

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Bakalářská práce**

**Analýza počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb  
elektronických komunikací v České republice**

**Šárka Hájková**

© 2009 ČZU v Praze

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky

Akademický rok 2008/2009

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Šárka Hájková**

obor Veřejná správa a regionální rozvoj - k.s. Sez. Ústí - Tábor

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze  
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název tématu: **Analýza počtu dlužných úhrad poskytovatelům  
služeb elektronických komunikací v České  
republice**

### Struktura bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Popis časové řady
4. Elementární charakteristiky časové řady
5. Volba vhodné trendové funkce
6. Předpověď budoucího vývoje časové řady
7. Závěr
8. Seznam literatury
9. Přílohy



Rozsah původní zprávy: 30 - 40 stran

Seznam odborné literatury:

ARLT, Josef. Moderní metody modelování ekonomických časových řad. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1999

ARLT, Josef, ARLTOVÁ, Markéta. Finanční časové řady. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2003

HINDLS, Richard, KAŇOKOVÁ, Jara, NOVÁK, Ilja. Metody statistické analýzy pro ekonomy. 1. vydání. Praha: MANAGEMENT PRESS, 1997

KOZÁK, Josef, SEGER, Jan. Jednoduché statistické metody v prognostice. 1. vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975

SEGER, Jan, HINDLS, Richard. Statistické metody v ekonomii. 1. vydání. Praha: H&H, 1993

Další literatura bude doporučena během zpracování BP.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Jiří Petera**

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2009

*Kabe*

Vedoucí katedry



*Jan*

Děkan

V Praze dne: 19.11.2008

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací v České republice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28. dubna 2009

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucímu práce, Mgr. Jiřímu Peterovi, za jeho trpělivost, obětavost a čas, který mi věnoval. Dále děkuji všem svým blízkým za jejich bezměrnou podporu a pomoc.

# **Analýza počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací v České republice**

---

## **The Analysis of Liabilities to Electronic Communications Providers in the Czech Republic**

### **Souhrn**

Cílem této bakalářské práce je analyzovat problematiku dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací v České republice. Jde o prozkoumání dosavadního vývoje časové řady pomocí statistických výpočtů a z těchto údajů zjistit trendovou složku časové řady včetně zjištění vhodnosti vypočtených trendových funkcí, vyčíslit vývoj příštích období a dále dle elementárních charakteristik zjistit tempo růstu či poklesu ve sledovaných obdobích, bazické indexy a další charakteristiky jak v absolutních tak relativních jednotkách.

### **Summary**

The aim of this Bachelor's work has been to analyse the liabilities to electronic communications providers in the Czech Republic. The study starts with statistics of up-to-now development of time series data which has formed the basis for their trend estimation. Further steps consist in verifying the applicability of trend functions, specifying future development, finding out the growth and decline rates over the surveyed time period and setting basic indexes and other characteristics in both absolute and relative units.

### **Klíčová slova**

Český telekomunikační úřad, správní řízení, dlužná úhrada poskytovatelům služeb elektronických komunikací, elementární charakteristiky časových řad, trendová funkce, vhodnost trendové funkce, budoucí vývoj časové řady.

### **Key words**

Czech Telecommunication Office, administrative procedure, liability to electronic communications providers, time series characteristics, trend function, applicability of trend functions, future development of time series.

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. Úvod.....  | 8  |
| 2. Cíl práce a metodika.....                              | 11 |
| 2.1 Cíl práce .....                                       | 11 |
| 2.2 Metodika.....   | 11 |
| 3. Popis časové řady.....                                 | 12 |
| 3.1 Elementární charakteristiky časových řad.....         | 12 |
| 3.1.1 První absolutní diference .....                     | 12 |
| 3.1.2 Druhá absolutní diference.....                      | 12 |
| 3.1.3 Tempo přírůstku.....                                | 12 |
| 3.1.4 Tempo růstu .....                                   | 13 |
| 3.1.5 Bazické indexy.....                                 | 13 |
| 3.2 Volba vhodné trendové funkce.....                     | 14 |
| 3.2.1 Volba časové proměnné.....                          | 14 |
| 3.2.2 Výběr trendové funkce .....                         | 15 |
| 3.2.3 Ověření vhodnosti trendové funkce.....              | 16 |
| 3.3 Předpověď budoucího vývoje časové řady.....           | 17 |
| 3.3.1 Předpověď pomocí průměrného koeficientu růstu ..... | 18 |
| 3.3.2 Předpověď pomocí trendové funkce.....               | 18 |
| 4. Elementární charakteristiky časové řady .....          | 19 |
| 4.1 První absolutní diference.....                        | 19 |
| 4.2 Druhá absolutní diference.....                        | 20 |
| 4.3 Tempo přírůstku .....                                 | 20 |
| 4.4 Tempo růstu.....                                      | 20 |
| 4.5 Bazické indexy .....                                  | 20 |
| 5. Volba vhodné trendové funkce .....                     | 21 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1 Lineární trend .....                                | 22 |
| 5.2 Kvadratický (parabolický) trend.....                | 23 |
| 5.3 Exponenciální trend.....                            | 24 |
| 5.4 Ověření vhodnosti trendové funkce.....              | 25 |
| 5.4.1 Relativní chyba prognózy $rp$ .....               | 26 |
| 5.4.2 Index determinace $I^2$ .....                     | 27 |
| 5.4.3 Střední absolutní procentuální chyba $MAPE$ ..... | 28 |
| 6. Předpověď budoucího vývoje časové řady .....         | 30 |
| 6.1 Předpověď pomocí průměrného koeficientu růstu ..... | 30 |
| 6.2 Předpověď pomocí parabolické trendové funkce.....   | 31 |
| 7. Závěr .....  | 33 |
| 8. Seznam literatury .....                              | 35 |
| 9. Přílohy .....  | 36 |



# 1. Úvod

Český telekomunikační úřad je regulátorem pro oblast elektronických komunikací a poštovních služeb. V současné podobě je zřízen zákonem č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích, ke dni 1. května 2005, jako ústřední správní úřad pro výkon státní správy ve věcech stanovených zákonem, včetně regulace trhu a stanovování podmínek pro podnikání v oblasti elektronických komunikací a poštovních služeb. Český telekomunikační úřad sídlí v Praze a má 7 odborů pro oblasti v Praze, Českých Budějovicích, Plzni, Ústí nad Labem, Hradci Králové, Brně a Ostravě.

Hlavním úkolem Českého telekomunikačního úřadu je vytvářet podmínky pro podnikání na trhu elektronických komunikací a pro rovnou konkurenční hospodářskou soutěž. Dále analyzuje relevantní trhy, jejichž výsledky mají rozhodující význam pro uplatnění regulačních opatření a tím i pro další vývoj tržního prostředí a zvýšení podnikatelské jistoty. Český telekomunikační úřad také chrání zájmy občanů účastníků trhu elektronických komunikací i poštovních služeb a zajišťuje ochranu některých služeb v oblasti rozhlasového a televizního vysílání a služeb informační společnosti. V neposlední řadě se snaží maximálně podporovat provoz a rozvoj digitálního vysílání. K jeho činnosti také nepochybně patří přezkušování odborné způsobilosti pro operátory radioamatérských stanic, pro radiotelefonisty letecké nebo námořní pohyblivé služby a další.

Problematikou dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací, které je věnována tato bakalářská práce, se již od roku 1964 zabýval specializovaný správní orgán. Dělo se tak za účinnosti zákona č. 110/1964 Sb. o telekomunikacích, na jehož základě rozhodovaly tehdejší organizace spojů spory týkající se úhrad či poplatků za používání jednotné telekomunikační sítě nebo telekomunikačních výkonů. Ústavní soud ve svém nálezu Pl. ÚS 28/95 konstatoval, že není v rozporu ani s Ústavou a Listinou základních práv a svobod, ani s článkem 6 Evropské úmluvy, pokud o nárocích upravených předpisy soukromého práva rozhoduje správní orgán a naopak to označil jako „*mimořádně prospěšné*“. Rovněž další zákon o telekomunikacích (zákon č. 151/2000 Sb.) svěřil rozhodování celé řady sporů do působnosti Českého telekomunikačního úřadu. V této tradici pokračuje zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích. [6]

Touto činností, popsanou v předchozím odstavci, se zabývají výhradně oblastní odbory, a to na oddělení rozhodování sporů. Postup zpracování této činnosti se řídí zákonem č. 500/2004 Sb., správní řád, kdy poskytovatel služeb elektronických komunikací (navrhovatel) zašle písemnou formou či elektronicky se zaručeným elektronickým podpisem „návrh na zahájení správního řízení“. Tento návrh musí splňovat všechna potřebná kriteria, tzn. přesné identifikování odpůrce (dlužníka), předmět návrhu na zahájení správního řízení, čímž bývá označení konkrétní telefonní stanice či služby, ze které dluh vznikl a vyčíslená dlužná částka. Dále návrh na zahájení správního řízení musí obsahovat petit, tzn. návrh rozhodnutí, kterému po přezkoumání všech dostupných důkazů, podkladů a informací buď Český telekomunikační úřad (správní orgán) vyhoví či nevyhoví. Dále může správní orgán návrhu i částečně vyhovět nebo zastavit správní

řízení, avšak popisování postupu výkonu správního řízení není předmětem této práce, uvádím toto jen pro úplnost.

Já osobně pracuji v Českém telekomunikačním úřadu od května roku 2003 nejprve jako odborný referent oddělení státní inspekce radiokomunikací, kde jsem zpracovávala dílčí administrativní a statistické činnosti spojené s hlášeními na rušený televizní a rozhlasový příjem. Od června 2004 do srpna 2007 jsem vykonávala funkci asistentky ředitele a poté jsem přestoupila na pozici odborného referenta oddělení rozhodování sporů a od té doby se aktivně podílím na vedení správního řízení o dlužných úhradách poskytovatelům služeb elektronických komunikací. Po tuto dobu jsem ve správním řízení vydala přes 1 300 správních rozhodnutí.

Dosavadní vývoj počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací, zpracovaných Českým telekomunikačním úřadem, je následující:

Tab. 1: Počet dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací podle jednotlivých oblastí

| Rok           | Počet dlužných úhrad |               |               |               |                |               |                |                |
|---------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
|               | Oblastní odbory      |               |               |               |                |               |                |                |
|               | Praha                | Jižní Čechy   | Západní Čechy | Severní Čechy | Východní Čechy | Jižní Morava  | Severní Morava | Celkem         |
| 1998          | 3 577                | 667           | 926           | 3 688         | 1 489          | 2 433         | 3 699          | <b>16 479</b>  |
| 1999          | 6 237                | 858           | 1 268         | 4 474         | 2 945          | 5 428         | 5 968          | <b>27 178</b>  |
| 2000          | 6 062                | 1 324         | 2 657         | 4 411         | 3 985          | 4 885         | 5 860          | <b>29 184</b>  |
| 2001          | 17 224               | 2 573         | 3 523         | 8 343         | 5 269          | 7 199         | 9 125          | <b>53 256</b>  |
| 2002          | 20 594               | 2 974         | 5 521         | 10 320        | 5 830          | 10 849        | 12 449         | <b>68 537</b>  |
| 2003          | 16 854               | 3 695         | 5 938         | 9 226         | 6 061          | 10 896        | 7 904          | <b>60 574</b>  |
| 2004          | 9 676                | 2 197         | 3 595         | 6 808         | 3 670          | 7 001         | 5 940          | <b>38 887</b>  |
| 2005          | 17 679               | 5 850         | 8 480         | 10 578        | 10 266         | 12 885        | 12 030         | <b>77 768</b>  |
| 2006          | 11 090               | 3 137         | 4 645         | 6 579         | 5 719          | 8 187         | 8 133          | <b>47 490</b>  |
| 2007          | 19 229               | 4 715         | 7 210         | 7 828         | 7 748          | 11 738        | 10 354         | <b>68 822</b>  |
| 2008          | 24 782               | 7 002         | 10 353        | 10 678        | 10 171         | 15 465        | 13 273         | <b>91 724</b>  |
| <b>Celkem</b> | <b>149 427</b>       | <b>34 325</b> | <b>53 190</b> | <b>79 245</b> | <b>61 664</b>  | <b>94 533</b> | <b>91 036</b>  | <b>579 899</b> |

Uvedené údaje v tab. 1 mi byly poskytnuty z interních databází Českého telekomunikačního úřadu, za laskavého svolení vedoucích pracovníků oddělení rozhodování sporů. Pro analýzu jsou tedy k dispozici data z let 1998 – 2008.

Z výše uvedené tab. 1 je patrné, že v posledních letech výrazně přibylo počtu dlužných úhrad. První velký nárůst byl zaznamenán v roce 2005, kdy legislativní chybou byla zrušena povinnost platit správní poplatek za podání návrhu na zahájení správního řízení pro toho, kdo návrh podává, tzn. pro navrhovatele. Od 1. května 2005 vešel v platnost zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích. Přejedem na tento zákon nebyla zajištěna návaznost na zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, tedy nebyla povinnost hradit za podané návrhy na zahájení správního řízení správní poplatky. Osvobození od platby správního poplatku byl impulsem pro navrhovatele podávat i takové návrhy na zahájení správního řízení, u nichž vymáhaná částka byla leckdy i pouze dvojciferná. Toto osvobození trvalo do 1. října 2005, kdy nabyl účinnost zákon č. 361/2005 Sb. ze dne 19. srpna 2005, kterým se mění zákon č. 143/2001 Sb., o ochraně hospodářské soutěže a o změně některých zákonů (zákon o ochraně hospodářské soutěže), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony. V tomto případě „některým dalším zákonem“ je i zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, kde byl odstraněn chybný legislativní krok o nevybírání poplatků za podání návrhu na zahájení správního řízení.

Dále, tj. od roku 2006, je patrný téměř poloviční pokles počtu dlužných úhrad. V dalších letech však opět zaznamenáváme jeho vysoký nárůst, který trvá prakticky dodnes. Úvahou z jakého důvodu se tak děje se věnuji v kapitole 7. Závěr.

## **2. Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je důkladně zanalyzovat problematiku dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací v České republice. Jelikož v posledních letech byl zaznamenán nebyvalý nárůst těchto podání, je mou snahou prozkoumat nejen důvod tohoto nárůstu, ale zmapovat dosavadní vývoj této časové řady. Z vypočtených údajů se dají učinit určité závěry, jako je zjištění trendové složky časové řady včetně zjištění vhodnosti vypočtených trendových funkcí, vyčíslení vývoje příštích období, dále dle elementárních charakteristik zjistit tempo růstu či poklesu ve sledovaných obdobích, bazické indexy a další charakteristiky jak v absolutních tak relativních jednotkách.

Mou snahou je, aby tyto výsledky kladně přispěly Českému telekomunikačnímu úřadu k vývoji dalších jeho činností spojených s danou problematikou.

V kapitole 7. Závěr je také věnována pozornost zamyšlení nad příčinami dosavadního vývoje časové řady i když tento problém by mohl být tématem samostatné práce v oblasti psychologie či sociologie, a to jak z pohledu jedné strany (dlužníků), tak z pohledu druhé strany (poskytovatelům služeb elektronických komunikací).

Jako podklad byly použity informace poskytnuté z interních databází Českého telekomunikačního úřadu všemi oblastními odbory s laskavým svolením vedoucích pracovníků oddělení rozhodování sporů.

### **2.2 Metodika**

Metodické vedení mi bylo poskytnuto v nemalé míře vedoucím mé bakalářské práce, který mi doporučil některou vhodnou literaturu. Další informace jsem čerpala z odborných knih, zákonů a dále i z poznatků z praxe, kterou v oblasti této problematiky mám.

Analýza časových řad včetně předpovídání jejich budoucího chování se stává jednou z nejdůležitějších oblastí v rozvoji současné statistiky. Pro zjištění základních informací o chování analyzované časové řady je vhodné použít takové statistické metody, jako jsou elementární charakteristiky časových řad, které jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů zkoumání dynamiky ekonomických jevů. Pomocí nich získáme přehled o rychlosti změn hodnot sledovaného ukazatele v závislosti na čase.

Pro analýzu předpovědi budoucího vývoje časové řady je zapotřebí nejprve zjistit, jaká funkce nejlépe vystihuje vývoj sledované veličiny v minulosti. K tomu jsem z hlediska praxe využila pouze tři trendové funkce, a to lineární, kvadratickou a exponenciální, které jsou pro svou rozmanitou podobu postačující. Tyto křivky analyticky vyrovnávají časovou řadu a analyzují zákonitosti vývoje sledovaných veličin.

### 3. Popis časové řady

Jedním z nejdůležitějších nástrojů zkoumání dynamiky ekonomických jevů a procesů je analýza časových řad ukazatelů, které tyto jevy a procesy zobrazují. Časovou řadou je rozuměna řada věcně a prostorově srovnatelných pozorování jednoznačně uspořádaná v čase směrem minulost-přítomnost. [7]

#### 3.1 Elementární charakteristiky časových řad

Pro charakterizování dynamiky vývoje časové řady, tzn. pro sledování rychlosti změn hodnot sledovaného ukazatele v závislosti na čase, je možné využívat různé statistické charakteristiky. Jsou nazývány elementární charakteristiky časových řad a lze je rozdělit na absolutní a relativní.

K absolutním charakteristikám porovnání hodnot jednotlivých členů časové řady se používá první diference neboli absolutní přírůstek a dále druhé diference. Vedle absolutních charakteristik můžeme ještě zkoumat charakteristiky relativní. V tomto případě se používá tempo přírůstku, koeficient růstu, bazické indexy a koeficient zrychlení. [8]

##### 3.1.1 První absolutní diference

První absolutní diference charakterizují absolutní přírůstek nebo úbytek zkoumaného ukazatele v určitém okamžiku (období) proti okamžiku (období) bezprostředně předcházejícímu. Prvních absolutních diferencí je celkem  $n-1$ . [8]

$$dy_t = y_t - y_{t-1} \quad (1)$$

##### 3.1.2 Druhá absolutní diference

Rozdílem dvou sousedních absolutních přírůstků (prvních absolutních diferencí) lze získat druhé absolutní diference, kterých je celkem  $n-2$ . Druhé absolutní diference charakterizují absolutní zrychlení nebo zpomalení vývoje ve zkoumané časové řadě, tzn. udávají, o kolik byl následující přírůstek větší, respektive menší než předcházející. [8]

$$dy_t^{(2)} = dy_t - dy_{t-1} \quad (2)$$

##### 3.1.3 Tempo přírůstku

K relativním charakteristikám patří nepochybně tempo přírůstku. Jedná se o porovnání absolutního přírůstku (první absolutní diference) s příslušnou hodnotou časové řady. Udává v procentech, jak rychle vrostla či klesla hodnota časové řady v porovnání s obdobím bezprostředně předcházejícím. [8]

$$r_i = \frac{dy_t}{y_{t-1}} * 100 \text{ [%]} \quad (3)$$

### 3.1.4 Tempo růstu

Dalšími představiteli relativní charakteristiky jsou koeficienty růstu, které vyčíslují relativní postupnou rychlost změn hodnot v časové řadě. Jde o porovnání jednotlivých hodnot časové řady s hodnotou roku bezprostředně předcházejícího. Pokud koeficient růstu je vyjádřený v procentech, hovoříme o tempu růstu. Výsledek zjištění je v podstatě stejný jako u tempa přírůstku. [8]

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} * 100 \text{ [%]} \quad (4)$$

Za zmínku jistě stojí i průměrný koeficient růstu, který je definovaný nejčastěji jako geometrický průměr jednotlivých koeficientů růstu. Průměrný koeficient růstu počítaný podle níže uvedeného vzorce závisí výhradně na první a poslední hodnotě časové řady. Vnitřní hodnoty by bylo možno zaměnit za mnohonásobně vyšší nebo nižší, aniž by se obě charakteristiky jakkoli změnily. Statistická etika proto vyžaduje, abychom začátek i konec intervalu, z něž obě charakteristiky počítáme, umístili do let, v nichž nedošlo k mimořádným výkyvům. [7] Kdybychom tedy vybrali počáteční mimořádně nízký rok, vedlo by to k nevýstižně vysokému průměru a nízký rok na konci by opět znamenal zkreslení směrem dolů.

Vzorec pro výpočet průměrného koeficientu růstu:

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (5)$$

Podle průměrného koeficientu růstu se dají provádět případné předpovědi na příští období. Před výpočtem je však nezbytné pečlivě zvážit a posoudit, zda má vůbec smysl počítat průměrný koeficient růstu a podle něj prognózu příštího období. Pokud vykazuje časová řada téměř monotónní vývoj, kdy hodnoty ukazatele stále rostou nebo stále klesají, potom to smysl má. Pokud však hodnoty ukazatelů vykazují nebývale velké rozdíly, je lépe časovou řadu rozdělit na několik částí, v nichž sledovaný ukazatel vykazuje v podstatě monotónní vývoj a pro ně pak stanovit průměrné koeficienty růstu. [8]

### 3.1.5 Bazické indexy

Bazické indexy patří taktéž k relativní charakteristice. Jedná se o určení jednoho období, s nímž pak porovnáváme všechny další hodnoty časové řady. Z toho vyplývá, že získáme přehled, o kolik procent nám vzrostla či klesla hodnota jednotlivých období v porovnání k určenému období.

$$BI = \frac{y_t}{y_0} * 100 \quad [\%] \quad (6)$$

### 3.2 Volba vhodné trendové funkce

Trendem rozumíme hlavní tendenci dlouhodobého vývoje hodnot analyzovaného ukazatele v čase. Trend může být rostoucí, klesající nebo mohou hodnoty ukazatele dané časové řady v průběhu sledovaného období kolísat kolem určité úrovně, pak se jedná o časovou řadu bez trendu. [7]

#### 3.2.1 Volba časové proměnné

V jednorozměrné analýze časových řad vycházíme z předpokladu, že jediným faktorem dynamiky vývoje analyzovaného ukazatele je čas, symbolizovaný časovou proměnnou  $t$ . Jednoduchý způsob volby časové proměnné spočívá v tom, že zavedeme časovou proměnnou tak, aby její počátek ležel v časovém okamžiku, ke kterému se vztahuje první člen analyzované řady.

Tab. 2: Volba časové proměnné  $t$

|       |       |       |       |     |           |       |
|-------|-------|-------|-------|-----|-----------|-------|
| $t$   | 1     | 2     | 3     | ... | $n-1$     | $n$   |
| $y_t$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | ... | $y_{n-1}$ | $y_n$ |

V tab. 2 symbol  $n$  značí počet pozorování časové řady, které máme k dispozici. Výpočty lze značně zjednodušit tím, že místo časové proměnné  $t$  použijeme „novou“ časovou proměnnou posunutou do středu časové řady. [7]

Tak např. pro 5-letou časovou řadu zvolíme časovou proměnnou  $t'$  tak, jak je uvedeno v tab. 3.

Tab. 3: Volba časové proměnné  $t'$

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| rok  | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
| $t'$ | -2   | -1   | 0    | 1    | 2    |

### 3.2.2 Výběr trendové funkce

Tradičním způsobem popisu trendu časové řady je její vyrovnaní (vyhlazení, vystižení) nějakou matematickou funkcí. Získáme tak souhrnnou informaci o charakteru hlavní tendence ve vývoji analyzovaného ukazatele v čase a navíc můžeme modelovat i další vývoj trendu v budoucnu, ovšem za předpokladu, že se jeho charakter v podstatě nezmění. [4]

Při analýze dynamiky vývoje neperiodických časových řad vystačíme s relativně nevelkým okruhem trendových funkcí. Jedná se o tyto vyrovnávací křivky: lineární, kvadratická (parabolická), logaritmická, exponenciální, mocninná, odmocninná, kombinovaná a logistická.

Správný výběr trendové funkce z výše uvedeného seznamu je podmíněn znalostí, která z použitých funkcí nejlépe vystihuje vývoj sledované veličiny v minulosti a znalostí objektivních tendencí vývoje této veličiny v budoucnosti.

Jako pomocný prostředek pro volbu trendové funkce se v literatuře často doporučuje provést grafickou analýzu pozorovaných hodnot sledované veličiny. Tato analýza je však mnohdy velmi nepřesná a subjektivní a je nezbytné doplnit ji exaktnějšími prostředky. [8]

V našem případě si vystačíme s funkcí lineární, kvadratickou a exponenciální.

**Lineární trend** je nejčastěji používaným typem trendové funkce. Její značný význam spočívá v tom, že ji můžeme použít vždy, chceme-li alespoň orientačně určit základní směr vývoje analyzované časové řady a rovněž v tom, že u určitém omezeném časovém intervalu může sloužit jako vhodná aproximace jiných trendových funkcí. Vyjádříme jí ve tvaru:

$$y' = a + bt' \quad (7)$$

kdy veličiny  $a$  a  $b$  při použití časové proměnné  $t'$  vypočítáme podle vzorců:

$$a = \frac{\sum y_t}{n}$$
$$b = \frac{\sum t' * y_t}{\sum t'^2} \quad (8)$$

**Kvadratický (parabolický) trend** vyjádříme ve tvaru:

$$y' = a + bt' + ct'^2 \quad (9)$$

a veličiny  $a$ ,  $b$  a  $c$  při použití časové proměnné  $t'$  vypočítáme podle vzorců:



hodnota  $I^2$  bližší jedné, tím model lépe popisuje zkoumaný jev. Jestliže se hodnoty blíží nule, znamená to stále menší soulad s časovou řadou. Tzn. pro popis dynamiky časové řady považujeme za nejvhodnější tu trendovou funkci, která vede k maximální hodnotě indexu determinace  $I^2$ . Taková funkce nejlépe a nejpřesněji vystihuje reálný vývoj zkoumaného jevu v minulosti a jsme tedy zřejmě oprávněni předpokládat, že podobným způsobem bude vystihovat i skutečnost, která nastane v budoucnosti. [8]

$$I^2 = 1 - \frac{\sum (y_t - y'_t)^2}{\sum (y_t - \bar{y})^2} \quad (14)$$

Dalším ukazatelem k posouzení vhodnosti trendové funkce je **Střední absolutní procentuální chyba (Mean Absolute Percent Error) MAPE**. Obecně se dává přednost modelu s nejnižšími hodnotami. Je však důležité si uvědomit, že ani tento ukazatel nemá univerzální charakter, jen podává dílčí informaci o kvalitě hodnoceného modelu. [8]

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum \left| \frac{y_t - y'_t}{y_t} \right| \quad (15)$$

### 3.3 Předpověď budoucího vývoje časové řady

V souvislosti s prohlubující se celosvětovou ekonomickou integrací stoupá v posledních letech zájem o vědecky zdůvodněné prognózy i o metody, jak tyto prognózy konstruovat. Mezi prognostickými metodami hrají významnou roli statistické prognostické metody. Do této skupiny patří metody používající v rozhodující míře při konstrukci prognóz různých statistických metod. Patří sem především metody extrapolace jednorozměrných a vícerozměrných časových řad, metody regresní analýzy, strukturální analýzy a metody založené na systémovém přístupu a komplexních modelech. Ve statistické a ekonomické praxi jsou nejvíce používány metody extrapolace časových řad. Podstata klasických extrapoláčnických metod spočívá v tom, že se studuje historie prognózovaného objektu a zákonitosti jeho vývoje v minulosti a přítomnosti se přenesou do budoucnosti. Metody založené na extrapolaci klasických modelů trendu tedy vycházejí z deterministického principu, podle něhož budoucnost vyplývá z přítomnosti. Jsou konstruovány na základě předpokladu o neměnnosti nebo alespoň relativní stability existujících tendencí vývoje zkoumaného jevu. Princip statistické extrapolace spočívá v tom, že analyzovaný proces se bude v budoucnu vyvíjet „za jinak stejných okolností“ shodně s vývojem minulým. U procesů, které jsou v čase stabilní, lze tento princip s úspěchem při konstrukci předpovědí aplikovat. Naopak v případě, že během prognózovaného období probíhají podstatné kvalitativní změny, je použití extrapoláčnických modelů velmi problematické. [7]

Pro prognózu budoucího vývoje časové řady lze použít již výše zmíněný průměrný koeficient růstu  $\bar{k}$  nebo trendovou funkci, kterou jsme po ověřovacích výpočtech označili jako nejlépe vhodnou.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum y_t \sum t'^4 - \sum t'^2 \sum y_t * t'^2}{n * \sum t'^4 - (\sum t'^2)^2} \\
 b &= \frac{\sum y_t * t'}{\sum t'^2} \\
 c &= \frac{n * \sum y_t * t'^2 - \sum t'^2 \sum y_t}{n * \sum t'^4 - (\sum t'^2)^2}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

**Exponenciální trend** lze vyjádřit ve tvaru:

$$y' = a * b' \tag{11}$$

parametry tohoto trendu lze odhadnout tak, že vypočteme  $\log a$  a  $\log b$  a poté musíme provést odlogaritmování těchto parametrů

$$\begin{aligned}
 \log a &= \frac{\sum \log y_t}{n} \\
 \log b &= \frac{\sum \log y_t * t'}{\sum t'^2}
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

### 3.2.3 Ověření vhodnosti trendové funkce

Abychom posoudili, která z uvedených trendových funkcí bude vhodná i z hlediska další prognózy, musíme provést ověření jejich vhodnosti pomocí dalších výpočtů. K tomu použijeme vzorce pro výpočet relativní chyby prognózy  $rp$ , indexu determinace  $I^2$  a dále střední absolutní procentuální chyby  $MAPE$ .

**Relativní chybu prognózy  $rp$** , tzv. pseudoprognózu vyjádříme podle vzorce

$$rp = \frac{|y'_t - y_t|}{y_t} * 100 \quad \% \tag{13}$$

Časovou řadu musíme zkrátit o jeden či více údajů, poté vyjádříme trend a vypočteme prognózu pro známé údaje. Potom hodnotíme rozdíly mezi skutečnými hodnotami a prognózovanými údaji.

Pokud by byla  $rp \leq 5\%$ , pak je prognóza velmi přesná a náš konkrétní model by byl velmi vhodný k prognózování. Pokud je  $rp \in (5;10)\%$ , potom je prognóza uspokojivě přesná a i náš model je pro další prognózování uspokojivý.

Standardním ukazatelem, sloužícím k syntetickému popisu stupně shody modelu, je **Index determinace  $I^2$** . Jde o bezrozměrné číslo, které splňuje relaci:  $0 \leq I^2 \leq 1$ . Čím je

### **3.3.1 Předpověď pomocí průměrného koeficientu růstu**

Nejprve je potřeba dle vzorce (5) vypočítat průměrný koeficient růstu ze stávajících hodnot časové řady. Dále je nutné provést extrapolaci, tzn. prodloužení časové řady, kdy dopočítáme hodnotu  $n$  pro konkrétní zjišťované budoucí období. Poté toto „nové“  $n$  dosadíme opět do vzorce (5) a z něj vypočítáme hodnotu  $y_n$ .

### **3.3.2 Předpověď pomocí trendové funkce**

Druhou variantou pro výpočet předpovědi budoucího období je použitím vhodné trendové funkce. Opět stejně jako u varianty s průměrným koeficientem růstu je nutné provést extrapolaci, tedy dopočítat  $t'$  pro zjišťované budoucí období. Poté tuto hodnotu dosadíme do vypočtené trendové funkce, která dle výpočtů ověření vhodnosti nejlépe vyhovuje a získáme novou hodnotu  $y'$ , která představuje předpovídanou hodnotu zjišťovaného budoucího období.

## 4. Elementární charakteristiky časové řady

Na veškeré výpočty použité v této práci jsem využila možností programu Microsoft Office Excel 2003, který je také vhodným pomocníkem pro tvorbu grafů.

Jak již bylo v kapitole 3.1 zmíněno, tak pro charakterizování dynamiky vývoje časové řady je potřeba z hodnot časové řady vypočítat jak absolutní, tak relativní charakteristiky. K absolutnímu porovnání hodnot jednotlivých počtů dlužných úhrad použijeme první diference neboli absolutní přírůstky a druhé diference. Pro relativní charakteristiky použijeme tempo přírůstku, koeficient růstu a bazické indexy.

Tab. 4: Elementární charakteristiky časové řady

| Rok  | Počet dlužných úhrad $y_t$ | První absolutní diference | Druhá absolutní diference | Tempo přírůstku v % | Tempo růstu v % | Bazické indexy |
|------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| 1998 | 16 479                     |                           |                           |                     |                 | 100,00         |
| 1999 | 27 178                     | 10 699                    |                           | 64,93               | 164,93          | 164,93         |
| 2000 | 29 184                     | 2 006                     | -8 693                    | 7,38                | 107,38          | 177,10         |
| 2001 | 53 256                     | 24 072                    | 22 066                    | 82,48               | 182,48          | 323,17         |
| 2002 | 68 537                     | 15 281                    | -8 791                    | 28,69               | 128,69          | 415,91         |
| 2003 | 60 574                     | -7 963                    | -23 244                   | -11,62              | 88,38           | 367,58         |
| 2004 | 38 887                     | -21 687                   | -13 724                   | -35,80              | 64,20           | 235,98         |
| 2005 | 77 768                     | 38 881                    | 60 568                    | 99,98               | 199,98          | 471,92         |
| 2006 | 47 490                     | -30 278                   | -69 159                   | -38,93              | 61,07           | 288,18         |
| 2007 | 68 822                     | 21 332                    | 51 610                    | 44,92               | 144,92          | 417,63         |
| 2008 | 91 724                     | 22 902                    | 1 570                     | 33,28               | 133,28          | 556,61         |

### 4.1 První absolutní diference

Pro výpočet první absolutní diference jsem vycházela podle (1), kdy po dosazení vyšlo:

$$dy_{t(1999)} = y_t - y_{t-1} = 27178 - 16479 = 10699$$

atd. pro ostatní období.

Z tab. 4 jsou tedy patrné hodnoty  $dy_t$ , kde je zřejmé, že od roku 1998 do roku 2002 počet dlužných úhrad rostl. Konkrétně v roce 1999 to bylo o 10 699 kusů. Další dva roky (2003-2004) jsme zaznamenali úbytek. Rok 2005 byl z hlediska počtu dlužných úhrad neobvyklý, téměř abnormální díky již výše zmíněnému osvobození od plateb správních poplatků za podání návrhu na zahájení správního řízení. Dále až dosud můžeme sledovat poměrně rychlý nárůst počtu dlužných úhrad, cca o 22 000 kusů za rok.

## 4.2 Druhá absolutní diference

Výpočtem podle (2) jsem zjistila hodnoty druhé absolutní diference  $dy_t^{(2)}$ :

$$dy_t^{(2)} = dy_t - dy_{t-1} = 2006 - 10699 = -8693$$

Dle výpočtů v tab. 4 je zřejmé, že největší zrychlení nám poskytl rok 2005, naopak největší zpomalení jsme zaznamenali v roce následujícím, tedy v roce 2006.

## 4.3 Tempo přírůstku

Dle (3), uvedeného v předcházející kapitole, jsem vypočítala  $r_i$  – tempo přírůstku.

$$r_{i(1999)} = \frac{dy_t}{y_{t-1}} * 100 = \frac{10699}{16479} * 100 = 64,93 \%$$

Z uvedené tab. 4 je zaznamenán největší nárůst v hodnotě 99,98 % v roce 2005, což znamená dvojnásobný počet oproti roku předešlému. Naopak největší pokles byl v roce 2006 v hodnotě -38,93 %.

## 4.4 Tempo růstu

Podle (4) jsem zjistila hodnoty tempa růstu  $k_t$ :

$$k_{t(1999)} = \frac{y_t}{y_{t-1}} * 100 = \frac{27178}{16479} * 100 = 164,93 \%$$

Z vypočtených hodnot je zřejmé, že výsledek zjištění je v podstatě shodný jako u tempa přírůstku.

## 4.5 Bazické indexy

Bazické indexy  $BI$  jsem zjistila pomocí (6). V našem případě jsem jako porovnávané období  $y_0$  vybrala rok 1998:

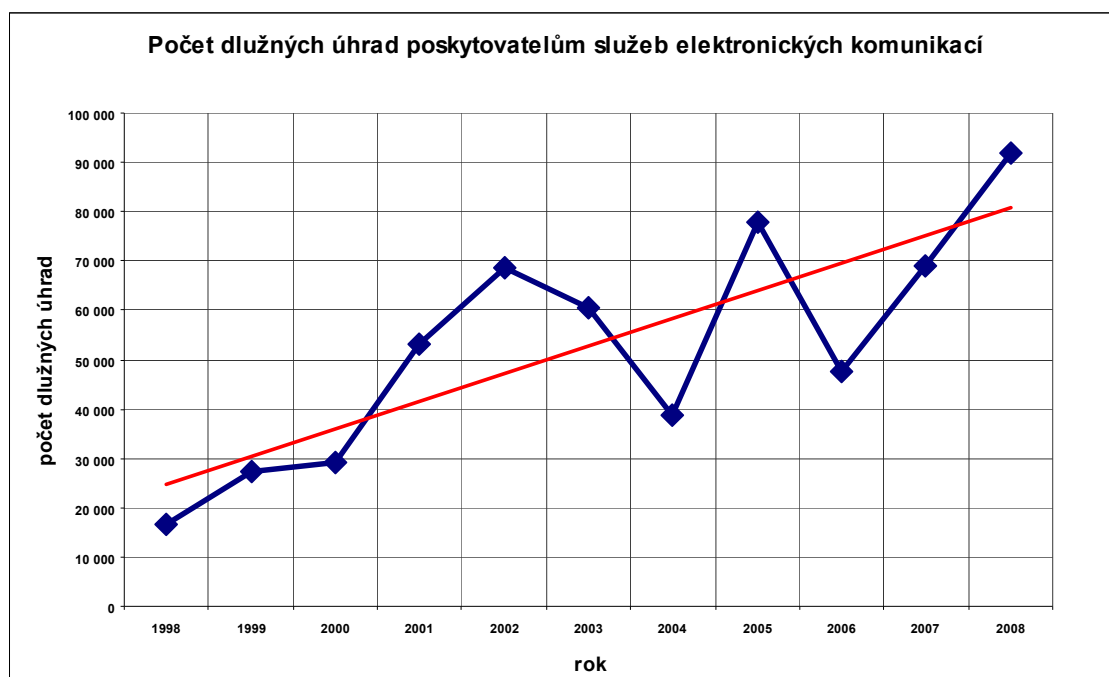
$$BI_{(2000)} = \frac{y_t}{y_0} * 100 = \frac{29184}{16479} * 100 = 177,10 \%$$

Z tab. 4 je patrné, že např. v roce 2000 v porovnání s rokem 1998 vzrost počet dlužných úhrad na 177,10 %. Na konci sledovaného období, tedy v roce 2008, v porovnání s rokem 1998 můžeme konstatovat, že počet dlužných úhrad vzrostl na více než 500 %.

## 5. Volba vhodné trendové funkce

Pro výběr vhodné trendové funkce jsem provedla grafickou analýzu pozorovaných hodnot počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací.

Graf 1: Počet dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací



Podle grafického znázornění by se dalo zhodnotit, že tato časová řada trend nemá. Avšak rostoucí tendence je i zde patrná. Jelikož dle křivky v grafu 1 nelze zcela jednoznačně určit, jakou trendovou funkci použít, vypracovala jsem tři varianty trendových funkcí: lineární, kvadratickou (parabolickou) a exponenciální. Pro všechny varianty jsem navolila  $t'$  tak, aby součet dával hodnotu nula a tím byl zjednodušen výpočet trendových funkcí.

## 5.1 Lineární trend

Tab. 5: Pomocné výpočty pro výpočet lineárního trendu

| Rok      | Počet<br>dlužných<br>úhrad<br>$y_t$ | $t'$ | $t'^2$ | $y_t * t'$   |
|----------|-------------------------------------|------|--------|--------------|
| 1998     | 16 479                              | -9   | 81     | -148 311,00  |
| 1999     | 27 178                              | -7   | 49     | -190 246,00  |
| 2000     | 29 184                              | -5   | 25     | -145 920,00  |
| 2001     | 53 256                              | -3   | 9      | -159 768,00  |
| 2002     | 68 537                              | -1   | 1      | -68 537,00   |
| 2003     | 60 574                              | 0    | 0      | 0,00         |
| 2004     | 38 887                              | 1    | 1      | 38 887,00    |
| 2005     | 77 768                              | 3    | 9      | 233 304,00   |
| 2006     | 47 490                              | 5    | 25     | 237 450,00   |
| 2007     | 68 822                              | 7    | 49     | 481 754,00   |
| 2008     | 91 724                              | 9    | 81     | 825 516,00   |
| $\Sigma$ | 579 899                             | 0    | 330    | 1 104 129,00 |

Pomocí (8) a následně (7) a podle pomocných výpočtů, které jsou uvedené v tab. 5, jsem vypočítala parametry funkce  $a$  a  $b$ :

$$a = \frac{\Sigma y_t}{n} = \frac{579899}{11} = 52718,09$$

$$b = \frac{\Sigma t' * y_t}{\Sigma t'^2} = \frac{1104129}{330} = 3345,85$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{y' = a + bt' = 52718,09 + 3345,85t'}}$$

## 5.2 Kvadratický (parabolický) trend

Tab. 6: Pomocné výpočty pro výpočet parabolického trendu

| Rok      | Počet<br>dlužných<br>úhrad<br>$y_t$ | $t'$ | $t'^2$ | $y_t * t'$   | $t'^4$    | $y_t * t'^2$  |
|----------|-------------------------------------|------|--------|--------------|-----------|---------------|
| 1998     | 16 479                              | -9   | 81     | -148 311,00  | 6 561,00  | 1 334 799,00  |
| 1999     | 27 178                              | -7   | 49     | -190 246,00  | 2 401,00  | 1 331 722,00  |
| 2000     | 29 184                              | -5   | 25     | -145 920,00  | 625,00    | 729 600,00    |
| 2001     | 53 256                              | -3   | 9      | -159 768,00  | 81,00     | 479 304,00    |
| 2002     | 68 537                              | -1   | 1      | -68 537,00   | 1,00      | 68 537,00     |
| 2003     | 60 574                              | 0    | 0      | 0,00         | 0,00      | 0,00          |
| 2004     | 38 887                              | 1    | 1      | 38 887,00    | 1,00      | 38 887,00     |
| 2005     | 77 768                              | 3    | 9      | 233 304,00   | 81,00     | 699 912,00    |
| 2006     | 47 490                              | 5    | 25     | 237 450,00   | 625,00    | 1 187 250,00  |
| 2007     | 68 822                              | 7    | 49     | 481 754,00   | 2 401,00  | 3 372 278,00  |
| 2008     | 91 724                              | 9    | 81     | 825 516,00   | 6 561,00  | 7 429 644,00  |
| $\Sigma$ | 579 899                             | 0    | 330    | 1 104 129,00 | 19 338,00 | 16 671 933,00 |

Podle (10) a (9) a pomocí výpočtů uvedených v tab. 6 jsem vypočítala parametry funkce  $a$ ,  $b$  a  $c$ :

$$a = \frac{\Sigma y_t \Sigma t'^4 - \Sigma t'^2 \Sigma y_t * t'^2}{n * \Sigma t'^4 - (\Sigma t'^2)^2} = \frac{579899 * 19338 - 330 * 16671933}{11 * 19338 - 330^2} = 55022,72$$

$$b = \frac{\Sigma y_t * t'}{\Sigma t'^2} = \frac{1104129}{330} = 3345,85$$

$$c = \frac{n * \Sigma y_t * t'^2 - \Sigma t'^2 \Sigma y_t}{n * \Sigma t'^4 - (\Sigma t'^2)^2} = \frac{11 * 16671933 - 330 * 579899}{11 * 19338 - 330^2} = -76,82$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{y' = a + bt' + ct'^2 = 55022,72 + 3345,85t' - 76,82t'^2}}$$



### 5.3 Exponenciální trend

Tab. 7: Pomocné výpočty pro výpočet exponenciálního trendu

| Rok      | Počet dlužných úhrad<br>$y_t$ | $t'$ | $t'^2$ | $\log y_t$    | $\log y_t * t'$ |
|----------|-------------------------------|------|--------|---------------|-----------------|
| 1998     | 16 479                        | -9   | 81     | 4,2169308537  | -37,9523776837  |
| 1999     | 27 178                        | -7   | 49     | 4,4342174943  | -31,0395224601  |
| 2000     | 29 184                        | -5   | 25     | 4,4651448166  | -22,3257240832  |
| 2001     | 53 256                        | -3   | 9      | 4,7263685439  | -14,1791056318  |
| 2002     | 68 537                        | -1   | 1      | 4,8359250906  | -4,8359250906   |
| 2003     | 60 574                        | 0    | 0      | 4,7822862532  | 0,0000000000    |
| 2004     | 38 887                        | 1    | 1      | 4,5898044401  | 4,5898044401    |
| 2005     | 77 768                        | 3    | 9      | 4,8908009301  | 14,6724027904   |
| 2006     | 47 490                        | 5    | 25     | 4,6766021696  | 23,3830108479   |
| 2007     | 68 822                        | 7    | 49     | 4,8377272893  | 33,8640910249   |
| 2008     | 91 724                        | 9    | 81     | 4,9624829857  | 44,6623468709   |
| $\Sigma$ | 579 899                       | 0    | 330    | 51,4182908672 | 10,8390010247   |

S pomocí výpočtů z tab. 7 a dosazením do (12) a (11) jsem vypočítala parametry funkce  $a$  a  $b$ :

$$\log a = \frac{\Sigma \log y_t}{n} = \frac{51,4182908672}{11} = 4,6743900788 \Rightarrow a = 47248,71481$$

$$\log b = \frac{\Sigma \log y_t * t'}{\Sigma t'^2} = \frac{10,8390010247}{330} = 0,0328454577 \Rightarrow b = 1,07856$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{y' = a * b^{t'} = 47248,71481 * 1,07856^{t'}}$$

### 5.4 Ověření vhodnosti trendové funkce

K posouzení, která z uvedených trendových funkcí bude nejlépe vyhovovat i z hlediska další prognózy, je nutné provést další výpočty k ověření jejich vhodnosti. K tomu jsem použila (13) pro výpočet relativní chyby prognózy  $rp$ , (14) k vypočtení indexu determinace  $I^2$  a dále (15) ke zjištění střední absolutní procentuální chyby  $MAPE$ .

Pro všechny varianty výpočtů ověření vhodnosti trendové funkce –  $rp$ ,  $I^2$  a  $MAPE$  bylo třeba dopočítat hodnoty  $y'_t$  všech trendových funkcí.

Tab. 8: Výpočet  $y'_t$  pro lineární, parabolický a exponenciální trend

| Rok      | Počet dlužných úhrad $y_t$ | lineární trend $y'_t$ | parabolický trend $y'_t$ | exponenciální trend $y'_t$ |
|----------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1998     | 16 479                     | 22 605,48             | 18 687,61                | 23 921,65                  |
| 1999     | 27 178                     | 29 297,17             | 27 837,57                | 27 827,86                  |
| 2000     | 29 184                     | 35 988,86             | 36 372,97                | 32 371,92                  |
| 2001     | 53 256                     | 42 680,55             | 44 293,80                | 37 657,98                  |
| 2002     | 68 537                     | 49 372,25             | 51 600,06                | 43 807,22                  |
| 2003     | 60 574                     | 52 718,09             | 55 022,72                | 47 248,71                  |
| 2004     | 38 887                     | 56 063,94             | 58 291,75                | 50 960,57                  |
| 2005     | 77 768                     | 62 755,63             | 64 368,87                | 59 282,01                  |
| 2006     | 47 490                     | 69 447,32             | 69 831,42                | 68 962,27                  |
| 2007     | 68 822                     | 76 139,01             | 74 679,41                | 80 223,23                  |
| 2008     | 91 724                     | 82 830,70             | 78 912,83                | 93 323,02                  |
| $\Sigma$ | 579 899                    | 579 899,00            | 579 899,00               | 565 586,46                 |

### 5.4.1 Relativní chyba prognózy $rp$

Časovou řadu nejprve zkrátíme o poslední rok, tudíž trendové funkce budeme počítat pro období 1998-2007.

Trendové funkce jsou tedy ve tvaru:

$$y'_{lin} = 44379,55 + 2439,76t'$$

$$y'_{par} = 45793,85 + 2439,76t' - 47,14t'^2$$

$$y'_{exp} = 47248,71 + 1,0786t'$$

Prognóza na rok 2008:

$$y'_{lin} = 7121691$$

$$y'_{par} = 66927,27$$

$$y'_{exp} = 108606,18$$

Skutečnost roku 2008:  $y_{2008} = 91724$

Relativní chyba prognózy (podle vzorce 13):

$$rp_{lin} = \frac{|y'_t - y_t|}{y_t} * 100 = \frac{|71216,91 - 91724|}{91724} * 100 = 22,357$$

$$rp_{par} = \frac{|y'_t - y_t|}{y_t} * 100 = \frac{|66927,27 - 91724|}{91724} * 100 = 27,034$$

$$rp_{exp} = \frac{|y'_t - y_t|}{y_t} * 100 = \frac{|108606,18 - 91724|}{91724} * 100 = 18,405$$

Hodnoty  $rp$  nám ukazují, že tyto hodnoty všech funkcí jsou poměrně vyrovnané. Žádná hodnota  $rp$  trendových funkcí není v rozmezí 5 až 10 %, tudíž ani jedna z uvedených trendových funkcí není z hlediska dalšího prognózování příliš uspokojivá. Nicméně nejmenší hodnotu má funkce exponenciální 18,405, tzn. ta se jeví podle  $rp$  jako nejvhodnější pro použití dalšího prognózování.

## 5.4.2 Index determinace $I^2$

Tab. 9: Pomocné výpočty pro index determinace

| Rok      | Počet dlužných úhrad $y_t$ | $(y_t - \bar{y})^2$ | lineární trend $(y_t - y'_t)^2$ | parabolický trend $(y_t - y'_t)^2$ | exponenciální trend $(y_t - y'_t)^2$ |
|----------|----------------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1998     | 16 479                     | 1313271710          | 37533779,47                     | 4877952,151                        | 55393104,6                           |
| 1999     | 27 178                     | 652296243,6         | 4490893,048                     | 435036,4341                        | 422319,817                           |
| 2000     | 29 184                     | 553853434,9         | 46306169,11                     | 51681273,12                        | 10162830,4                           |
| 2001     | 53 256                     | 289346,1901         | 111840046,6                     | 80321092,65                        | 243298092                            |
| 2002     | 68 537                     | 250237884,8         | 367287816,8                     | 286860082,6                        | 611562037                            |
| 2003     | 60 574                     | 61715307,64         | 61715307,64                     | 30816685,36                        | 177563225                            |
| 2004     | 38 887                     | 191299075,7         | 295047142,8                     | 376544190,6                        | 145771185                            |
| 2005     | 77 768                     | 627497945,5         | 225371334,9                     | 179536707,1                        | 341731781                            |
| 2006     | 47 490                     | 27332934,55         | 482123821,7                     | 499139199,3                        | 461058382                            |
| 2007     | 68 822                     | 259335888           | 53538622,04                     | 34309243,49                        | 129988149                            |
| 2008     | 91 724                     | 1521460944          | 79090784,89                     | 164126158,1                        | 2556867,55                           |
| $\Sigma$ | 579 899                    | 5458590715          | 1764345719                      | 1708647621                         | 2179507975                           |

Dosazením do (14) získáme hodnoty jednotlivých  $I^2$  každé trendové funkce:

$$I^2 = 1 - \frac{\Sigma(y_t - y'_t)^2}{\Sigma(y_t - \bar{y})^2}$$

$$I^2_{lin} = 1 - \frac{1764345719}{5458590715} = 0,6768$$

$$I^2_{par} = 1 - \frac{1708647621}{5458590715} = 0,6870$$

$$I^2_{exp} = 1 - \frac{2179507975}{5458590715} = 0,6007$$

Čím je hodnota  $I^2$  bližší jedné, tím model lépe popisuje zkoumaný jev. Jestliže se hodnoty blíží nule, znamená to stále menší soulad s časovou řadou. Z vypočtených hodnot lze shrnout, že opět jsou výsledky velmi vyrovnané. Pro výpočet dalšího budoucího vývoje bychom zvolili trendovou funkci parabolickou. Předpověď budoucího vývoje časové řady má však jen střední závislost, tzn., že je pouze z 68,7 % změna hodnot údajů v časové řadě vysvětlená změnou času (tj. trendovou funkcí).

### 5.4.3 Střední absolutní procentuální chyba *MAPE*

Jako poslední ukazatel pro ověření volby vhodného modelu trendu jsem použila střední absolutní procentuální chybu *MAPE*.

Tab. 10: Pomocné výpočty pro střední absolutní procentuální chybu

| Rok      | Počet dlužných úhrad $y_t$ | lineární trend<br>$\left  \frac{y_t - y'_t}{y_t} \right $ | parabolický trend<br>$\left  \frac{y_t - y'_t}{y_t} \right $ | exponenciální trend<br>$\left  \frac{y_t - y'_t}{y_t} \right $ |
|----------|----------------------------|---|--|--|
| 1998     | 16 479                     | 0,3717750967  | 0,1340256475   | 0,4516447844   |
| 1999     | 27 178                     | 0,0779738291  | 0,0242686334   | 0,0239113026   |
| 2000     | 29 184                     | 0,2331710402  | 0,2463325401   | 0,1092351782   |
| 2001     | 53 256                     | 0,1985775397  | 0,1682853305   | 0,2928874803   |
| 2002     | 68 537                     | 0,2796263995  | 0,2471211800   | 0,3608237939   |
| 2003     | 60 574                     | 0,1296911066  | 0,0916445639   | 0,2199835769   |
| 2004     | 38 887                     | 0,4417141040  | 0,4990034356   | 0,3104784078   |
| 2005     | 77 768                     | 0,1930404887  | 0,1722961994   | 0,2377068818   |
| 2006     | 47 490                     | 0,4623566684  | 0,4704447967   | 0,4521429790   |
| 2007     | 68 822                     | 0,1063178793  | 0,0851095476   | 0,1656626448   |
| 2008     | 91 724                     | 0,0969571759  | 0,1396708950   | 0,0174329599   |
| $\Sigma$ | 579 899                    | 2,5912013281  | 2,2782027697   | 2,6419099896   |

Opět dosazením do (15) získáme hodnoty jednotlivých *MAPE* každé trendové funkce:

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum \left| \frac{y_t - y'_t}{y_t} \right|$$

$$MAPE_{lin} = \frac{100}{11} * 2,5912013281 = 23,56\%$$

$$MAPE_{par} = \frac{100}{11} * 2,2782027697 = 20,71\%$$

$$MAPE_{exp} = \frac{100}{11} * 2,6419099896 = 24,02\%$$

Dle uvedených výpočtů střední absolutní procentuální chyby bychom vybrali pro další výpočet prognózy jako nejvhodnější také trendovou funkci parabolickou, protože její hodnota je z uvedených nejmenší. Bohužel ani hodnota 20,71 % není příliš přesvědčivá z hlediska další prognózy.

## 6. Předpověď budoucího vývoje časové řady

Pro prognózu budoucího vývoje časové řady jsem použila již výše zmíněný průměrný koeficient růstu  $\bar{k}$  a trendové funkce, kterou jsem po ověřovacích výpočtech označila jako nejvíce vhodnou. Vzhledem k tomu, že z výpočtů  $rp$ ,  $I^2$  i  $MAPE$  nám jako nejvýhodnější vyšel model parabolické funkce, budeme pro předpověď budoucího vývoje počítat s ním, i když jeho výsledku nebudeme přikládat větší význam. V obou případech je nutné provést výše uvedenou extrapolaci, tj. prodloužení časové řady.

Horizont předpovědi může být max. 1/3 z období, které je nám již známo, tudíž v našem případě můžeme prognózovat max. na 3 roky dopředu. Očekávaný počet dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací si tedy zjistíme pro rok 2010.

### 6.1 Předpověď pomocí průměrného koeficientu růstu

Jelikož výpočet průměrného koeficientu růstu (5) závisí na krajních hodnotách řady, je v našem případě dobré rozdělit časovou řadu na dvě části, v nichž sledovaný ukazatel vykazuje v podstatě monotónní vývoj a pro ně pak stanovíme průměrné koeficienty růstu. První úsek jsem stanovila v období 1998-2003 a druhý v období 2005-2008.

$$\bar{k}_{(98-03)} = n^{-1} \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_1}} = 6^{-1} \sqrt[6]{\frac{60574}{16479}} = 1,2974$$

$$\bar{k}_{(05-08)} = n^{-1} \sqrt[n]{\frac{y_n}{y_1}} = 4^{-1} \sqrt[4]{\frac{91724}{77768}} = 1,0566$$

Podle mého názoru současnou (a tedy i budoucí) situaci lépe vystihuje  $\bar{k}$  za období 2005-2008. Proto dále budu počítat pouze s touto hodnotou. Počet dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací se v letech 2005-2008 v průměru každým rokem zvyšoval o 5,66 %.

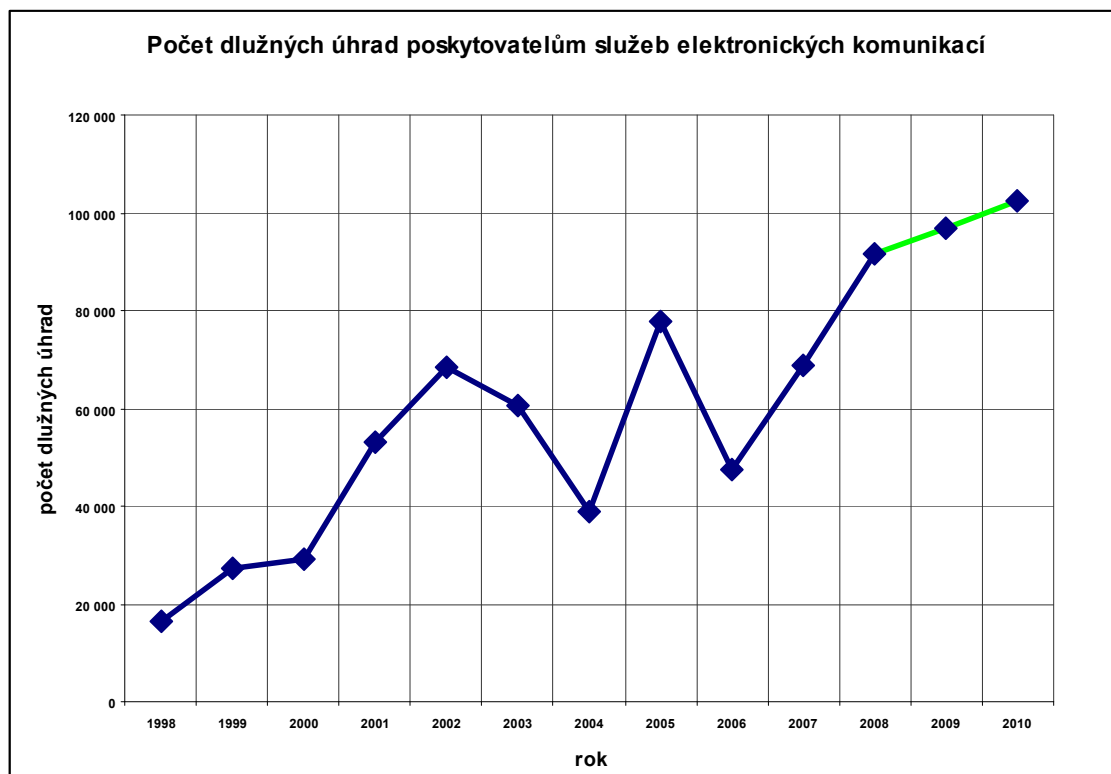
Dále je nutné provést extrapolaci, tzn. pro rok 2010 bude hodnota  $n$  6 a dosazením do (5) vypočítáme hodnotu  $y_n$ .

$$1,0566 = 6^{-1} \sqrt[6]{\frac{y_n}{77768}}$$

$$1,0566^5 = \frac{y_n}{77768}$$

$$y_n \doteq 102413$$

Graf 2: Předpověď počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací pro rok 2010 pomocí průměrnému koeficientu růstu



Očekávaná úroveň počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací z období 2005-2008 v roce 2010 za předpokladu stejného vývoje by měla být 102 413 ks.

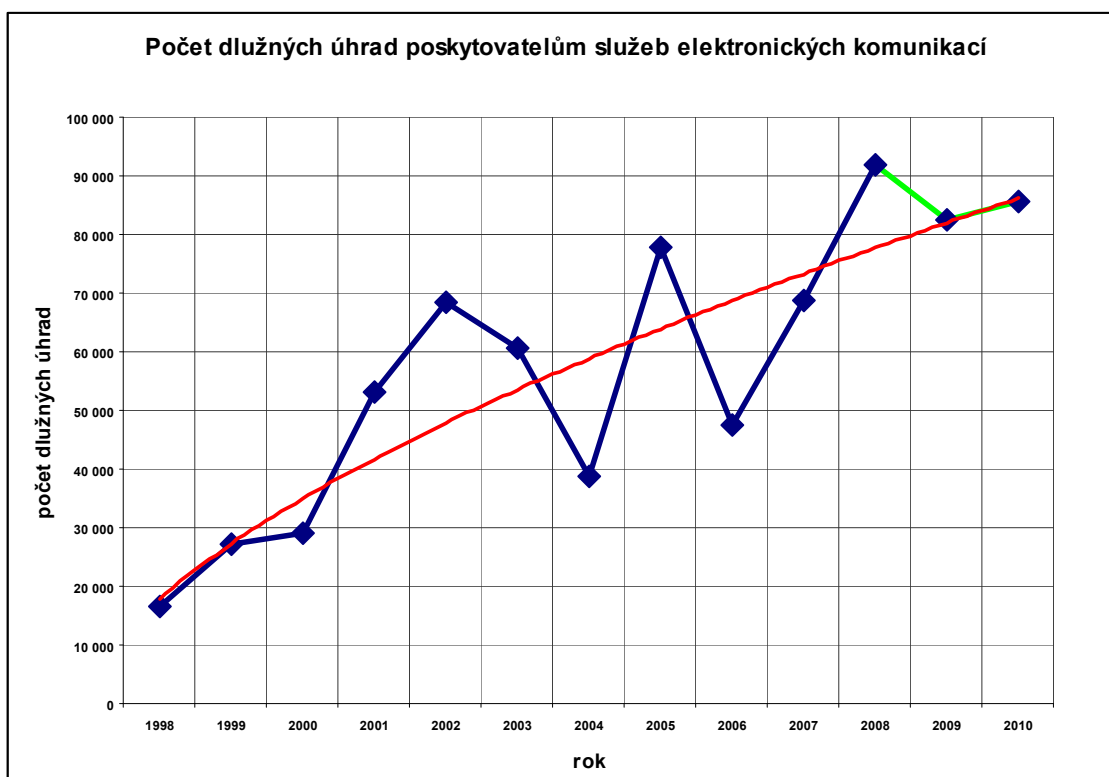
## 6.2 Předpověď pomocí parabolické trendové funkce

Další možností pro výpočet předpovědi na rok 2010 je použití parabolické trendové funkce, která nám podle ověření vhodnosti dalšího prognózování vycházela jako nejvhodnější, i když podle výpočtu  $rp$  vycházela jako nejvhodnější funkce exponenciální. Opět stejně jako u varianty s průměrným koeficientem růstu je nutné dopočítat  $t'$  pro rok 2010. V našem případě je jeho hodnota 13. Dosazením této hodnoty  $t'$  do parabolické trendové funkce dostaneme hodnotu pro rok 2010:

$$y'_{2010} = 55022,72 + 3345,85 * 13 - 76,82 * 13^2 = 85536,19$$



Graf 3: Předpověď počtu pro rok 2010 pomocí parabolické trendové funkce



Pokud by se dosavadní charakter vývoje počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací nezměnil, pomocí parabolické trendové funkce lze odhadovat, že počet dlužných úhrad v roce 2010 bude 85 536 ks. Jelikož však podle výpočtů relativní chyby prognózy, indexu determinace i střední absolutní procentuální chyby vycházely i pro parabolickou trendovou funkci hodnoty pouze se střední závislostí, nelze takto vypočtené hodnotě pro rok 2010 přikládat velký význam.

## 7. Závěr

Cílem této práce bylo provést analýzu časové řady znázorňující průběh počtu dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací.

Jako zásadní zlom naší časové řady vidím období těsně před a po nabytí účinnosti zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích. Rok 2004 znamenal prudký pokles podání, zřejmě jako výraz očekávání dominantních poskytovatelů služeb elektronických komunikací, co nový zákon v této oblasti přinese. Následující rok byl ve znamení prudkého nárůstu podání, příčinou bylo období pěti měsíců, kdy poskytovatelé neplatili za podání návrhu na zahájení správního řízení správní poplatek (změněno novelou k 1. říjnu 2005). Zřejmě v tomto období bylo snahou dominantních poskytovatelů (ale i menších navrhovatelů odkupujících pohledávky) max. „vyčistit“ agendu dlužníků, takže následující rok 2006 přinesl rapidní pokles podání. Následně se situace ustálila, což znamenalo další nárůst podání.

Z vypočtených údajů elementární charakteristiky časové řady lze konstatovat, že největší růst počtu dlužných úhrad podle tempa přírůstku nastal v roce 2005 oproti roku předcházejícímu, tato hodnota byla téměř 100 % a naopak největší pokles byl hned v následujícím roce, tj. v roce 2006, v hodnotě cca 40 %. Podle bazických indexů, kdy jsem za základní porovnávané období vybrala rok 1998, vzrostl počet dlužných úhrad na konci sledovaného období (rok 2008) o více než 500 %.

Při volbě vhodné trendové funkce jsem dospěla k závěru, že z hlediska dalšího prognózování do budoucna nejlépe vyhovuje funkce parabolická, a to i přesto, že podle výpočtu relativní chyby prognózy vycházela nejvhodněji funkce exponenciální. Nutno konstatovat, že pro toto prognózování není ani funkce parabolická nejvhodnější, neboť podle indexu determinace má pouze střední závislost a nevychází proto nejvýhodněji. Z těchto důvodů výsledkům prognózy nepřikládáme tak velký význam.

Předpověď pomocí průměrného koeficientu růstu nám ukazuje mírně stoupající tendenci dalšího vývoje.

Dále bych se chtěla pozastavit nad otázkou, proč se stále zvyšují počty dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací, i když toto ke statistice a obsahu mé bakalářské práce příliš nenáleží.

Mezi základní příčiny podle mého názoru patří zvyšující se počet uživatelů, ale i poskytovatelů služeb elektronických komunikací. Rozvoj nových služeb, který se mimo jiné projevuje také v nepřeborném množství různých obchodních balíčků se spoustou různých slev, výhod a „chytáků“, přiláká také mnoho nových uživatelů. Mnozí z nich pak patří do kategorie finančně, případně sociálně slabších, kdy svou neznalostí právních důsledků a jiných okolností často doplatí na své okamžité rozhodnutí uzavřít pro ně často nevýhodnou smlouvu. Dalším důvodem je jistě současná ekonomická krize, díky ní má čím dál více obyvatel finanční potíže, zejména pokud se jedná o ztrátu zaměstnání či jiných finančních příjmů. Můj subjektivní dojem je, že někteří dominantní poskytovatelé služeb elektronických komunikací prosazují masivní a agresivní kampaň

s cílem získat nové zákazníky za každou cenu. Často se toto děje přímo na ulici, kdy dealeri využívají zákazníkův moment překvapení a tím dosáhnou svého záměru – podepsání smlouvy. Nový spotřebitel/uživatel nemá reálnou možnost seznámit se řádně a především předem s obsahem smlouvy a všeobecných podmínek. Na druhou stranu leckdy řada spotřebitelů neuváženě, až lehkomyšlně jedná jak při uzavírání účastnických smluv, tak i při užívání služeb elektronických komunikací.

Z mého pohledu zaměstnanec Českého telekomunikačního úřadu mě tato neustále rostoucí tendence počtu dlužných úhrad velice tíží, neboť počet zaměstnanců zabývajících se touto prací stále klesá. Mám pocit, že v očích vedení Českého telekomunikačního úřadu jde o okrajovou činnost Úřadu a touto problematikou se tedy naprosto nezabývá. S postupující dobou přibylo v tomto ohledu i daleko více administrativní činnosti. To, co dříve zabralo hodinu, nyní trvá jednou tolik a s přibývajícím počtem dlužných úhrad je nasnadě zabývat se otázkou, co ještě lze při dodržení pracovní doby stihnout a co je již přespříliš.

Závěrem bych shrnula, že tato bakalářská práce naskytuje možnost jejího rozšíření s využitím vhodného statistického modulu pro prohloubení a získání nových poznatků z poskytnutých údajů. Dále by bylo možné zanalyzovat počty dlužných úhrad poskytovatelům služeb elektronických komunikací z hlediska jednotlivých regionů, kdy se počty výrazně liší podle ekonomických disparit regionů, nebo důkladně statisticky prozkoumat data jednoho vybraného regionu s ohledem na podrobnější vývoj během roku nebo několika měsíců v daném období.

## 8. Seznam literatury

- [1] ARLT, Josef, ARLTOVÁ, Markéta. Finanční časové řady. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2003
- [2] ARLT, Josef. Moderní metody modelování ekonomických časových řad. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 1999
- [3] CIPRA, Tomáš. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. 1. vydání, Praha, Bratislava: SNTL - Nakladatelství technické literatury a Alfa, vydavatelství technické a ekonomické literatury, 1986
- [4] HINDLS, Richard, KAŇOKOVÁ, Jara, NOVÁK, Ilja. Metody statistické analýzy pro ekonomy. 1. vydání. Praha: MANAGEMENT PRESS, 1997
- [5] KOZÁK, Josef, SEGER, Jan. Jednoduché statistické metody v prognostice. 1. vydání. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1975
- [6] Právní rádce, 12/2007, měsíčník Hospodářských novin (2007, EKONOMIA a.s.)
- [7] SEGER, Jan, HINDLS, Richard. Statistické metody v ekonomii. 1. vydání. Praha: H&H, 1993
- [8] SVATOŠOVÁ, Libuše, KÁBA, Bohumil. Statistické metody II. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2008
- [9] Zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích
- [10] Zákon č. 361/2005 Sb., kterým se mění zákon č. 143/2001 Sb., o ochraně hospodářské soutěže a o změně některých zákonů (zákon o ochraně hospodářské soutěže), ve znění pozdějších předpisů, a některé další zákony
- [11] Zákon č. 500/2004 Sb., správní řád

## **9. Přílohy**