

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

Ekonomická fakulta

Katedra aplikované matematiky a informatiky

Studijní program: B6222 Matematické metody v ekonomii

Studijní obor: Matematické modelování v ekonomii

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

MODEL AKCIOVÉHO TRHU A FINANČNÍ KRIZE

Vedoucí bakalářské práce
Mgr. Michal Houda, Ph.D.

Autor
Naděžda Chajmová

2010

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Ekonomická fakulta
Katedra aplikované matematiky a informatiky
Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Naděžda CHAJMOVÁ**
Studijní program: **B6222 Matematické metody v ekonomii**
Studijní obor: **Matematické modelování v ekonomii**
Název tématu: **Model akciového trhu a finanční krize**

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

Cíl práce: pomocí modelů matematické statistiky a časových řad navrhnout model chování vybraných akciových trhů (český, případně některý z evropských) a jeho reakce v době finančních krizí a mimo ně. V návrhu modelu odhadnout jeho parametry a na základě tohoto modelu se pokusit o předpověď budoucího chování.

Metodický postup:

1. Studium problematiky analýzy časových řad a statistických regresních modelů, vyhledání literárních pramenů souvisejících s problematikou akciových trhů a finančních krizí.
2. Identifikace vhodného statistického modelu a identifikace jeho parametrů.
3. Odhad parametrů na základě dat časových řad.
4. Srovnání výsledků pro vybrané trhy, identifikace společných a rozdílných charakteristik.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

ANDĚL, J. Statistické metody. Praha : Matfyzpress, 1998.

CIPRA, T. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. Praha : SNTL, 1986.

HENDL, J. Přehled statistických metod zpracování dat. Analýza a metaanalýza dat. Praha : Portál, 2004.

Statistické soubory Burzy cenných papírů (Indexy), dostupné online na <http://www.bcpp.cz>.

Statistické soubory vybraného evropského burzovního trhu.

VERZANI, J. Simple R. 2002, dostupné online na <http://www.math.csi.cuny.edu/Statistics/R/simpleR/>.

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Michal Houda

Katedra aplikované matematiky a informatiky

Datum zadání bakalářské práce: 20. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2010


prof. Ing. Magdaléna Hrabánková, CSc.

děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentská 13 (20)
370 05 České Budějovice


prof. RNDr. Pavel Tlustý, CSc.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. března 2009

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

České Budějovice, 13. dubna 2010

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Mgr. Michalu Houdovi, Ph.D. za vedení a za podnětné připomínky.

Obsah

1	Finanční krize a akciové trhy	4
1.1	Finanční krize	4
1.1.1	Obecné znaky finanční krize	4
1.1.2	Krach na newyorské burze v roce 1929	5
1.1.3	Mexická měnová krize v letech 1994–1995	5
1.1.4	Asijská měnová krize v letech 1997–1998	6
1.1.5	Měnové turbulence v zemích Východní a Střední Evropy v letech 1997–1998	6
1.1.6	Ruská finanční krize v letech 1998–1999	7
1.1.7	Světová finanční krize v letech 2007–2009	7
1.1.8	Dopady finanční krize	10
1.2	Akciový trh	11
1.2.1	Akcie	11
1.2.2	Práva a povinnosti spojená s držbou akcie	11
1.2.3	Kurz	12
1.2.4	Burzovní index	12
2	Matematické nástroje – analýza časových řad	15
2.1	Časové řady	15
2.1.1	Shrnutí údajů časových řad	16
2.2	Dekompozice časových řad	16
2.2.1	Analýza trendu	17
2.2.2	Analýza sezónní složky	18
2.3	Exponenciální vyrovnávání	19
2.4	Další možné metody	20
2.4.1	ARIMA	20
2.4.2	Spektrální analýza časových řad	20
2.4.3	Metoda klouzavých průměrů	20

3 Praktická část	22
3.1 Odhad trendu a bodů změny	22
3.1.1 Index PX	23
3.1.2 Index SAX	26
3.1.3 Index OMX Helsinky 25	30
3.2 Exponenciální vyrovnávání	33
3.2.1 Index PX	33
3.2.2 Index SAX	36
3.2.3 Index OMX Helsinky 25	39
Přílohy	51
Příloha 1: grafy časových řad	51
Příloha 2: zdrojový kód PX R	54
Příloha 3: zdrojový kód SAX R	55
Příloha 4: zdrojový kód SAX R	56
Příloha 5: PX – nové hodnoty	57

Úvod

Cílem mojí bakalářské práce je zjistit chování časových řad vybraných indexů na akciových trzích v průběhu finanční krize a mimo ni. Vybrala jsem si záznamy indexů ze Slovenska, Finska a České republiky. Ráda bych statistickými metodami určila i predikce těchto indexů.

V první části práce vysvětlím pojem finanční krize, její obecné znaky a dopady, a popíšu některé z předchozích finančních krizí, zvláště se budu věnovat světové finanční krizi z let 2007–2009.

Další část práce věnuji akciovému trhu. Přiblížím pojem akcie, práva a povinnosti spojené s držbou akcie. Dále popíši fungování kurzu a vybrané burzovní indexy, zejména český index PX, slovenský index SAX a finský index OMX Helsinki 25.

Po ekonomických kapitolách se budu věnovat časovým řadám a statistice. Popíši význam časových řad a jejich rozklad. Poté se budu věnovat analýze trendu a analýze sezónní složky. Vysvětlím princip exponenciálního vyrovnávání a zjednodušeně popíši další možné metody analýzy.

Při analýze vybraných indexů použiji softwary R a Statistica. V programu R použiji balíček strucchange k zjištění přítomnosti strukturálních změn a sérii F testů k přesnému určení bodů zlomu. Ráda bych také určila příčinu těchto bodů. Podle zjištěných bodů zlomu rozdělím časovou řadu na úseky, kde pomocí lineární regrese odhadnu parametry modelu.

V softwaru Statistica provedu na časových řadách exponenciální vyrovnávání, přičemž vyberu nejvhodnější model a určím podle něj možné predikce.

Kapitola 1

Finanční krize a akciové trhy

1.1 Finanční krize

Pojem *finanční krize* nemá ještě ve světové literatuře přesně ustálenou definici, ale v podstatě znamená situaci spojenou s odlivem kapitálu ze země. Nejvíce na ni doplácí státy se špatnou rozpočtovou situací, velkým zadlužením a málo pružným nebo fixovaným kurzem.

Ekonom Frederic Mishkin, viz [?, ?] definoval finanční krizi takto: „Finanční krize představuje poruchu na finančních trzích, při které se problémy nepříznivého výběru a morálního hazardu stávají hůře překonatelnými. Jako přímý důsledek těchto vzniká neschopnost finančních institucí plnit jednu ze základních funkcí, efektivní transfer peněžních prostředků od těch, kteří je vlastní, k těm, kteří mají zájem investovat.“

Profesor ekonomie Barry J. Eichengreen [9] ve své definici využívá metafory: „Krize jsou pro finanční systém totéž, co infarkt pro kardiovaskulární systém. Nejdůležitější orgány začnou fungovat nevypočitatelně, v extrémních případech selhávají úplně. Díky tomu se ve zbytku organismu přeruší oběh krve, v případě finančního systému se jedná o úvěry. Pokud je atak méně závažný a pacient zdravý, může se plně zotavit. Atak v tomto případě znamená hlavně signál, že je třeba změnit životní styl. Prudký záchvat si však může vyžádat mnohem závažnější zásahy. V případě finančního systému může dojít k devalvaci měny nebo restrukturalizaci dluhu.“

Informace v tomto odstavci jsem citovala z článku [11].

1.1.1 Obecné znaky finanční krize

Mezi znaky finančních krizí patří:

- finanční deregulace a liberalizace kapitálových transakcí.

- zvýšení přílivu zahraničního kapitálu, způsobené vysokým úrokovým diferencíalem při stálém měnovém kursu – asijská měnová krize v letech 1997–1998, viz 1.1.4.
- příliv zahraničního kapitálu tlačí na zhodnocení domácí měny, zhoršování vnější rovnováhy (běžného účtu platební bilance) a oslabení finančního sektoru – měnové turbulence v zemích východní a střední Evropy v letech 1997–1998, viz 1.1.5.
- nadměrné půjčky na aktiva (na nemovitosti nebo na akcie) se spekulacně vysokými cenami – světová finanční krize v letech 2007–2009, viz 1.1.7.
- panika, kdy zahraniční investoři utíkají ze země, příslušné země zvyšují úrokové sazby, aby útěku zahraničního kapitálu bránily – mexická měnová krize v letech 1994–1995, viz 1.1.3.
- odliv zahraničního kapitálu a problémy se splácením úvěrů jsou spojeny se zvyšováním zahraničních úrokových sazeb, postižené země znehodnocují svou domácí měnu, což vede ke ztrátě kapitálu u subjektů nepojištěných proti kurzovému riziku, jež ústí ve volný pád domácí měny – ruská finanční krize v letech 1998–1999, viz 1.1.6.
- Mezinárodní měnový fond nabízí stabilizační programy, vázané však na uskutečnění dalších ekonomických reforem.

Následující odstavce pojednávají o významných světových krizích, viz [10].

1.1.2 Krach na newyorské burze v roce 1929

Krach dne 24. října 1929 byl největším v dějinách. Odstartoval *Velkou hospodářskou krizi*. První známky recese se začaly projevovat již na jaře téhož roku. Ve čtvrtek 24. října došlo po počátečním zklidnění k další mohutné vlně prodeje, kdy si investoři na nákup akcií vzali úvěr.

V průběhu pouhých 30 minut bylo prodáno zhruba 1,6 miliónů akcií. Celková finanční ztráta byla ten den 11,25 miliard dolarů. Následky krachu zasáhly postupně celý demokratický svět – již následující den, tzv. Černý pátek, následky krachu postihly Evropu.

Tyto informace jsem čerpala z článků [10] a [12].

1.1.3 Mexická měnová krize v letech 1994–1995

Růst úrokové sazby v USA, pokles úrokové sazby v Mexiku a nízká inflace způsobily odchod zahraničních investorů. Nerovnováhu platební bilance měla napravit devalvace mexické měny, která však podnítila další odliv zahraničního kapitálu. Ten způ-

sobil bankovní krizi a následně hospodářskou recesi v Mexiku. V souvislosti s touto krizí je znám pojem tzv. *tequilla efekt*, který označuje hromadný odliv zahraničního kapitálu.

V návaznosti na mexickou krizi přijal Mezinárodní měnový fond (MMF) opatření na monitorování základních ekonomických údajů, které by měly včas upozornit na měnové a finanční krize.

Tyto informace jsem čerpala z článku [10].

1.1.4 Asijská měnová krize v letech 1997–1998

Tato krize vznikla na základě financování rozvoje zemí jihovýchodní Asie zahraničním kapitálem přilákaným vysokými úrokovými sazbami a státními bankovními garancemi, které vyzývaly k rizikovým investicím. Velké zadlužení podniků, korupce a rostoucí schodek platební bilance vedly k devalvaci měny. Ta pak způsobila horší pozici klientů bank se závazky v cizích měnách, stát nebyl schopen naplnit slíbené bankovní garance. Útěku zahraničního kapitálu mělo bránit zvyšování domácích úrokových sazeb, jenže to vedlo k hospodářským recesím a sociálním nepokojům. Mezi postižené země patřily Thajsko, Malajsie, Indonésie, Singapur a Jižní Korea.

Plán na obnovení asijských ekonomik, se kterým přišel Mezinárodní měnový fond, předpokládal patřičné přizpůsobení ekonomik postižených zemí. Asijská měnová krize negativně ovlivnila situaci v některých regionech světa – v zemích východní a střední Evropy, v Rusku (viz dále) a v Brazílii.

Tyto informace jsem čerpala z článku [10].

1.1.5 Měnové turbulence v zemích Východní a Střední Evropy v letech 1997–1998

Tento problém byl spojen s procesy ekonomické transformace. V České republice po tzv. transformační krizi let 1992–1992 následovalo tzv. potransformační oživení let 1993–1996. Jenže fixní měnový kurz vedl ke zhoršování platební a obchodní bilance země, což opět způsobovalo devalvaci české koruny.

Vzniklé nerovnováhy donutily vládu Václava Klause ke korekci liberální hospodářské politiky v podobě balíčku opatření ze 16. dubna 1997 a ozdravného programu z 27. května 1997. Balíčky obsahovaly kroky, které představovaly mzdovou a fiskální restrikcí (pokles investičních výdajů vlády, krácení výdajů rozpočtových a příspěvkových organizací). Devalvaci české měny se vláda vyhnula zavedením dovozních depozit s platností od 21. dubna 1997. Ovšem další devalvaci způsobilo uvolnění fixního kurzu koruny. Měna byla znehodnocená o 10–12 % vůči DEM a USD. V říjnu

a listopadu roku 1997 přišla další vlna deprecací vyvolaná asijskou finanční krizí. Podobné měnové turbulence postihly i Polsko a Slovensko.

Tyto informace jsem čerpala z článku [10].

1.1.6 Ruská finanční krize v letech 1998–1999

V devadesátých letech minulého století se ruská vláda potýkala s poklesem produktu, inflací a deficitem federálního rozpočtu. Ke konci roku 1997 vznikl tlak na znehodnocení rublu. Zvyšování úrokových sazeb prohloubilo vládní dluh. Kurzové intervence způsobily vyčerpání ruských devizových rezerv. Ruská vláda a centrální banka zavedly vlastní opatření. Bylo rozšířeno fluktuální pásmo rublu, což vedlo k faktické devalvaci kurzu rublu. Pak byla provedena přeměna krátkodobých pokladničních poukázek na dlouhodobé. Bylo vyhlášeno 90denní zmrazení splácení zahraničních dluhů. Začátkem září 1998 byl zaveden pohyblivý kurz (floating), původně řízený, později volný. Došlo tím ke spojení dluhové, měnové a bankovní krize.

Měnová krize je spojená s deprecací měny, která trvala až do ledna 2000. Rusko čelilo krizi zpřísněním monetární a fiskální politiky, zavedením devizových restrikcí a regulací v zahraničním obchodě.

Finanční krize vyvolala hospodářskou recesi v roce 1998, přispěla k vysoké inflaci a způsobila úpadek jedné čtvrtiny ruských bank, zbývajícím cca 1 200 bankám musela být poskytnuta pomoc z veřejných zdrojů.

Tyto informace jsem čerpala z článku [10].

1.1.7 Světová finanční krize v letech 2007–2009

Dne 9. srpna 2007 vypukla krize na americkém finančním trhu. Postupně se přenesla na úvěrové trhy a snižovala mezibankovní důvěru. Americká centrální banka zareagovala snížením diskontní sazby ještě v srpnu. V září přistoupila na další půlprocentní snížení, a zároveň snížila i sazbu na federální fondy. Snížení úroků mělo pouze dočasný kladný účinek – po roce americká hypotéční a úvěrová krize přerostla do globální finanční krize, která zasáhla i Evropu.

3. října 2008 americký Kongres schválil plán prezidenta G. W. Bushe uvolnit na pomoc bankrotujícím bankám 700 miliard USD. Americká vláda investovala do akcií ohrožených bank a ručila za jejich ztráty.

8. října 2008 centrální banky USA, eurozóny, Velké Británie, Švýcarska, Kanady a Švédska snížily své základní úrokové sazby o 0,5 procentního bodu. Ke snížení se přidala také Čína (0,27 procentního bodu), dále Hongkong (1 procentní bod) a Austrálie (snížení o 1 procentní bod již o den dříve). Vlády Německa, Irska, Norska,

Portugalska, Rakouska a Slovenska se rozhodly poskytnout neomezené záruky na ochranu soukromých úspor.

Evropská unie v polovině října připravila záchranný plán, který počítá s uvolněním více než 2 bilionů eur na částečné odstranění škod způsobených finanční krizí. Součástí tohoto rozsáhlého plánu má být mimo jiné uvolnění 200 miliard eur na podporu zaměstnanosti, pomoc malým a středním podnikům, rozvoj infrastruktury a investice do ekologicky šetrných technologií.

S žádostí o pomoc se na Mezinárodní měnový fond obrátily vlády Ukrajiny, Maďarska a Islandu. Ukrajině MMF půjčil 16,5 miliard USD a Maďarsku pak 15,7 miliard USD.

15. listopadu 2008 se ve Washingtonu konal summit dvaceti klíčových zemí světa, který schválil myšlenku regulace finančních trhů a reformy mezinárodních finančních institucí a zároveň podpořil volný trh a obchod.

Tyto informace jsem čerpala z článků [17] a [10].

Vznik finanční krize v letech 2007–2009

Původ této krize lze hledat v historii. Jednou z oněch příčin byla také předchozí recese v roce 2001 ve Spojených státech. Centrální banka snížila úrokové sazby, peníze se zlevnily, a tak nebyl problém získat hypotéku. Což je považováno za největší příčinu vzniku krize – snadný přístup k hypotékám v USA.

Pracovníci amerických hypotéčních bank dostali za každou hypotéku prémii, takže hypotéky na koupi domů a bytů prodávali lidem, kteří si je nikdy nemohli dovolit. Obrovské množství těchto nesplacitelných hypoték pak finanční instituce prodávaly s velkým ziskem jiným bankám po celém světě. Protože hypotéční banky hned své hypotéční dluhy rozprodaly po světě, nezkontrolovaly, zda jsou dluhy splatitelné. Když se ukázalo, že miliony údajně kvalitních půjček, na nichž banky založily svůj profit, jsou jen bezcennými papíry, světový finanční systém začal krachovat. V důsledku toho i banky po celém světě.

Podstatou finančního systému je mezibankovní důvěra. Banky musí mít možnost navzájem si půjčovat peníze. Vzhledem k tomu, že vznikla situace, kdy nebylo jasné, která banka je solidní a která se možná zítra „položí“, banky si odmítly vzájemně půjčovat jakékoliv finance. Zcela zamrzl finanční trh a k dispozici nebyly úvěry pro podnikatele.

Vlády nejrůznějších zemí světa se snažily zamrzlý finanční trh „odmrazit“ tím, že bankám poskytovaly neuvěřitelně vysoké finanční částky (v Británii 500 miliard liber, v USA 700 miliard dolarů). Mezibankovní důvěru tím však zatím neobnovily. Touto obrovskou zadlužeností vlády zatížily daňové poplatníky – zvýšily se daně.

Dalšími příčinami jsou stoupající ceny vstupů a klesající ceny energie, potravin, práce a rosy a rostoucí konkurence Asie.

Tyto informace jsem čerpala z článků [8] a [17].

Průběh finanční krize v letech 2007–2009

Bankrotem hypotéčního trhu tedy propukla krize, která dále pokračovala pádem renomovaných investičních bank na Wall Street. Z pěti největších investičních bank tak přežily se značnými problémy pouze dvě: Morgan Stanley a Goldman Sachs.

Dne 16. března 2008 se dostala do vážných potíží jedna z pěti velkých investičních bank. Banka Bear Stearns byla prvním velkým finančním ústavem, který zničila krize na úvěrových trzích. Měla potíže od poloviny roku 2007 kvůli propadu hypotéčního a úvěrového trhu.

Dne 15. září 2008 padly banky Lehman Brothers a Merrill Lynch. Zatímco Merrill Lynch byla převzata druhou největší americkou bankou Bank of America, úpadek investiční banky Lehman Brother znamenal konec této instituce. Krach investiční banky s téměř 160letou historií způsobil pád akciových trhů po celém světě a silně otřásl důvěrou ve stabilitu dalších finančních institucí.

Nekrachovaly ovšem jen investiční banky. V červnu zkrachovala IndyMac, jednalo se o třetí největší bankovní úpadek v poválečné historii USA.

Ke konci září 2008 se dostala do problémů šestá největší americká banka Wachovia. Před pádem ji ale zachránilo převzetí největší americkou finanční skupinou Citigroup.

Do potíží se v souvislosti s krachem hypotéčního a úvěrového trhu dostala také již zmíněná Citigroup – potýká se s výraznou ztrátou ve svém hospodaření.

Již delší dobu byla v kritické situaci také AIG (American Insurance Group), protože vykazovala tři čtvrtletí po sobě ztrátu. Tuto ztrátu způsobovala především krize hypotéčního a úvěrového trhu, kde AIG hraje klíčovou úlohu v pojišťování rizikových operací finančních institucí na celém světě. Tato instituce je označována za „too big to fail“ – tedy instituci, jejíž krach by způsobil vážné ekonomické problémy. Proto AIG nakonec pomohla americká centrální banka Fed. Krátkodobě jí půjčila 85 miliard dolarů, přičemž výměnou za tuto půjčku americká vláda převzala 79,9 % akcií AIG. Největší pojišťovna světa AIG je tak de facto zestátněna.

Na finanční a akciové trhy mělo snížení úroků pouze dočasně kladný vliv a po roce americká hypotéční a úvěrová krize přerostla do globální finanční krize, která zasáhla i Evropu – mimo jiné Německo, Belgie, Holandsko, Lucembursko, Francii či Velkou Británii.

Tyto informace jsem čerpala z článku [17].

1.1.8 Dopady finanční krize

Podle [21] má finanční krize jak negativní, tak pozitivní dopady. Krize vedla k nižším příjmům samospráv, lokálním krachům zaměstnavatelů, doplatily na ni také provozy závislé na exportu. Zvýšil se tlak na deficity rozpočtů, vzrostly výdaje na energie, platy a opravy.

Negativní následky krize

Dopady se týkají vývozců hlavně na západní trhy, zejména automobilového průmyslu. Zvyšuje se tlak na deficity veřejných rozpočtů a snaha o zvýšení daní. Vzniká další zadlužování vlády na podpůrné programy. Růst blahobytu stagnuje. Podniky nedostávají podnikatelské úvěry a bez nich nemohou fungovat. Banky nejsou schopny vyplácet vklady díky klesajícím akciím na burze. Obrovský pokles hodnoty akcií na burzách znamená, že dojde k poklesu hodnoty veškerých investic, tedy například i penzijních fondů. Lidé, kteří jsou závislí na důchodu ze soukromých fondů, mohou zjistit, že nemají na důchod. V důsledku hospodářské krize způsobené nedostatkem úvěrů lze přijít o zaměstnání. Zvýšení daní znamená menší příjem. Krachy bank způsobují, že někteří lidé mohou přijít o úspory. Negativním následkem z pohledu klienta je zpřísnění podmínek pro získání hypotéky.

Pozitivní následky krize

Trh se očistí od neudržitelných a ztrátových provozů. Přechodně se snižují ceny, zejména u nadhodnocených komodit, jako jsou nemovitosti. Krizi lépe snášejí ekonomicky zdravější subjekty – nezadlužené státy a podniky. Pozitivním následkem z pohledu státu je zpřísnění podmínek pro získání hypotéky.

1.2 Akciový trh

Dle historických údajů je akcie dlouhodobě nejvýnosnější nástroj pro investování. V krátkodobém i střednědobém horizontu ale může docházet k výrazným kurzovým výkyvům a z nich plynoucí dividendový výnos nemusí být zajímavý. Z dlouhodobého hlediska však akcie svým kapitálovým výnosem výrazně překonávají všechny ostatní investiční instrumenty – jejich výnos se dokonce jeví až překvapivě pevný.

Riziko investic do jednotlivých akcií je i tak dost vysoké. Pro jeho snížení je nutná diverzifikace rizika – investice do akcií většího počtu společností z různých odvětví.

1.2.1 Akcie

Akcie je cenný papír, s nímž jsou spojena práva akcionáře jako společníka podílet se na jejím řízení, zisku, likvidačním zůstatku při zániku společnosti a přednostní právo na upsání nových akcií.

1.2.2 Práva a povinnosti spojená s držbou akcie

Práva a povinnosti majitele upravuje kromě obchodního zákoníku také zákon o cenných papírech.

- Právo podílet se na řízení společnosti – účast akcionáře na valné hromadě, kde může hlasovat, klást otázky a požadovat vysvětlení, podávat návrhy a protinávrhy.
- Právo podílet se na zisku společnosti – má formu dividendy (podíl na čistém zisku akciových společností vyplácených akcionářům), určuje se poměrem:

$$\frac{\text{jmenovitá hodnota akcií jednoho akcionáře}}{\text{jmenovitá hodnota akcií všech akcionářů}}$$

- Právo na podíl na likvidačním zůstatku – likvidační zůstatek se dělí mezi akcionáře v poměru jmenovitých hodnot jejich akcií, pokud likvidační zůstatek nestačí k úhradě jmenovitých hodnot, dělí se podle určení ve stanovách na část připadající majitelům prioritních akcií a část připadající na ostatní akcie.
- Přednostní právo na upsání nových akcií – předkupní právo.

Tyto údaje jsem čerpala z článku [13].

1.2.3 Kurz

Skutečnou hodnotou akcie je její kurz na burze cenných papírů. Kurz je ovlivňovaný mnoha faktory, např. hospodářskými výsledky, vývojem odvětví, stavem ekonomiky státu, objem produkce firmy a schopnost managementu. Kurz se vytváří na základě nabídky a poptávky po akciích dané společnosti. Kurz se může neustále měnit.

Vzroste, když:

- roste obrat a zisk firmy,
- probíhá úspěšná restrukturalizace,
- zvýší se základní jmění společnosti,
- roste dividenda na akcii,
- vyjde jiná pozitivní zpráva o společnosti,
- roste produkce odvětví, zaměstnanost a míra investic v ekonomice,
- klesnou úrokové sazby,
- vyskytuje se zvýšená poptávka.

Klesne, když:

- poklesnou zisky firmy,
- management chybně rozhodne,
- klesá vyplácená dividenda,
- dojde k havárii,
- vyjde jiná negativní zpráva o společnosti,
- poklesne produkce odvětví,
- proběhnou významné politické chyby,
- zvýší se úrokové sazby, ceny a nabídka.

Vývoj kurzu každé akcie je individuální, i když je možné vyzorovat typický průběh kurzu a situace, ve kterých se kurz může nacházet. Denní kurzy tvoří křivku, ze které se dá vypočítat směr vývoje kurzu – trend. Trend se rozlišuje vzestupný, sestupný a konstantní. Pokud kurz stále roste, investoři neustále nakupují a tím rostoucí poptávka kurz neustále vytlačuje – býčí trh. Vzestupný trend trvá tak dlouho, dokud nad předcházejícím vrcholem leží každé nové denní maximum kurzu. Pokud každé nové minimum leží pod předchozí nejnižší hodnotou, jde o sestupný trend. Nízká poptávka po akciích způsobuje pokles kurzu akcií – medvědí trh.

Tyto údaje jsem čerpala z článku [13].

1.2.4 Burzovní index

Burzovní index je základní ukazatel, který říká, jak se daný trh v čase vyvíjí. Je statistickou veličinou, která měří změny v portfoliu akcií a popisuje vývoj celého

burzovního trhu. Indexy jsou sestavovány dvěma základními způsoby. Každý z těchto způsobů má svá specifika, a proto je důležité znát způsob jejich tvorby, aby bylo možné korektně interpretovat vývoj těchto indexů, resp. stav na daném trhu.

U prvního způsobu je podíl konkrétního titulu na celkovém indexu dán tržní kapitalizací společnosti – větší společnosti by měly mít větší podíl na tržním indexu, protože hospodářské výsledky větších podniků mají větší vliv na celkovou ekonomiku. Druhý způsob vychází z cenově vážených indexů – čím vyšší bude cena akcií společnosti, tím vyšší váhu budou mít tyto akcie v indexu.

Index PX – tento index je oficiálním indexem Burzy cenných papírů Praha. První výpočet indexu PX se uskutečnil 20. března 2006, kdy se stal nástupcem indexů PX 50 a PX-D. Index PX převzal historické hodnoty nejstaršího indexu burzy PX 50 a spojitě na ně navázal. Výchozím dnem výpočtu indexu se stal 5. duben 1994, k němuž byla sestavena báze obsahující 50 emisí a nastavena výchozí hodnota indexu 1 000 bodů. Výpočet indexu PX vychází z tohoto vzorce:

$$PX(t) = K(t) \cdot \frac{M(t)}{M(0)} \cdot 1000 \quad (1.1)$$

kde:

- $M(0) = 379\,786\,853\,620$ Kč je tržní kapitalizace báze ve výchozím dnu 5. dubna 1994,
- $K(t)$ je faktor zřetězení v čase t ,
- $M(t)$ je tržní kapitalizace báze v čase t .

OMX Helsinki 25 – finský kapitálový vážený index. Skládá se z 25 nejvíce obchodovaných akcií na Burze cenných papírů v Helsinkách. Výpočet indexu zahrnuje volné plovoucí faktory. Váha podílu jednotlivých akcií je omezena na 10 % na společnost.

$$OMXH25(t) = \frac{\sum_{i=1}^n q_{i,t} \cdot p_{i,t} \cdot r_{i,t}}{\sum_{i=1}^n q_{i,t} \cdot (p_{i,t-1} - d_{i,t}) \cdot r_{i,t-1} \cdot j_{i,t}} \cdot I_{t-1} \quad (1.2)$$

kde:

- $q_{i,t}$ je počet akcií i -té společnosti v čase t ,
- $p_{i,t}$ je cena akcií i -té společnosti v čase t ,
- $r_{i,t}$ je devizový kurz i -té společnosti v čase t ,
- $d_{i,t}$ je podíl na zisku použitý pouze pro vyplácení výnosu z indexu a na mimořádné dividendy
- $j_{i,t}$ je opravný faktor pro i -tou akcií.

SAX index – slovenský akciový index, ukazuje celkovou změnu majetku spojenou s investováním do akcií zařazených do indexu. Patří ke kapitálovým váženým indexům. SAX existuje na malém trhu, jeho likvidita je nízká. Počáteční hodnota 100 bodů se váže k 14. září 1993. Vzorec indexu je flexibilní a umožňuje měnit zastoupení jednotlivých společností v indexu a také jejich počet podle toho, jak se mění obchodovatelnost.

$$SAX_{act} = \frac{\sum_i P_i^{act} \cdot G_i}{\sum_i P_i^I \cdot G_i \cdot F_i} \quad (1.3)$$

kde:

- F_i je opravný faktor pro i -tou akcii,
- P_i^{act} je závěrečná cena i -té akcie k danému dni,
- P_i^I je závěrečná cena i -té akcie k referenčnímu dni (14. září 1993),
- G_i je počet akcií i -té společnosti k danému dni.

Dow Jones EURO STOXX 50 – jedná se o hlavní evropský burzovní index, který se počítá teprve od roku 1991. Zahrnuje 50 společností s největší tržní kapitalizací, přičemž každé čtvrtletí se prověřuje jak složení, tak i váha jednotlivých titulů. Rozhodujícím výběrovým kritériem je „free float value“ (tržní hodnota volně obchodovaného počtu akcií).

Dow Jones Industrial Average – tento index se počítá již více než 100 let a považuje se za indikátor nálady na mezinárodních finančních trzích. Přitom jeho hodnota je dnes stále počítána podle mechanismu, který byl zaveden v roce 1896. Dow Jones je počítán jako cenově vyvážený index – všechny společnosti jsou v něm zastoupeny podle svých absolutních akciových kurzů.

MSCI World Index – globální index, který zahrnuje kolem 1 500 akcií z 23 zemí a právem platí za nejširší globální benchmark.

Dow Jones Global Titans 50 Index – globální index zohledňující vývoj 50 největších multinacionálních koncernů světa. Ve výběru Titans 50 jsou velké globální koncerny s patřičnou burzovní hodnotou.

V praktické části se budu zabývat konkrétně indexem PX, indexem SAX a indexem OMX Helsinki 25. Tyto údaje jsem čerpala z webových stránek [5], [19] a [20].

Kapitola 2

Matematické nástroje – analýza časových řad

2.1 Časové řady

Časové řady jsou důležitými statistickými daty, pomocí nichž můžeme zkoumat dynamiku jevů v čase. Mají základní význam jak pro analýzu příčin, které na tyto jevy působily a ovlivňovaly jejich chování v minulosti, tak pro předvídání jejich budoucího vývoje. Jsou to posloupnosti pozorování kvantitativní charakteristiky uspořádané v čase od minulosti do přítomnosti. Časové řady lze rozdělit dle několika hledisek:

- podle charakteru ukazatele,
- podle periodicity sledování,
- podle druhů sledovaných ukazatelů.

Z hlediska charakteru ukazatele dělíme časové řady na okamžikové a intervalové. V okamžikových časových řadách se hodnoty ukazatele přímo vztahují k přesně definovanému okamžiku. Jeho hodnoty nemá smysl sčítat, přistupuje se k různým druhům průměrování. V intervalových časových řadách jsou hodnoty ukazatele sledovány v určitém časovém intervalu, přímo závisí na jeho délce. V tomto se často data musí převést na srovnatelné hodnoty (např. přepočítání na stejně dlouhé úseky). V tomto případě má smysl hodnoty sčítat.

Z hlediska periodicity sledování dělíme časové řady na dlouhodobé (periodicita je 1 rok a delší) a krátkodobé (periodicita je kratší než 1 rok).

Z hlediska druhů sledovaných ukazatelů dělíme časové řady na časové řady abstraktních ukazatelů a časové řady odvozených charakteristik. Časová řada odvozených charakteristik je časová řada získaná jako určitá funkce jedné, či více časových řad

původních hodnot, např. řady klouzavých průměrů. Časová řada absolutních ukazatelů sleduje jednoduché ukazatele, které už nelze rozložit.

2.1.1 Shrnování údajů časových řad

V okamžikové řadě nemá smysl hodnoty sčítat, má však smysl vyjádřit průměrnou úroveň hodnot. Průměr počítaný z okamžikové řady nazýváme chronologický průměr:

$$\bar{x} = \frac{\frac{1}{2}x_1 + x_2 + \dots + x_{n-1} + \frac{1}{2}x_n}{n-1} \quad (2.1)$$

Tímto jediným číslem pak charakterizujeme úroveň ukazatele za celé období. Je ale zřejmé, že tím dochází ke značnému zjednodušení reality. Oblíbenější jsou proto různé druhy klouzavých ukazatelů, které jsou schopny částečně eliminovat vliv náhodných vlivů na sledovaný ukazatel, a tím časovou řadu „vyhladit“. Používají se jak klouzavé mediány, tak klouzavé průměry. Vždy se postupuje tak, že údaj časové řady nahradíme zvoleným ukazatelem z okolních časově předcházejících a následujících údajů.

V intervalových časových řadách má sčítání hodnot věcný smysl. Smysl má i průměrná hodnota počítaná pomocí aritmetického průměru:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n x_t \quad (2.2)$$

2.2 Dekompozice časových řad

Rozklad časové řady na složky nazýváme dekompozicí časové řady. Při klasické analýze časových řad se vychází z předpokladu, že každá časová řada může obsahovat čtyři složky:

Trend T – je obecná tendence vývoje zkoumaného jevu za dlouhé období. Je výsledkem dlouhodobých a stálých procesů. Trend může být rostoucí, klesající nebo může existovat řada bez trendu. Trendová složka vzniká např. v důsledku technologických změn ve výrobě nebo změn ve výši příjmů obyvatelstva.

Sezónní složka S – je pravidelně se opakující odchylka od trendové složky. Perioda této složky je menší než celková velikost sledovaného období. Sezónní změny jsou hlavně způsobeny takovými faktory, jako je střídání ročních období a lidské zvyky. Pro zkoumání sezónní složky jsou vhodná především měsíční nebo čtvrtletní měření.

Cyklická složka C – udává kolísání okolo trendu v důsledku dlouhodobého cyklického vývoje. Bývá nejspornější složkou časové řady.

Náhodná složka E – se nedá popsat žádnou funkcí času. „Zbývá“ po vyloučení trendu, sezónní a cyklické složky. Je tvořena náhodnými pohyby v průběhu časové řady, které nemají systematický charakter.

Časovou řadu si lze představit jako trend, na který jsou „nabaleny“ periodické složky (sezónní a cyklická složka) a náhodná složka. Vlastní tvar rozkladu může být dvojího typu:

Aditivní dekompozice – jednotlivé složky jsou uvažovány ve svých skutečných absolutních hodnotách a jsou měřeny v jednotkách řady y_t .

$$y_t = T_t + C_t + S_t + E_t \quad (2.3)$$

Multiplikativní dekompozice – trendová složka je měřena v jednotkách řady y_t , ostatní složky jsou uvažovány v relativních hodnotách vůči trendu, tedy bezrozměrné.

$$y_t = T_t C_t S_t E_t \quad (2.4)$$

V praxi se dekompozice časových řad používá z těchto důvodů:

- analýzou jednotlivých složek řady můžeme rozeznat určité zákonitosti vývoje zkoumaného jevu,
- časové řady lze očistit od sezónnosti, což dovoluje porovnávat trend několika řad současně,
- časové řady lze očistit od trendu, což dovoluje lépe modelovat sezónnost, protože charakter sezónnosti je výraznější,
- často umožňuje přesněji určit pedikci jak jednotlivých složek, tak celé řady.

Tyto informace jsem čerpala z knih [4], [6], [7] a [1].

2.2.1 Analýza trendu

Trend v časových řadách je možné popsat pomocí trendových funkcí a klouzavých průměrů nebo mediánů. Modelování trendu pomocí trendových funkcí se používá, pokud vývoj časové řady odpovídá určité funkci času např. lineární. Modelování trendu pomocí klouzavých průměrů nebo klouzavých mediánů se používá v případě, když je vývoj řady nesystematický, nebo má extrémní hodnoty.

Analýza trendové složky je zřejmě nejdůležitější částí analýzy časových řad.

Popis trendu matematickými křivkami

Při výběru trendových funkcí nejčastěji používáme:

- konstantní trend

$$T_t = \beta_0, \quad (2.5)$$

- lineární trend

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t, \quad (2.6)$$

- polynomický trend

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \dots + \beta_k t^k, \quad (2.7)$$

- exponenciální trend

$$T_t = \beta_0 \beta_1^t, \quad (2.8)$$

- modifikovaný exponenciální trend

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 e^{\beta_2 t}, \quad (2.9)$$

- logistický trend

$$T_t = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1 e^{\beta_2 t}}. \quad (2.10)$$

Výběr trendové funkce posuzujeme na základě:

- grafu časové řady,
- interpolačních kritérií (např. průměrná chyba),
- extrapolčních kritérií (např. průměrné charakteristiky chyb předpovědí).

Klasická analýza časových řad předpokládá, že trendová funkce má v čase konstantní parametry. V delším časovém období je ale tato možnost nereálná, proto je lepší používat metodu klouzavých průměrů nebo exponenciální vyrovnávání. Analýza trendu se nejčastěji provádí pomocí lineární regrese.

Tyto informace jsem čerpala z knih [4], [6] a [7].

2.2.2 Analýza sezónní složky

Analýza sezónní složky se často provádí až po očištění dat od trendové složky. V podstatě při ní jde o určení časového úseku, po jehož uplynutí mají data zase stejnou hodnotu, příp. ovlivněnou trendovou a náhodnou složkou. Pro studium sezónní složky se používá několika typů modelů. V ekonomických modelech bývá zpravidla zřejmá velikost periody (čtvrtletí, měsíc), v jiných případech je nutno i tuto délku odhadovat.

Nejstarší metodou pro odhad sezónní složky je dekompozice. Odhad jednotlivých složek se provádí postupně, pro každou složku zvlášť. Trend se odhaduje jednoduchými nebo váženými klouzavými průměry a sezónní složka se odhaduje pomocí sezónních průměrů nebo indexů. Průměry se interpretují ve stejných měrných jednotkách jako původní hodnoty, indexy v procentech.

Sezónní dekompozice se používá především k získání odhadů sezónních výkyvů a sezónně očištěných časových řad.

Tyto informace jsem čerpala z knih [4], [6] a [7].

2.3 Exponenciální vyrovnávání

Exponenciální vyrovnávání je adaptivním přístupem k trendové složce, který se velmi často používá. Lze předpokládat, že hodnota y_t se bude od hodnot $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_2, y_1$ odvíjet, ale ne od všech stejně. Starší pozorování na y_t nebude mít takový vliv – bude mít menší váhu než novější pozorování. Aby byl zajištěn předpoklad, že váha pozorování směrem od minulosti klesá, položíme

$$w_k = \alpha^k; \quad 0 < \alpha < 1. \quad (2.11)$$

Protože váha $w_k = \alpha^k$ je exponenciální funkcí, nazýváme tento postup exponenciální vyrovnávání. Mezi přednosti této metody patří jednoduchost výpočtu, malé nároky na potřebný objem dat a jednoduchá konstrukce předpovědí.

Jednoduché exponenciální vyrovnávání – používáme v případě, kdy je reálné předpokládat, že trend lze považovat v krátkých časových úsecích t za konstantní, tj.

$$T_{t,t-k} = \beta_0, \quad t = 1, 2, \dots, n; \quad k = 0, 1, \dots, t-1. \quad (2.12)$$

Odhadem trendu je

$$\bar{T}_{t,t-k} = b_0, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad (2.13)$$

Hodnoty parametrů b_0 získáme váženou metodou nejmenších čtverců za předpokladu, že y_t se odvíjí od předchozích hodnot $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_2, y_1$. Minimalizujeme funkci

$$\sum_{k=0}^{t-1} (y_{t-k} - b_0)^2 \cdot \alpha^k, \quad (2.14)$$

kde $0 < \alpha < 1$ je vyrovnávací konstanta.

Dvojitě exponenciální vyrovnávání – používáme v případě, kdy v krátkých časových úsecích t lze trendovou složku považovat za lineární, tj.

$$T_{t,t-k} = \beta_0 + \beta_1 t, \quad t = 1, 2, \dots, n; \quad k = 0, 1, \dots, t-1. \quad (2.15)$$

Označíme-li b_0, b_1 odhady parametrů β_0 a β_1 v čase t , získáme je minimalizací výrazu

$$\sum_{k=0}^{\infty} [y_{t-k} - (b_0 + b_1(-k))]^2 \cdot \alpha^k, \quad (2.16)$$

kde $0 < \alpha < 1$ je opět konstanta.

Trojité exponenciální vyrovnávání – je nejsložitějším typem, které se v praxi používá. Trendovou složku při něm považujeme v krátkých časových úsecích t za kvadratickou, tj.

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2. \quad (2.17)$$

2.4 Další možné metody

Existují další metody, kterými lze analyzovat časovou řadu, např. ARIMA, spektrální analýza časových řad nebo metoda klouzavých průměrů. Tyto metody jsem ve své práci nepoužila, proto je zde popisují jen stručně.

2.4.1 ARIMA

V tomto modelu je trendová nebo sezónní složka modelována stochasticky. Modely ARIMA umožňují popis procesů, u kterých nejenže dochází ke změnám úrovně, ale tyto změny mohou mít nesystematický náhodný charakter, jak je to běžné pro většinu časových řad z praxe.

2.4.2 Spektrální analýza časových řad

Pomocí speciálních statistických nástrojů, jako je periodogram a spektrální hustota, je možné při spektrální analýze získat obraz o intenzitě zastoupení jednotlivých frekvencí v časové řadě, pomocí něj lze např. vytypovat frekvence, které jsou v dané řadě zastoupeny nejvýrazněji, a explicitně odhadnout koeficienty periodických složek odpovídajících těmto frekvencím.

Spektrální analýza je také vhodná při srovnávání chování několika řad, neboť umožňuje např. nalézt případné časové zpoždění mezi řadami.

2.4.3 Metoda klouzavých průměrů

Metoda klouzavých průměrů spočívá v tom, že časovou řadu rozdělíme na kratší časové úseky, na kterých odhadujeme lokální polynomické trendy určitého stupně.

Konstantní trend popisujeme polynomem nultého stupně, lineární popisujeme polynomem prvního stupně atd. Jednoduché klouzavé průměry můžeme využít pro předpovídání časové řady.

Tyto informace jsem čerpala z knih [4], [6] a [7].

Kapitola 3

Praktická část

K analýze do praktické části své bakalářské práce jsem si vybrala český index PX, slovenský index SAX a finský index OMX Helsinky 25. Původní analýzu jsem zkoušela z denních hodnot, při použití sezónnosti jsem jako periodu použila vždy průměrný počet naměřených hodnot za rok. Abych mohla částečně eliminovat náhodnou složku, zbavila se denních výkyvů a získala konstantní periodu, použila jsem měsíční průměry, viz příloha 1.

K odhadu trendu během finanční krize a mimo ni jsem použila dva testy – test na existenci strukturálních změn a sérii F testů, která indentifikuje body změn. Tyto testy jsem prováděla v programu R, kde jsem použila balíček strucchange [22]. Po nalezení správných bodů změn jsem udělala lineární regresi pro každou oblast dat zvlášť. V případě lineární regrese lze provést predikci, ale pouze za předpokladu, že se model bude chovat podle modelu od posledního bodu změny a v budoucím období se neobjeví žádná další strukturální změna. Tato predikce by byla zřejmě zatížena velkou chybou. Adaptivní přístup exponenciálního vyrovnávání je pro predikci vhodnější, proto jsem dala přednost této metodě.

Exponenciální vyrovnávání jsem prováděla v programu Statistica. U této operace jsem volila různé velikosti α , také jsem zkoušela modely bez trendu a s konstantním trendem a odlišnou sezónností.

3.1 Odhad trendu a bodů změny

Zdrojové kódy v programu R pro vybrané tři indexy jsou uvedeny v přílohách 2 až 4. Při hledání strukturálních změn jsem zjistila, že pokud tento se test použije na celou řadu, test nenachází žádné strukturální změny. Proto jsem omezila vyhledávání na několik časových úseků vhodné délky. Volbu pozice a délky okna jsem volila podle

charakteristiky dat patrných z grafů vývoje dané časové řady, viz příloha 1. Při testování strukturálních změn uvažujeme nulovou hypotézu neexistence strukturální změny $H_0 : \beta_t = \beta_0$ proti alternativě $H_A : \beta_t \neq \beta_0$, tj. koeficient β modelu lineární regrese se mění v čase. Ze šesti popsaných variant testů na strukturální změny jsem vybrala test OLS-CUSUM, založený na kumulativních sumách reziduí metody nejmenších čtverců. Výstupem tohoto testu je empirický flukтуаční proces, který má v případě existence bodu změny vrchol právě v tomto bodě. Test zamítneme pokud hodnota vrcholu empirického flukтуаčního procesu (reprezentovaná statistikou S_0) překročí danou mez. Proces i mez bude prezentována na grafech pro každý z vybraných indexů.

V případě testu identifikace bodů změn jsem volila co nejmenší okno, abych zabránila přítomnosti více než jednoho bodu změny, neboť test předpokládá existenci pouze jediného bodu změny ve sledované řadě. Myšlenkou procedury zjištění bodu změny je realizace série Chowových F testů pro všechny body zvoleného okna, přičemž jako optimální bod změny je označen bod, v němž je příslušná F statistika největší. Tyto body a F statistiky jsou rovněž zobrazeny na grafech pro všechny tři analyzované indexy. Podrobnosti k oběma testům jsou uvedeny v článku [22].

Na zjištěných úsecích mezi body změny budu dále předpokládat model lineární regrese $y_t = \alpha + \beta x_t$. Všechny testy jsem prováděla na hladině významnosti 0,95.

3.1.1 Index PX

V tomto indexu jsem zvolila pro test na zjištění strukturálních změn jedno okno v období od června 1995 do června 2007 a druhé v období od října 2001 do října 2009.

V prvním případě byl vrchol empirického flukтуаčního procesu nalezen v bodě $S_0 = 1,67$, p-hodnota = 0,007727, tedy H_0 zamítáme ve prospěch H_A . Strukturální změna s 95% pravděpodobností nastala, viz obrázek 3.1.

Výsledkem druhého testu je $S_0 = 1,3681$, p-hodnota = 0,04734. H_0 zamítáme ve prospěch H_A . Strukturální změna s 95% pravděpodobností nastala, viz obrázek 3.2.

Na test pro identifikaci bodů změn jsem použila období od června 2000 do června 2003 a období od ledna 2004 do prosince 2008. V prvním období test našel bod korespondující s bodem změny v září 2001, viz obrázek 3.3 a v druhém období říjen 2007, viz obrázek 3.4. Lineární regresi jsem tedy provedla na třech oblastech dat, a to od listopadu 1994 do září 2001, dále od října 2001 do října 2007 a od listopadu 2007 do července 2009.

V případě prvního období je koeficient determinace 0,0096. Tato hodnota je velmi nízká, model tedy nemá téměř žádnou vypovídací schopnost. Navíc testy významnosti, jednak pro parametry tohoto modelu, jednak pro model jako celek nebyly signifikantní. Např. F statistika pro celý model má hodnotu $F = 0,78926$, p-hodnota = 0,37695, tudíž nelze prokázat, že by koeficienty modelu byly nenulové. Hodnota koeficientu determinace nabude významnější hodnoty až v případě polynomického modelu pátého stupně. Trend u tohoto modelu bychom mohli pokládat za konstantní.

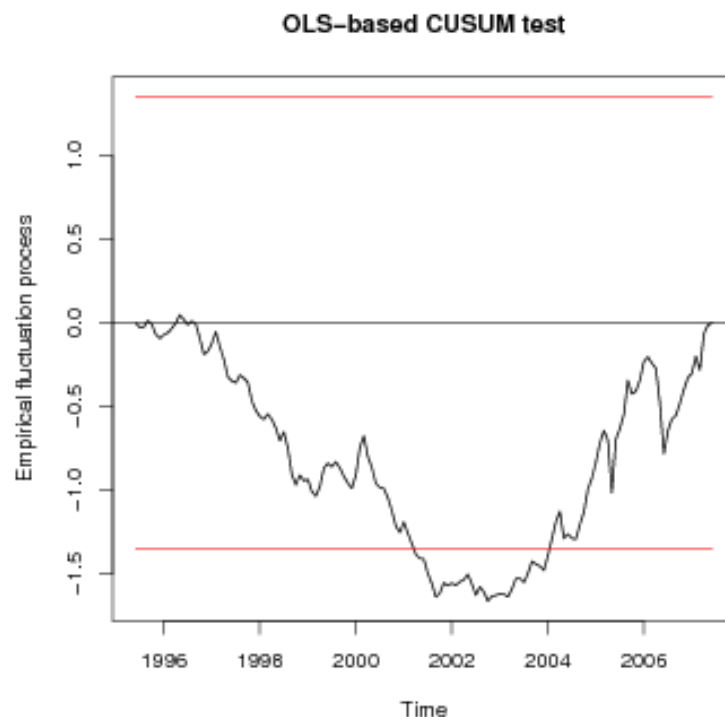
V případě druhého modelu je vypovídací schopnost velmi vysoká, koeficient determinace zde vyšel 0,96. Hodnota F statistiky je také velmi vysoká, takže parametry modelu můžeme pokládat za významné.

$$y_t = 162,655 + 22,786x_t \quad (3.1)$$

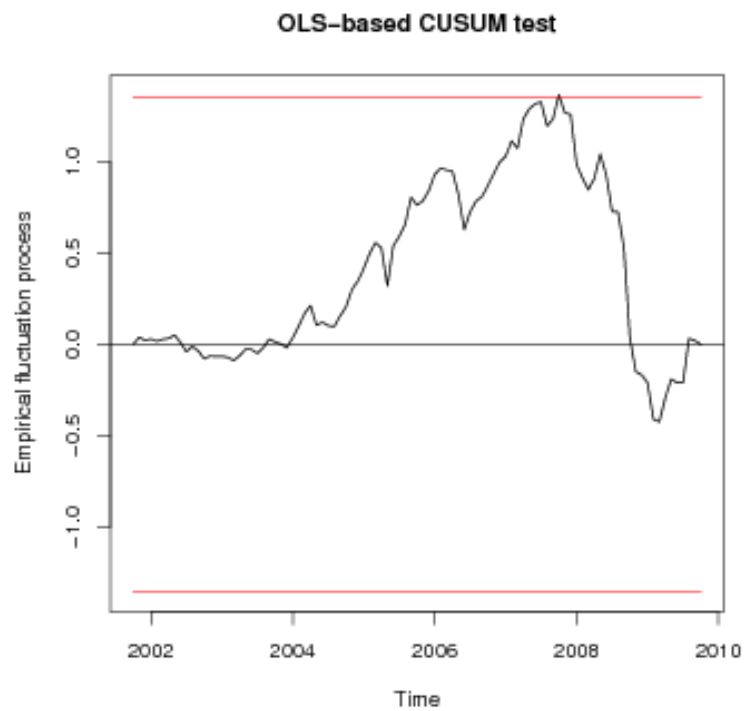
Testovací hodnota je $F = 1636,4$, p-hodnota = 0.

Koeficient determinace v případě třetího modelu vyšel 0,808. Jeho vypovídací schopnost je tedy dobrá. Hodnota F statistiky je $F = 79,25$, tzn. že model můžeme pokládat za významný.

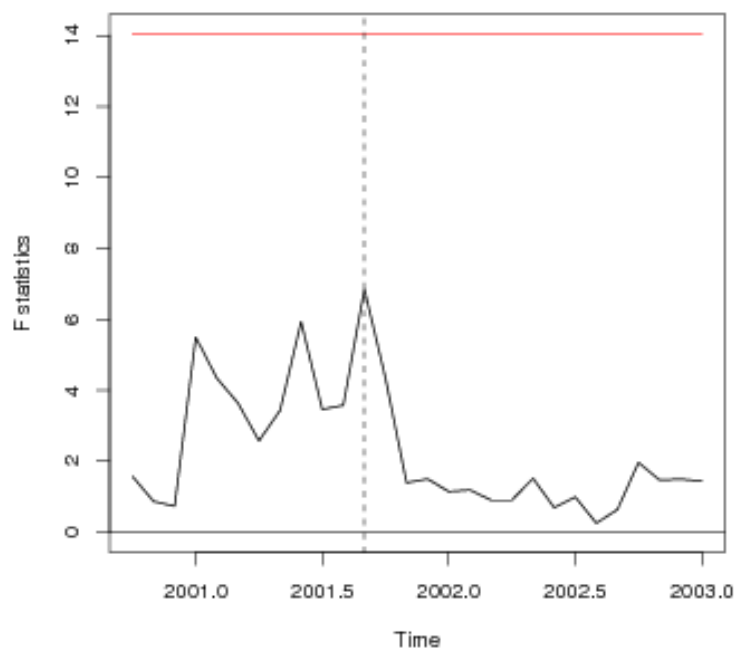
$$y_t = 1848,422 - 56,479x_t \quad (3.2)$$



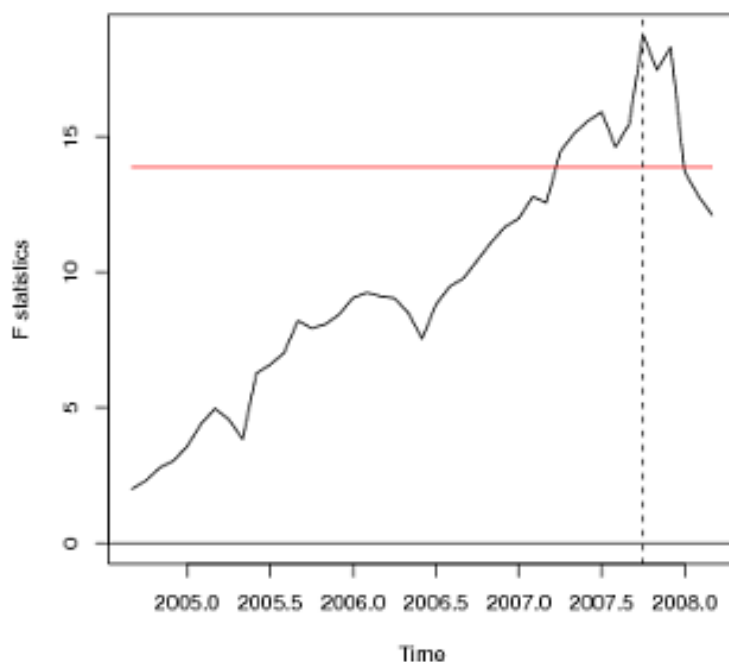
Obrázek 3.1: Index PX – 1. strukturální změna



Obrázek 3.2: Index PX – 2. strukturální změna



Obrázek 3.3: Index PX – 1. bod změny



Obrázek 3.4: Index PX – 2. bod změny

3.1.2 Index SAX

Pro analýzu tohoto indexu jsem vyhledala tři období. První období je od listopadu 1997 do února 2005, další od října 2002 do února 2009 a dále od června 2006 do listopadu 2009.

Výsledkem prvního testu je $S_0 = 1,8498$, p -hodnota = 0,002132, H_0 zamítáme ve prospěch H_A . Strukturní změna s 95% pravděpodobností nastala, viz obrázek 3.5.

V případě druhého testu byl vrchol empirického flukтуаčního procesu v bodě $S_0 = 1,3751$. p -hodnota = 0,04555, H_0 zamítáme ve prospěch H_A . Strukturní změna s 95% pravděpodobností nastala, viz obrázek 3.6.

Výsledkem třetího testu je $S_0 = 1,444$, p -hodnota = 0,0309. H_0 zamítáme ve prospěch H_A . Strukturní změna s 95% pravděpodobností nastala, viz obrázek 3.7.

První období pro identifikaci bodů změny je od listopadu 2003 do února 2005, kde bod korespondující s bodem změny vyšel na srpen 2008, viz obrázek 3.8. Druhé období je od prosince 2003 do prosince 2006. V tomto případě je bod změny březen 2005, viz obrázek 3.9. Třetí je od prosince 2006 do června 2009, kdy bod změny je v říjnu 2008, viz obrázek 3.10.

Lineární regresi jsem prováděla na čtyřech obdobích dat. První období je od

listopadu 1997 do srpna 2004, druhé období je od září 2004 do března 2005, třetí je od dubna 2005 do října 2008 a čtvrté je od listopadu 2008 do listopadu 2009.

První model má malou vypovídací schopnost, neboť koeficient determinace zde vyšel 0,35. Ale hodnota F statistiky je $F = 43,3$, takže model jako celek můžeme považovat za významný.

$$y_t = 81,4674 + 0,931x_t \quad (3.3)$$

U druhého modelu je koeficient determinace velmi vysoký – $R^2 = 0,94$, takže model má velmi vysokou vypovídací schopnost.

$$y_t = 162,01 + 39,968x_t \quad (3.4)$$

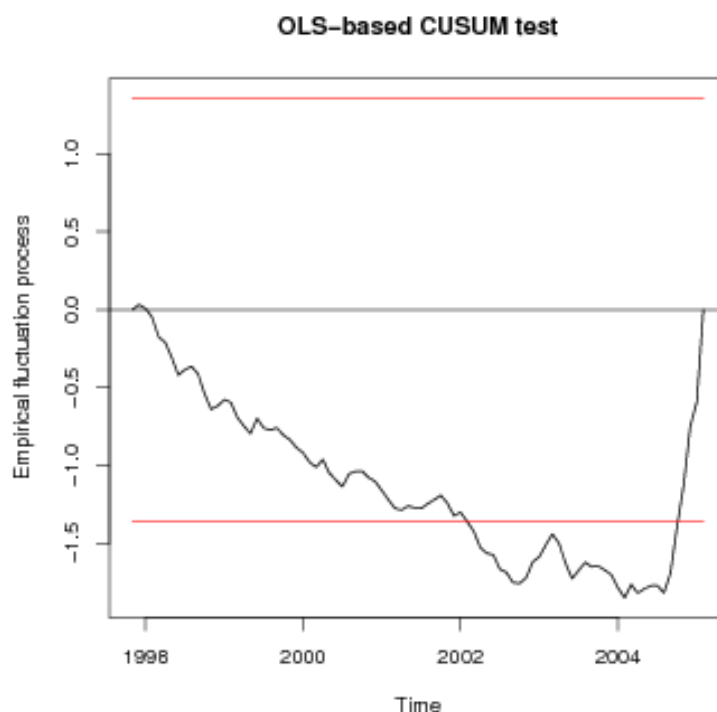
Testovací hodnota je $F = 79,308$, p-hodnota = 0,0003.

V případě třetího modelu vyšel model jako celek významný, protože hodnota F statistiky je $F = 43,28$, ale koeficient determinace je pouze 0,013, model tedy nemá žádnou vypovídací schopnost.

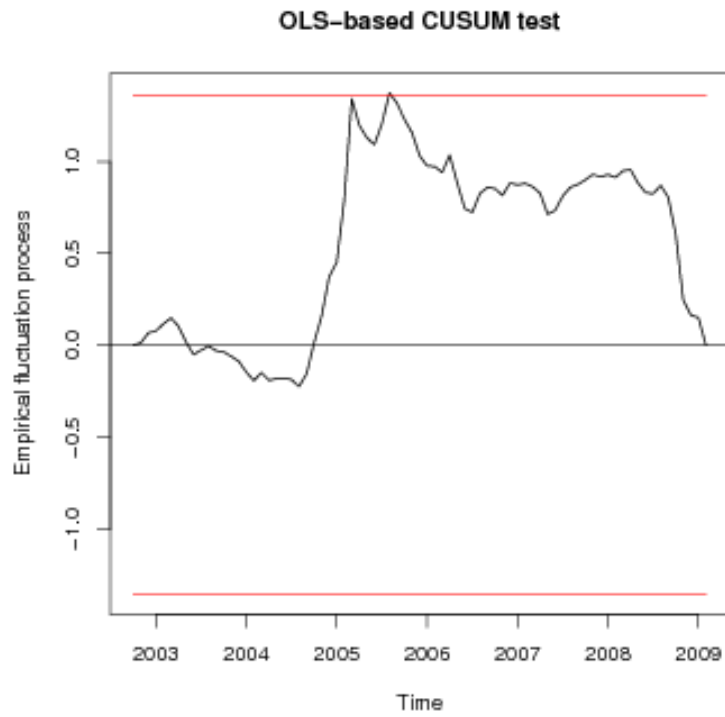
$$y_t = 423,321 + 0,213x_t \quad (3.5)$$

Koeficient determinace čtvrtého modelu je 0,69, jeho vypovídací schopnost je tedy dobrá. I hodnota F statistiky ($F = 24,67$) prokazuje, že model je vhodný.

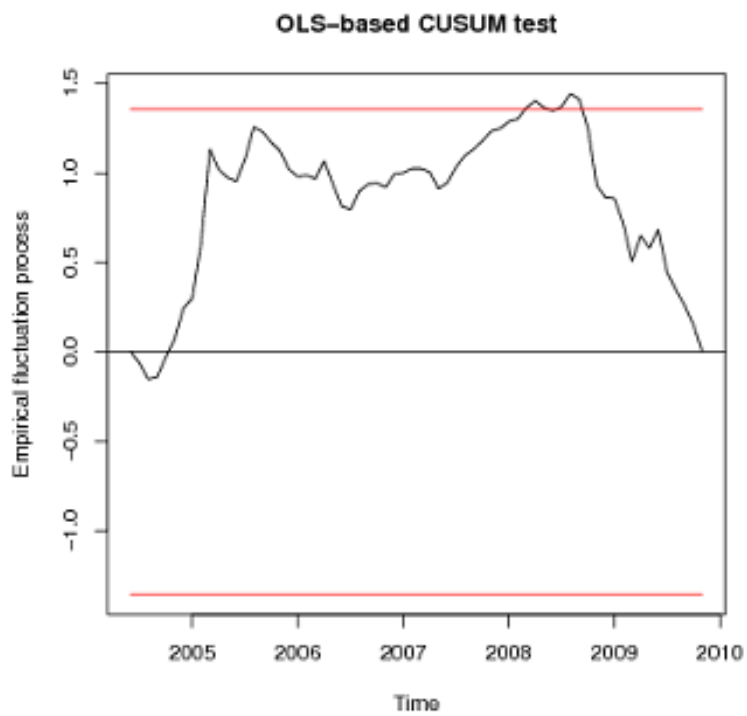
$$y_t = 366,67 - 5,7935x_t \quad (3.6)$$



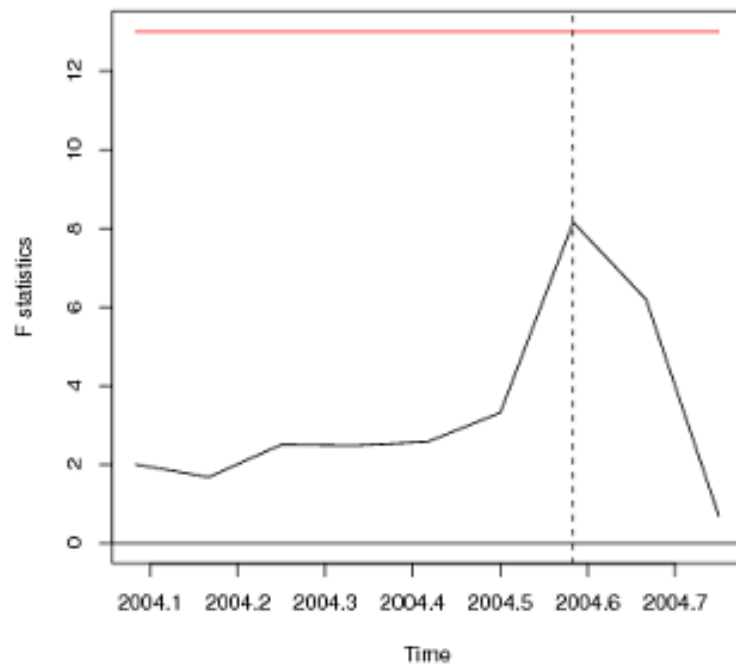
Obrázek 3.5: Index SAX – 1. strukturální změna



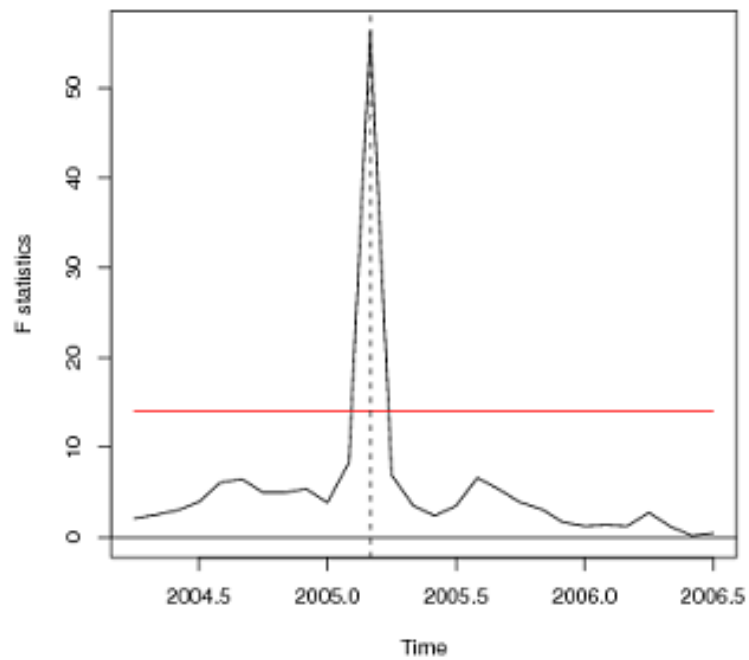
Obrázek 3.6: Index SAX – 2. strukturální změna



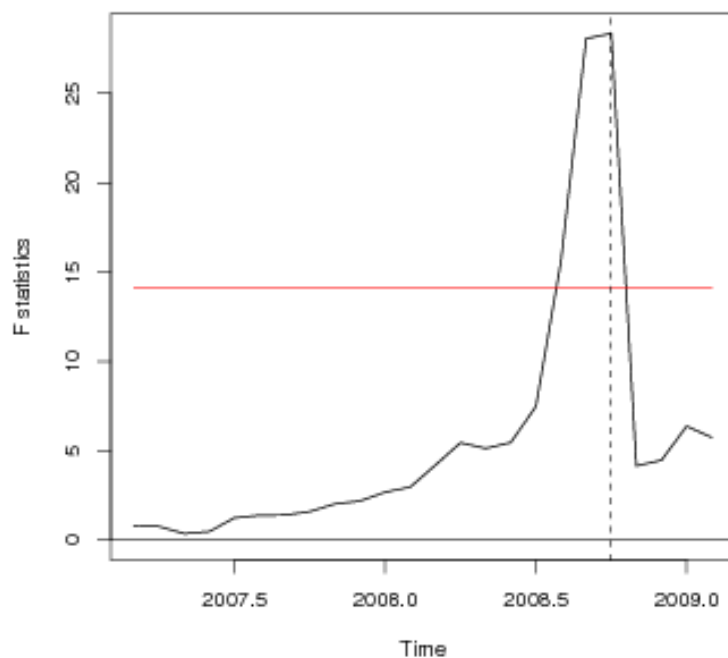
Obrázek 3.7: Index SAX – 3. strukturální změna



Obrázek 3.8: Index SAX – 1. bod změny



Obrázek 3.9: Index SAX – 2. bod změny



Obrázek 3.10: Index SAX – 3. bod změny

3.1.3 Index OMX Helsinki 25

Pro analýzu finského indexu jsem použila k testování strukturálních změn všechny hodnoty. Výsledkem testu je $S_0 = 1,4728$, p-hodnota = 0,002611. H_0 zamítáme ve prospěch H_A . Strukturální změna byla prokázána, viz obrázek 3.11.

K testu na zjištění bodu změny jsem vybrala tři období. První období od prosince 2002 do února 2005, kde bod, který koresponduje s bodem změny vyšel na březen 2003, viz obrázek 3.12. Druhé od ledna 2007 do října 2008. Zde je bod korespondující s bodem změny v říjnu 2007, viz obrázek 3.13. A třetí období od dubna 2008 do prosince 2009. Bod změny vyšel na březen 2009, viz obrázek 3.13.

Lineární regresi jsem u toho indexu prováděla tedy na čtyřech obdobích. První období od září 2009 do prosince 2002, druhé od ledna 2003 do ledna 2007, třetí období od února 2007 do března 2009 a čtvrté od dubna 2009 do listopadu 2009.

Vypovídací schopnost prvního modelu je velmi nízká, neboť koeficient determinace je 0,26. Hodnota F statistiky je také nízká ($F = 4,88$), takže parametry modelu jsou nevýznamné.

$$y_t = 1590,686 - 18,2475x_t \quad (3.7)$$

U druhého modelu vyšel koeficient determinace 0,96, takže jeho vypovídací schopnost je vysoká. Hodnota F statistiky $F = 1055,6$ prokazuje, že i parametry modely

jsou odhadnuty dobře.

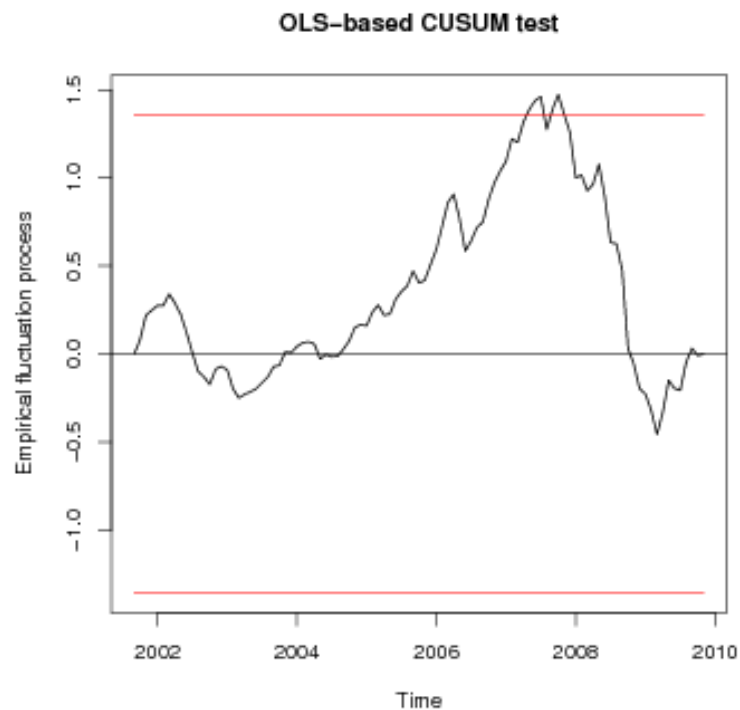
$$y_t = 1057,245 + 34,783x_t \quad (3.8)$$

Koeficient u třetího modelu vypovídá, že model má dobrou vypovídací schopnost, $R^2 = 0,84$. V tomto případě jsou i parametry modelu významné, $F = 122,17$.

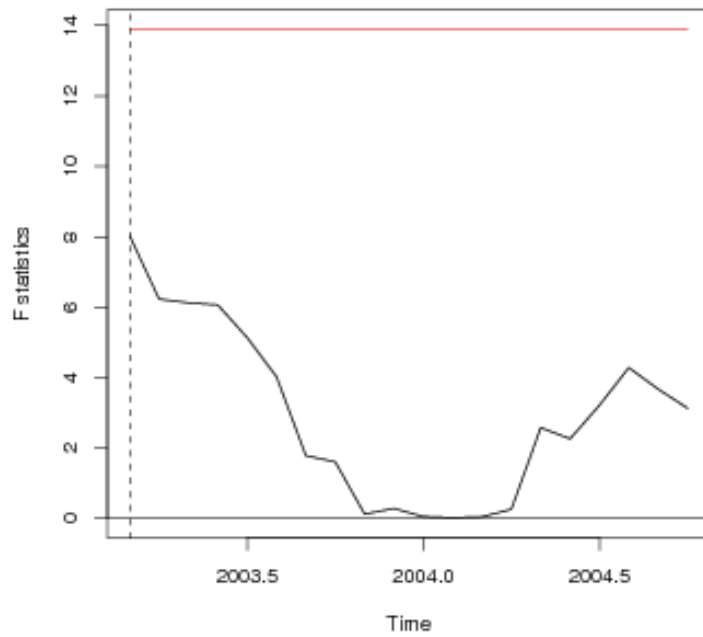
$$y_t = 3662,143 - 80,228x_t \quad (3.9)$$

V případě čtvrtého modelu je vypovídací schopnost velmi dobrá, koeficient determinace je 0,87. Hodnota F statistiky je $F = 39,508$, což potvrzuje významnost parametrů.

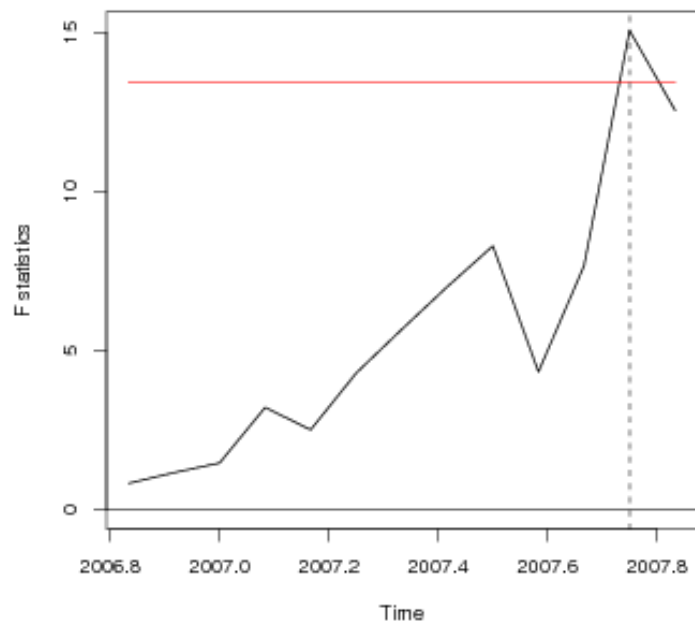
$$y_t = 1439,042 + 68,808x_t \quad (3.10)$$



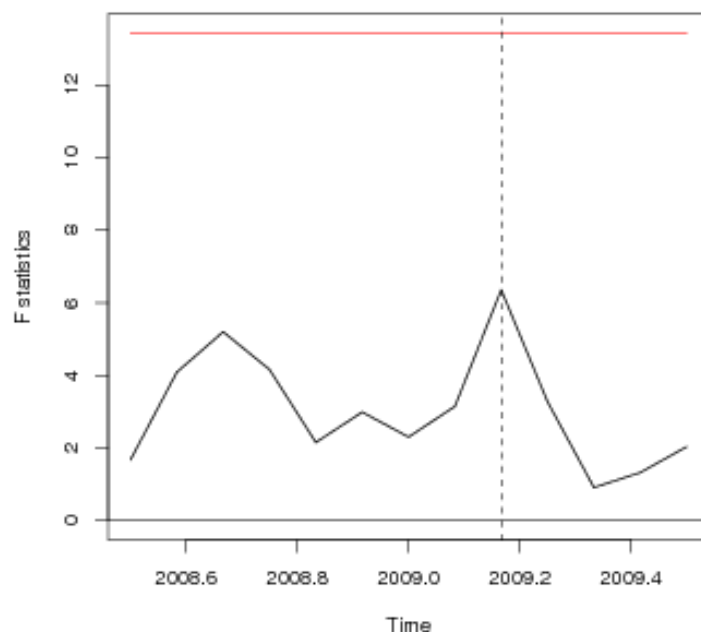
Obrázek 3.11: Index OMXH25 – Strukturální změna



Obrázek 3.12: Index OMXH25 – 1. bod změny



Obrázek 3.13: Index OMXH25 – 2. bod změny



Obrázek 3.14: Index OMXH25 – 3. bod změny

3.2 Exponenciální vyrovnávání

Použila jsem modely bez trendu a s lineárním trendem, bez sezóny, s aditivní a multiplikativní sezónností a zkoušela jsem měnit hodnoty α – konkrétně $\alpha = 0,1$, $\alpha = 0,5$, $\alpha = 0,8$. Vhodnost těchto modelů jsem porovnávala podle střední čtvercové chyby (MSE), tato hodnota by měla být co nejnižší.

3.2.1 Index PX

Při použití modelu bez trendu a bez sezóny vychází nejlépe model s $\alpha = 0,8$, kde se $MSE = 6409,212$, viz obrázek 3.15. U $\alpha = 0,1$ je tato hodnota 38074,275 a u $\alpha = 0,5$ se $MSE = 9254,007$.

U modelu bez trendu a s aditivní sezónností je nejlepší model s $\alpha = 0,8$. MSE se zde rovná 6354,873, viz obrázek 3.16. V případě, že se $\alpha = 0,1$ je $M.S.E. = 37202,129$. Pokud je $\alpha = 0,5$, $MSE = 9258,025$.

U modelu s multiplikativní sezónností je opět nejlepší ten s $\alpha = 0,8$. MSE se zde rovná 6437,831, viz obrázek 3.17. V dalších případech je $MSE = 37173,923$ a 9412,336.

Z těchto modelů vychází nejlépe model s aditivní sezónností a $\alpha = 0,8$.

U modelu s lineárním trendem a bez sezóny je nevhodnější model s $\alpha = 0,8$,

MSE se zde rovná 5413,082, viz obrázek 3.18. MSE u modelu s $\alpha = 0,1$ je 38606,033 a s $\alpha = 0,5$ je $MSE = 8646,8372$.

Jako nejvhodnější z modelů s lineárním trendem a aditivní sezónností vychází ten, který má $\alpha = 0,8$, $MSE = 6349,6914$, viz obrázek 3.19. U modelu s $\alpha = 0,1$ se $MSE = 33398,5013$. V případě, že je $\alpha = 0,5$ se $MSE = 9335,4304$.

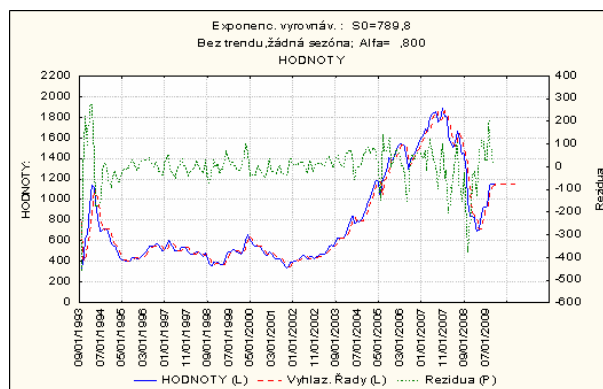
Při použití modelů s lineárním trendem a multiplikační sezónností vychází opět jako nejlepší model s $\alpha = 0,8$, MSE se zde rovná 6462,5417, viz obrázek 3.20. U dalších modelů se MSE rovná 33492,48496 a 9558,0125.

Jako nejvhodnější vychází model bez sezóny s $\alpha = 0,8$, který je zároveň celkově nejlepší. Vzhledem k tomu, že hodnota MSE je stále velmi vysoká, je možné, že predikce nebudou úplně přesné. Predikce pro tento model na deset měsíců jsou:

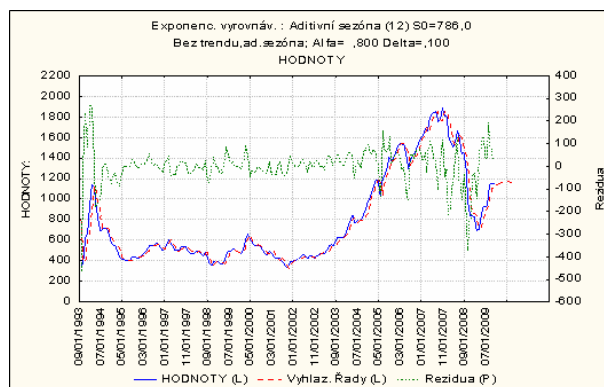
Měsíc	1	2	3	4	5
Predikce	1152,63	1156,94	1161,26	1165,57	1169,89
Měsíc	6	7	8	9	10
Predikce	1174,21	1178,52	1182,84	1187,15	1191,47

Tabulka 3.1: Predikce indexu PX od října 2009

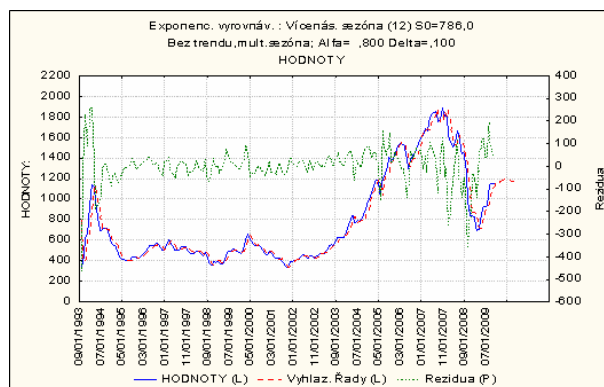
Dle těchto predikovaných hodnot se index PX bude zvyšovat.



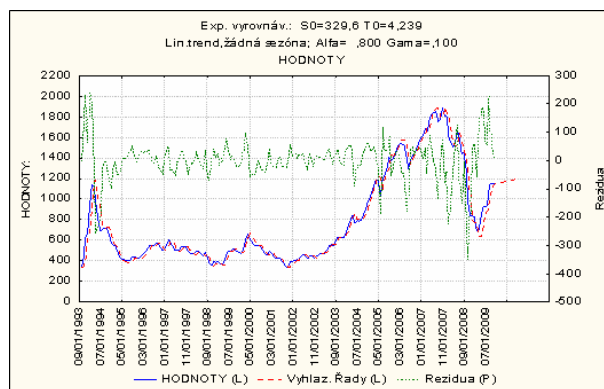
Obrázek 3.15: Index PX – bez trendu, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$



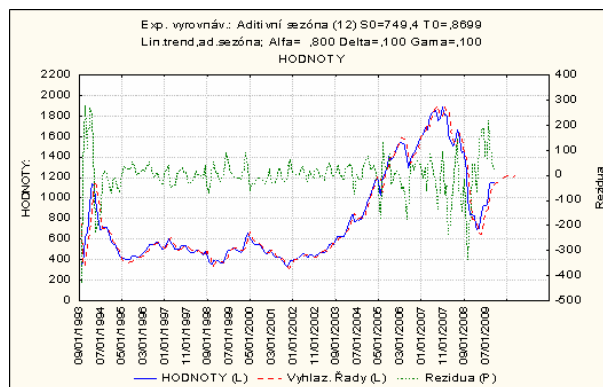
Obrázek 3.16: Index PX – bez trendu, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.17: Index PX – bez trendu, multiplikativní sezónnost, $\alpha = 0,8$

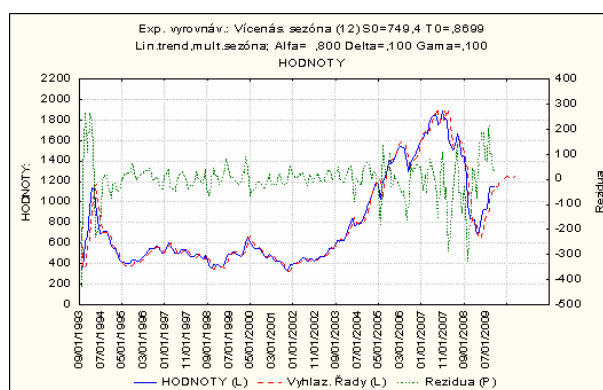


Obrázek 3.18: Index PX – lineární trend, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.19: Index PX – lineární trend, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$

q



Obrázek 3.20: Index PX – lineární trend, multiplikativní sezónnost, $\alpha = 0,8$

3.2.2 Index SAX

Při použití modelu bez trendu a bez sezóny vychází nejlépe model s $\alpha = 0,8$, kde $MSE = 307,0569870989$, viz obrázek 3.21. U $\alpha = 0,1$ je tato hodnota 3347,974 a u $\alpha = 0,5$ se $MSE = 492,983$.

U modelu bez trendu a s aditivní sezónností je nejlepší model s $\alpha = 0,8$. MSE se zde rovná 293,0468, viz obrázek 3.22. V případě, že se $\alpha = 0,1$ je $MSE = 3212,2837$. Pokud je $\alpha = 0,5$, $MSE = 484,0566$.

U modelu s multiplikativní sezónností je opět nejlepší ten s $\alpha = 0,8$. MSE se zde rovná 294,46925, viz obrázek 3.23. V dalších případech je MSE rovno 3204,9455 a 490,8279938.

Z těchto modelů vychází opět nejlépe model s aditivní sezónností a $\alpha = 0,8$.

U modelu s lineárním trendem a bez sezóny je nejvhodnější model s $\alpha = 0,8$, MSE se zde rovná 251,44788, viz obrázek 3.24. MSE u modelu s $\alpha = 0,1$ je 2361,475 a s $\alpha = 0,5$ je $MSE = 394,5805$.

Nejvhodněji z modelů s lineárním trendem a aditivní sezónností vychází ten s $\alpha = 0,8$, $MSE = 262,4258$, viz obrázek 3.25. U modelu s $\alpha = 0,1$ se $MSE = 2383,7646$. V případě, že je $\alpha = 0,5$ se $MSE = 418,46878$.

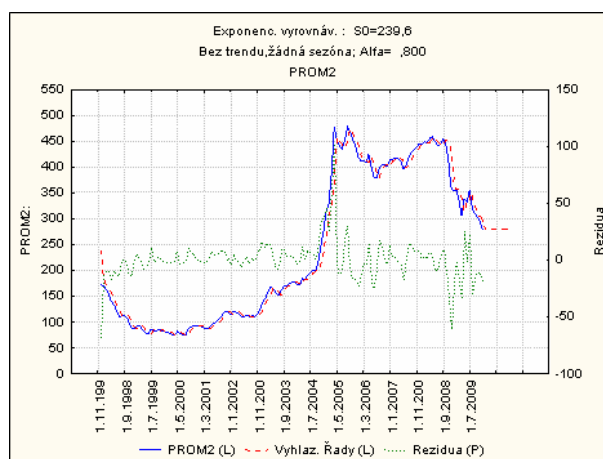
Při použití modelů s lineárním trendem a multiplikativní sezónností vychází opět jako nejlepší model s $\alpha = 0,8$, MSE se zde rovná 259,106, viz obrázek 3.26. U dalších modelů se MSE rovná 2476,24886 a 434,83877.

Jako nejvhodnější model se jeví ten bez sezóny s $\alpha = 0,8$. Tento model je i celkově nejlepší. Predikce pro tento model na deset měsíců jsou:

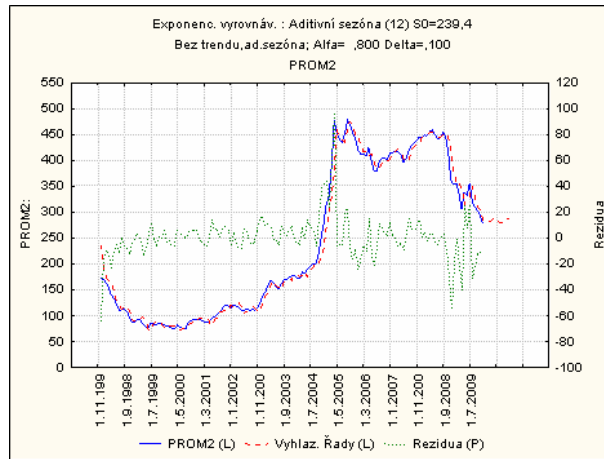
Měsíc	1	2	3	4	5
Predikce	270,36	262,58	254,80	247,02	239,24
Měsíc	6	7	8	9	10
Predikce	231,46	223,68	215,90	208,11	200,33

Tabulka 3.2: Predikce indexu SAX od prosince 2009

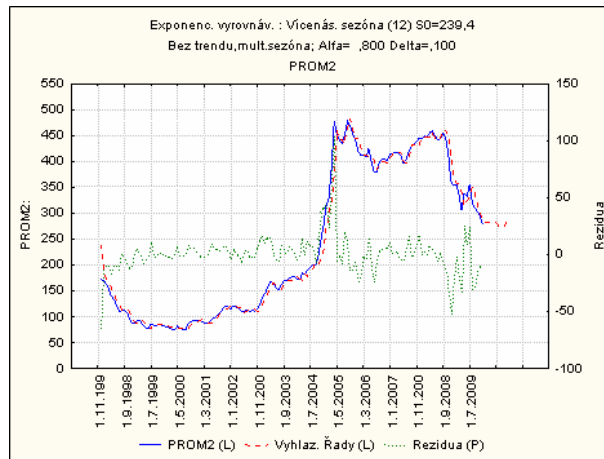
Podle těchto předpovědí se hodnota slovenského indexu SAX bude snižovat.



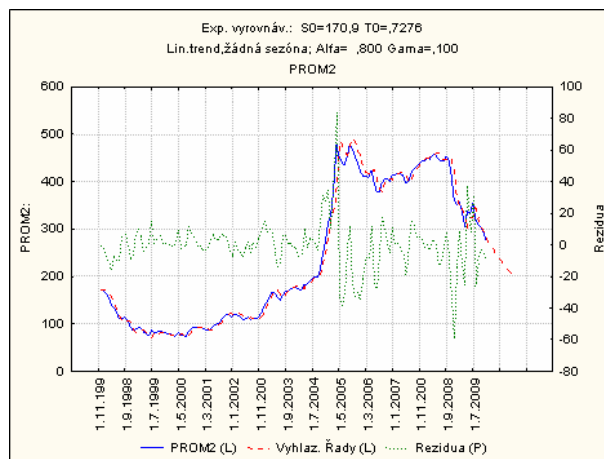
Obrázek 3.21: Index SAX – bez trendu, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$



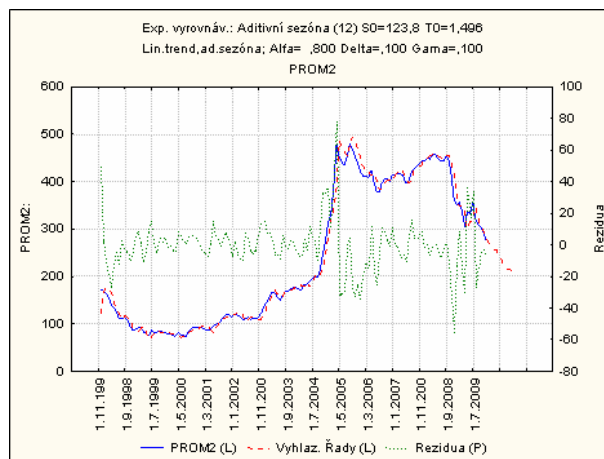
Obrázek 3.22: Index SAX – bez trendu, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$



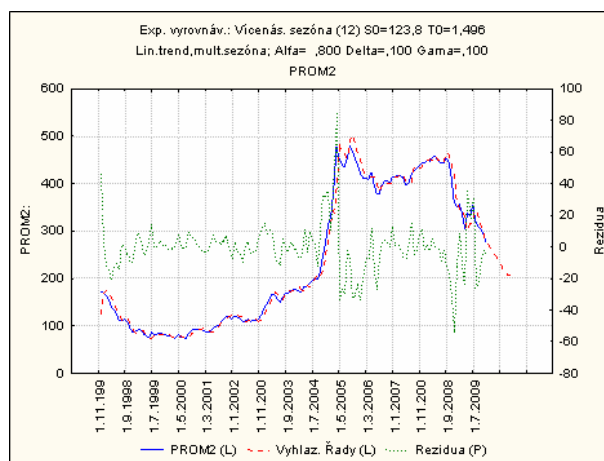
Obrázek 3.23: Index SAX – bez trendu, multiplikativní sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.24: Index SAX – lineární trend, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.25: Index SAX – lineární trend, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.26: Index SAX – lineární trend, multiplikativní sezónnost, $\alpha = 0,8$

3.2.3 Index OMX Helsinky 25

Při použití modelu bez trendu a bez sezóny vychází nejlépe model s $\alpha = 0,8$, kde se $MSE = 19537,718$, viz obrázek 3.27. U $\alpha = 0,1$ je tato hodnota $158464,71477$ a u $\alpha = 0,5$ se $MSE = 28974,202$.

U modelu bez trendu a s aditivní sezónností je nejlepší model s $\alpha = 0,8$. MSE se zde rovná $19042,6575$, viz obrázek 3.28. V případě, že se $\alpha = 0,1$ je $MSE = 155367,6475$. Pokud je $\alpha = 0,5$, $MSE = 28816,384$.

U modelu s multiplikativní sezónností je opět nejlepší ten s $\alpha = 0,8$. MSE se zde rovná $19376,2078$, viz obrázek 3.29. V dalších případech je $MSE = 156092,495$ a $29322,07357$.

Z těchto modelů vychází nejlépe model s aditivní sezónností a $\alpha = 0,8$.

U modelu s lineárním trendem a bez sezóny je nevhodnější model s $\alpha = 0,8$,

MSE se zde rovná 13849,9, viz obrázek 3.30. MSE u modelu s $\alpha = 0,1$ je 144369,667 a s $\alpha = 0,5$ je $MSE = 22684,55$.

Nejvhodněji z modelů s lineárním trendem a aditivní sezónností vychází ten s $\alpha = 0,8$, $MSE = 13722,7829$, viz obrázek 3.31. U modelu s $\alpha = 0,1$ se $MSE = 140695,489$. V případě, že je $\alpha = 0,5$ se $MSE = 22626,519$.

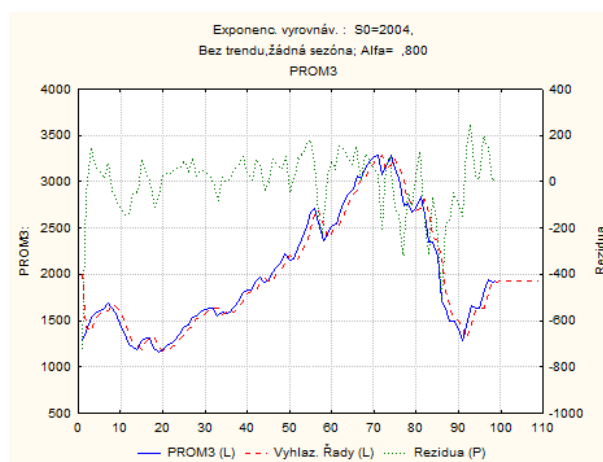
Při použití modelů s lineárním trendem a multiplikační sezónností vychází opět jako nejlepší model s $\alpha = 0,8$, MSE se zde rovná 14078,6914, viz obrázek 3.32. U dalších modelů se MSE rovná 141651,99 a 23166,5209.

Jako nejvhodnější vychází model s aditivní sezónností s $\alpha = 0,8$. Tento model je zároveň celkově nejlepší, ale protože je hodnota MSE velmi vysoká, je možné, že predikce nebudou přesné. Predikce pro tento model na deset měsíců jsou:

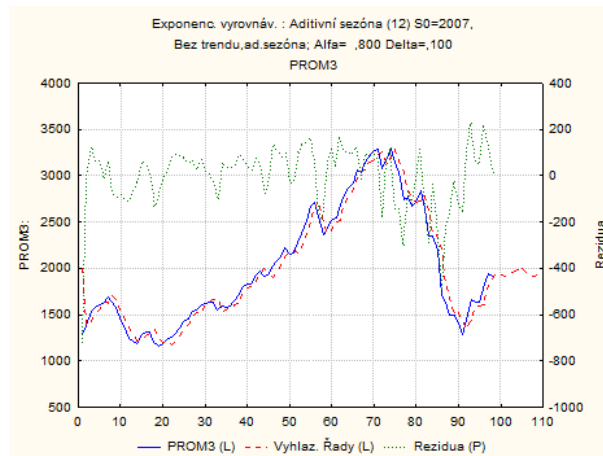
Měsíc	1	2	3	4	5
Predikce	1932,008	1916,449	1947,139	1953,978	1989,203
Měsíc	6	7	8	9	10
Predikce	2004,293	1959,635	1932,795	1920,532	1947,178

Tabulka 3.3: Predikce indexu OMXH25 od prosince 2009

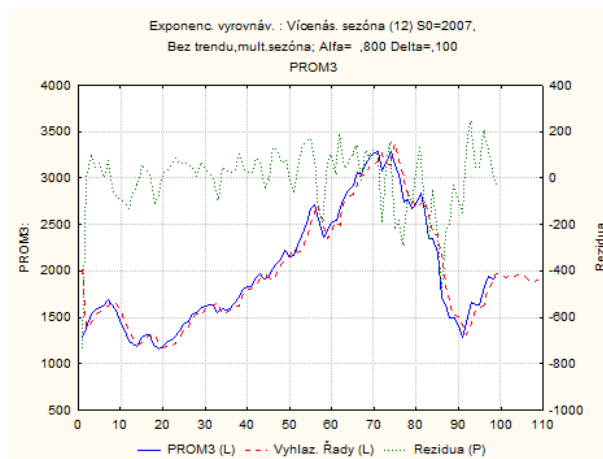
Dle těchto predikcí se hodnota indexu OMX Helsinki 25 bude nejdříve zvyšovat a poté opět snižovat.



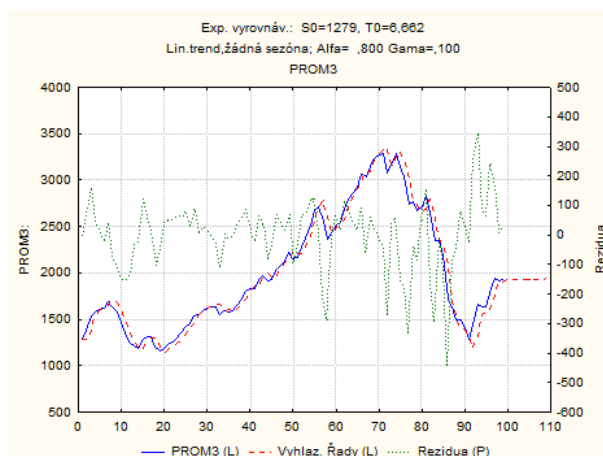
Obrázek 3.27: Index OMXH25 – bez trendu, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$



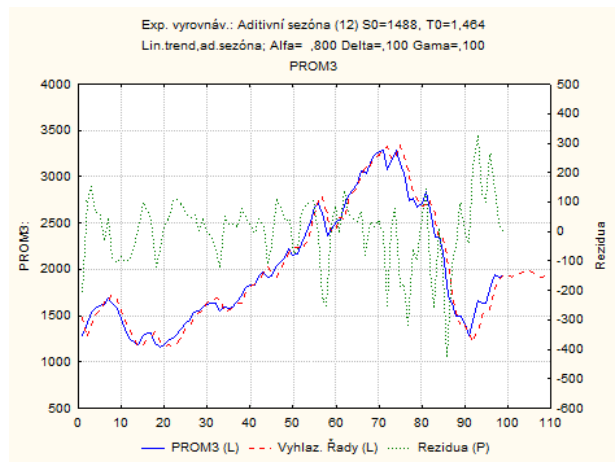
Obrázek 3.28: Index OMXH25 – bez trendu, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$



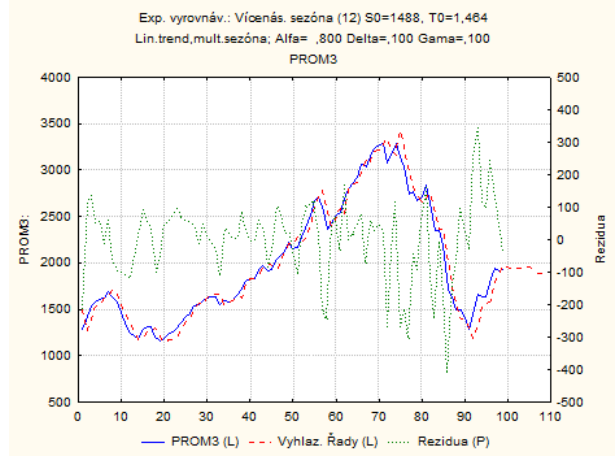
Obrázek 3.29: Index OMXH25 – bez trendu, multiplikativní sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.30: Index OMXH25 – lineární trend, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.31: Index OMXH25 – lineární trend, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$



Obrázek 3.32: Index OMXH25 – lineární trend, multiplikativní sezónnost, $\alpha = 0,8$

Závěr

V první kapitole jsem se věnovala finanční krizi a akciovým trhům. Vyjmenovala jsem obecné znaky krize a také některé z minulých finančních krizí. Popsala jsem jejich pozitivní i negativní následky. Poté jsem se zaměřila na akciový trh. Objasnila jsem pojmy akcie, kurz a burzovní index.

V druhé kapitole jsem vysvětlila pojmy z analýzy časových řad, např. dekompozice časových řad, analýza trendu nebo exponenciální vyrovnávání. Také jsem popsala další statistické metody, které by mohly být u tohoto problému použity.

Praktickou část bakalářské práce jsem založila na analýze českého indexu PX, slovenského indexu SAX a finského indexu OMXH25. Hodnoty zmíněných indexů jsem čerpala z [2], [3], [15].

Při analýzách jednotlivých indexů jsem začala testováním přítomnosti strukturálních změn. Ve všech třech indexech jsem prokázala tuto změnu, takže jsem v programu R udělala další sérii testů pro zjištění bodů změn.

U českého indexu jsou tyto body změny přítomny v září 2001, kdy proběhlo vyhlášení sociální doktríny ČR, a v říjnu 2007, což je následkem světové finanční krize. U slovenského jsem tyto body změny struktury indexu SAX vyhodnotila na srpen 2004, kdy Slovenská republika vstoupila do Evropské unie, což způsobilo velmi rychlý vzestup hodnot indexu. Poté je to březen 2005. Tento mírný pokles mohla způsobit zpráva o stavu státní správy. A samozřejmě bod zlomu způsobený světovou finanční krizí – říjen 2008. Důvodem, že se zde krize projevila o rok později, může být fakt, že slovenská vláda již dříve uskutečnila důchodovou reformu a úpravy ve zdravotnictví. Změny na finském indexu jsou v březnu 2003, pokles v říjnu 2010, kdy se opět jedná o následek světové krize, a vzestup v březnu 2009.

Po zjištění již zmíněných bodů zlomu jsem provedla lineární regresi na jednotlivých částech hodnot indexů. Cílem této operace byla identifikace vhodných statistických modelů a identifikace jeho parametrů. Tyto parametry určuje přímkou, kterou jsem každou oblast dat proložila. Poté jsem určila, z kolika procent je variabilita závisle proměnné správná.

Pomocí exponenciálního vyrovnávání jsem určila predikce již zmíněných burzov-

ních indexů. Protože jsem data měla většinou do konce roku 2009, mohu teď provést kontrolu predikovaných hodnot. Českému indexu PX jsem předurčila vzestup, což se také stalo. Toto ilustruji v grafu, viz příloha 5, obrázek A.7. U slovenského indexu jsem naopak predikovala snižování hodnot, které také ilustruji na grafu, viz příloha 5, obrázek A.8. U finského indexu OMXH25 jsem hodnoty predikcí určila nejdříve jako rostoucí a poté opět klesající. Dle přílohy 5, obrázek A.9, lze soudit, že tato predikce by mohla být také správná.

Summary

The first chapter is devoted to the financial crisis and stock markets. I listed common characteristics of crises and some of the recent financial crises. I wrote about their positive and negative consequences. Then I focused on the stock market. I explained the terms: share, rate and stock index.

In the second chapter, I explained the concepts of time series analysis, such as decomposition of time series, trend analysis and exponential smoothing. I also described the other statistical methods that could be used for this problem.

The practical part of my thesis is based on an analysis of the Czech PX index, Slovak SAX Index, and Finnish OMXH25 index. In the analysis of the indices, I started testing the presence of structural changes. In all three indices I showed this problem, so I made another series of tests to identify points of change in the program R.

The changes for the Czech index points are present in September 2001, when the notice of social doctrine CR was taking, and in October 2007, which is a consequence of the global financial crisis. At these points, I evaluated Slovak changes in the structure index SAX in August 2004 when the Slovak Republic joined the European Union, which caused a very rapid increase in index value. Then it is March 2005. This slight decrease could cause a report on the state government. And of course the breaking point due to the global financial crisis – October 2008. Changes in the Finnish index are in March 2003, a decrease in October 2010, when it is again a consequence of the global crisis, and the rise in March 2009.

After the findings already the mentioned breaking point I carried out a linear regression on different parts of the index value. The aim of this operation was the identification of appropriate statistical models and identification of its parameters. These parameters are determined by line that I have smoothed for every area of data. Then I determined what percentage of the variability of dependent variable is correct.

Exponential smoothing was also implemented in the program Statistica. For this operation, I chose a different size of smoothing factor α , I have also tried models without trend and with a constant trend and a different seasonality.

Literatura

- [1] ARLT, Josef; ARLTOVÁ, Markéta; RUBLÍKOVÁ, Eva. Analýza ekonomických časových řad s příklady. Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, 2002. 147 s.
- [2] Burza cenných papírů Praha [online]. [cit. 2009-10-2]. Dostupný z WWW: <<http://www.bcpcp.cz/Statistica/Burzovni-Indexy/Detail.aspx?bi=1>>.
- [3] Burza cenných papierov Bratislava [online]. [cit. 2009-10-2]. Dostupný z WWW: <http://www.bsse.sk/obchodovanie/indexy/_IndexHistoria.aspx?Idx=SAX>.
- [4] CIPRA, Tomáš. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. 1. vyd. Praha: SNTL, 1986. 248 s. ISBN 04-012-86.
- [5] Co je to akciový index [online]. 2000-2010, 22.7.2003 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.penize.cz/15730-co-je-to-akciový-index>>. ISSN 1213-2217.
- [6] Časové řady [online]. 2008 , 4.11.2009 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://homen.vsb.cz/oti73/cdpast1/KAP10/KAP10.HTM>>.
- [7] ČERMÁKOVÁ, Anna. Statistika II. České Budějovice : JU ZF :České Budějovice, 1998. 135 s.
- [8] ČULÍK, Jan. Britské listy: Vysvětlete podstatu finanční krize [online]. 2004, 9.10.2008 [cit. 2010-01-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.blisty.cz/art/43111.html>>. ISSN 1213-1792.
- [9] EICHENGREEN, Barry J. Financial crisis and what to do about them. Oxford University Press. 2002. 194 s. ISBN 0-19-925743-4.
- [10] HECZKO, Stanislav. Finanční krize jako projev globalizace [online]. 2008, 3.12.2008 [cit. 2010-01-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.sds.cz/view.php?cislocianku=2008120301>>.

- [11] HOLANOVÁ, Tereza. Finanční krize – co je to. Co ulpělo v prstokladu T. H.. [s.l.] : [s.n.], 25.11.2009 [cit. 2010-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://zelvinkaterinka.blog.cz/0911/financni-krize-co-je-to>>.
- [12] Krach na newyorské burze [online]. 2009, 24.10.2009 [cit. 2010-01-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.vlada.cz/scripts/modules/diary/action.php?id=149>>.
- [13] MAZUR, Jiří. Akciový trh [online]. 2007 , 7.2.2007 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://zpravy.penezovod.cz/ARDEUSNEWS/ARCHIV-CLANKU/Akciovy-trh.html>>.
- [14] MISHKIN, Frederic S. Anatomy of a financial crisis. *Evolutionary Economics*. 1992, 2, s. 115-130.
- [15] Nasdaq OMX Nordic [online]. [cit. 2009-10-2]. Dostupný z WWW: <<http://www.nasdaqomxnordic.com/indexes/historical>>.
- [16] OMX Helsinky 25 Index [online]. 2010 [cit. 2010-04-5]. Dostupný z WWW: <https://indexes.nasdaqomx.com/docs/methodology_OMXH25.pdf>.
- [17] POLOLÁNÍK, Lukáš. Finanční krize – jak to začalo [online]. 2000 [cit. 2008-10-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.finance.cz/zpravy/finance/195113/>>.
- [18] POLOLÁNÍK, Lukáš. Indikátory světových akciových trhů [online]. 1996–2007, 10.12.2007 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.sfinance.cz/zpravy/finance/177990-indikatory-svetovych-akciovych-trhu/>>.
- [19] Popis indexu PX [online]. 1998-2009 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.bcphp.cz/dokument.aspx?k=Burzovni-Indexy>>.
- [20] SAX Index [online]. 1994, 19.1.2010 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.bsse.sk/obchodovanie/indexy/IndexSAX.aspx>>.
- [21] TESAŘ, Luděk. Finanční krize a její dopady na obce a města [online]. 2004 – 2009, 2008 [cit. 2010-01-20]. Dostupný z WWW: <http://www.regionservis.cz/document/filename/2545/P__sp_vek_Lud_k_Tesa_.pdf>.
- [22] ZEILEIS, Achim; LEISCH, Friedrich; HORNIK, Kurt; KLEIBER, Christian. Strucchange: An R Package for Testing for Structural Change in Linear Regression Models. *Journal of Statistical Software*. 2002. Dostupné z WWW: <<http://www.jstatsoft.org/v07/i02/>>.

Seznam obrázků

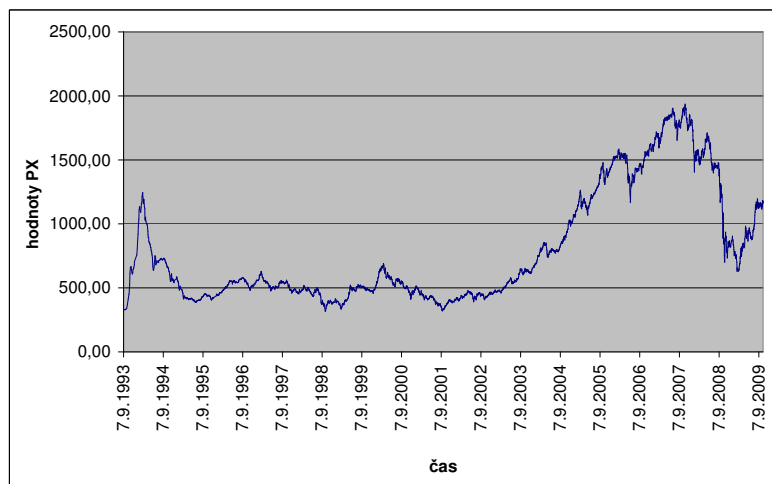
3.1	Index PX – 1. strukturální změna	24
3.2	Index PX – 2. strukturální změna	25
3.3	Index PX – 1. bod změny	25
3.4	Index PX – 2. bod změny	26
3.5	Index SAX – 1. strukturální změna	27
3.6	Index SAX – 2. strukturální změna	28
3.7	Index SAX – 3. strukturální změna	28
3.8	Index SAX – 1. bod změny	29
3.9	Index SAX – 2. bod změny	29
3.10	Index SAX – 3. bod změny	30
3.11	Index OMXH25 – Strukturální změna	31
3.12	Index OMXH25 – 1. bod změny	32
3.13	Index OMXH25 – 2. bod změny	32
3.14	Index OMXH25 – 3. bod změny	33
3.15	Index PX – bez trendu, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$	34
3.16	Index PX – bez trendu, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$	35
3.17	Index PX – bez trendu, multiplikační sezónnost, $\alpha = 0,8$	35
3.18	Index PX – lineární trend, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$	35
3.19	Index PX – lineární trend, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$	36
3.20	Index PX – lineární trend, multiplikační sezónnost, $\alpha = 0,8$	36
3.21	Index SAX – bez trendu, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$	37
3.22	Index SAX – bez trendu, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$	38
3.23	Index SAX – bez trendu, multiplikační sezónnost, $\alpha = 0,8$	38
3.24	Index SAX – lineární trend, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$	38
3.25	Index SAX – lineární trend, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$	39
3.26	Index SAX – lineární trend, multiplikační sezónnost, $\alpha = 0,8$	39
3.27	Index OMXH25 – bez trendu, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$	40
3.28	Index OMXH25 – bez trendu, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$	41
3.29	Index OMXH25 – bez trendu, multiplikační sezónnost, $\alpha = 0,8$	41

3.30	Index OMXH25 – lineární trend, žádná sezónnost, $\alpha = 0,8$	41
3.31	Index OMXH25 – lineární trend, aditivní sezónnost, $\alpha = 0,8$	42
3.32	Index OMXH25 – lineární trend, multiplikační sezónnost, $\alpha = 0,8$	42
A.1	Index PX – původní hodnoty	51
A.2	Index PX – měsíční průměry	51
A.3	Index SAX – původní hodnoty	52
A.4	Index SAX – měsíční průměry	52
A.5	Index OMXH25 – původní hodnoty	53
A.6	Index OMXH25 – měsíční průměry	53
A.7	Index PX – skutečné hodnoty	57
A.8	Index SAX – skutečné hodnoty	57
A.9	Index OMXH25 – skutečné hodnoty	57

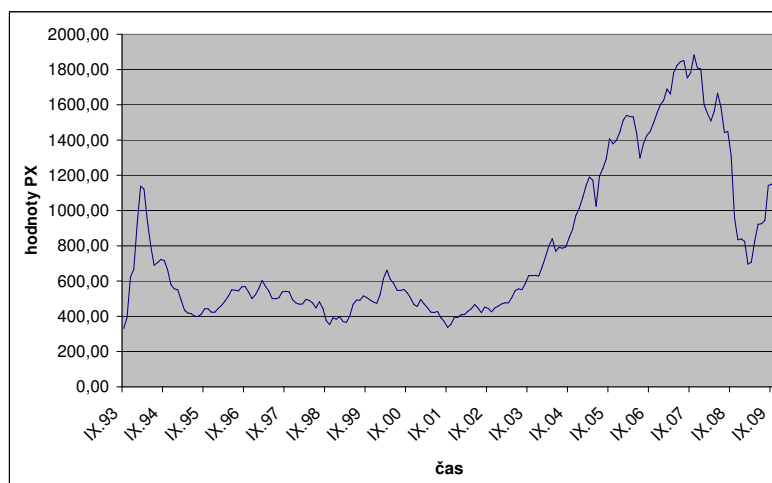
Seznam tabulek

3.1	Predikce indexu PX od října 2009	34
3.2	Predikce indexu SAX od prosince 2009	37
3.3	Predikce indexu OMXH25 od prosince 2009	40

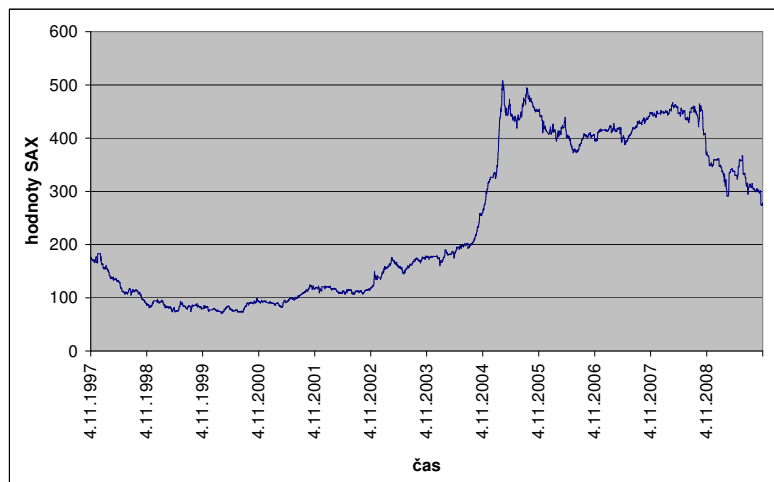
Příloha 1



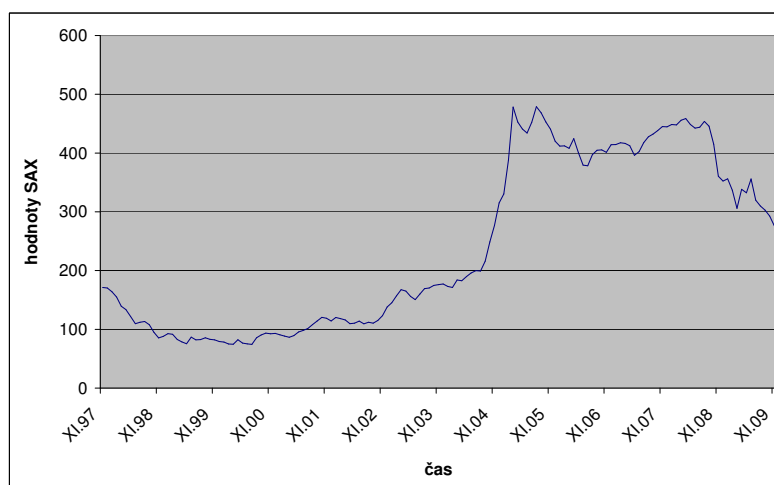
Obrázek A.1: Index PX – původní hodnoty



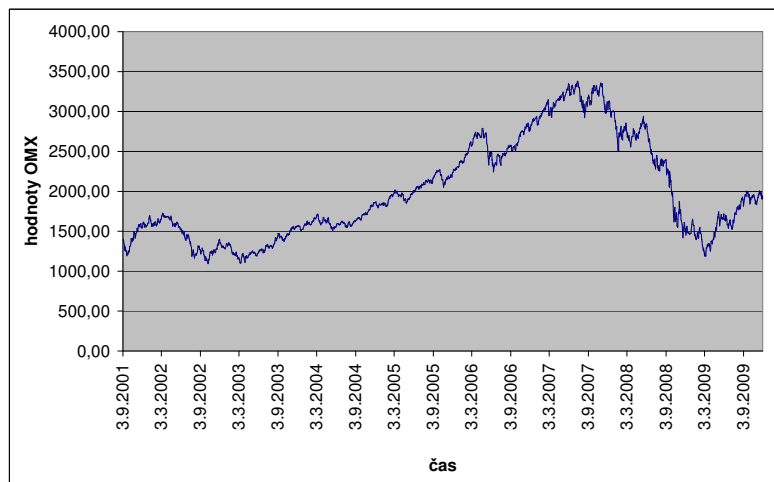
Obrázek A.2: Index PX – měsíční průměry



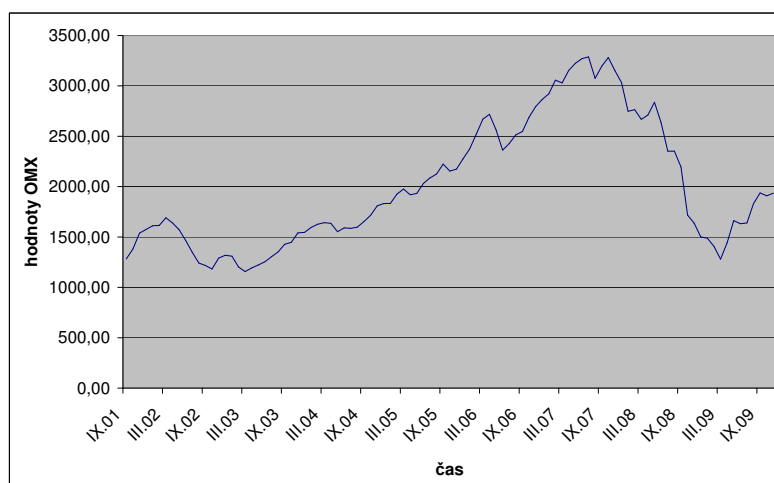
Obrázek A.3: Index SAX – původní hodnoty



Obrázek A.4: Index SAX – měsíční průměry



Obrázek A.5: Index OMXH25 – původní hodnoty



Obrázek A.6: Index OMXH25 – měsíční průměry

Příloha 2

```
PX$time<-with(PX,1:194)
start.window <- c(1995,6)
end.window <- c(2007,6)
start.window <- c(2001,10)
end.window <- c(2009,10)
PX.cr<-ts(cbind(PX$Hodnoty,PX$time), start=c(1993, 9), freq=12)
colnames(PX.cr)<-c("PX.index", "time")
PX1<-window(PX.cr, start=start.window)
coint.res<-residuals(lm(PX.index\textasciitilde time, data=PX1))
coint.res<-lag(ts(coint.res, start=start.window, freq=12), k=-1)
PX1<-cbind(PX1,diff(PX1), coint.res)
PX1<-window(PX1, start=start.window, end=end.window)
colnames(PX1)<-c("PX1.index", "PX1.time", "PX1.diff.index",
  "PX1.diff.time", "coint.res")
PX1.ecm.model<-PX1.diff.index\textasciitilde coint.res+PX1.diff.time
ocus<-efp(PX1.ecm.model, type="OLS-CUSUM", data=PX1)
PX1.bound.ocus<-boundary(ocus, alpha=0.05)
sctest(ocus)
plot(ocus)
PX2<-window(PX1, start=c(2000,6), end=c(2003,6))
PX2.F<-Fstats(PX1.ecm.model, data=PX2)
plot(PX2.F)
breakpoints(PX2.F)
lines(breakpoints(PX2.F))
PX3<-window(PX1, start=c(2004,1), end=c(2008,12))
PX3.F<-Fstats(PX1.ecm.model, data=PX3)
plot(PX3.F)
breakpoints(PX3.F)
lines(breakpoints(PX3.F))
```

Příloha 3

```
start.window <- c(2004,6);
end.window <- c(2009,11);
SAX$time<-with(SAX,1:145)
SAX.cr<-ts(cbind(SAX$hodnoty, SAX$time), start=c(1997,11), freq=12)
colnames(SAX.cr)<-c("SAX.index","time")
SAX1<-window(SAX.cr, start=start.window)
coint.res<-residuals(lm(SAX.index~time, data=SAX1))
coint.res<-lag(ts(coint.res, start=start.window, freq=12), k=-1)
SAX1<-cbind(SAX1,diff(SAX1), coint.res)
SAX1<-window(SAX1, start=start.window, end=end.window)
colnames(SAX1)<-c("SAX1.index", "SAX1.time", "SAX1.diff.index", "SAX1.diff.time",
SAX1.ecm.model<-SAX1.diff.index~coint.res+SAX1.diff.time
ocus<-efp(SAX1.ecm.model, type="OLS-CUSUM", data=SAX1)
SAX1.bound.ocus<-boundary(ocus, alpha=0.05)
sctest(ocus)
plot(ocus)
SAX1.F<-Fstats(SAX.index~1, data=SAX1)
plot(SAX1.F)
breakpoints(SAX1.F)
lines(breakpoints(SAX1.F))
SAX2<-window(SAX1, start=c(2003,11), end=c(2005,2))
SAX2.F<-Fstats(SAX1.ecm.model, data=SAX2)
plot(SAX2.F)
breakpoints(SAX2.F)
lines(breakpoints(SAX2.F))
SAX3<-window(SAX1, start=c(2003,12), end=c(2006,12))
SAX3.F<-Fstats(SAX1.ecm.model, data=SAX3)
plot(SAX3.F)
breakpoints(SAX3.F)
lines(breakpoints(SAX3.F))
SAX4<-window(SAX1, start=c(2007,1), end=c(2009,6))
SAX4.F<-Fstats(SAX1.ecm.model, data=SAX4)
plot(SAX4.F)
breakpoints(SAX4.F)
lines(breakpoints(SAX4.F))
```

Příloha 4

```
OMX$time<-with(OMX,1:99)
start.window <- c(2001,9);
end.window <- c(2009,11);
OMX.cr<-ts(cbind(OMX$prumer, OMX$time), start=c(2001,9), freq=12)
colnames(OMX.cr)<-c("OMX.index","time")
OMX1<-window(OMX.cr, start=start.window)
coint.res<-residuals(lm(OMX.index~time, data=OMX1))
coint.res<-lag(ts(coint.res, start=start.window, freq=12), k=-1)
OMX1<-cbind(OMX1,diff(OMX1), coint.res)
OMX1<-window(OMX1, start=start.window, end=end.window)
colnames(OMX1)<-c("OMX1.index", "OMX1.time", "OMX1.diff.index", "OMX1.diff.time",
OMX1.ecm.model<-OMX1.diff.index~coint.res+OMX1.diff.time
ocus<-efp(OMX1.ecm.model, type="OLS-CUSUM", data=OMX1)
OMX1.bound.ocus<-boundary(ocus, alpha=0.05)
sctest(ocus)
OMX1<-window(OMX1, start=c(2004,7), end=c(2007,1))
OMX1.F<-Fstats(OMX1.ecm.model, data=OMX1)
plot(OMX1.F)
breakpoints(OMX1.F)
lines(breakpoints(OMX1.F))
OMX2<-window(OMX1, start=c(2002,12), end=c(2005,2))
OMX2.F<-Fstats(OMX1.ecm.model, data=OMX2)
plot(OMX2.F)
breakpoints(OMX2.F)
lines(breakpoints(OMX2.F))
OMX3<-window(OMX1, start=c(2006,8), end=c(2008,3))
OMX3.F<-Fstats(OMX1.ecm.model, data=OMX3)
plot(OMX3.F)
breakpoints(OMX3.F)
lines(breakpoints(OMX3.F))
OMX4<-window(OMX1, start=c(2008,4), end=c(2009,11))
OMX4.F<-Fstats(OMX1.ecm.model, data=OMX4)
plot(OMX4.F)
breakpoints(OMX4.F)
lines(breakpoints(OMX4.F))
```

Příloha 5



Obrázek A.7: Index PX – skutečné hodnoty

Zdroj: <http://www.bcpp.cz/Statistika/Burzovni-Indexy/Detail.aspx?bi=1>



Obrázek A.8: Index SAX – skutečné hodnoty

Zdroj: http://www.bsse.sk/obchodovanie/indexy/_IndexHistoria.aspx?Idx=SAX



Obrázek A.9: Index OMXH25 – skutečné hodnoty

Zdroj: http://www.nasdaqomxnordic.com/indexes/historical_prices/?Instrument=FI0008900212