v letech, kdy se zdražilo jízdné, vzrostly i tržby, a to průměrně o 60 milionů Kč. V roce 2009, kdy jízdné zdražilo nejvíce, a to o 7,- Kč za základní jízdenku, vzrostly tržby dokonce

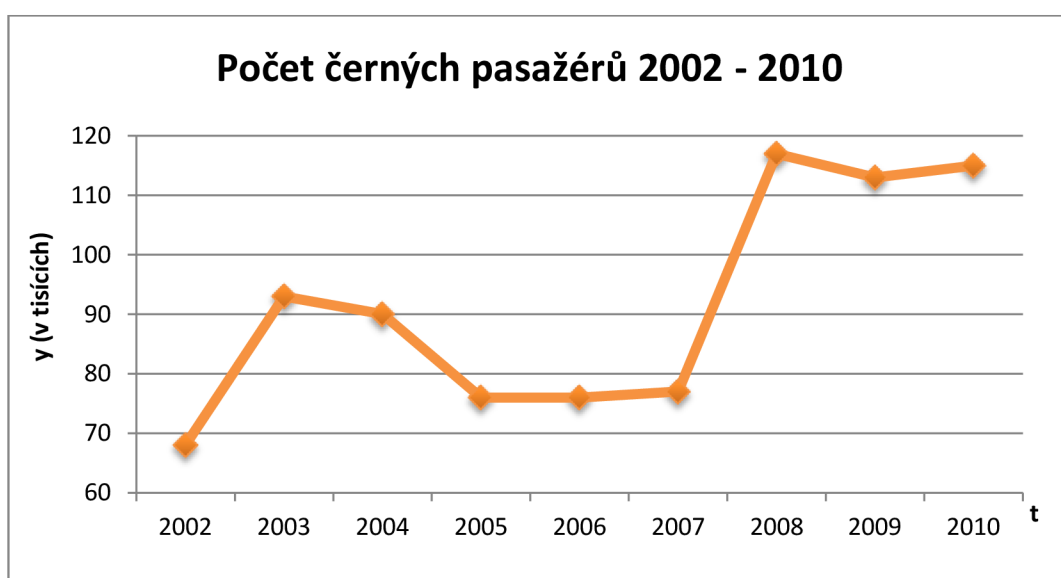
o 120 milionů Kč. To vše bez ohledu na počet přepravených osob. Na tržby z MHD tedy má největší vliv především cena jízdného.

3.3 Počet černých pasažérů

Do tohoto ukazatele jsou započítáni cestující, kteří byli přistiženi revizorem bez platného jízdního dokladu a museli platit pokutu. V posledních letech vybral DPMB, a.s. na těchto pokutách zhruba 70 milionů Kč ročně. Počet černých pasažérů za roky 2002 – 2010 je zaznamenán v **tabulce 5**.

Tab. 5: Počet černých pasažérů 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Počet černých pasažérů (v tis.)	
t	y
2002	68
2003	93
2004	90
2005	76
2006	76
2007	77
2008	117
2009	113
2010	115



Graf 5: Vývoj počtu černých pasažérů (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Subjektivní zhodnocení grafu

V letech 2002 a 2003 můžeme na **grafu 5** pozorovat nárůst počtu černých pasažérů, další roky došlo naopak k mírnému poklesu a postupné stagnaci, ovšem od roku 2008 zaznamenáváme opět zvýšený nárůst počtu neplatičů.

Charakteristiky datového souboru

Tab. 6: Charakteristiky počtu černých pasažérů (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Počet černých pasažérů y (v tisících)	1.diference ${}_1d_i(y)$	Koeficienty růstu $k_i(y)$
1	2002	68	-	-
2	2003	93	25	1,3676
3	2004	90	-3	0,9677
4	2005	76	-14	0,8444
5	2006	76	0	1,0000
6	2007	77	1	1,0132
7	2008	117	40	1,5195
8	2009	113	-4	0,9658
9	2010	115	2	1,0177

Základní charakteristiky jsou vypočítány v **tabulce 6**. Tato časová řada je opět intervalová, hodnoty za jednotlivé roky tedy můžeme sčítat. Průměr časové řady \bar{y} , vypočítaný dle vzorce (1.1), je asi 91,666. Tedy v období let 2002 – 2010 je průměrný roční počet černých pasažérů v MHD přibližně 91 670.

Podle vzorce (1.4) vypočítaný průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$ činí asi 5,875. Říká nám, že ve sledovaném období vzrůstá počet černých pasažérů v průměru o 5 900.

Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$, který si vypočítáme dle vzorce (1.6), činí přibližně 1,068. Tuto hodnotu interpretujeme tak, že ve sledovaném období každý rok vzrůstá počet černých pasažérů oproti roku předcházejícímu v průměru 1,07krát.

Ani u prvních diferencí, ani u koeficientů růstu, nepozorujeme žádné kolísání kolem jedné hodnoty, což nám může napovědět, že sledovaná časová řada nemá lineární ani nelineární trend.

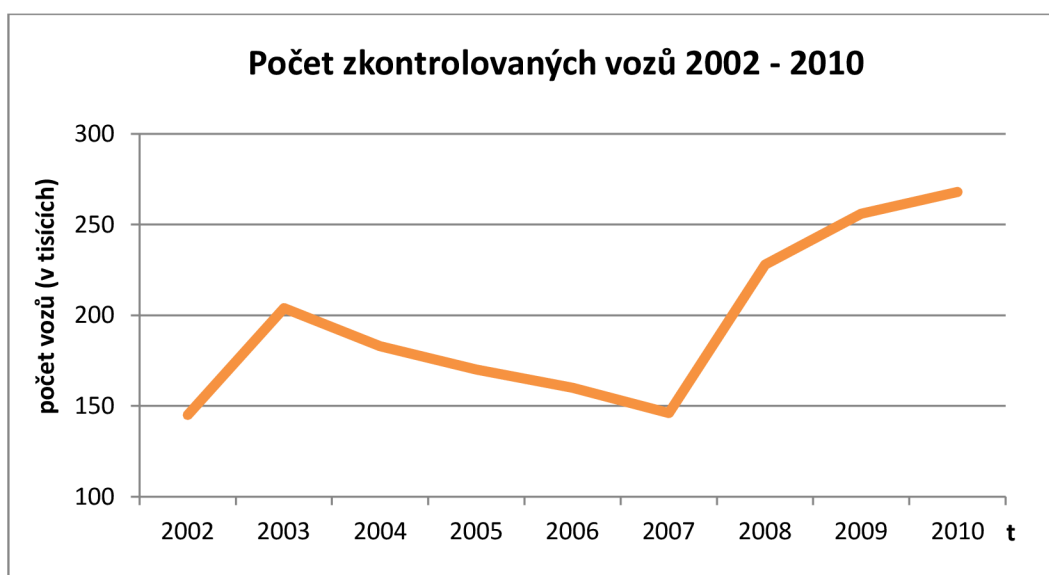
Vyrovnaní časové řady

Vzhledem ke kolísání hodnot této časové řady by bylo její vyrovnaní nepřesné.

Zhodnocení ukazatele

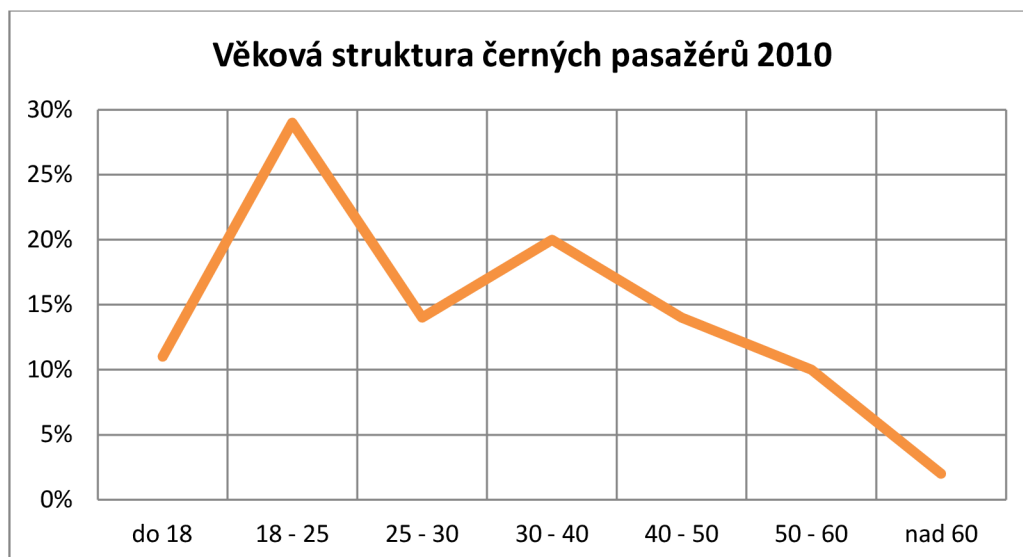
Pokud porovnáme počet černých pasažérů (viz. **graf 5**) přistižených revizorem a vývoj ceny jízdného (viz. **graf 2**), zjistíme, že zvyšování ceny jízdného obvykle neznamená zvýšení počtu černých pasažérů. Bez platné jízdenky tedy většinou jezdí stále stejný počet cestujících a záleží spíše na počtu kontrolorů a počtu zkontrolovaných vozů.

Srovnáním **grafu 5** s počtem černých pasažérů a níže uvedeného **grafu 6** s počtem zkontrolovaných vozů zjistíme, že v roce 2003 se počet zkontrolovaných vozů zvýšil, stejně jako se zvýšil i počet přistižených černých pasažérů. V následujících letech byl zaznamenán mírný pokles u obou sledovaných ukazatelů až do roku 2007. Od roku 2008 se DPMB, a.s. více zaměřil na kontroly v hromadné dopravě a zvýšil počet kontrolorů, a proto úměrně k tomu vzrostl i počet přistižených neplatičů.



Graf 6: Vývoj počtu zkontrolovaných vozů (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Graf 7 zachycuje věkovou strukturu neplatičů – černých pasažérů za rok 2010. Zajímavostí je, že nejvíce černých pasažérů je z věkové kategorie 18 – 25 let, tedy většinou studující lidé. Dlouhodobě naopak narůstá počet neplatičů v kategorii nad 30 let.



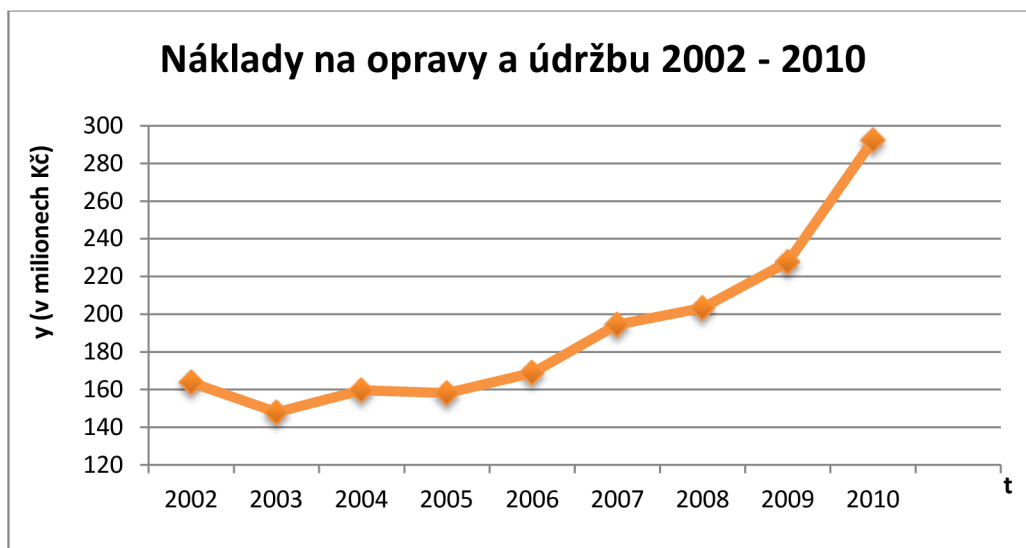
Graf 7: Věková struktura černých pasažérů za rok 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (15), zpracování: vlastní)

3.4 Náklady na opravy a údržbu vozového parku

Tento ukazatel zahrnuje veškeré investice společnosti DPMB, a.s. na opravu a údržbu vozového parku, rekonstrukce kolejí a budov. Společnost tyto náklady platila převážně z investičních dotací, které dostávala od Statutárního města Brna na financování investic. Od roku 2009 ale již místo toho dostává tzv. kompenzace. Velikost nákladů je zachycena v **tabulce 7**.

Tab. 7: Náklady na opravy a údržbu 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Náklady na opravy a údržbu (v tis. Kč)	
t	y
2002	163 768
2003	147 924
2004	159 616
2005	158 100
2006	168 897
2007	194 398
2008	203 243
2009	227 678
2010	292 352



Graf 8: Vývoj nákladů na opravy a údržbu (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Subjektivní zhodnocení grafu

Ve sledovaném období náklady na opravy a údržbu exponenciálně rostou, jak je vidět z **grafu 8**. V roce 2010 ale došlo k prudkému navýšení nákladů.

Charakteristiky datového souboru

Tab. 8: Charakteristiky nákladů na opravy a údržbu (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Náklady na opravy a údržbu y (v tis. Kč)	1.diference 1d(y)	Koeficient růstu k(y)
1	2002	163768	-	-
2	2003	147924	-15844	0,9033
3	2004	159616	11692	1,0790
4	2005	158100	-1516	0,9905
5	2006	168897	10797	1,0683
6	2007	194398	25501	1,1510
7	2008	203243	8845	1,0455
8	2009	227678	24435	1,1202
9	2010	292352	64674	1,2841

Tabulka 8 obsahuje vypočítané základní charakteristiky. Jedná se o intervalovou časovou řadu, opět tedy můžeme hodnoty za více let sečíst. Vypočítaný průměr časové řady \bar{y} dle vzorce (1.1) činí 190 664. To znamená, že v období let

2002 – 2010 jsou průměrné roční náklady na opravy a údržbu 190 664 tisíc Kč. Jelikož ale sledovaná časová řada exponenciálně roste, tudíž má trend, nemá průměr časové řady velkou vypovídací hodnotu.

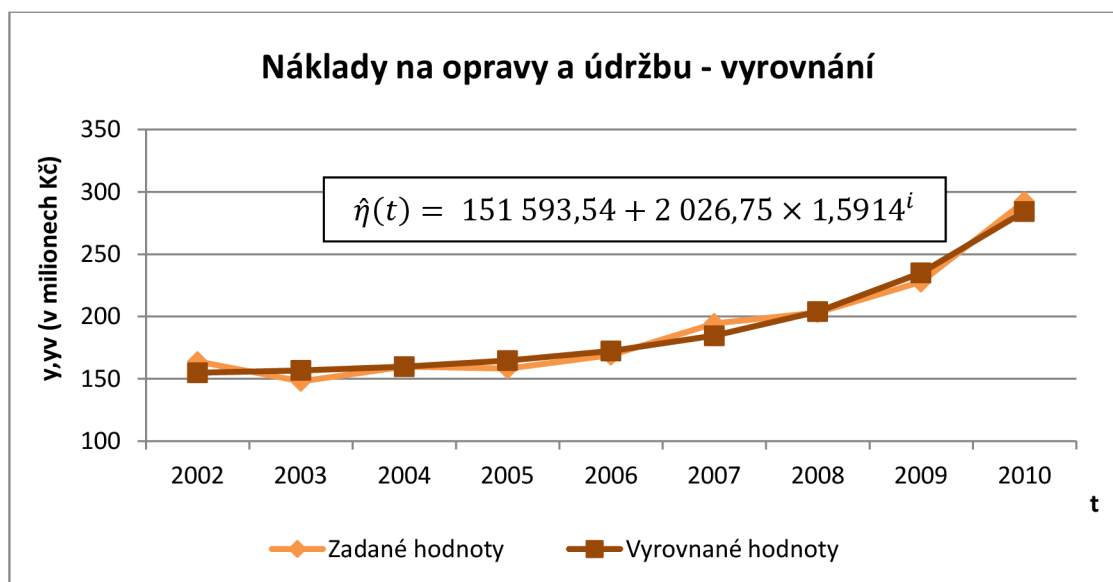
Průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$ vypočítaný podle vzorce (1.4) je přibližně roven 16 073. Říká nám, že průměrné roční přírůstky nákladů na opravy a údržbu jsou ve sledovaném období 16 073 000 Kč.

Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$ vypočtený dle vzorce (1.6) je roven 1,0751. Každý rok se tedy ve sledovaném období zvýší náklady na opravy a údržbu oproti roku předcházejícímu v průměru 1,08krát.

U koeficientů růstu můžeme pozorovat kolísání kolem konstanty, to nám tedy může napovědět, že časovou řadu můžeme vyrovnat exponenciálním trendem.

Vyrovnání časové řady

Vzhledem k tomu, že uvedená časová řada exponenciálně roste, použijeme i s přihlédnutím k indexu determinace modifikovaný exponenciální trend. Navíc zde popisujeme ekonomický děj, tudíž se tato funkce jeví jako vhodná. Vyrovnání časové řady můžeme vidět v **grafu 9**.



Graf 9: Náklady na opravy a údržbu – vyrovnání (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Prognóza pro rok 2011

Protože je trend zvolenou modifikovanou exponenciální funkcí dobře vystižen, můžeme vytvořit prognózu dalšího vývoje.

Prognózu nákladů na opravy a údržbu pro rok 2011 získáme dosazením do výše uvedené rovnice funkce:

$$\hat{\eta}(2011) = 151\,593,54 + 2\,026,75 \times 1,5914^{10} = 362\,787$$

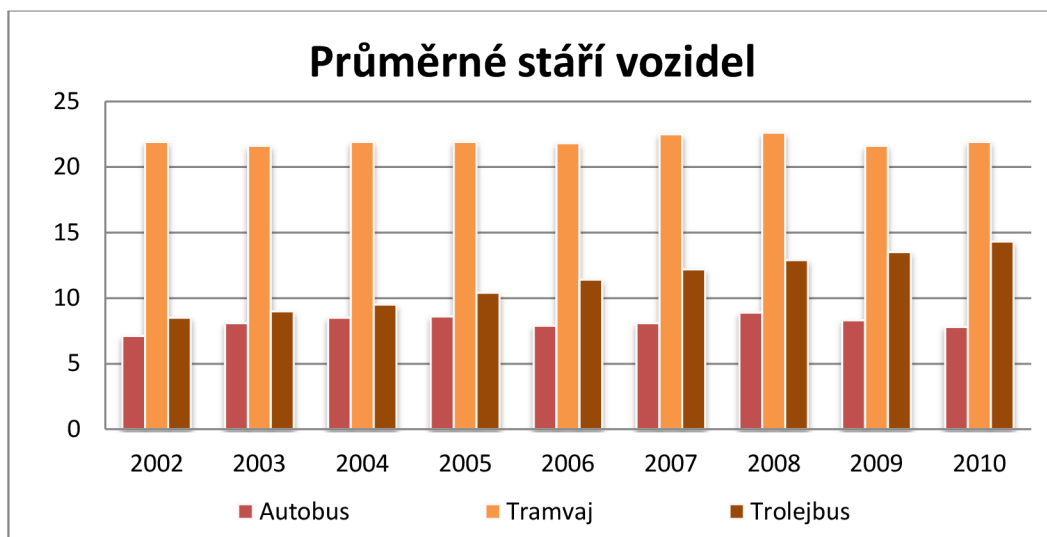
Pokud by zůstaly zachované stávající podmínky a zvolená exponenciální funkce by i nadále dobře vyjadřovala další průběh časové řady, společnost DPMB, a.s. by měla v roce 2011 náklady na opravy a údržbu přibližně 362 787 000 Kč.

Zhodnocení ukazatele

Prudký nárůst nákladů v roce 2010 je způsoben již uvedenou změnou legislativy. Investice pořízené z dřívějších investičních dotací od Statutárního města Brna se neodepisovaly, investice pořízené z nově vzniklých kompenzací se již odepisovat musí. To má za následek meziroční růst nákladů, a proto také můžeme dále předpokládat jejich další navyšování.

Nárůst nákladů v posledních letech také způsobily rozsáhlé rekonstrukce kolejí, které musela společnost financovat (např. rekonstrukce kolejí na trase Jugoslávská - Merhautova, dále Veverí – Šumavská, Česká a Komenského náměstí). Neustále se zvyšující ceny náhradních dílů a především v posledních letech rozmáhající se vandalismus přispívají také ke každoročnímu nárůstu nákladů.

V úvahu můžeme vzít také to, že stárne vozový park, a proto je společnost nucena vynakládat stále vyšší finanční prostředky na jeho opravu. Z níže uvedeného **grafu 10** vyplývá, že nejstaršími vozy jsou tramvaje. I když jsou nejstarší tramvajové vozy vyměňovány za nové, přesto by tramvajový vozový park potřeboval větší obměnu.



Graf 10: Průměrné stáří vozidel (Zdroj dat: bmhd.cz (16), zpracování: vlastní)

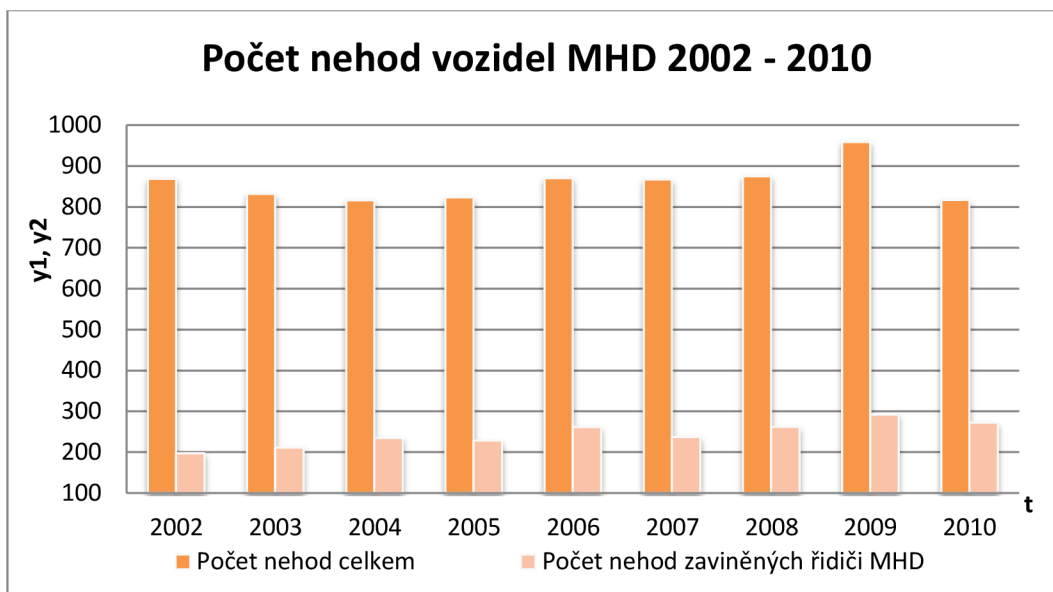
3.5 Vývoj nehodovosti MHD

3.5.1 Počet nehod vozidel MHD

V této kapitole se zabývám dvěma ukazateli, počtem dopravních nehod, jejichž účastníkem bylo vozidlo MHD, a počtem dopravních nehod, které přímo zavinili řidiči vozidel MHD. Ze statistik DPMB, a.s. zjistíme, že místy s největším výskytem nehod v Brně jsou ulice Palackého třída, Dornych, Cejl a Štefánikova. Počet nehod je zaznamenán v **tabulce 9**.

Tab. 9: Počet dopravních nehod MHD 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s., (11) zpracování: vlastní)

t	Počet dopravních nehod MHD	Nehody zaviněné řidiči MHD
	y ₁	y ₂
2002	869	197
2003	832	211
2004	816	235
2005	823	228
2006	870	261
2007	867	237
2008	875	262
2009	959	292
2010	817	272



Graf 11: Vývoj počtu dopravních nehod MHD 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Subjektivní zhodnocení grafu

Oba ukazatelé mají ve sledovaném období téměř stejný vývoj, jak můžeme vidět v **grafu 11**, tzn. největší nárůsty dopravních nehod (jak zaviněných, tak nezaviněných) jsou v letech 2006 a 2009.

Charakteristiky datového souboru Počet dopravních nehod celkem

Tab. 10: Charakteristiky počtu dopravních nehod (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Počet dopravních nehod y	1.diference $d_i (y)$	Koeficienty růstu $k_i (y)$
1	2002	869	-	-
2	2003	832	-37	0,9574
3	2004	816	-16	0,9808
4	2005	823	7	1,0086
5	2006	870	47	1,0571
6	2007	867	-3	0,9966
7	2008	875	8	1,0092
8	2009	959	84	1,0960
9	2010	817	-142	0,8519

Tabulka 10 zaznamenává vypočítané základní charakteristiky časové řady. Zde se jedná o intervalovou časovou řadu, kde má smysl hodnoty za jednotlivé roky sčítat. Průměr časové řady \bar{y} , vypočítaný podle vzorce (1.1), činí přibližně 858,667. Tedy ve sledovaném období je průměrný roční počet nehod roven číslu 858,7.

Dle vzorce (1.4) vypočítaný průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$ činí -6,5. Tato hodnota říká, že ve sledovaném období klesá počet nehod každý rok v průměru o 6,5.

Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$, vypočtený dle vzorce (1.6), se rovná asi 0,9923. Každý rok se tedy ve sledovaném období sníží počet nehod oproti roku předcházejícímu v průměru 0,99krát.

Charakteristiky datového souboru Počet nehod zaviněných řidiči MHD

Tab. 11: Charakteristiky počtu nehod zaviněných řidiči MHD (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Roky t	Počet nehod zaviněných řidiči MHD y	1.diference ${}_1d_i(y)$	Koeficienty růstu $k_i(y)$
1	2002	197	-	-
2	2003	211	14	1,0711
3	2004	235	24	1,1137
4	2005	228	-7	0,9702
5	2006	261	33	1,1447
6	2007	237	-24	0,9080
7	2008	262	25	1,1055
8	2009	292	30	1,1145
9	2010	272	-20	0,9315

Vypočítané základní charakteristiky časové řady vidíme v **tabulce 11**. Opět jde o intervalovou časovou řadu. Průměr časové řady \bar{y} , který vypočítáme dle vzorce (1.1), je roven přibližně 243,889. Průměrný roční počet nehod, které zavinili řidiči MHD, je ve sledovaném období roven číslu 243,889.

Průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$, který si vypočítáme podle vzorce (1.4), činí 9,375. Tuto hodnotu interpretujeme tak, že ve sledovaném období vzrůstá počet nehod zaviněných řidiči MHD každý rok v průměru o 9,375.

Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$, vypočtený dle vzorce (1.6), se rovná 1,0411. To nám značí, že ve sledovaném období vzroste každý rok počet nehod zaviněných řidiči MHD oproti roku předcházejícímu v průměru 1,04krát.

Vyrovnaní časové řady

Ukazatel počet dopravních nehod ve sledovaném období značně kolísá, nevidíme tu lineární ani nelineární trend.

Zhodnocení ukazatele

Prudký nárůst nehod v roce 2009 je s největší pravděpodobností následek velkého zdražení jízdného (základní jízdenka zdražila o 7,- Kč, viz. **graf 2**). Ubylo cestujících MHD, kteří byli nuceni přepravovat se vlastními vozy, a proto zhoustl provoz na brněnských silnicích.

Ke stálému zvyšování počtu nehod přispívá také samotná řidičská profese. V tomto oboru je velmi složité vypořádat se se stresujícím prostředím (agresivita řidičů na silnicích i cestujících) a z toho důvodu dochází k častému odchodu zkušených řidičů do jiných profesí. Oproti dopravním podnikům v jiných městech je v Brně situace o to složitější, že se musí noví řidiči seznámit s řízením mnoha typů vozidel (několik desítek různých typů).

Snahou DPMB, a.s. je samozřejmě snižování počtu nehod. Jedním ze způsobů je zaměření pozornosti na důkladný výcvik řidičů – nováčků. Proto zavedl od roku 2008 novou formu výcviku, kde se prodloužila doba a především forma praktické části. Tato snaha ovšem prozatím nepřinesla požadovaný výsledek ve formě snížení počtu nehod.

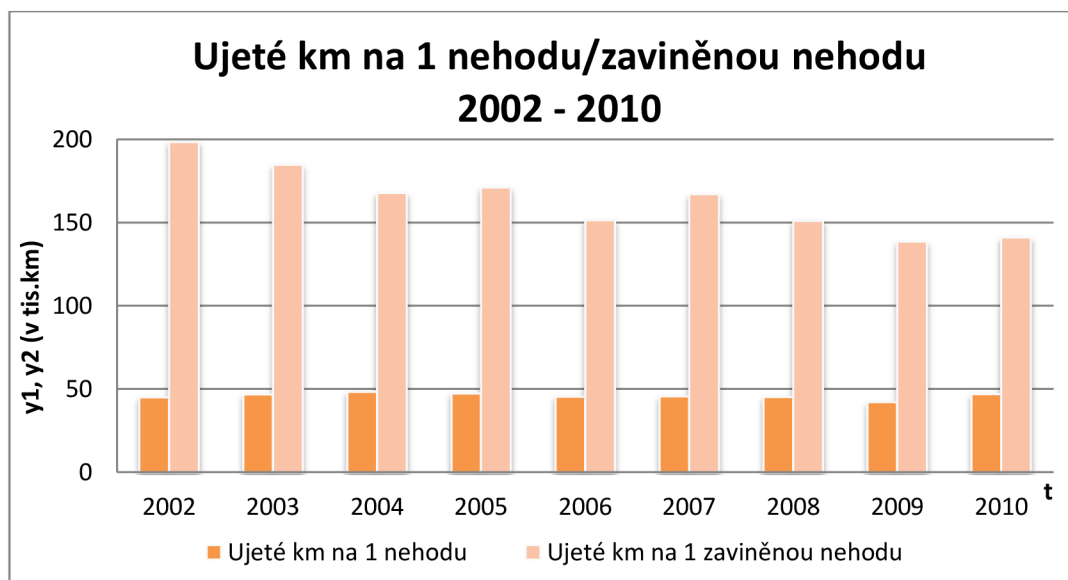
Pokud se podíváme na příčiny nehod, které zavinili řidiči MHD, pak je na vině především selhání lidského faktoru. Nejčastější příčiny jsou neodhadnutí profilu vozidla, nepozornost řidičů a v neposlední řadě i nedodržení rychlosti. Ke zvyšování nehodovosti přispívá i nedání přednosti v jízdě ostatním vozidlům.

3.5.2 Ujeté km na 1 nehodu/zaviněnou nehodu

V posledních letech je tento ukazatel společností DPMB, a.s. velice sledován, a to proto, že je pro společnost prioritou zvyšovat počet ujetých kilometrů bez nehody. Vzhledem k tomu, že se jedná o dopravu ve 2. největším městě České republiky, a charakteru dnešního provozu na silnicích to bude ale velice obtížné. Ujeté kilometry na 1 nehodu jsou zaznamenány v **tabulce 12**.

Tab. 12: Ujeté km na 1 nehodu/zaviněnou nehodu 2002 – 2010 (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

t	Ujeté km (tis.km)	Počet nehod	Počet zaviněných nehod	Ujeté km na 1 nehodu (tis.km) y_1	Ujeté km na 1 zaviněnou nehodu (tis.km) y_2
2002	39085	869	197	44,98	198,40
2003	38975	832	211	46,84	184,72
2004	39422	816	235	48,31	167,75
2005	38997	823	228	47,38	171,04
2006	39533	870	261	45,44	151,47
2007	39597	867	237	45,67	167,08
2008	39600	875	262	45,26	151,15
2009	40457	959	292	42,19	138,55
2010	38373	817	272	46,97	141,08



Graf 12: Vývoj počtu km ujetých na 1 nehodu/zaviněnou nehodu (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Subjektivní zhodnocení grafu

Zatímco snahou DPMB, a.s. je zvýšit počet ujetých km na 1 nehodu, z **grafu 12** můžeme vidět, že tento ukazatel klesá. Po kritickém roce 2009 ovšem zaznamenáváme mírný vzrůst, tudíž obrat k lepšímu.

Ovšem to se nedá říct o ukazateli počet ujetých km na zaviněnou nehodu, kde je jasně patrné, že místo, aby hodnoty lineárně rostly, naopak lineárně klesají.

Charakteristiky datového souboru Ujeté km na 1 nehodu

Tab. 13: Charakteristiky počtu ujetých km na 1 nehodu (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Ujeté km na 1 nehodu y (tisíce km)	1.diference ${}_1d_i(y)$	Koeficienty růstu $k_i(y)$
1	2002	44,98	-	-
2	2003	46,84	1,86	1,0414
3	2004	48,31	1,47	1,0314
4	2005	47,38	-0,93	0,9807
5	2006	45,44	-1,94	0,9591
6	2007	45,67	0,23	1,0051
7	2008	45,26	-0,41	0,9910
8	2009	42,19	-3,07	0,9322
9	2010	46,97	4,78	1,1133

Charakteristiky počtu ujetých km na 1 nehodu jsou zachyceny v **tabulce 13**. Jde o intervalovou časovou řadu. Průměr časové řady \bar{y} , který vypočítáme dle vzorce (1.1), je roven přibližně 45,89. Průměrný počet ujetých kilometrů na 1 nehodu je ve sledovaném období roven téměř 46 tisíc km.

Průměr prvních diferencí ${}_1\overline{d}(y)$, který si vypočítáme podle vzorce (1.4), činí 0,2487. Tuto hodnotu interpretujeme tak, že ve sledovaném období vzrůstá počet ujetých kilometrů na 1 nehodu každý rok v průměru o téměř 250 km.

Průměrný koeficient růstu $\overline{k}(y)$, vypočtený dle vzorce (1.6), se rovná 1,0054. To nám značí, že ve sledovaném období vzroste každý rok počet ujetých kilometrů na 1 nehodu oproti roku předcházejícímu v průměru 1,005krát.

Charakteristiky datového souboru Ujeté km na 1 zaviněnou nehodu

Tab. 14: Charakteristiky počtu ujetých km na 1 zaviněnou nehodu (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Pořadí i	Rok t	Ujeté km na 1 zaviněnou nehodu y (tis.km)	1.diference ${}_1d_i(y)$	Koeficienty růstu $k_i(y)$
1	2002	198,4	-	-
2	2003	184,72	-13,68	0,9310
3	2004	167,75	-16,97	0,9081
4	2005	171,04	3,29	1,0196
5	2006	151,47	-19,57	0,8856
6	2007	167,08	15,61	1,1031
7	2008	151,15	-15,93	0,9047
8	2009	138,55	-12,6	0,9166
9	2010	141,08	2,53	1,0183

V **tabulce 14** jsou zaznamenány charakteristiky časové řady. Jde opět o intervalovou časovou řadu. Průměr časové řady \bar{y} , který vypočítáme dle vzorce (1.1), je roven přibližně *163,4711*. Průměrný počet ujetých kilometrů na 1 nehodu zaviněnou řidičem MHD je ve sledovaném období roven přes 163 tisíc kilometrů.

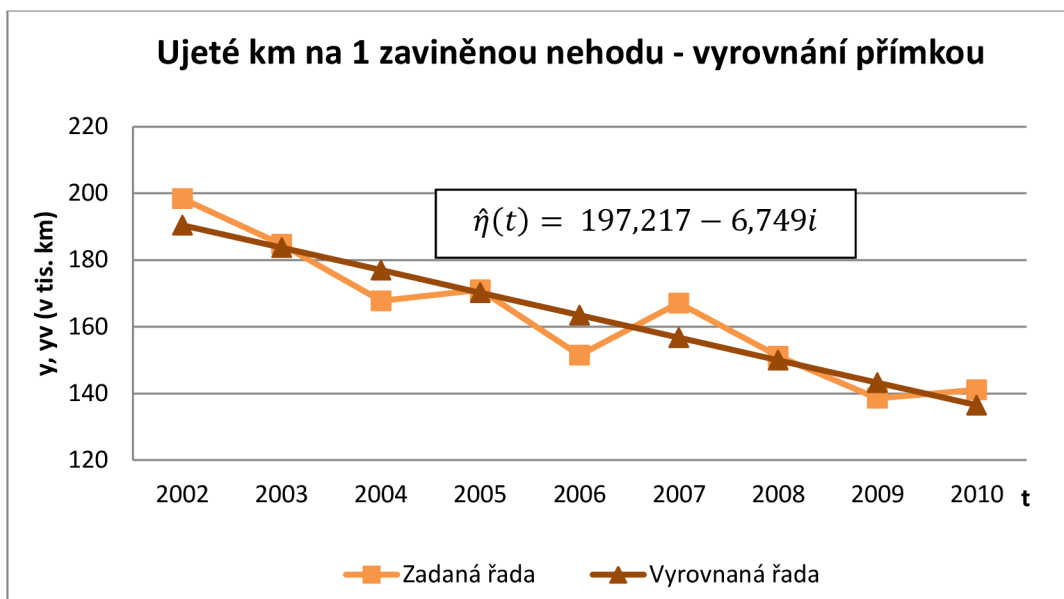
Průměr prvních diferencí $\overline{{}_1d(y)}$, který si vypočítáme podle vzorce (1.4), činí -7,165. Tuto hodnotu interpretujeme tak, že ve sledovaném období klesá počet ujetých kilometrů na 1 nehodu zaviněnou řidičem MHD každý rok v průměru o 7 tisíc kilometrů.

Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$, vypočtený dle vzorce (1.6), se rovná 0,9583. To nám značí, že ve sledovaném období klesne každý rok počet ujetých kilometrů na 1 nehodu zaviněnou řidičem MHD oproti roku předcházejícímu v průměru 0,96krát.

Vyrovnaní časové řady

Ukazatel Ujeté kilometry na 1 nehodu značně kolísá, tudíž je obtížné najít vhodnou trendovou funkci, která by průběh časové řady dobře vystihla.

Ujeté kilometry na 1 zaviněnou nehodu ovšem vykazují lineární trend, tudíž bude nejvýstižnější vyrovnat časovou řadu přímkou. Též index determinace je u regresní přímky nejbliže číslu 1. Vyrovnání této časové řady vidíme v **grafu 13**.



Graf 13: Ujeté km na 1 zaviněnou nehodu – vyrovnání (Zdroj dat: DPMB, a.s. (11), zpracování: vlastní)

Prognóza pro rok 2011

Protože je trend zvolenou lineární funkcí dobře vystižen, můžeme vytvořit prognózu možného budoucího vývoje.

Prognózu počtu ujetých kilometrů na 1 zaviněnou nehodu pro rok 2011 získáme dosazením do výše uvedené rovnice regresní přímky:

$$\hat{\eta}(2011) = 197,217 - 6,749 \times 10 = 129,7$$

Pokud by tedy zůstaly zachované stávající podmínky a zvolená regresní funkce by i nadále dobře vyjadřovala další průběh časové řady, společnost DPMB, a.s. by měla v roce 2011 přibližně 129,7 tisíc ujetých kilometrů na 1 zaviněnou nehodu.

Zhodnocení ukazatele

Tento ukazatel závisí větší měrou na počtu nehod, počty ujetých kilometrů zůstávají během let téměř konstantní. Důvody neustále se zvyšujícího počtu nehod jsme již popsali v předchozí kapitole. Přesto je cílem společnosti DPMB, a.s. nadále počet nehod snižovat.

Závěr

Náplní a též cílem této bakalářské práce bylo analyzovat vybrané ukazatele společnosti Dopravní podnik města Brna, a.s. za období let 2002 – 2010. K této analýze jsem použila jednu ze statistických metod, a to časové řady, které jsem zpracovávala pomocí mnou vytvořeného programu uvedeného v příloze. Kde bylo možné najít vhodně vystihující trendovou funkci, provedla jsem vyrovnání časové řady a následně vytvořila prognózu jejího budoucího vývoje. Toho může společnost využít při manažerském rozhodování - plánování optimálně vytížených spojů, pořizování nových vozidel či při plánování předpokládaných tržeb.

Ukazatele pro analýzu jsem volila dle preferencí společnosti. Mezi nejdůležitější a nejčastěji sledované ukazatele patří počet přepravených osob. Využití tohoto ukazatele slouží především k plánování spojů, kdy se společnost vždy snaží o efektivní využití dopravy. Tedy podle vývoje počtu cestujících omezuje či přidává frekvence některých spojů. Tím se ušetří najeté kilometry a s tím spojené náklady na pohonné hmoty či elektřinu, náklady na mzdy řidičů a přispěje to k většímu komfortu přepravy osob.

Analýzou tohoto ukazatele jsem zjistila, že počet cestujících mírně stoupal, a to i navzdory prudkému zdražení jízdného během posledních let. Výjimkou byl rok 2008, ve kterém ceny pohonných hmot dosáhly svého historického maxima a přibylo cestujících městskou hromadnou dopravou. Ale poté, co byl Dopravní podnik města Brna, a.s. nucen zareagovat na toto zvýšení cen pohonných hmot doposud největším zdražením jízdného, klesl mírně počet cestujících, a to asi o 5%.

Druhým, neméně důležitým ukazatelem, jsou tržby z městské hromadné dopravy. Ty mají v návaznosti na zdražování jízdného stále vzestupnou tendenci. Vyrovnáním této časové řady trendovou funkcí a následnou prognózou jsem zjistila, že tržby by měly při zachování stávajících podmínek i nadále růst, a dokonce přesáhnou 1 miliardu Kč. Zvyšující se tržby ale zdaleka nepokryjí veškeré náklady, které společnost má, proto je závislá především na rozpočtu Statutárního města Brna, od kterého dostává kompenzace. Letošní rok kompenzace činila asi 1,731 miliardy Kč, minulý rok 1 665,8 milionů Kč. Vývoj tohoto ukazatele slouží k plánování veškerých investic a nákladů, proto je výhodné pro společnost odhadnout, jaký bude vývoj tržeb do budoucna.

Třetím ukazatelem je počet černých pasažérů zadržенých revizory. Analýzou jsem zjistila, že zdražení jízdného obvykle neznamená i zvýšení počtu černých pasažérů. Záleží tedy spíše na počtu kontrol, kolik neplatičů bude odhaleno. Zajímavostí je, že nejvíce neplatičů (až 30%) je z řad studujících, tedy mezi 18. – 25. rokem.

V pořadí již čtvrtým ukazatelem, byly náklady na opravy a údržbu. Ty každým rokem neustále narůstají. Je to dáno jednak rozsáhlými rekonstrukcemi tratí v posledních letech, jednak narůstajícím vandalismem, a také zvyšujícími se cenami náhradních dílů. Analýzou a následnou prognózou do budoucna jsem zjistila, že tyto náklady budou i nadále růst. Sledování nákladů je důležité při jejich dalším plánování a při rozvržení finančních prostředků do jednotlivých položek rozpočtu.

Další skupinou ukazatelů, na kterou jsem se zaměřila, byl vývoj nehodovosti. Na tento ukazatel má vliv mnoho faktorů. Ke zvyšování počtu nehod přispívá především zvyšující se agresivita řidičů na silnicích, selhání lidského faktoru, a také větší hustota provozu. Dopravní podnik města Brna, a.s. se snažil tuto situaci řešit lepším výcvikem nových řidičů městské hromadné dopravy, ale jak se zatím zdá, bez výraznějšího efektu. Vývoj nehodovosti je těžko ovlivnitelný ukazatel, protože především záleží na chování ostatních řidičů na silnicích.

Hlavního cíle, vytyčeného v úvodu bakalářské práce, tedy analýzy vybraných ukazatelů společnosti DPMB, a.s., bylo dosaženo, stejně jako dílčích cílů, tj. zpracování dat a – tam kde to bylo možné - určení vhodné trendové funkce, která danou časovou řadu co nejlépe vystihla. U takto vyrovnané časové řady byla poté provedena prognóza do budoucna.

Moje zpracování dat je pro společnost Dopravní podnik města Brna, a.s. kvalitním informačním zdrojem, ze kterého může sledováním vývoje minulého dospět k lepšímu plánování vývoje budoucího. Tím se zkvalitní a zefektivní jak samotné fungování společnosti, tak i fungování městské hromadné dopravy, což přispěje k větší spokojenosti cestujících i pracovníků společnosti.

Seznam použité literatury

- 1) KROPÁČ, J. *Statistika B: jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, regresní analýza, časové řady*. 2. dopl. vyd. Brno: FP VUT v Brně, 2009, 151 s. ISBN 80-214-3295-6.
- 2) CIPRA, T. *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986, 248 s.
- 3) KOZÁK, J., ARLT, J., HINDLS, R. *Úvod do analýzy ekonomických časových řad*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1994, 208 s. ISBN 80-7079-760-6.
- 4) HINDLS, R., HRONOVÁ S., SEGER, J. *Statistika pro ekonomy*. 6. vyd. Praha: Professional Publishing, 2006, 415 s. ISBN 80-86419-99-1.
- 5) CYHELSKÝ, L., SOUČEK, E. *Základy statistiky*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2009, 163 s. ISBN 978-807-4080-135.
- 6) HINDLS, R., HRONOVÁ, S., NOVÁK, I. *Metody statistické analýzy pro ekonomy*. 2. přepracované vyd. Praha: Management Press, 2000, 259 s. ISBN 80-726-1013-9.
- 7) DPMB,a.s. Základní údaje o DPMB,a.s. *Dopravní podnik města Brna, a.s.* [online]. [2012] [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.dpmb.cz/Default.aspx?seo=firma>
- 8) BMHD. Historie. *MHD Brno* [online]. c2002 - 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/historie/historie.php>
- 9) BMHD. Řídící a informační systém Brněnské MHD. *MHD Brno* [online]. c2002 - 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/ris.php>

- 10) KORDIS JMK. Stručně o IDS JMK. *Integrovaný dopravní systém JMK* [online]. [2012] [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://idsjmk.cz/strucne.aspx>
- 11) DOPRAVNÍ PODNIK MĚSTA BRNA, a.s. *Výroční zprávy 2002 – 2010*. Brno: Dopravní podnik města Brna, a.s., 2002 – 2010.
- 12) JOHN, R. Uzavřena dlouhodobá smlouva s městem. *Zpravodaj* [online]. 2010, č. 1 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://dpmb.cz/Default.aspx?seo=download-section&id=10/z201001.pdf>
- 13) DPMB,a.s. Fondy EU. *Dopravní podnik města Brna, a.s.* [online]. [2012] [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.dpmb.cz/Default.aspx?seo=fondy-eu>
- 14) KORDIS JMK. Historie tarifů IDS JMK. *Integrovaný dopravní systém JMK* [online]. [2012] [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://idsjmk.cz/tarif.aspx#3>
- 15) PRÝGL, V. Přepavní kontrola byla efektivnější. *Zpravodaj* [online]. 2011, č. 2 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://dpmb.cz/Default.aspx?seo=download-section&id=10/z201102.pdf>
- 16) BMHD. Statistika vozového parku. *MHD Brno* [online]. c2002 - 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.bmhd.cz/evidence-dpmb/statistika/?co=stari>

Seznam obrázků

Obr. 1: Organizační struktura společnosti DPMB, a.s.	25
---	----

Seznam grafů

Graf 1: Vývoj počtu přepravených osob.....	28
Graf 2: Vývoj ceny základní jízdenky	30
Graf 3: Vývoj tržeb z MHD	31
Graf 4: Tržby z MHD – vyrovnání	33
Graf 5: Vývoj počtu černých pasažérů	34
Graf 6: Vývoj počtu zkontrolovaných vozů	36
Graf 7: Věková struktura černých pasažérů za rok 2010.....	37
Graf 8: Vývoj nákladů na opravy a údržbu.....	38
Graf 9: Náklady na opravy a údržbu – vyrovnání	39
Graf 10: Průměrné stáří vozidel	41
Graf 11: Vývoj počtu dopravních nehod MHD 2002 – 2010	42
Graf 12: Vývoj počtu km ujetých na 1 nehodu/zaviněnou nehodu	45
Graf 13: Ujeté km na 1 zaviněnou nehodu – vyrovnání	48

Seznam tabulek

Tab. 1: Počet přepravených osob 2002 – 2010	27
Tab. 2: Charakteristiky počtu přepravených osob	28
Tab. 3: Tržby z MHD 2002 – 2010	31
Tab. 4: Charakteristiky tržeb z MHD	32
Tab. 5: Počet černých pasažérů 2002 – 2010	34
Tab. 6: Charakteristiky počtu černých pasažérů	35
Tab. 7: Náklady na opravy a údržbu 2002 – 2010	37
Tab. 8: Charakteristiky nákladů na opravy a údržbu	38
Tab. 9: Počet dopravních nehod MHD 2002 – 2010	41
Tab. 10: Charakteristiky počtu dopravních nehod	42
Tab. 11: Charakteristiky počtu nehod zaviněných řidiči MHD	43
Tab. 12: Ujeté km na 1 nehodu/zaviněnou nehodu 2002 – 2010	45
Tab. 13: Charakteristiky počtu ujetých km na 1 nehodu	46
Tab. 14: Charakteristiky počtu ujetých km na 1 zaviněnou nehodu	47

Seznam příloh

Příloha 1: Pomocný program ke zpracování časových řad na CD