

Univerzita Komenského, Bratislava
Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky

**APLIKÁCIA EKONOMETRICKÝCH METÓD VO
FINANČNOM PLÁNOVANÍ ŠTÁTNEJ POKLADNICE**

2011

Katarína Strížencová



Univerzita Komenského, Bratislava
Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky

Ev.č.: 4e3662d9-0c3c-4ab1-85a3-8cbc45d20d57

**APLIKÁCIA EKONOMETRICKÝCH METÓD VO
FINANČNOM PLÁNOVANÍ ŠTÁTNEJ POKLADNICE**

Bakalárska práca

Študijný program: Ekonomická a finančná matematika

Študijný odbor: 9.1.9 Aplikovaná matematika

Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky

Školiteľ: Dr. Zuzana Siebertová

2011

Katarína Strížencová

Čestne prehlasujem, že som túto bakalársku prácu vypracovala samostatne s použitím citovaných zdrojov.

.....

Podakovanie

Touto cestou by som chcela vyjadriť poďakovanie vedúcej bakalárskej práce Dr. Zuzane Siebertovaej za jej odborné vedenie, rady a pomoc, ktoré mi pri písaní bakalárskej práce poskytovala.

Abstrakt

STRÍŽENCOVÁ Katarína: Aplikácia ekonometrických metód vo finančnom plánovaní Štátnej pokladnice [Bakalárska práca], Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky; školiteľ: Mgr. Zuzana Siebertová, Dr., Bratislava, 2011, 34 s.

Bakalárska práca sa zaoberá prognózovaním časových radov výdavkov klientov Štátnej pokladnice. V prvej časti je predstavený systém štátnej pokladnice, úloha finančného plánovania a v súčasnosti v Štátnej pokladnici využívaná metodika vytvárania prognóz. Ďalej v bakalárskej práci aplikujeme vybrané ekonometrické metódy na daný časový rad a porovnáваме presnosť vytvorených predikcií novými metódami s presnosťou prognóz pôvodnej metódy.

Kľúčové slová: finančné plánovanie, lineárna regresia, časové rady, dekompozícia časového radu, exponenciálne vyrovnanie, Wintersova metóda

Abstract

STRÍŽENCOVÁ Katarína: Econometric methods application in financial planning of the State treasury [Bachelor's thesis], Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Department of Applied Mathematics and Statistics, BSc Thesis supervisor: Mgr. Zuzana Siebertová, Dr., Bratislava, 34 p.

Bachelor's thesis deals with forecasting time series spending the clients of the State Treasury. The first part presents the Treasury system, the role of financial planning and describes the methodology, that is now used in the State Treasury. Furthermore, in our work we apply selected econometric methods to the time series and compare the accuracy of predictions generated by new methods with forecasting accuracy of the original method.

Key words: financial planning, linear regression, time series, time series decomposition, exponential smoothing, Winter's methodology.

Obsah

Úvod	1
1 Systém štátnej pokladnice	2
1.1 Vzťahy v systéme štátnej pokladnice	3
1.2 Funkcie systému štátnej pokladnice	4
1.2.1 Centralizácia príjmov a riadenie výdavkov	4
1.2.2 Správa likvidity a dlhu	4
1.2.3 Poskytovaním platobných služieb	4
1.2.4 Účtovníctvo a výkazníctvo	5
1.2.5 Finančná kontrola	5
1.3 Finančné plánovanie	5
2 Popis dát a metodík	7
2.1 Dáta	7
2.2 Metodika Štátnej pokladnice	8
2.3 Vyrovnávanie časových radov	10
2.3.1 Dekompozícia	10
2.3.2 Exponenciálne vyrovnanie	12
2.3.3 Wintersova metóda	13
3 Metodika Štátnej pokladnice	15
3.1 Tvorba mesačných odhadov	15
3.2 Vytváranie denných predikcií	16
4 Vyrovnávanie časových radov	18
4.1 Dekompozícia	18

<i>OBSAH</i>	viii
4.1.1 Eliminácia sezónnej zložky	18
4.1.2 Odhad trendovej zložky	20
4.1.3 Eliminácia cyklickej zložky	21
4.1.4 Mesačné odhady vytvorené na základe dekompozície	23
4.2 Dvojité exponenciálne vyrovnanie	24
4.3 Wintersová metóda	25
5 Porovnanie metód	29
Záver	32
A Prílohy	34

Úvod

Cieľom tejto práce je aplikovať vybrané ekonometrické metódy na časové rady príjmov a výdavkov rôznych organizácii, ktoré sú klientsmi Štátnej pokladnice, za účelom zlepšenia presnosti prognóz a skvalitnenia finančných plánov.

V prvej kapitole Vás uvedieme do problematiky Štátnej pokladnice, stručne predstavíme systém štátnej pokladnice a oddelenia finančného plánovania. Vysvetlíme čo je jeho úlohou.

V druhej kapitole popíšeme dáta s ktorými pracujeme v rámci celej práce a na ktoré sa aplikujú všetky výpočty. Zamerali sme sa na bežné výdavky štátneho rozpočtu. Tieto pokrývajú bežné výdavky všetkých klientov Štátnej pokladnice, ktorí sú financovaní zo štátneho rozpočtu. Tieto informácie sú verejne dostupné na internetovej stránke ministerstva financií. Oddelenie finančného plánovania Štátnej pokladnice má k dispozícii informácie o výdavkoch jednotlivých klientov, avšak tieto nie sú verejne prístupné. Ďalej v tejto kapitole uvedieme teoretický popis jednotlivých metodík, ktoré neskôr aplikujeme na konkrétne dáta.

Tretia kapitola tejto práce Vám predstaví metodiku Štátnej pokladnice, čiže postup na základe ktorého oddelenie finančného plánovania vytvára prognózy pre jednotlivých klientov. V závere tejto kapitoly je pôvodnou metodikou vytvorený rad predikcií na rok 2010, ktorého presnosť porovnáme v poslednej kapitole s presnosťou prognóz vytvorených na základe iných metód, a tak porovnáme úspešnosť jednotlivých metód.

V štvrtej kapitole je uvedený postup výpočtov prognóz na rok 2010 na základe jednotlivých metodík popísaných v kapitole 2. Tabuľky s príslušným výpočtami sú potom uvedené v prílohe.

Posledná, piata kapitola práce je zhodnotením úspešnosti jednotlivých predikcií, a to vzájomným porovnaním strednej štvorcovej chyby a Theil Inequality coefficient.

Kapitola 1

System štátnej pokladnice

Štátna pokladnica je súčasťou systému riadenia verejných financií. System štátnej pokladnice, spolu s využitím finančného plánovania, monitoruje vývoj verejného rozpočtu a kontroluje rozpočtové hospodárenie podľa zákona o rozpočte na aktuálny rozpočtový rok, čím napomáha realizovaniu fiškálnej politiky štátu, a tým skvalitňuje a stabilizuje systém riadenia verejných financií.

Vývoj systému štátnej pokladnice sa začal v roku 2004 postupným zapájaním klientov Štátnej pokladnice. Od roku 2005 systém štátnej pokladnice zabezpečuje svoje činnosti v plnej miere. V ďalších rokoch prebiehal postupný rozvoj ako aj stabilizácia systému.

Úpravou zákona bol vytvorený priestor na zapájanie ďalších klientov do systému štátnej pokladnice. Táto možnosť výrazne ovplyvnila vývoj finančných tokov v oblasti realizácie rozpočtu klientov. Klientov Štátnej pokladnice definuje zákon v rozsahu [1]:

1. štátna rozpočtová organizácia,
2. štátna príspevková organizácia,
3. štátny fond,
4. Sociálna poisťovňa,
5. zdravotná poisťovňa,
6. Slovenský pozemkový fond,
7. Fond národného majetku Slovenskej republiky,

8. verejná vysoká škola,
9. vyšší územný celok,
10. právnická osoba, v ktorej je zriadená implementačná agentúra pre programy financované z prostriedkov Európskej únie,
11. Úrad pre dohľad nad zdravotnou starostlivosťou,
12. subjekt verejnej správy neuvedený vyššie, na základe písomnej dohody so Štátnou pokladnicou po predchádzajúcom písomnom súhlase Ministerstva financií Slovenskej republiky; ak je týmto subjektom rozpočtová organizácia vyššieho územného celku a príspevková organizácia vyššieho územného celku, tomuto súhlasu musí predchádzať písomný súhlas vyššieho územného celku,
13. štátny podnik, právnická osoba, v ktorej má štát majetkovú účasť, a právnická osoba zriadená osobitným zákonom na základe písomnej dohody so Štátnou pokladnicou uzavretou po predchádzajúcom písomnom súhlase Ministerstva financií Slovenskej republiky.

Systém štátnej pokladnice tvorí sústava činností, ktoré zabezpečujú centralizáciu riadenia verejných financií, a sústava vzájomných vzťahov Ministerstva financií Slovenskej republiky, Štátnej pokladnice a Agentúry pre riadenie dlhu a likvidity.¹

1.1 Vzťahy v systéme štátnej pokladnice

Ministerstvo financií Slovenskej republiky plní strategickú, ako aj kontrolnú úlohu celého systému, usmerňuje riadenie likvidity Štátnej pokladnice a riadenie rizík, ktoré vyplývajú z činnosti systému štátnej pokladnice.

Agentúra pre riadenie dlhu a likvidity v mene ministerstva vykonáva operácie na peňažnom a kapitálovom trhu pre zabezpečenie likvidity a riadenie dlhu.

Medzi úlohy Štátnej pokladnice, okrem kontroly realizácie rozpočtu, patrí aj vedenie účtov a poskytovanie platobných služieb. Následne účtovanie o vykonaných transakciách, ktoré zaznamenáva všetky účtovné skutočnosti a pripravuje podklady pre manažment.

¹291/2002 Z.z. o Štátnej pokladnici a o zmene a doplnení niektorých zákonov §2 Systém štátnej pokladnice

Výkazníctvo Štátnej pokladnice sumarizuje všetky údaje o plnení štátneho rozpočtu a jeho vývoji.

1.2 Funkcie systému štátnej pokladnice

Systém štátnej pokladnice ako funkčný nástroj riadenia verejných financií plní funkcie, ktoré možno rozdeliť do dvoch skupín:

1. základné: centralizácia príjmov, riadenie výdavkov, správa likvidity, správa dlhu,
2. podporné: finančné plánovanie, poskytovanie platobných služieb, účtovníctvo a výkazníctvo, finančná kontrola.

1.2.1 Centralizácia príjmov a riadenie výdavkov

V podmienkach systému štátnej pokladnice to znamená sústredenie všetkých verejných príjmov na jedinom účte štátnej pokladnice a kontrolu výdavkového procesu pred jeho uskutočnením. Kontrola je zabezpečovaná sa to previazaním systému štátnej pokladnice s rozpočtovým informačným systémom, a informáciami o záväzkoch na budúce výdavky.

„Vstupom do záväzku sa rozumie právny úkon, na ktorého základe sa uskutoční výdavok z rozpočtu klienta, najmä uzavretie zmluvy o dielo na dodávku tovarov alebo služieb, objednávka alebo rozhodnutie o transfere z rozpočtu klienta.” [1]

1.2.2 Správa likvidity a dlhu

V oblasti správy likvidity je hlavnou funkciou Štátnej pokladnice efektívne zabezpečovanie likvidity, z ktorého vyplýva schopnosť plynulého uhrádzania záväzkov štátu a zhodnocovanie dočasne voľných finančných prostriedkov. Finančné plány sú dôležitým podporným nástrojom pre riadenie likvidity.

Správa dlhu úzko súvisí so správou likvidity a zabezpečuje ju Agentúra pre riadenie dlhu a likvidity.

1.2.3 Poskytovaním platobných služieb

Štátna pokladnica pre svojich klientov vedie účty v členení na rozpočtové, bežné a termínované. Bežné účty sú k dispozícii klientom na podnikateľskú činnosť, sociálny fond a

depozitný účet. Štátne pokladnica poskytuje klientom platobné služby vykonávaním platobných operácií ako medzi klientami Štátnej pokladnice, tak aj mimo systém štátnej pokladnice.

1.2.4 Účtovníctvo a výkazníctvo

Táto oblasť zahŕňa priebežné účtovanie o stavoch a pohyboch na účtoch klientov, o finančných operáciách vykonaných na finančnom trhu a o finančných tokoch na účtoch Štátnej pokladnice. Výstupy sú podkladmi pre vypracovanie štátneho záverečného účtu. Využívajú sa aj na priebežné analýzy hospodárenia klientov a plnenia rozpočtu.

Ministerstvo financií Slovenskej republiky zabezpečuje konsolidáciu výstupov zo spracovania účtovných a finančných výkazov. Údaje plnenia rozpočtu v oblasti bežných výdavkov štátneho rozpočtu sme použili v práci ako podkladové údaje, na ktoré sme aplikovali vybrané ekonometrické metódy, za účelom vytvorenia finančného plánu.

1.2.5 Finančná kontrola

Systém štátnej pokladnice zabezpečuje kontrolu na pridelené rozpočtové prostriedky v rozpočtovom informačnom systéme, pred realizáciou výdavku, pri schvaľovaní záväzku. Každý klientom predložený záväzok je odsúhlasovaný na úrovni systému štátnej pokladnice, ktorý je prepojený s rozpočtovým informačným systémom. Táto kontrola pôsobí preventívne vo výdavkovom procese a zabraňuje vzniku záväzku a tým aj vykonaniu platobnej operácie, pri nedostatku pridelených finančných prostriedkov.

1.3 Finančné plánovanie

V tejto práci sa zameriavame na jednu z úloh Štátnej pokladnice a to zostavovanie finančného plánu Štátnej pokladnice, ktorá je definovaná v zákone:

„... zostavuje finančný plán Štátnej pokladnice na základe vlastných prognóz príjmov a výdavkov klienta, prognóz Daňového riaditeľstva Slovenskej republiky a Colného riaditeľstva Slovenskej republiky a poskytuje ho agentúre.” [1]

Rozvoj systému štátnej pokladnice sa odzrkadlil aj na vývoji spôsobu tvorby finančného plánu Štátnej pokladnice. V prvých rokoch existencie systému štátnej pokladnice sa tvorba finančného plánu zakladala na klientski predkladaných dvanásťmesačných plánoch,

členených podľa jednotlivých mesiacov, a trojmesačných finančných plánoch, členených na jednotlivé týždne. Tieto plány boli zadávané klientmi prostredníctvom informačného systému Štátnej pokladnice.

Od roku 2006 bola novelou zákona o Štátnej pokladnici zrušená povinnosť klientov predkladať dvanásťmesačné a trojmesačné finančné plány. Na základe už získaných historických údajov z uplynulých rokov zo systému štátnej pokladnice, začal proces tvorby finančného plánu plne v pôsobnosti Štátnej pokladnice na základe historických údajov. Finančné plánovanie bolo založené predovšetkým na analýze historických údajov o príjmoch a výdavkoch klientov a na komunikácii s vybranými klientmi prostredníctvom predkladania informácií o budúcej realizácii platieb.

V roku 2009 bol v oblasti finančného plánovania implementovaný analytický nástroj, ktorý umožňoval komparačnú analýzu a vyhodnocovanie údajov pomocou grafov a kontingenčných tabuliek. Používanie tohto nástroja viedlo k efektívnejšiemu využívaniu analýz historických údajov a ku skvalitneniu prognóz.

V snahe zabezpečiť čo najpresnejší finančný plán zdokonaľovala Štátna pokladnica proces tvorby prognóz príjmov a výdavkov. V priebehu roku 2010 databáza historických údajov umožnila implementovať vyspelé prognostické metódy:

- Vytváranie časových radov založených na hodnotách z rôznych historických období.
- Aplikácia metódy lineárnej regresie na rad mesačných príjmov a výdavkov klientov.

Podrobnejší popis metódy finančného plánovania Štátnej pokladnice je uvedený v kapitole 3.

V súčasnosti sú ako podkladové údaje pri tvorbe prognóz využívané historické údaje o klientoch a finančné plány príjmov a výdavkov klientov. Ďalšími podpornými informáciami sú prognózy Daňového riaditeľstva Slovenskej republiky a Colného riaditeľstva Slovenskej republiky, ktoré sa mesačne zasielajú Štátnej pokladnici. Tak sa pri tvorbe prognóz zohľadnia aj informácie napr. o naplánovaných daňových kontrolách a spresnia finančný plán vypočítaný na základe historických údajov. Takto zostavený finančný plán je poskytovaný Agentúre pre riadenie dlhu a likvidity, za účelom zabezpečenia dennej likvidity štátneho rozpočtu.

Kapitola 2

Popis dát a metodík

Táto kapitola sa bude venovať charakteristike dát s ktorými pracujeme, ako aj teoretickému popisu jednotlivých metód, využívaných v tejto práci. Konkrétna aplikácia, výpočty a tvorba prognóz na rok 2010 sú uvedené v nasledujúcich kapitolách 3 a 4. Na všetky odhady koeficientov a náročnejšie výpočty využívame program Ewiev5.

2.1 Dáta

Dáta s ktorými pracujú všetky výpočty sú zverejnené na stránke ministerstva financií [9]. Denné údaje o bežných výdavkoch štátneho rozpočtu sú uvádzané kumulatívne. Tento rad výdavkov predstavuje súhrn výdavkov všetkých klientov Štátnej pokladnice, ktorí čerpajú finančné prostriedky zo štátneho rozpočtu. Denné údaje informujú o momentálnom stave Štátneho rozpočtu k danému dňu, a sú vždy uvádzané len pre pracovné dni, víkendy a sviatky sú z tohto radu vynechané. Číselné hodnoty v jednotlivé dni sú v miliónoch slovenských korún pre obdobie od marca 2005 do decembra 2008. Od januára 2009 sú jednotkou časového radu tisíce Eur.

Údaje sú dostupné od marca 2005 po súčasnosť. Dáta z rokov 2005 až 2009 sa využívajú pri jednotlivých metódach k odhadom parametrov. Úspešnosť danej metódy sa zisťuje na základe porovnania odhadnutých hodnôt so skutočnými z roku 2010.

Za účelom využitia časového radu pri tvorbe predikcií sme uskutočnili nasledujúce transformácie. Prvou bolo zjednotenie jednotiek časového radu. Hodnoty z rokov 2005 až 2008 boli prenasobené tisícim aby namiesto miliónov, bola jednotka tisíce slovenských korún. Následne sme všetky hodnoty predelili konštantou 30,126 a tým sme zjednotili časový rad,

ktorého jednotkou je teraz pre všetky roky tisíce Eur.

Postupným odčítaním sme pretransformovali kumulatívny rad na reálne hodnoty. Tento pretransformovaný rad vyjadruje hodnotu prostriedkov minulých zo štátneho rozpočtu v jednotlivé dni. To nám umožňuje študovanie vývoja radu v čase.

Dalšou úpravou časového radu bolo vloženie chýbajúcich dní. Všetky víkendy a sviatky boli pridané do časového radu s hodnotou 0. Tento krok bol potrebný kvôli vytváraniu denných predikcií metodikou Štátnej pokladnice. Tento postup a aj dôvod zaradenia dní s nulovou hodnotou bude vysvetlený v kapitole 3.

Na základe časového radu denných hodnôt, bol sčítaním súm v rámci mesiacov, vytvorený časový rad mesačných výdavkov. Odhady mesačných výdavkov do budúcnosti sa tvoria pomocou tohoto radu. V nasledujúcom sa zameriavame na tieto mesačné odhady. Na časový rad mesačnou výdavkou aplikujeme ďalšie metódy a budeme sa snažiť vytvárať čo najpresnejšie predikcie. Keďže máme k dispozícii historické údaje iba od marca 2005, časový rad výdavkou začína pre $t = 3$. Túto počiatočnú hodnotu sme zvolili kvôli prehľadnosti, aby decembre mali hodnotu $t = 12n, n = 1 \dots 6$. Na základe tohto radu počítame z rokov 2005 až 2009, $t = 3 \dots 60$ odhady pre rok 2010, $t = 61 \dots 72$. Pri metóde exponenciálneho vyrovnávania a pri Wintersovej metóde sme vynechali rok 2005, kvôli jeho neúplnosti. Neberieme do úvahy prvých 10 pozorovaní (marec 2005 - december 2005). Odhadujeme na základe rokov 2006 až 2009, $t = 10 \dots 58$ a predikcie na rok 2010 sú pre hodnoty $t = 59 \dots 70$.

2.2 Metodika Štátnej pokladnice

Na základe historických údajov sa každomesačne vytvárajú prognózy na nasledujúci mesiac. Postup vytvárania predikcií pozostáva z dvoch krokov, a je podrobne popísaný v kapitole 3.

Finančný plán Štátnej pokladnice predstavuje súhrn prognóz príjmov a výdavkov klientov v členení podľa typov klientov, ekonomickej klasifikácie a poradového čísla kalendárneho dňa. Zostavuje sa na 90 po sebe nasledujúcich kalendárnych dní.

Tvorba prognóz je založená na tvorbe mesačných odhadov príjmov a výdavkov klientov a tvorbe časových radov príjmov a výdavkov klientov. Finančné plánovanie v Štátnej pokladnici sa zameriava zostavovanie, aktualizáciu a vyhodnocovanie finančného plánu. Vstupnými údajmi finančného plánu sú najmä:

1. historické údaje o príjmoch a výdavkoch klientov v členení podľa typov klientov s možnosťou ich sledovania na rôznych úrovniach
2. žiadosti o realizáciu platby predkladané klientmi, resp. informácie získané od klientov o plánovaných výdavkoch
3. žiadosti o vstup do záväzku predkladané klientmi
4. detailné informácie o transakciách realizovaných na účtoch klientov
5. prognózy daňových príjmov poskytované Daňovým riaditeľstvom Slovenskej republiky a Colným riaditeľstvom Slovenskej republiky podľa zákona 291/2002 Z.z. o štátnej pokladnici a o zmene a doplnení niektorých zákonov
6. rozpočty klientov a voľné zostatky rozpočtov klientov

Mesačné odhady sú vytvárané metódou lineárnej regresie alebo na základe vlastného odhadu zamestnancov z množiny historických mesačných skutočností o príjmoch a výdavkoch klientov.

Časové rady príjmov a výdavkov klientov predstavujú historické denné skutočnosti o príjmoch a výdavkoch klientov, podľa typov klientov a ekonomickej klasifikácie. Na základe časových radov sa vytvorené mesačné odhady rozkladajú na jednotlivé pracovné dni. Časové rady sa vytvárajú ako:

1. jednoduchý časový rad z množiny historických denných skutočností ukončených kalendárnych mesiacov, analýzou vstupných údajov podľa jedného konkrétneho mesiaca, ktorého denné skutočnosti vytvoria časový rad
2. zložený časový rad z množiny historických denných skutočností ukončených kalendárnych mesiacov s rovnakým rozložením víkendov ako prognózovaný mesiac podľa mesiacov, ktorých denné skutočnosti sa použijú pri výpočte časového radu na základe stanoveného algoritmu. Vypočítané hodnoty časového radu predstavujú priemerné hodnoty denných skutočností identifikovaných mesiacov, ktoré sú pred spriemerovaním očistené o maximálnu a minimálnu hodnotu, vrátane nulových hodnôt

Aktualizácia finančného plánu sa realizuje prostredníctvom aktualizácie denných údajov prognóz a prostredníctvom aktualizácie údajov vo finančnom pláne. Prognózy sa aktuali-

zujú pravidelne v mesačných, týždenných a denných cykloch integráciou údajov vo finančnom pláne, ktoré zohľadňujú všetky zmeny vstupných údajov.

Denne aktualizovaný finančný plán je poskytovaný Agentúre pre riadenie dlhu a likvidity na účely riadenia likvidity štátneho rozpočtu.

2.3 Vyrovnávanie časových radov

Cieľom tejto práce je aplikovať ekonometrické metódy na tie isté dáta za účelom zlepšenia a spresnenia predikcií. Vyrovnávanie sa zaoberá iba mesačnými hodnotami. Snažíme sa o zlepšenie mesačných predikcií, prvého kroku metodiky Štátnej pokladnice. Druhý krok, utvárania váh a rozdelenie mesačnej sumy na jednotlivé dni, nijako nemeníme. Budeme preto porovnávať presnosť mesačných odhadov, na ktoré sa zameriavame.

Vyrovnávanie časových radov je založené na oddelení a odhadnutí zložiek radu, čím charakterizujeme správanie sa výdavkov v čase. Presné pochopenie a popísanie ako sa výdavky menia v čase nám umožňuje predpovedať ich ďalšie správanie.

2.3.1 Dekompozícia

V ďalšom budeme pracovať s časovým radom mesačných výdavkov štátneho rozpočtu, zobrazeným na grafe 2.1. Cieľom je postupne eliminovať a oddeliť jednotlivé zložky daného časového radu a tým čo najlepšie popísať jeho správanie.

Trend odráža dlhodobé zmeny v priemernom chovaní časového radu ako dlhodobý rast, prípadne pokles. V prípade uvažovaného radu je vidieť dlhodobý pokles časového radu, čiže zvyšovanie výdavkov štátneho rozpočtu, k čomu môžeme pripísať vplyv inflácie.

Sezónna zložka popisuje periodické zmeny v časovom rade ktoré sa odohrávajú počas roka a každý rok sa opakujú, ako napríklad výrazne malé výdavky v januári a naopak extrémne veľké výdavky v decembri. Na začiatku roka majú jednotlivé ministerstvá pridelený rozpočet, ktorý sa ďalej spracováva a rozdeľuje medzi jednotlivé organizácie financované štátnym rozpočtom. Tento proces trvá celý január a tak organizácie mívajú len nevyhnutné prostriedky (napr. na energie) keďže ešte nemajú definitívny rozpočet. Januárové mzdy sú hradené ešte z minuloročného rozpočtu, čo spôsobuje výrazný pokles výdavkov. Naopak v decembri sa mívajú počas roka ušetrené peniaze, pretože prostriedky štátneho rozpočtu sa neprenášajú na nasledujúci rok a v prípade nevyčerpania rozpočtu tieto prostriedky

organizácie strácajú. Napríklad v prípade že organizácia ušetrila prostriedky na energiách, alebo pohonných látkach môže si dovoliť nakúpiť v decembri nové vybavenie. Z rozpočtu odchádzajú v decembri aj mzdy vyplácané v januári, ktoré sa ukladajú na depozitný účet. Uvedené spôsobuje, že v decembri sú mzdy odobraté z rozpočtu dva krát, niekedy až tri krát, v prípade trinásteho platu. Spomínanými vplyvmi je daná ročná sezónnosť.

Cyklická zložka hovorí o fluktuáciach okolo trendu v ktorých sa strieda fáza rastu a fáza poklesu. Dĺžka jednotlivých cyklov a ich intenzita môže byť premenlivá. Môže napríklad zahŕňať vplyv volebného obdobia, pretože v čase trvania volieb sa míňa viac zo štátneho rozpočtu na zabezpečenie chodu volieb. Ďalej sú tu ekonomické vplyvy ktoré spôsobujú striedanie obdobia rastu a obdobia stagnácie, počas ktorých sa zvyšuje nezamestnanosť a tým aj výdavky štátu na nezamestnanecké dávky.

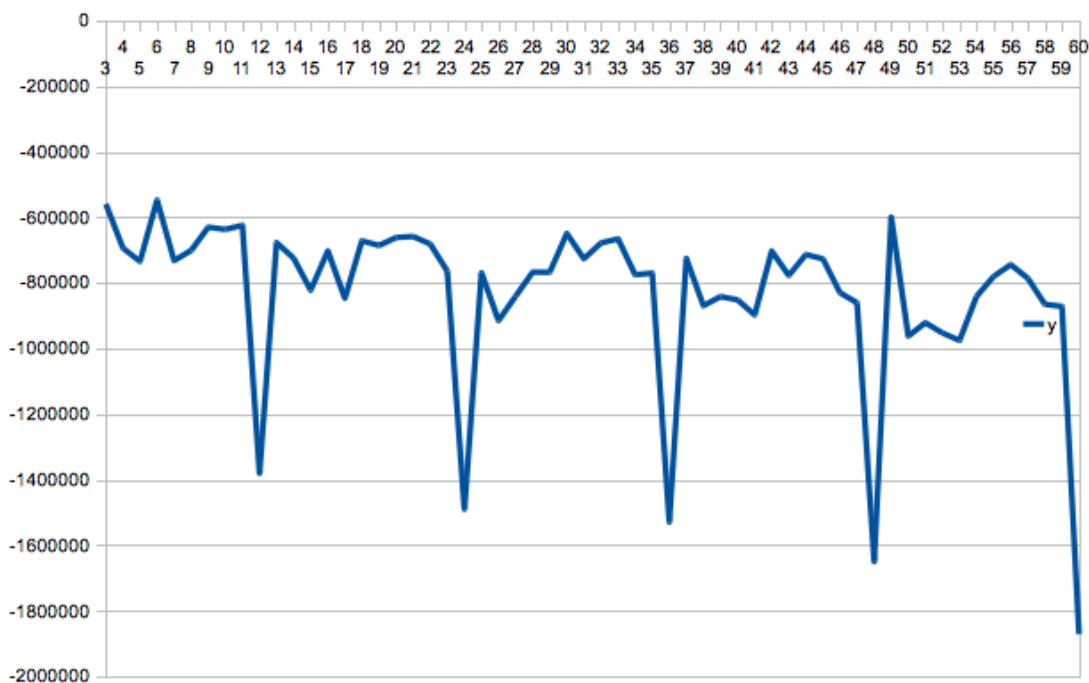
V reálnom svete počítame aj s vplyvom náhodných a vopred nevysvetlených udalostí. Tento vplyv pokrývajú náhodné disturbancie, respektíve pri odhadovaní reziduálna zložka. Prítomnosť reziduálnej zložky je nutná, keďže nie všetky podnety a udalosti, čo vplývajú na výdavky sú sezónne, alebo sa cyklicky opakujú. Častokrát sa jedná o jednorázové udalosti, alebo vplyv ľudského faktora.

Pre multiplikatívnu dekompozíciu je charakteristické, že sezónne výkyvy rastú s rastúcim trendom. Sezónna zložka je bezrozmerná a vyjadruje nárast, alebo pokles v danom období relatívne k celoročnému priemeru. Iba trend je vyjadrený v jednotkách radu Y_t . Na rozdiel od toho, aditívna sezónna zložka nezávisí od vývoja trendu a je vyjadrená v jednotkách radu Y_t . Hodnota Sz_t v danom mesiaci vyjadruje nárast alebo pokles ako konkrétnu hodnotu, ktorá sa pripočítava, respektíve odpočítava od trendu v danom okamžiku. Na základe grafickej analýzy je možné povedať, že uvažovaný časový rad zrejme obsahuje multiplikatívne zložky, pretože sezónna variácia rastie v čase. Najvýraznejší sezónny vplyv majú mesiace december a január. Multiplikatívnu sezónnosť ukazuje najmä rastúci rozdiel medzi decembrom a januárom, ktorý sa postupne zvyšuje od 7 000 na konci roku 2005 až po rozdiel 10 000 na konci roku 2009.

Analyzovaný časový rad popíšeme rovnicou 2.1

$$Y_t = Tr_t Sz_t C_t \epsilon_t \quad (2.1)$$

Index t označuje čas, v našom prípade poradové číslo mesiaca. Y sú hodnoty časového radu, mesačné výdavky štátneho rozpočtu. Tr je označenie trendovej zložky, Sz sezónnej a C cyklickej zložky. ϵ predstavuje náhodné disturbancie, o ktorých predpokladáme že sú



Obr. 2.1: Mesačné výdavky 2005 - 2010

rovnako rozdelené, so strednou hodnotou 0 a rovnakou variáciou σ^2 . Pre odhady parametrov zavedieme označenie malými písmenami: tr pre Tr , sz pre Sz a c pre odhad C . e_t predstavuje rezíduá v čase t . Vyrovnané hodnoty Y_t označujeme y_t .

2.3.2 Exponenciálne vyrovnanie

Ako ďalšiu metódu na vyrovnanie, popísanie správania a následne prognózovanie mesačných hodnôt výdavkov štátneho rozpočtu aplikujeme exponenciálne vyrovnanie, ktoré odhaduje trend časového radu, a predikuje nasledujúcu hodnotu časového radu.

Jednoduché exponenciálne vyrovnanie využívame v prípade, že môžeme predpokladať, že trend je v krátkych časových úsekoch konštantný. Princíp je vyrovnanie skutočných hodnôt, označujeme ich Y_t , váženým súčtom hodnôt tohto radu s exponenciálne klesajúcimi váhami. Čím bližšie je pozorovanie, tým viac sa podieľa na tvorbe vyrovnanej hodnoty, ktorú označujeme y_t . Vplyv a význam vzdialenejších pozorovaní postupne zaniká. Na základe tohto pravidla sa dajú počítať vyrovnané hodnoty a odhady rekurente, to znamená, že tieto výpočty sú jednoduché a úsporné. Pre výpočet vyrovnanej hodnoty y_t potrebujeme

poznať skutočnú hodnotu v čase t a vyrovnanú hodnotu v čase $t - 1$:

$$y_t = (1 - \alpha)y_t + \alpha y_{t-1} \quad (2.2)$$

Vyrovňavacia konštanta $\alpha \in (0, 1)$ upravuje citlivosť metódy na zmeny. Pri menších hodnotách, má väčší vplyv prvý člen y_t , metóda rýchlo reaguje na zmeny v časovom rade. Naopak pri väčších hodnotách vyrovňavacej konštanty sa stupňuje vyrovňavacia schopnosť tejto metódy. Hodnoty vyrovňavacej konštanty sa vyberajú buď fixne, najčastejšie ako $\alpha = 0,1$ alebo $\alpha = 0,2$. Alebo je možnosť zvoliť α také, aby sme minimalizovali odchyľky vyrovnaných a skutočných hodnôt. Napríklad môžeme vyrovnať radu pre $\alpha = 0,1; 0,11; 0,12 \dots; 0,2$ a následne vybrať tú hodnotu, ktorá poskytovala najpresnejšie predpovede, napríklad mala najmenší súčet štvorcov chýb. Pri užšom delení intervalu vieme presnejšie zvoliť takú hodnotu α ktorá je optimálnejšia, v zmysle, že súčet štvorcov chýb je najmenší.

Ako sme písali aj v predošlej časti, trend výdavkou štátneho rozpočtu s časom klesá. Výdavky sa výrazne menia a vyvíjajú aj vrámci roka, a tak nie je splnený predpoklad jednoduchého exponenciálneho vyrovnanie o po častiach konštantnom trende. Preto sme zvolili dvojité exponenciálne vyrovnanie, ktoré odhaduje trend časovej rady, za predpokladu že je po častiach lineárny. Predpokladáme, že popis vývoja časového radu metódou dvojitého exponenciálneho vyrovnanie bude presnejší, ako iba jednoduchým vyrovnaním. Druhým argumentom za dvojité exponenciálne vyrovnanie je aj fakt, že sa ním dá popísať aj konštantný trend a to znamená, že rozhodne nebude menej presné, ako jednoduché exponenciálne vyrovnanie.

$$Tr_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad (2.3)$$

Odhadujeme parametre β_0 a β_1 . Presný postup odvodenia rekurentných vzťahov pre odhad parametrov a výpočet predikcií je uvedený v sekcii 4.2.

2.3.3 Wintersova metóda

Wintersova metóda je zovšeobecnením exponenciálneho vyrovnanie. Pokrýva trendovú a sezónnu zložku. Túto metódu sme zvolili, pretože pre rady ktoré majú sezónny charakter je vhodnejšia ako exponenciálne vyrovnanie, ktoré odhaduje len trend. Nami uvažovaná časová rada mesačných výdavkov štátneho rozpočtu má výraznú ročnú sezónnosť, ako bolo

popísane v podkapitole 2.3.1. Z tohto dôvodu predpokladáme, že Wintersova metóda bude presnejšia v predikciách, ako dvojité exponenciálne vyrovnanie.

Aplikovaním Wintersovej metódy, za predpokladu lineárneho trendu v krátkych časových úsekoch, odhadneme aj sezónnu zložku. Tak ako pri dekompozícii predpokladáme multiplikatívnosť sezónnej zložky, z dôvodu, že táto zložka v čase rastie, čo je zrejmé z grafickej analýzy, ktorú sme popísali v časti 2.3.1.

$$Y_t = Tr_t S z_t \epsilon_t \quad (2.4)$$

Predpokladáme, že trend, označený Tr_t , je lineárny a teda popísaný rovnicou 2.3. ϵ_t predstavuje náhodné disturbancie v čase t , o ktorých predpokladáme, že sú rovnako rozdelené so strednou hodnotu 0 a rovnakou varianciou.

Kapitola 3

Metodika Štátnej pokladnica

3.1 Tvorba mesačných odhadov

Mesačné odhady sa vytvárajú na základe časového radu zostaveného z mesačných hodnôt od roku 2005 po súčasnosť. Vynechajú sa extrémne mesiace, čiže január a december. Tieto dva mesiace sa správajú výrazne inak ako ostatné. Pretože v januári sa míňajú iba nevyhnutné veci, čiže mesačná suma je v absolútnej hodnote výrazne menšia. Naopak v decembri sú výdavky v absolútnej hodnote výrazne väčšie, pretože ušetrené peniaze z rozpočtu počas roka sú neprenosné do druhého roka a tak sa míňajú prostriedky ušetrené počas roka napríklad na nákup nového zariadenia, opravy, odmeny zamestnancom a podobne. Naopak v prípade vytvárania prognóz pre príjmy je extrémnym mesiacom marec. Vtedy sa platia dane, takže príjmy v rámci tohto mesiaca sú výrazne vyššie.

Výber mesiacov, ktoré sa zahrnú do časového radu mesačných hodnôt je na zväžení analytika, ktorý prognózu vytvára. Systém mu ponúkne všetky mesiace, a je na jeho rozhodnutí či zahrnie všetky, vynechá horepopísané extrémne mesiace, alebo naopak vezme do úvahy len rovnaké mesiace, ako ten pre ktorý vytvára predikciu. Na základe takto očisteného radu sa vypočíta lineárna regresná priamka a podľa odhadnutých koeficientov priamky sa vypočíta bodový odhad pre nasledujúci mesiac.

Pri odhadovaní mesačnej sumy na január alebo december sú podkladovými údajmi pri odhade koeficientov regresnej priamky mesačné sumy januárov alebo decembrov z rokov 2005 až po súčasnosť.

Časový rad mesačných výdavkov označujeme Y_t . Koeficienty regresnej priamky označíme β_0, β_1 . Vysvetľujúca premenná je čas t , v mesiacoch, pričom začíname od $t = 3$,

pretože historické údaje sú dostupné iba od marca roku 2005. Následne, odhady koeficientov označíme ako $\hat{\beta}_0$ a $\hat{\beta}_1$. A vypočítajú sa metódou najmenších štvorcov podľa vzorca 3.1:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \epsilon \hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (3.1)$$

Tento postup ilustrujem konkrétnym výpočtom, odhadom výdavkov na august 2010. K odhadu koeficientov regresnej priamky využijem časový rad mesačných výdavkov od marca 2005 po júl 2010 s tým, že decembre a januáre vynechám z tohto radu. Tento rad má 55 členov, a bodový odhad na august 2010 bude hodnota regresnej priamky v bode $t=56$.

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_0 &= -611285,5 \\ \hat{\beta}_1 &= -6728,86 \end{aligned} \quad (3.2)$$

$$(1; 56) \cdot \begin{pmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \end{pmatrix} = -1028475,01$$

Mesačná predikcia výdavkov na august 2010 je -102847,01.

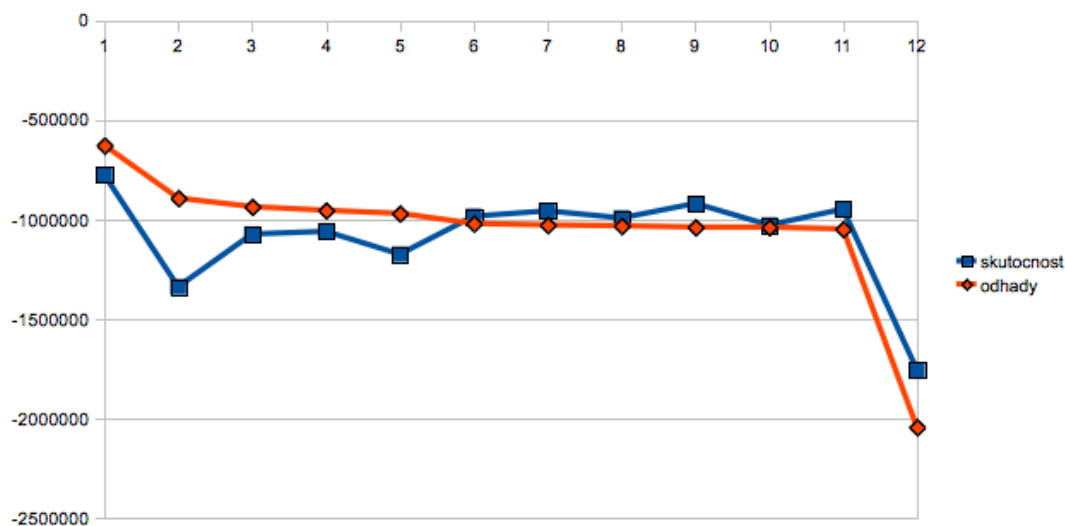
Treba zdôrazniť, že horeuvedeným postupom sú vytvorené mesačné odhady pre každý mesiac roku 2010. Prehľadne sú zapísané v tabuľke A.1 v prílohe. Všetky odhadnuté mesačné hodnoty na rok 2010 sú zobrazené na grafe 3.1 a porovnané so skutočnými hodnotami mesačných výdavkov z roku 2010.

3.2 Vytváranie denných predikcií

Vytvorenie mesačného odhadu je iba prvým krokom tvorby finančného plánu. Oddelenie finančného plánovania Štátnej pokladnice má za úlohu poskytovať denný finančný plán Agentúre pre riadenie dlhu a likvidity. Z toho dôvodu treba odhadnutú mesačnú sumu rozdeliť na jednotlivé dni v mesiaci.

Z dostupných údajov sa vyberú tie mesiace, v ktorých boli víkendy v rovnaké dni ako sú v mesiaci, pre ktorý robíme prognózu. Denné hodnoty v rámci vybraných mesiacov vytvárajú časový rad.

V jednotlivé dni spočítame tzv. očistený priemer. Čiže priemer denných hodnôt bez maxima a minima. V prípade, že v niektorých dňoch daného mesiaca nemáme hodnotu



Obr. 3.1: Mesačné predikcie a skutočné hodnoty na rok 2010

(napr. dni sviatkov) dosadíme tam nulu. Inak je to pri dňoch 29, 30 a 31, ktoré nemá každý mesiac. V takomto prípade nedosadzujeme za chýbajúce údaje nulu, ale vynecháme daný deň z časového radu. Týmto postupom dostaneme hodnoty pre jednotlivé dni na nasledujúci mesiac.

Posledným krokom je normovanie denných hodnôt. Denné hodnoty získané z časových radov sa delia svojím súčtom a násobia mesačným odhadom. Týmto postupom vytvárame pomocou časových radov váhy, ktoré sa prisudzujú jednotlivým dňom a mesačný odhad získaný pomocou lineárnej regresie sa na základe týchto váh prerozdolí na dni.

Predikcie na jednotlivé dni sa počas mesiaca upravujú o mimoriadne objemy platieb, ktoré klienti hlásia pred zrealizovaním platby, pomocou e-mailu, telefonicky alebo špeciálnym softvérom. Mimoriadne platby sú definované v metodickom usmernení Štátnej pokladnice č. 5/2008 zo dňa 30.12.2008 ako platby nad 5 000 000 eur. Presné znenie tohto usmernenia je zverejnené na internetovej stránke Štátnej pokladnice. [2].

Uvedieme špeciálne situácie, kedy sú prognózy výrazne menené počas mesiaca. Napríklad, ak sa platí z rozpočtu ročná splátka, organizácia musí vopred podať žiadosť o vstup do záväzku, a platba sa realizuje po schválení tejto žiadosti. Daná suma sa pripočítava k prognóze na daný deň. Konkrétnym príkladom je zaplatenie výstavby diaľnic.

Špecifickým obdobím s výrazne iným správaním sú voľby, kedy výdavky stúpajú.

Kapitola 4

Vyrovnávanie časových radov

4.1 Dekompozícia

4.1.1 Eliminácia sezónnej zložky

K eliminácii sezónnej zložky využívame metódu kĺzavých priemerov. Sezónnosť je ročná, ale keďže k výpočtu kĺzavých priemerov potrebujeme nepárnu dĺžku, volíme 13 ako najbližšie nepárne číslo k 12 a pritom také, ktoré pokrýva celý rok. Využívame kĺzavé priemery dĺžky 13.

Kĺzavé priemery lokálne vyrovnávajú časový rad danými matematickými krivkami a tým pružne reagujú na zmeny vo vývoji tohto radu. Stupeň tohto pružného prispôsobovania môžeme riadiť a ovplyvňovať zvolenou dĺžkou kĺzavých priemerov. Kĺzavý priemer je lineárna kombinácia určitých členov radu, daných dĺžkou kĺzavých priemerov, so zvolenými váhami, ktorých súčet je 1. Našou úlohou je nájsť tieto váhy, ktoré nám umožnia výpočet kĺzavých priemerov. Váhy určíme nasledovným postupom.

Predpokladáme, že každá krivka sa dá rozumne aproximovať polynómom. Volíme polynóm stupňa 3, pretože predpokladáme že bude dostatočný, pre aproximovanie ročnej sezónosti. Vyrovnávame úseky s dĺžkou 13 kubickým polynómom. Jednotlivé členy vyrovnávaného radu označíme $y_{t+\tau}$, pričom $\tau = -6, -5 \dots 5, 6$. Koeficienty polynómu, označíme $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ a odhadneme ich minimalizáciou výrazu:

$$\sum_{\tau'=-6}^6 (Y_{t+\tau} - \beta_0 - \beta_1\tau - \beta_2\tau^2 - \beta_3\tau^3) \quad (4.1)$$

Po zderivovaní dostávame rovnice pre odhad parametrov, ktorý označujeme $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2, \hat{\beta}_3$:

$$\sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} \tau^i - \hat{\beta}_0 \sum_{\tau=-6}^6 \tau^i - \hat{\beta}_1 \sum_{\tau=-6}^6 \tau^{i+1} - \hat{\beta}_2 \sum_{\tau=-6}^6 \tau^{i+2} - \hat{\beta}_3 \sum_{\tau=-6}^6 \tau^{i+3} \quad (4.2)$$

pre $i = 0, 1, 2, 3$.

Je zrejmé, že pre nepárne i je suma všetkých τ^i od -6 po 6 rovná nule. Po vyčíslení ostatných súm dostávame rovnice:

$$\sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} = 13\hat{\beta}_0 + 182\hat{\beta}_2 \quad (4.3)$$

$$\sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} \tau = 182\hat{\beta}_1 + 4550\hat{\beta}_3 \quad (4.4)$$

$$\sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} \tau^2 = 182\hat{\beta}_0 + 4550\hat{\beta}_2 \quad (4.5)$$

$$\sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} \tau^3 = 4550\hat{\beta}_1 + 134342\hat{\beta}_3 \quad (4.6)$$

Nás zaujíma hodnota $\hat{\beta}_0$ pretože je to hodnota polynómu pre $\tau = 0$ a teda vyrovnaná hodnota y_t v strede trinásťčlenného radu. Takže použitím rovníc z 4.3 a 4.5 dostávame:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{1}{143} \left(25 \sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} - \sum_{\tau=-6}^6 Y_{t+\tau} \tau^2 \right) \quad (4.7)$$

Po rozpísaní súm a vyčíslení mocnín τ , dostávame konkrétne váhy, potrebné k vypočítaniu kĺzavých priemerov dĺžky 13, rádu 3:

$$y_t = \frac{1}{143} (-11y_{t-6} + 0y_{t-5} + 9y_{t-4} + 16y_{t-3} + 21y_{t-2} + 24y_{t-1} + 25y_t + 24y_{t+1} + 21y_{t+2} + 16y_{t+3} + 9y_{t+4} + 0y_{t+5} - 11y_{t+6}) \quad (4.8)$$

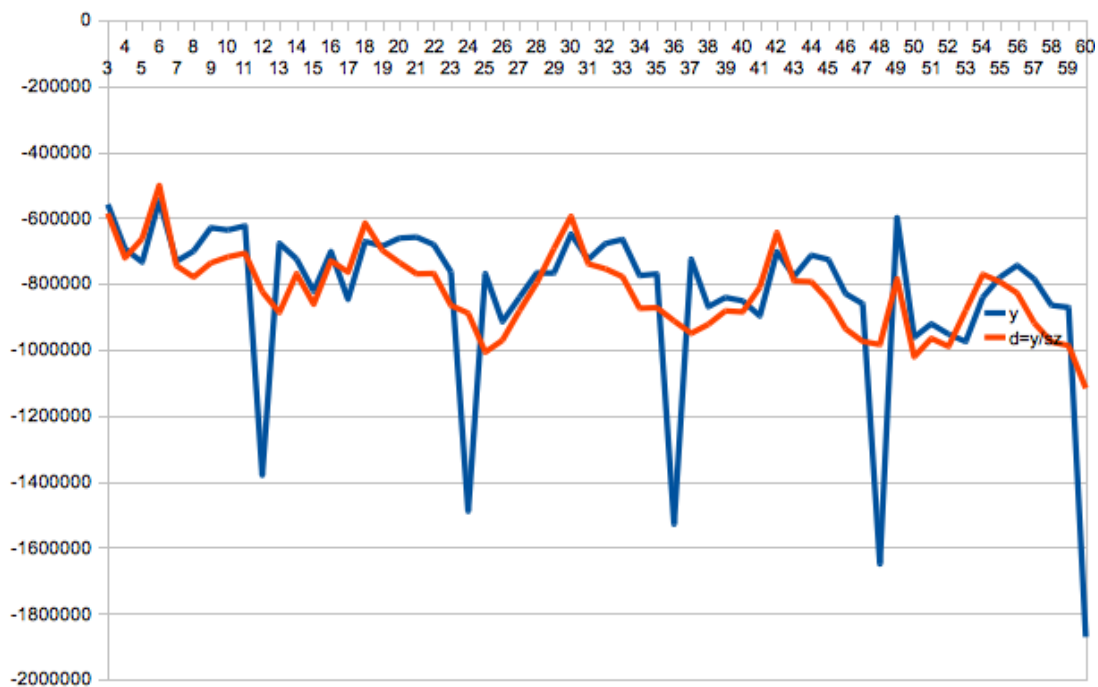
Výpočet kĺzavých priemerov podľa rovnice 4.9 je uvedený v 4 stĺpci tabuľky A.2 v prílohe. Predpokladáme, že aplikácia kĺzavých priemerov očistí rad Y_t od sezónnej zložky, pričom ale nemá vplyv na cyklickú zložku. Týmto postupom získame rad $tr_t c_t$. V piatom stĺpci tej istej tabuľky je uvedená kombinácia $sz_t e_t$, ktorú dostaneme delením jednotlivých členov časového radu Y_t príslušným $tr_t c_t$. Na oddelenie samotnej sezónnej zložky musíme potlačiť vplyv reziduálnej zložky. Táto operácia je uskutočnená v 6. stĺpci, kde pre každý

mesiac spočítame priemer zo všetkých rokov hodnôt $sz_t e_t$ daného mesiaca. Týmto postupom dostávame sezónnu zložku, ktorá sa mení v rámci roka, ale je rovnaká v každom roku, t.j. $sz'_1 = sz'_{13}$. Vlastné odhady sezónnych faktorov dostaneme po normalizácii hodnôt sz'_t :

$$sz_t = \frac{12}{\sum_{t=1}^{12} sz'_t} \cdot sz'_t \quad (4.9)$$

Získané hodnoty sú uvedené v 7. stĺpci tabuľky A.2. V 8 stĺpci tej istej tabuľky sú uvedené hodnoty d_t sezónne očisteného radu 4.10.

$$d_t = \frac{Y_t}{sz_t} \quad (4.10)$$



Obr. 4.1: Časový rad očistený od sezónnej zložky

4.1.2 Odhad trendovej zložky

Hore popísaným postupom sme oddelili sezónnu zložku časového radu. Rad 4.10 je zobrazený na grafe 4.1

Ďalším krokom dekompozície radu je odhad trendovej zložky, ktorý získame vyrovnaním radu 4.10 matematickou krivkou. Na základe grafickej analýzy uvažujeme, že tento rad budeme vyrovnávať priamkovou regresiou. Pre potvrdenie nášho odhadu porovnáme prvé diferencie $Y_{t+1} - Y_t$, ktoré by mali byť približne konštantné. Tieto diferencie sa pohybujú v rozmedzí od -200000 po 200000 . Keďže hodnoty radu, ktorý analyzujeme, sa pohybujú v miliónoch, nie sú to výrazné rozdiely. Pre lepšiu orientáciu sme vypočítali pomerné diferencie $\frac{Y_{t+1}-Y_t}{Y_t}$, ktoré sa pohybujú v rozmedzí $-0,2 - 0,3$, čo potvrdzuje náš predpoklad o konštantných prvých diferenciách. Zvolili sme možnosť vyrovnávať rad priamkou. Použijeme metódu najmenších štvorcov. Koeficienty trendovej priamky budeme označovať β_0 a β_1 . Odhady koeficientov označíme $\hat{\beta}_0$ a $\hat{\beta}_1$. β predstavuje vektor koeficientov, s rozmermi 2×1 s členmi β_0 a β_1 . Odhadneme koeficienty regresnej priamky:

$$\begin{aligned} Tr_t &= \beta_0 + \beta_1 t \\ \beta &= \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{pmatrix} \\ \hat{\beta} &= (X^T X)^{-1} X^T Y \\ tr_t &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t \end{aligned} \tag{4.11}$$

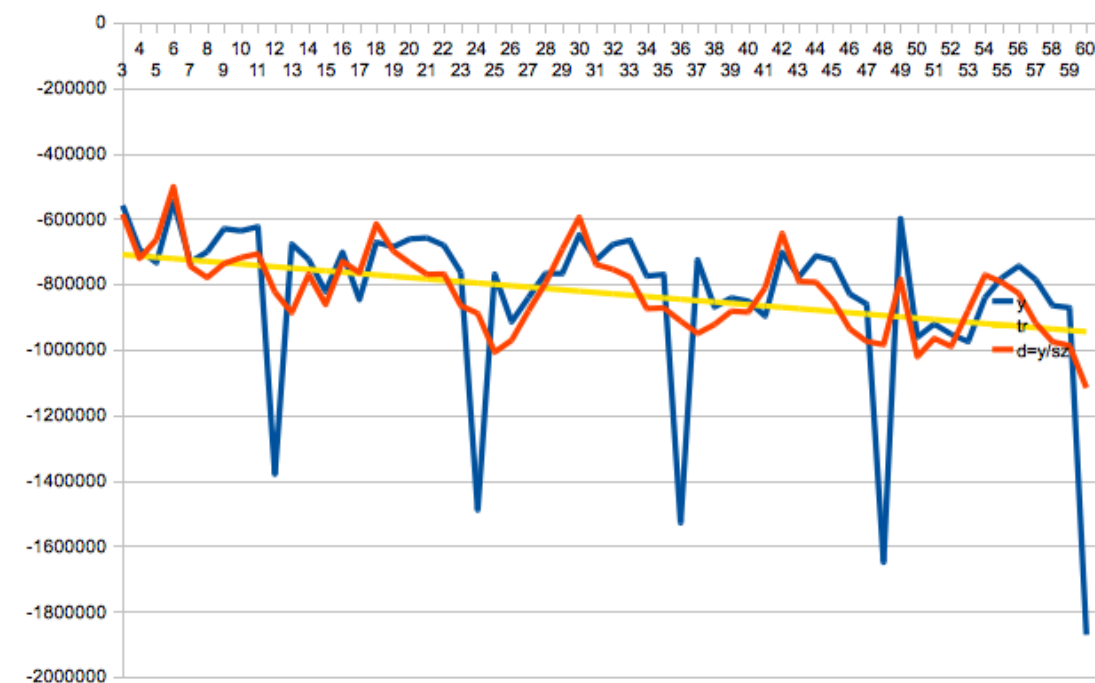
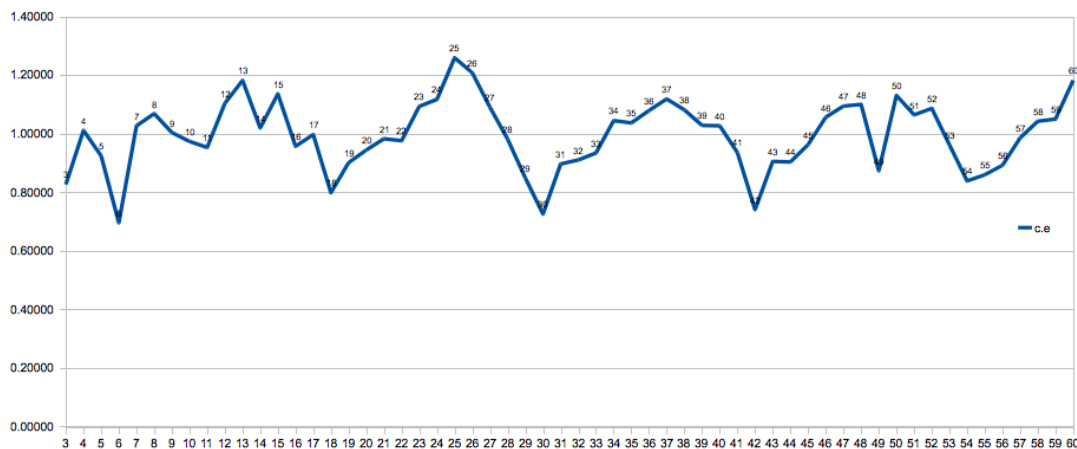
Číselné hodnoty trendovej zložky pre jednotlivé mesiace sú vypočítané podľa rovnice 4.12 a uvedené v 9. stĺpci tabuľky A.2. Regresná priamka je vykreslená na grafe 4.2.

4.1.3 Eliminácia cyklickej zložky

Ďalšími výpočtami oddelíme poslednú, cyklickú zložku časového radu. Hodnoty $c_t e_t$, vypísané v 11. stĺpci tabuľky A.2, dostaneme po vydelení hodnôt časového radu Y_t hodnotami $tr_t s z_t$.

Posledným krokom je potlačenie vplyvu reziduálnej zložky v rade $c_t e_t$ a vyčlenenie samotnej cyklickej zložky c_t , k čomu opäť využijeme kĺzavé priemery dĺžky 13. Na obrázku 4.3, je vykreslený rad $c_t e_t$. Vidíme 12 mesačnú periodicitu, ktorá je jednoznačná vďaka opakujúcim sa najnižším hodnotám v júni.

Takým istým postupom ako pri sezónnej zložke, a to spriemerovaním hodnôt prislúchajúcich rovnakým mesiacom, dostaneme odhad cyklickej zložky v rámci jedného roka. Tieto hodnoty sú vynesené v poslednom stĺpci tabuľky A.2.

Obr. 4.2: Odhadnutá trendová priamka $tr_t = -592807,6 - 3823,47t$ Obr. 4.3: Rad $c_t e_t$

Odhadli sme všetky koeficienty v rovnici 2.1. Trendovú zložku tr_t ktorá vystihuje dlhodobé správanie sa časového radu. Sezónnu a cyklickú zložku, sz_t a c_t , ktorá vystihuje sezónne výkyvy a cyklické fluktuácie v rámci roka. Tým sme popísali správanie sa časo-

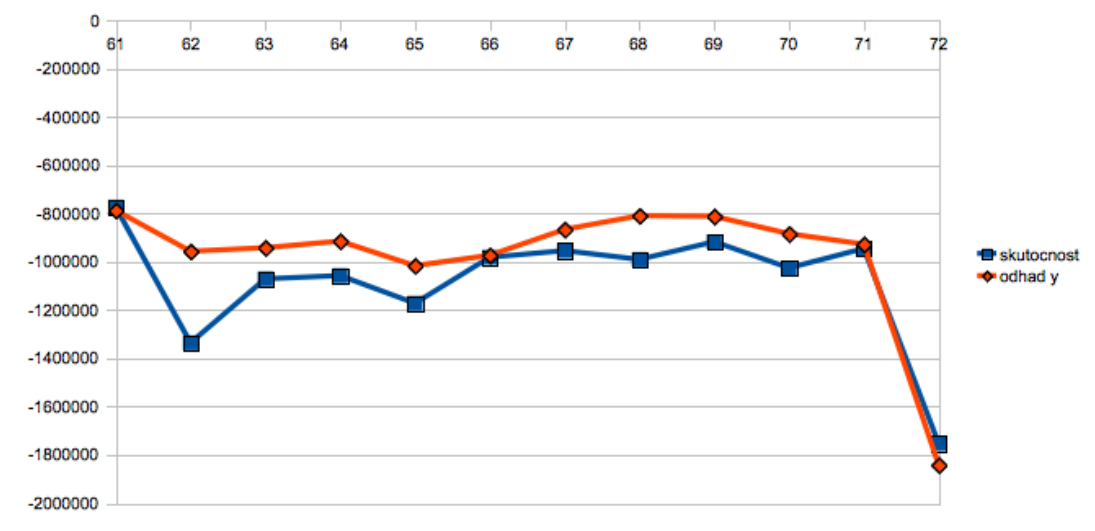
vého radu mesačných výdavkov štátneho rozpočtu. Odhadnuté koeficienty nám následne umožnia predpovedať budúce správanie uvažovaného radu.

4.1.4 Mesačné odhady vytvorené na základe dekompozície

Pomocou odhadnutých koeficientov rovnice 2.1 vytvoríme mesačné predikcie na rok 2010. Výpočet je uvedený v tabuľke A.3 v prílohe. V prvom stĺpci je označený rok, 2010, na ktorý vytvárame prognózu. V druhom stĺpci je uvedená vysvetľujúca premenná t , ktorá nadobúda pre rok 2010 hodnoty $t = 61 \dots 72$. V treťom stĺpci je pre porovnanie vypísaný rad skutočných hodnôt Y_t . V ďalšom, štvrtom, stĺpci tabuľky sú vypočítané konkrétne hodnoty tr_t pre každý mesiac podľa rovnice 4.12. V piatom a šiestom stĺpci sú uvedené odhadnuté koeficienty sz_t a c_t pre každý mesiac v roku. V poslednom stĺpci je uvedený samotný odhad y_t vypočítaný podľa rovnice:

$$y_t = tr_t sz_t c_t \quad (4.12)$$

Na záver tejto kapitoly prikladám pre ilustráciu zobrazené skutočné hodnoty časového radu Y_t a odhadnuté hodnoty y_t pre hodnoty vysvetľujúcej premennej $t = 61 \dots 72$, čo zodpovedá roku 2010.



Obr. 4.4: Porovnanie skutočných a odhadnutých hodnôt za rok 2010

4.2 Dvojité exponenciálne vyrovnanie

Predpokladáme že časový rad výdavkov štátneho rozpočtu je po častiach lineárny a popíšeme jeho správanie podľa rovnice 2.3. Využívame metódu dvojitého exponenciálneho vyrovnaní. Odhadujeme parametre β_0 a β_1 . Odhady týchto parametrov v čase t budeme označovať $\hat{\beta}_0(t)$ a $\hat{\beta}_1(t)$ a dostaneme ich minimalizáciou výrazu 4.13.

$$\sum_{i=0}^{\infty} [y_{t-i} - \beta_0 - \beta_1(-i)]^2 \alpha^i \quad (4.13)$$

Zderivujeme výraz 4.13 podľa β_0 a podľa β_1 . Položíme tieto parciálne derivácie rovné nule a dostávame rovnice:

$$-\sum_{i=0}^{\infty} Y_{t-i} \alpha^i + \beta_0 \sum_{i=0}^{\infty} \alpha^i - \beta_1 \sum_{i=0}^{\infty} i \alpha^i = 0 \quad (4.14)$$

$$\sum_{i=0}^{\infty} Y_{t-i} i \alpha^i + \beta_0 \sum_{i=0}^{\infty} i \alpha^i + \beta_1 \sum_{i=0}^{\infty} i^2 \alpha^i = 0 \quad (4.15)$$

ktoré môžeme pomocou súčtových vzorcov postupností zjednodušiť na tvar:

$$\beta_0 - \frac{\alpha}{1-\alpha} \beta_1 = (1-\alpha) \sum_{i=0}^{\infty} Y_{t-i} \alpha^i \quad (4.16)$$

$$\alpha \beta_0 - \frac{\alpha(1+\alpha)}{1-\alpha} \beta_1 = (1-\alpha)^2 \sum_{i=0}^{\infty} Y_{t-i} i \alpha^i \quad (4.17)$$

Aby bolo značenie čo najjednoduchšie a výsledné vzorce pre odhady parametrov prehľadné zavádzajú sa nasledujúce dve veličiny:

1. Jednoduchá vyrovňavacia štatistika

$$S_t = (1-\alpha) \sum_{i=0}^{\infty} Y_{t-i} \alpha^i \quad (4.18)$$

2. Dvojitá vyrovňavacia štatistika

$$S_t^2 = (1-\alpha) \sum_{i=0}^{\infty} \alpha^i S_{t-i} \quad (4.19)$$

Pomocou týchto nových veličín môžeme prepísať rovnice 4.16 a 4.17:

$$\beta_0 - \frac{\alpha}{1-\alpha} \beta_1 = S_t \quad (4.20)$$

$$\alpha\beta_0 - \frac{\alpha(1+\alpha)}{1-\alpha} = S_t^2 - (1-\alpha)S_t \quad (4.21)$$

Z čoho už jednoducho dostávame odhady parametrov:

$$\hat{\beta}_0(t) = 2S_t - S_t^2 \quad (4.22)$$

$$\hat{\beta}_1(t) = \frac{\alpha-1}{\alpha}(S_t^2 - S_t) \quad (4.23)$$

Hodnoty S_t a S_t^2 počítame pomocou definovaných rekurentných vzťahov 4.18 a 4.19. Aby sme mohli vyčíslieť konkrétne hodnoty S_t , S_t^2 potrebujeme začiatočnú hodnotu. Počiatočné hodnoty týchto dvoch štatistík vypočítame pomocou odhadov $\hat{\beta}_0(0)$ a $\hat{\beta}_1(0)$. Tieto štartovacie hodnoty dostaneme odhadom koeficientov regresnej priamky na základe vybraných prvých n_1 pozorovaní z radu Y_t . Bežne sa volí ze $n_1 = 6$, alebo $n_1 = \frac{n}{2}$. Koeficienty regresnej priamky odhadneme metódou najmenších štvorcov podľa rovnice 3.1. Na základe hodnôt odhadnutých parametrov dostávame hodnoty S_0 a S_0^2 . Ďalšie hodnoty vyrovnávacích štatistík sa jednoducho dopočítavajú pomocou rekurentných vzťahov 4.18 a 4.19. Pomocou vyrovnávacích štatistík jednoducho vyčíslíme hodnoty odhadov parametrov $\hat{\beta}_0$ a $\hat{\beta}_1$ na základe vzťahov 4.22 a 4.23.

Po odhadnutí potrebných parametrov vytvárame predikcie v čase t na čas $t + \tau$:

$$y_{t+\tau} = \hat{\beta}_0(t) + \hat{\beta}_1(t)\tau \quad (4.24)$$

Zvolením $\tau = 0$ dostávame vyrovnané hodnoty danej rady v čase t .

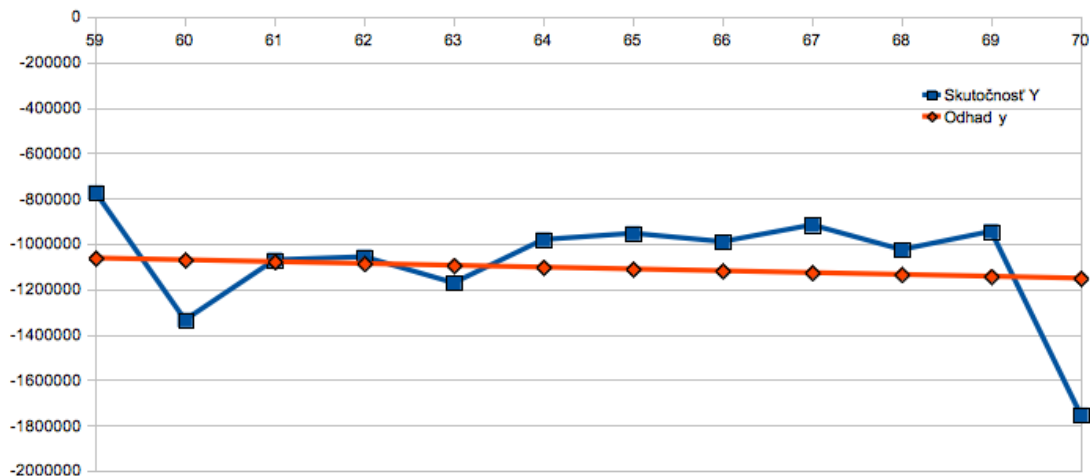
$$y_t = \hat{\beta}_0(t) = 2S_t - S_t^2 \quad (4.25)$$

Na obrázku A.4 v prílohe je výstup z programu Ewiev5, kde sú vypísané odhadnuté parametre.

V tabulke A.5 v prílohe sú odhadnuté hodnoty pre rok 2010, pomocou dvojitého exponenciálneho vyrovnania. Vysvetľujúca premenná t nadobúda hodnoty: $t = 59 \dots 70$. Na grafe 4.5 je zobrazený odhadnutý rad y_t a skutočný rad Y_t pre $t = 59 \dots 70$

4.3 Wintersová metóda

Uvažovaný časový rad sme popísali pomocou:

Obr. 4.5: Porovnanie skutočných Y_t a odhadnutých y_t hodnôt na rok 2010

$$Y_t = Tr_t Sz_t \epsilon_t \quad (4.26)$$

Trend Tr_t je lineárny. Úroveň trendu v čase t budeme označovať ako tr_t . Trend v čase t vieme rozpísať podľa rovnice 2.3. Rovnako ako v predchádzajúcich kapitolách budeme označovať odhady koeficientov β_0 a β_1 skonštruované v čase t ako $\hat{\beta}_0(t)$ a $\hat{\beta}_1(t)$. Odhad sezónneho parametra Sz_t vytvoreného v čase t označíme $sz_t(t)$. Táto metóda pracuje s tromi vyrovnávacími konštantami α, β, γ , ktoré je treba zvoliť na začiatku. Obvykle sa volia hodnoty z intervalu $(0; 0, 3)$. Rovnako ako pri exponenciálnom vyrovnaní sa považujú za optimálne tie hodnoty vyrovnávacích konštant, ktoré minimalizujú súčet štvorcov chýb.

Podobne ako pri exponenciálnom vyrovnaní, vieme odvodiť rekurentné vzťahy pre výpočet odhadov parametrov:

$$\hat{\beta}_0(t) = \alpha \frac{Y_t}{sz_{t-12}(t-12)} + (1-\alpha)(\hat{\beta}_0(t-1) + \hat{\beta}_1(t-1)) \quad (4.27)$$

Odhad $\hat{\beta}_0(t)$ je založený na sezónne očistenej hodnote radu Y_t a odhade trendu pre čas $t-1$

$$\hat{\beta}_1(t) = \beta(\hat{\beta}_0(t) - \hat{\beta}_0(t-1)) + (1-\beta)\hat{\beta}_1(t-1) \quad (4.28)$$

Koeficient $\hat{\beta}_1$ dostávame na základe predchádzajúcej hodnoty $\hat{\beta}_1$ a prvej diferencie vyrovnaných hodnôt trendu.

$$sz_t(t) = \gamma \frac{Y_t}{\hat{\beta}_0(t)} + (1 - \gamma)sz_{t-12}(t - 12) \quad (4.29)$$

Odhad sezónnej zložky je lineárnou kombináciou sezónneho odhadu z minulého roka $sz_{t-12}(t - 12)$ a hodnoty sezónneho faktora v čase t , ktorý sme dostali delením radu Y_t vyrovnanou hodnotou trendu $\hat{\beta}_0(t)$.

Na základe odhadnutých parametrov vieme konštruovať predpovede v čase t na čas $t + \tau$:

$$y_{t+\tau} = tr_{t+\tau}sz_{t+\tau-12}(t + \tau - 12) \quad (4.30)$$

V tejto rovnici môžeme rozpísať trend na jednotlivé odhady parametrov a dostávame:

$$y_{t+\tau} = (\hat{\beta}_0(t) + \hat{\beta}_1(t)\tau)sz_{t+\tau-12}(t + \tau - 12) \quad (4.31)$$

V rovnici 4.31 je vložená konštanta 12, pretože pracujeme s časovým radom mesačných výdavkov a máme 12 pozorovaní v rámci jedného roka. Pri predikciách počítame so sezónnou zložkou prislúchajúcou tomu istému mesiacu na ktorý predikciu počítame, ale z minulého roka. Napríklad k odhadu mesačných výdavkov na marec 2010 počítame s už odhadnutou sezónnou zložkou, ktorá prislúcha marcju 2009. V prípade, že vytvárame predikcie na dva roky dopredu, a nastane situácia, že $\tau > 12$, použijeme vo vzorci 4.31 odhad sezónnej zložky $sz_{t+\tau-24}(t + \tau - 24)$. Inak povedané, používame vždy najaktuálnejší odhad sz_t pre vybraný mesiac, ktorý máme k dispozícii.

Pre hodnotu $\tau = 0$ dostávame vyrovnané hodnoty y_t .

Tak ako pri exponenciálnom vyrovnaní, potrebujeme odhadnúť počiatkové hodnoty $\hat{\beta}_0(0)$, $\hat{\beta}_1(0)$ a $sz_t(t)$ pre $t = -11, -10, \dots, 0$. Označme n počet rokov, na základe ktorých robíme predikcie. V prípade časového radu výdavkov štátneho rozpočtu sú to roky 2006 až 2009, čo znamená, že $n = 4$. Počiatkové hodnoty sa volia podľa nasledujúcich vzťahov:

$$\hat{\beta}_0(0) = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^1 2y_i - \frac{12}{2} \hat{\beta}_1(0) \quad (4.32)$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\frac{1}{12n} \sum_{i=1}^{12n} y_i + \frac{1}{12} \sum_{i=1}^1 2y_i}{12(n-1)} \quad (4.33)$$

$$sz_t(t) = \frac{12}{\sum_{i=1}^12 2\bar{sz}_i} \bar{sz}_{t+12} \quad (4.34)$$

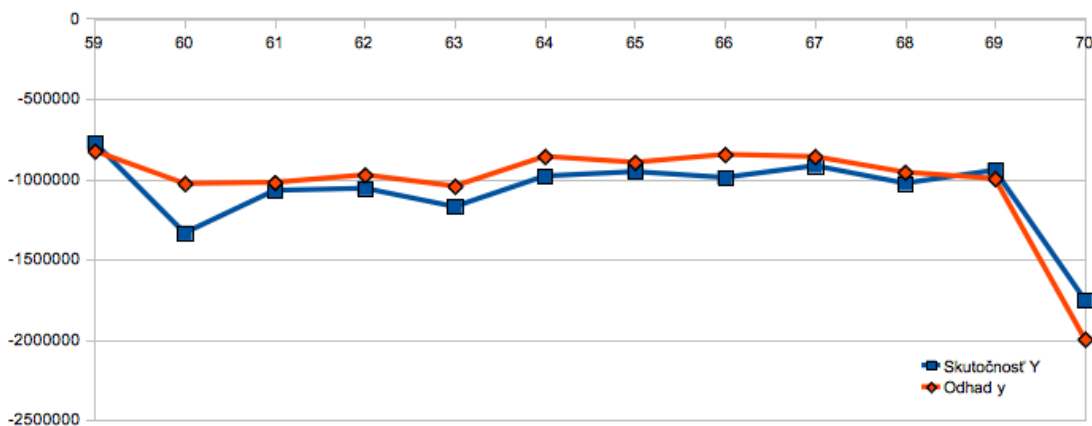
pre $t = -11 \dots 0$

Pričom \bar{sz}_i je definované nasledujúcim vzťahom:

$$\bar{sz}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} sz_{i+12j} \quad (4.35)$$

Na obrázku A.6 v prílohe je výstup z programu Ewiev5, kde sú vypísané optimálne vyrovnávacie konštanty, a odhad trendovej zložky tr_t pre $t = 58$ a odhady sezónnej zložky pre $t = 47 \dots 58$. Čas $t = 58$ zodpovedá decembru roka 2009. K odhadu parametrov Wintersovou metódou sme využili údaje od roku 2006 po 2009. Začiatok časového radu sme vypustili, keďže rok 2005 nie je úplný a údaje sú k dispozícii až od marca. Preto začíname s 11. zložkou radu mesačných výdavkov.

Vyrovnané hodnoty časového radu a predikcie pre rok 2010, pre $t = 59 \dots 70$ sú v tabuľke A.7 v prílohe. Pre porovnanie sú na grafe 4.6 zobrazené skutočné hodnoty Y_t pre rok 2010 a odhadnuté y_t hodnoty Wintersovou metódou.



Obr. 4.6: Porovnanie skutočných Y_t a odhadnutých y_t hodnôt na rok 2010

Z grafu je viditeľná úspešnosť tejto metódy. Rovnaké výkyvy počas roka, a dobre odhadnuté extrémne mesiace (január a december). Odhady sú mierne podhodnotené počas väčšiny roka.

Kapitola 5

Porovnanie metód

V predchádzajúcich kapitolách sme postupne aplikovali rôzne ekonometrické metódy na tie isté dáta, za účelom čo najpresnejšieho odhadu mesačných výdavkov štátneho rozpočtu na rok 2010.

Pôvodná metóda je odhad pomocou lineárnej regresie, ktorý sa počíta o jeden krok dopredu, k výpočtu predikcie na marec 2010 využívame skutočnosti po február 2010 vrátane. Tieto predikcie sa počítajú počas roka, vždy s novými skutočnosťami, na základe čoho predpokladáme ich presnosť.

Dekompozícia, dvojité exponenciálne vyrovnanie aj Wintersová metóda nám umožňuje spočítať odhady na všetky mesiace v roku naraz, na začiatku roka, jednotlivé parametre sú odhadnuté na základe historických údajov po december 2009 a v priebehu roka sa už nemenia, čiže chýba im aktualizácia o najnovšie skutočnosti.

V tabuľke 5.1 sú prehľadne vypísané skutočné hodnoty Y_t , odhadnuté hodnoty pomocou lineárnej regresie, pomocou dekompozície, pomocou dvojitého exponenciálneho vyrovnanie a nakoniec pomocou Wintersovej metódy. Grafické porovnanie je zobrazené na grafe 5.2.

Existuje veľa kritérií na porovnanie úspešnosti predikcií, ako prvé uvádzam, MSE , strednú štvorcovú odchylku a $RMSE$ čo je odmocnina zo strednej štvorcovej odchylky, ktorú uvádzam z dôvodu lepšieho porovnania a zorientovania sa, pretože hodnoty MSE sa pri všetkých metódach pohybujú v miliónoch.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - y_t)^2 \quad (5.1)$$

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - y_t)^2} \quad (5.2)$$

Čím je väčšia hodnota týchto dvoch kritérií, tým je metóda menej presná, má väčšie odchýlky. Tieto kritéria nám umožnia porovnať navzájom jednotlivé metódy, ale nevyjadrujú, ako dobrá je konkrétna metóda, pretože nevieme od ktorej hodnoty je už stredná štvorcová odchýlka veľmi veľká. $RMSE = 150000$ môže znamenať dobrú metódu, alebo aj veľmi zlú, podľa toho s akými dátami pracujeme.

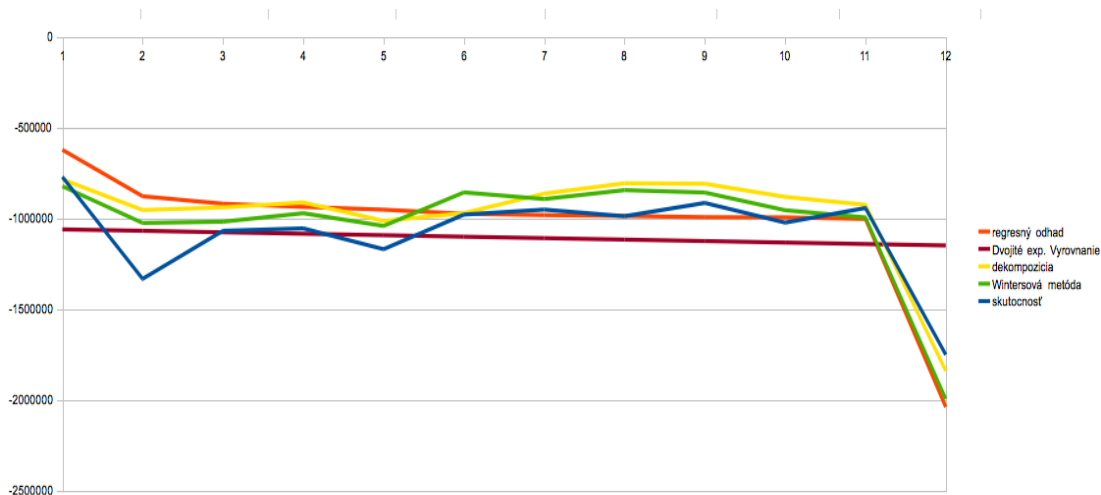
Z toho dôvodu uvádzam ďalšie kritérium a to Theil Inequality coefficient (U), ktorý vysvetľuje presnosť metódy v porovnaní s naivnou metódou odhadu, pri ktorej predpokladáme, že ďalšie hodnoty časového radu sú priemerom doterajších hodnôt. Čím je tento koeficient bližšie k nule, tým je táto metóda lepšia a presnejšia.

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - y_t)^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Y_t^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t^2}} \quad (5.3)$$

Ak sa rovná jednej, tak nie je žiadny rozdiel medzi danou metódou a naivným odhadom. Presné hodnoty tohto koeficientu sú v poslednom riadku tabuľky 5.1. Pri skoro všetkých metódach je Thiel inequality coefficient menší ako jedna desatina čo poukazuje na dobré metódy. Jedine exponenciálne vyrovnanie má hodnotu tohto koeficientu nad jednu desatinu, čo je výrazne horšie ako všetky ostatné metódy. Ako sme predpokladali, spôsobil to fakt, že dvojité exponenciálne vyrovnanie sleduje iba trend a nie je schopné zachytiť sezónne správanie, kým v ďalších dvoch aplikovaných metódach je toto sezónne správanie odhadované a počíta sa s ním. Lineárna regresia, čo je pôvodná metóda predpovedania tiež sama osebe nezahrňuje odhad sezónnosti, ale je to nahradené manuálnym výberom mesiacov na základe ktorých sa tvorí regresný odhad. Vypozorovaním výrazne odlišného správania v januároch a decembroch sa pri predikovaní týchto dvoch mesiacoch vyberajú len januárové, alebo decembrové historické údaje. Naopak pri predpovediach na ostatné mesiace, sa tieto dva mesiace z radu vynechávajú. Thiel inequality koeficient, rovnako ako MSE a $RMSE$, ukazuje, že Wintersová metóda je najúspešnejšia a najpresnejšia z metód použitých v tejto práci.

skutocnosť	regresný odhad	SE	dekompozícia	SE	Wintersová metóda	SE	Dvojité exp. Vyrovanie	SE
-773152	-623877.75	22282801713.06	-786754.03945	185015477.29539	-824482.5	2634820230.25	-1062100	83490946704
-1334995	-879996.7	207023453002.89	-955878.12176	143729607365.68300	-1027076	94814110561	-1070167	70133869584
-1070246	-921053.13	22258513055.61	-941161.25600	16662871132.93320	-1020075	2517129241	-1078235	63824121
-1056705	-938481.64	13976763795.48	-913863.66913	20403645805.22590	-973152.4	6981036966.76	-1086303	876041604
-1171534	-953640.4	47477622228.32	-1015767.23400	24263285390.01780	-1043299	16444215225	-1094370	5954282896
-980785	-976407.25	19164730.08	-972538.25574	68008790.92225	-858436.4	14969179921.96	-1102438	14799452409
-953311	-983510.42	912004666.34	-865281.40748	7749209159.18337	-895255	3370499136	-1110505	24709953636
-989781	-988101.83	2819618.61	-808361.70180	32912961760.13310	-846012.5	20669381592.25	-1118573	16587379264
-916364	-994950.58	6175851027.62	-811112.64256	11077848242.61360	-859245.6	3262511618.56	-1126641	44216416729
-1025099	-996167.75	837017110.84	-883280.05964	20112611843.46410	-956745	4672269316	-1134708	12014132881
-944458	-1004752.44	3635419374.32	-926781.08513	312473319.17193	-996416.8	2699716897.44	-1142776	39330029124
-1752305	-2040654.9	83145664830.01	-1841122.71920	7888587243.14045	-1996416	59590180321	-1150844	361755334521
MSE	33,978,924,596		23,780,510,461		19,385,420,919		56,160,971,956	
RMSE	184,334		154,209		139,232		236,983	
Thiel ineq.co	0.08448		0.07272		0.06399		0.10702	

Obr. 5.1: Porovnanie metód, výpočet porovnávacích kritérií



Obr. 5.2: Grafické porovnanie využitých ekonometrických metód

Záver

V tejto práci sme sa usilovali o z kvalitnenie predikcií mesačných výdavkov štátneho rozpočtu. Aplikovali sme na časový rad mesačných bežných výdavkov metódu jednoduchej multiplikatívnej dekompozície, metódu dvojitého exponenciálneho vyrovnania a Wintersovu metódu. Úspešnosť týchto metód sme porovnali s pôvodnou metódou predikovania mesačných výdavkov s použitím lineárnej regresie. Ako bolo zhrnuté v kapitole 5, najúspešnejšia z vybraných metód bola Wintersova.

Parametre hore vymenovaných metód sme odhadli na základe historických údajov po december 2009 a zostrojili sme prognózu na celý rok 2010 naraz. V ďalšom vylepšení a spresnení, by sme mohli obnovovať odhady koeficientov po každom mesiaci s novými skutočnosťami, a tým ďalej skvalitňovať predikcie počas roka.

Samozrejme táto práca neposkytuje komplexné riešenia problému finančného plánovania v Štátnej pokladnici. Aplikáciu a následné porovnanie metód sme uskutočnili iba na základe bežných výdavkov. Ako bolo uvedené v kapitole 1, oddelenie finančného plánovania má za úlohu zostavovať ako prognózy výdavkov, tak aj prognózy príjmov. Výdavky aj príjmy sa delia podľa rôznych ekonomických klasifikácií, z ktorých každá má vlastné charakteristické správanie. Kapitálové výdavky majú podstatne iné správanie ako bežné výdavky. Príjmy sa delia na daňové príjmy fyzických osôb, daňové príjmy právnických osôb, príjmy na základe DPH, príjmy zo spotrebnej dane a ďalšie. Rôzne organizácie, ktoré sú klientami Štátnej pokladnice môžu mať príjmy a výdavky na základe svojej podnikateľskej činnosti. Pre všetky klasifikácie príjmov a výdavkov je vytvorený samostatný časový rad, ktorý sa následne prognózuje pre každého klienta ¹ samostatne. Pre jednoznačný výber niektorej z metód by bolo potrebné otestovať jej úspešnosť aj na iných radoch, ktoré je potreba prognózovať.

Vybrané metódy nie sú jediné, ktoré by bolo možné použiť. Existujú aj komplikovanejšie

¹jednotlivý klienti sú definovaní v kapitole 1

a vyspelejšie matematické metódy na predikovanie časových radov, na ktoré ale v rámci súčasného vzdelania nemáme aparát.

Kapitola A

Prílohy

	odhad na ostatne mesiace		odhad na januar		odhad na december
	februar				
β_0	-647169.5		1 -677471.29		1 -1380667.86
β_1	-4656.54		2 -769371.97		2 -1490031.87
52	-889309.79		3 -725741.88		4 -1529101.11
	marec		4 -599742.4		5 -1649790.88
β_0	-628969.6				6 -1871367
β_1	-5727.13				
53	-932507.38		coeff. Odhad:		
	April		β_0 -762286.1		coeff. Odhad:
β_0	-623118.9		β_1 27681.67		β_0 -1241845
β_1	-6064.67		predikcia:		β_1 -114115.7
54	-950610.97		5 -623877.75		predikcia
	maj				7 -2040654.9
β_0	-618571.8				
β_1	-6322.05				
55	-966284.5				
	Jun				
β_0	-610349.4				
β_1	-6778.85				
60	-1017080.34				
	Jul				
β_0	-610187.3				
β_1	-6787.69				
61	-1024236.57				
	August				
β_0	-611285.5				
β_1	-6728.86				
62	-1028475.01				
	September				
β_0	-611225.5				
β_1	-6732.02				
63	-1035342.7				
	oktober				
β_0	-613982.9				
β_1	-6589.39				
64	-1035704.12				
	November				
β_0	-612985.3				
β_1	-6640.12				
65	-1044593.17				

Obr. A.1: Mesačné predikcie na rok 2010 pôvodnou metódou

rok	t	y	tr.c	suma sz:	11.99	coef:	-697345.2	-4131.83	suma c:	11.97			
			sz.e	sz	sz norm	d=y/sz	tr	yh=tr.sz	c.e	c	c priemer	c norm	
2005	3	-559632.88			0.95318	0.95403	-586596.96	-709740.68	-677116.05	0.82649		1.02741	1.03020
	4	-694118.04			0.96122	0.96209	-721471.57	-713872.51	-686807.08	1.01064		0.98505	0.98773
	5	-734627.9			1.10655	1.10755	-663293.32	-718004.34	-795222.86	0.92380		0.94708	0.94966
	6	-547590.12			1.08915	1.09013	-502318.41	-722136.16	-787219.06	0.69560		0.91739	0.91989
	7	-732075.28			0.98133	0.98221	-745331.93	-726267.99	-713350.42	1.02625		0.90186	0.90431
	8	-701075.48			0.89794	0.89875	-780059.13	-730399.82	-656444.34	1.06799		0.91693	0.91943
	9	-630365.8	-732349.98	0.86074	0.85447	0.85524	-737063.17	-734531.64	-628200.73	1.00345	0.99146	0.96251	0.96513
	10	-637134.04	-758103.59	0.84043	0.88553	0.88633	-718845.55	-738663.47	-654699.24	0.97317	1.02090	1.00720	1.00994
	11	-624706.23	-775642.14	0.80541	0.88206	0.88286	-707595.96	-742795.3	-655782.22	0.95261	1.05775	1.05659	1.05947
	12	-1380667.86	-817066.46	1.68979	1.67390	1.67541	-824079	-746927.12	-1251407.06	1.10329	1.09544	1.10153	1.10453
2006	13	-677471.29	-818150.97	0.82805	0.76278	0.76346	-887364.18	-751058.95	-573407.05	1.18148	1.06297	1.08247	1.08542
	14	-724958.51	-826659.17	0.87697	0.94110	0.94195	-769635.87	-755190.78	-711351.95	1.01913	1.04434	1.06139	1.06428
	15	-822508.8	-820261.03	1.00274	0.95318	0.95403	-862138.7	-759322.61	-724418.84	1.13541	1.02658	1.02741	1.03020
	16	-702569.21	-787823.26	0.89179	0.96122	0.96209	-730255.78	-763454.43	-734509.18	0.95652	1.00381	0.98505	0.98773
	17	-847231.63	-732686.17	1.15634	1.10655	1.10755	-764962.89	-767586.26	-850137.12	0.99658	0.96619	0.94708	0.94966
	18	-671609.24	-608536.83	1.10365	1.08915	1.09013	-616084.32	-717178.09	-841269.58	0.79833	0.92874	0.91739	0.91989
	19	-686231.16	-708323.27	0.96881	0.98133	0.98221	-698657.65	-775849.91	-762050.46	0.90051	0.90911	0.90186	0.90431
	20	-661551.48	-732259.06	0.90344	0.89794	0.89875	-736082.33	-779981.74	-701005.93	0.94372	0.93446	0.91693	0.91943
	21	-658696.81	-769260.55	0.85627	0.85447	0.85524	-770189.56	-784113.57	-670605.17	0.98224	0.97159	0.96251	0.96513
	22	-681630.49	-823648.28	0.82757	0.88553	0.88633	-769048.61	-788245.39	-698645.17	0.97565	1.04016	1.00720	1.00994
	23	-764399.52	-856125.79	0.89286	0.88206	0.88286	-865824.58	-792377.22	-699555.99	1.09269	1.09526	1.05659	1.05947
	24	-1490031.87	-908502.87	1.64010	1.67390	1.67541	-889355.07	-796509.05	-1334476.97	1.11657	1.14615	1.10153	1.10453

Obr. A.2: Dekompozícia

rok	t	skutocnost	tr	sz	c	odhad y	
	2010	61	-773152	-949386.64700	0.76346	1.08544	-786754.03945
		62	-1334995	-953518.47400	0.94195	1.06425	-955878.12176
		63	-1070246	-957650.30100	0.95403	1.03013	-941161.25600
		64	-1056705	-961782.12800	0.96209	0.98762	-913863.66913
		65	-1171534	-965913.95500	1.10755	0.94950	-1015767.23400
		66	-980785	-970045.78200	1.09013	0.91968	-972538.25574
		67	-953311	-974177.60900	0.98221	0.90430	-865281.40748
		68	-989781	-978309.43600	0.89875	0.91937	-808361.70180
		69	-916364	-982441.26300	0.85524	0.96535	-811112.64256
		70	-1025099	-986573.09000	0.88633	1.01012	-883280.05964
		71	-944458	-990704.91700	0.88286	1.05960	-926781.08513
		72	-1752305	-994836.74400	1.67541	1.10461	-1841122.71920
coef:		-697345.2	-4131.83				

Obr. A.3: Mesačné predikcie na rok 2010 metódou dekompozície

Date: 05/07/11 Time: 11:50
Sample: 11 58
Included observations: 48
Method: Double Exponential
Original Series: Y
Forecast Series: YSM2

Parameters: Alpha 0.0110
Sum of Squared Residuals 3.01E+12
Root Mean Squared Error 250239.4

End of Period Levels: Mean 1054032.
Trend 8067.623

Obr. A.4: Odhad parametrov dvojitého exponenciálneho vyrovnania

YSM2		
52	52	1014920.
53	53	1019215.
54	54	1022055.
55	55	1024015.
56	56	1026814.
57	57	1031268.
58	58	1035746.
59	59	1062100.
60	60	1070167.
61	61	1078235.
62	62	1086303.
63	63	1094370.
64	64	1102438.
65	65	1110505.
66	66	1118573.
67	67	1126641.
68	68	1134708.
69	69	1142776.
70	70	1150844.

Obr. A.5: Vyrovnané hodnoty a predikcie na rok 2010 metódou dvojitého exponenciálneho vyrovnania

Date: 05/02/11 Time: 13:33
 Sample: 11 58
 Included observations: 48
 Method: Holt-Winters Multiplicative Seasonal
 Original Series: Y
 Forecast Series: YSM

Parameters:	Alpha	0.0900
	Beta	0.3500
	Gamma	0.0000
	Sum of Squared Residuals	1.04E+11
	Root Mean Squared Error	46528.20
End of Period Levels:	Mean	968435.3
	Trend	8226.171
	Seasonals:	47 0.844185
		48 1.042836
		49 1.027148
		50 0.971850
		51 1.033413
		52 0.843430
		53 0.872552
		54 0.818000
		55 0.824239
		56 0.910581
		57 0.940972
		58 1.870793

Obr. A.6: Odhad parametrov Wintersovou metódou

YSM		
49	909824.3	
50	865237.3	
51	934977.6	
52	772462.9	
53	814383.6	
54	767883.0	
55	778217.5	
56	868086.9	
57	904541.0	
58	1805845.	
59	824482.5	
60	1027076.	
61	1020075.	
62	973152.4	
63	1043299.	
64	858436.4	
65	895255.0	
66	846012.5	
67	859245.6	
68	956745.0	
69	996416.8	
70	1996416.	

Obr. A.7: Vyrovnané hodnoty a predikcie na rok 2010 Wintersovou metódou

Literatúra

- [1] *Zákon č. 291/2002 Z.z. o Štátnej pokladnici a o zmene a doplnení niektorých zákonov*
- [2] 5/2008:2008, *Metodické usmernenie Štátnej pokladnice č. 5/2008 zo dňa 30.12.2008*
- [3] *Výročná správa Štátnej pokladnice*. Bratislava : 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 a 2010
- [4] CIPRA, Tomáš. 1986. *Analýza časových rad s aplikacemi v ekonomii*. 1. vydanie. Praha : SNTL/Alfa, 1986. 248 s.
- [5] CIPRA, Tomáš. 2008. *Finanční ekonometrie*. 1. vydanie. Praha : Ekopress s.r.o, 2008. ISBN 978-80-86929-43-9
- [6] GREENE, William H. 2000. *Econometric analysis* 4.vydanie. New Jersey : Prentice-Hall, 2000. ISBN 0-13-013297-7
- [7] STRÍŽENCOVÁ, Erika. 2009. *Výkon platobného styku a prechod na euro v podmienkach Štátnej pokladnice*: diplomová práca. Bratislava : Ekonomická univerzita, 2009. 88s.
- [8] OŠKO, Miroslav. 2006. *Decentralizácia verejnej správy - úloha Štátnej pokladnice v novom systéme financovania územnej samosprávy*: dizertačná práca. Bratislava : Ekonomická univerzita, 2006.
- [9] Internetový zdroj údajov: <http://www.finance.gov.sk/Default.aspx?CatID=3569> , 30.5.2010.