

Mendelova univerzita v Brně

Provozně ekonomická fakulta

Ústav statistiky a operačního výzkumu

**Studie závislosti středoevropských burzovních
indexů**

Diplomová práce

Vedoucí práce

doc. Ing. Václav Adamec, Ph.D.

Autor

Bc. Lenka Pěchová

Brno 2011

Chtěla bych poděkovat doc. Ing. Václavu Adamcovi, Ph.D za odborné vedení práce, cenné rady, informace a připomínky, které mi poskytl při zpracování diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně za použití zdrojů uvedených v seznamu literatury.

V Brně dne 21. května 2011

.....

Abstrakt

Pěchová, L. *Studie závislosti středoevropských burzovních indexů*. Diplomová práce. Brno, 2011.

Předkládaná diplomová práce se zabývá problematikou závislostí mezi akciovými indexy. Za indexy reprezentující akciový trh jsou vybrány indexy pražské, vídeňské, varšavské, budapeštské a frankfurtské burzy, jedná se o indexy PX, ATX, WIG20, BUX a DAX. Část práce je věnována popisu vývoje indexů pomocí jednorozměrných modelů a popisem nastalých událostí během sledovaného období. V další části je zhodnocena vzájemná závislost a určen řád zpoždění mezi vybranými indexy a také společným indexem vídeňské, pražské a budapeštské burzy indexem CEETX.

Klíčová slova: akciové indexy, závislost, korelační analýza, jednorozměrný model, VAR model, Grangerova kauzalita.

Abstract

This diploma thesis deals with the relationships between stock indices. The indices representing the stock market are selected indexes in Prague, Vienna, Warsaw, Budapest and Frankfurt stock exchanges, it is a PX index, ATX, WIG20, BUX and DAX. Part of the work is devoted to describing the development of indices using one-dimensional models and a description of events occurring during the reporting period. In the next part is evaluated the interdependence and determined by of procedure delays between selected indices and also a common index of Vienna, Prague and the Hungarian stock index CEETX.

Keywords: stock indexes, dependency, correlation analysis, simular model, VAR model, Granger causality.

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. CÍLE PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	12
3.1. ZÁVISLOSTI BURZOVNÍCH INDEXŮ	12
3.2. DRUHY BURZOVNÍCH INDEXŮ	14
3.3. METODY KONSTRUKCE BURZOVNÍCH INDEXŮ	15
3.4. CHARAKTERISTIKA BURZ A JEJICH INDEXŮ	16
3.4.1. <i>Burza cenných papírů Praha</i>	16
3.4.2. <i>Burza cenných papírů Vídeň</i>	18
3.4.3. <i>Burza cenných papírů Varšava</i>	20
3.4.4. <i>Burza cenných papírů Budapešť</i>	22
3.4.5. <i>Burza cenných papírů Frankfurt</i>	24
3.4.6. <i>Index CEETX</i>	27
4. MATERIÁL A METODIKA	29
4.1. CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÝCH DAT	29
4.1.1. <i>Výpočet indexu PX</i>	29
4.1.2. <i>Výpočet indexu ATX</i>	29
4.1.3. <i>Výpočet indexu WIG 20</i>	30
4.1.4. <i>Výpočet indexu BUX</i>	30
4.1.5. <i>Výpočet indexu DAX</i>	31
4.2. REGRESNÍ A KORELAČNÍ ANALÝZA	31
4.2.1. <i>Koeficient korelace</i>	32
4.3. ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD	32
4.3.1. <i>Modelování časových řad</i>	33
4.3.2. <i>Korelace časových řad</i>	33
4.4. BOX–JENKINSOVA METODOLOGIE	34
4.4.1. <i>Autokorelační funkce (ACF) a parciální autokorelační funkce (PACF)</i>	35
4.4.2. <i>Autoregresní proces AR</i>	35
4.4.3. <i>Proces klouzavých průměrů MA</i>	36
4.4.4. <i>Procesy ARMA</i>	37
4.4.5. <i>Rozšířený Dickey-Fullerův test</i>	37
4.5. VAR MODELY	38
4.6. GRANGEROVA KAUZALITA.....	39
5. VÝSLEDKY A DISKUSE	40
5.1. TESTOVÁNÍ JEDNOTKOVÝCH KOŘENŮ.....	40
5.2. KORELAČNÍ ANALÝZA	40
5.3. JEDNOROZMĚRNÁ ANALÝZA	42
5.4. VAR MODEL	48
5.5. GRANGEROVA KAUZALITA.....	51

6.	ZÁVĚR.....	56
7.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	59
8.	SEZNAM TABULEK A OBRÁZKŮ	63
8.1.	SEZNAM TABULEK	63
8.2.	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
9.	SEZNAM PŘÍLOH.....	64

1. Úvod

Burzovní indexy jsou významné ekonomické a finanční ukazatele popisující vývoj celého burzovního trhu. Představují souhrnné finanční indikátory, které pro investory znamenají zjednodušenou orientaci na vývoji trhu – zda klesá či roste. V dnešní době se jedná o velmi rozšířený a využívaný instrument, kde každá burza má svůj vlastní oficiální index.

Historicky nejstarším indexem je americký akciový index Dow Jones Industrial Average (DJIA), který vytvořil Charles Dow již v roce 1896. Původní index zahrnoval pouze dvanáct akcií včetně společnosti General Electric, kterou jako jedinou stále nalezneme v tomto indexu. Samotná historie vzniku burzovního obchodování sahá ještě dále a již ve 12. století uzavírali italsí obchodníci první obchody s cennými papíry a předmětem těchto obchodů byly směnky, které představovaly bezpečný a levný prostředek převodu peněz mezi různými místy. Avšak první burza cenných papírů byla založena až v roce 1531 v Antverpách, kde probíhaly obchody se smenkami, zlatými a stříbrnými mincemi. Také zde proběhla první emise obligací města Antverpy. V následujících letech vznikaly v západní Evropě další burzy, ve Frankfurtu či v Londýně.

Ve střední Evropě byla první oficiální burza založena ke konci 18. století ve Vídni. Tato burza byla založena v roce 1771 Marií Terezií jako státní instituce a z počátku se obchodovalo pouze s dluhopisy a zahraničními měnami. V 19. století rozmach zakládání burz pokračoval a již v roce 1817 byla otevřena první polská burza ve Varšavě. V roce 1864 následovala burza v Pešti a od roku 1871 oficiálně vzniká pražská burza. Během světových válek byly všechny burzy uzavřeny a po druhé světové válce bylo s jistými omezeními obnoveno obchodování pouze na burze ve Vídni. Ve zbývajících zemích došlo k oživení burzovního obchodování až po roce 1989.

Měřítkem velikosti a významnosti burzy je její tržní kapitalizace, tj. počet obchodovaných cenných papírů násobených kurzem. Nejvýznamnějšími nadnárodními burzami jsou burzy v New Yorku, Tokiu a Londýně. V rámci Evropy je nejvýznamnější mezinárodní burzou, burza ve Frankfurtu.

Dvacáté století bylo ve znamení vzrůstajícího významu těchto finančních center a výše uvedené nadnárodní burzy začaly plnit funkci burz mezinárodních. Především do Spojených států mířily stovky zahraničních společností, díky kterým burzovní obchodování vzkvétalo, a ceny akcií rostly. Toto období rozkvětu přerušil říjen 1929, kdy burzovním světem otřásl krach na newyorské

burze. Následná hospodářská krize se rozšířila do celého světa a vyžádala si množství bankrotů a také zástupů nezaměstnaných.

Až s rozvojem výpočetní techniky nastala zásadní změna v burzovním obchodování, kdy se během 70. a 80. let začaly používat počítačové sítě a elektronické systémy pro zadávání příkazů. V této době také oficiálně vznikl organizovaný mimoburzovní trh, jenž fungoval pouze neformálně. Vznikaly i nové finanční instrumenty jako například finanční deriváty, jež umožňovaly zajištění proti riziku. Pokračující globalizace je charakteristická pro devadesátá léta, ve kterých význam informačních technologií zažívá největší rozmach a zpřístupnění internetu téměř každému rozhodlo o vzniku nového fenoménu, čímž je obchodování s akciami on-line. Rozmach výpočetní techniky a rozšiřující se globalizace sebou nese i různá úskalí, a to především šíření informací, které mohou vyústit v krizi, jako tomu bylo u hypoteční krize na americkém kontinentě, která se postupně rozšířila do celého světa.

Devadesátá léta 20. století jsou také ve znamení zavádění oficiálních burzovních indexů středoevropských burz. Index frankfurtské burzy DAX, byl zaveden o něco dříve, a to v roce 1988. Každá burza má tak jeden oficiální index, vedle kterého mohou zavádět další například oborové nebo regionální indexy. Jedná se o nový druh obchodování, díky kterému stačí investorovi sledovat místo několika desítek či stovek kurzů pouze jediné číslo.

2. Cíle práce

Cílem této práce je určit závislosti mezi indexy pražské burzy PX, vídeňské burzy ATX, varšavské burzy WIG20, budapeštské burzy BUX, frankfurtské burzy DAX a indexem CEETX.

První část práce je zaměřena na zkoumání vzájemné korelace mezi vybranými akciovými indexy. K tomuto účelu je využito korelační analýzy, jejímž cílem je zjistit, zda mezi indexy existuje pozitivní, negativní či nulová vzájemná korelace a jaká je těsnost závislosti. Jednotlivé hodnoty budou prezentovány pomocí korelační matice a podle korelačních koeficientů, jež budou vypočítány pro první diference indexů, aby nebyla porovnávána závislost mezi nestacionárními časovými řadami (Random Walk), bude mezi jednotlivými indexy určena jejich závislost.

Druhá část práce je tvořena jednorozměrnými modely. Budou uvedeny modely s indexy PX, BUX a WIG20 jako závisle proměnnými na indexu ATX a dále modely, kde jako závisle proměnné budou indexy ATX a PX na indexu DAX. Vývoj mezi uvedenými dvojicemi indexů bude interpretován pomocí grafů časové řady a popsán podle aktuálního ekonomického vývoje na akciových trzích. Při popisu bude největší důraz kladen na index pražské burzy PX.

V rámci této části práce se budu snažit buď přijmout, nebo zamítnout hypotézy:

- vývoj pražské, varšavské a budapeštské burzy je závislý na vývoji burzy vídeňské,
- vývoj pražské a vídeňské burzy je určen vývojem na frankfurtské burze.

V prvních dvou částech budou využity první diference denních uzavíracích hodnot zvolených indexů v období od 4. ledna 2010 do 28. února 2011. V dalších dvou částech budou využity první diference 5ti minutových hodnot za období od 6. do 11. dubna 2011.

V třetí části jsou závislosti mezi indexy zkoumány pomocí modelu VAR, jenž bude sestaven vždy pro tři indexy. Indexy ATX a DAX, které postupně budou doplňovat indexy PX, BUX a WIG20. Budou potvrzeny nebo zamítnuty hypotézy o závislosti indexů pražské, budapeštské a varšavské burzy na indexech burzy vídeňské a frankfurtské.

Poslední čtvrtá část zobrazuje, zda mezi indexy jsou prokazatelné příčinné vztahy či nikoliv, z části jsou již uvedeny u modelů VAR. Pro ověření této souvislosti bude využito testu Grangerovy kauzality. Řád zpoždění pro jednotlivé indexy bude určen pomocí vzájemných korelogramů.

Také bude zhodnoceno zavedení nového indexu CEETX, který zahrnuje nejvíce obchodované akcie členů čtyř burz (pražské, vídeňské, budapeštské a lublaňské). V závěru bude uveden vývoj informační efektivnosti, s ohledem na rozvoj nových technologií, které se nejvíce odrážejí v přenosu informací a v propojování jednotlivých trhů.

3. Literární přehled

Svoboda a kol., 2006 definuje index jako průběžně vypočítávaný barometr, jenž spojuje kurzovní vývoj mnoha jednotlivých cenných papírů (akcií, dluhopisů) do jedné číselné hodnoty. Je nově sestavovaný v pravidelných časových odstupech a podle transparentních a předem známých kritérií (tržní kapitalizace, objemy burzovních obchodů). Slouží k jednoduššímu porovnávání konkrétní investice s vývojem daného trhu.

Burzovní indexy jsou velmi sledovaným indikátorem vývoje kurzů cenných papírů, jež soustřeďují pohyby cen mnoha stejnorodých cenných papírů do jediného čísla, které vypovídá o vývojových tendencích trhu. Jsou i určitým měřítkem pro posuzování dlouhodobých výnosů z kapitálu z pozice investora neboť odrážejí jak současný stav vývoje kurzů cenných papírů, tak i dlouhodobé trendy (Rejnuš, 2001).

3.1. Závislosti burzovních indexů

Závislostmi mezi indexy se zabývá celá řada autorů. Větší část studií se snaží prokázat vliv amerických indexů na indexy evropské. Za průlomovou studii v této oblasti je považován výzkum autorů Eun, Shim, 1989, kteří pomocí VAR modelu analyzovali denní výnosy devíti indexů během období 1980 – 1985, tedy zda americký akciový trh ovlivňuje ostatní světové akciové indexy a jak rychle tyto informace přejdou do cen těchto indexů. Nezkoumali vzájemný vztah, ale jednostrannou závislost, kde dospěli k závěru, že nové informace z amerického trhu se nejdéle do dvou dnů projeví i na ostatních trzích.

Príspevek Baumöhla z roku 2009 se zabývá zkoumáním vztahů mezi americkým akciovým trhem a akciovými trhy dalších zemí, cílem je poukázat na významnost efektu nesynchronního obchodování. Tento jev spočívá ve skutečnosti, kdy v získaných časových řadách za stejné období se vyskytuje různý počet obchodních dnů, způsobených rozdílným počtem státních a církevních svátků. Tato nesynchronnost může způsobovat zdánlivou autokorelaci v časových řadách. I Baumöhl, stejně jako Eun a Shim, dospěl k závěru, že mezi americkými a ostatními zkoumanými indexy existují významné oboustranné vztahy.

Statistickou analýzou vybraných evropských akciových indexů se zabývali Trešl a Blatná, 2008 z VŠE, kteří ve své studii porovnávají chování akciových trhů v podmínkách střeoevropských států (Slovenské republiky, Maďarska, Polska a České republiky) a ve vyspělých západoevropských zemích (Itálie, Velká Británie, Francie a Německo). Ve studii byl jednoznačně prokázán vliv

západoevropských trhů na trhy středoevropské. Dále výnosy indexu PX statisticky významně ovlivňují výnosy indexů BUX a WIG, u západoevropských se ukazuje vyšší vliv indexu DAX a UKX.

Studie autorů Egert, Kočenda, 2005 srovnává vzájemné vztahy mezi třemi akciovými trhy ve střední Evropě (BUX, PX-50, WIG20), v západní Evropě (DAX, CAC, UKX) a propojení, která mohou mezi nimi existovat od poloviny roku 2003 do začátku roku 2005 s 5ti minutovou frekvencí dat. Korelační koeficienty mezi středoevropskými indexy jsou poměrně nízké a činí přibližně 0,2. Mezi jednotlivými trhy střední a západní Evropy jsou mírně vyšší (0,3). Silný vztah je mezi indexy západoevropského akciového trhu. Pro analýzu využili testu Grangerovy kauzality a výsledky prokázaly obousměrnou kauzalitu všech 15ti možných dvojic. Tedy například změny v indexu BUX mají tendenci vyvolávat změny v indexu PX-50 a WIG20 a naopak. Změny v západoevropských akciových trzích ovlivňují kolísání ve východní Evropě, což platí i naopak.

Rigorózní práce Roženského, 2008 na téma IPO na středoevropských trzích se také v jedné části zabývá potřebou sledovat vzájemnou provázanost (nebo izolovanost) trhů za období od 1. 7. 1998 do 30. 6. 2008. Využívá korelační analýzu, která bývá doplňována testem Grangerovy kauzality, jenž alespoň u jednotlivých indexových párů odhalí, který z trhů je ovlivňující a který ovlivňovaný. Srovnáním korelace denních výnosů střední Evropy (PX, WIG20 a BUX) a západní Evropy (DAX, ATX, MIBTEL, IGBM, CAC40, AEX, SMI a FTSE100), dochází k závěru, že mezi intenzitou korelace středoevropských a západoevropských trhů není žádný zásadní rozdíl a korelace středoevropských trhů se západoevropskými se v čase zvyšuje. Jednotlivé indexové páry (PX – BUX, WIG20 – BUX, PX – WIG20) se vyvíjejí prakticky synchronizovaně, tedy žádný z těchto trhů se nevyvíjí izolovaně. Vývoj korelace pražské a polské burzy se světovými trhy (DAX, ATX, FTSE a S&P500) je velmi podobný – jejich vývoj již není determinován privatizací, díky vstupu do EU a přípravě na vstup do Eurozóny se zintenzivňují vazby mezi ekonomikami, sjednocují se cenotvorné faktory, zrychluje se přenos informací a používají se jednotné informační zdroje. Vývoj maďarského trhu je lehce odlišný. Jsou zde o něco nižší průměrné hodnoty korelačních koeficientů a korelace indexu BUX se světovými trhy vykazuje mírně klesající trend (regresní přímky klesají, vyjma rakouského trhu, který Roženský řadí mezi trhy západoevropské).

Baruník, Vácha, Křišťoufek, 2010 ve své studii analyzovali vysokofrekvenční (5ti minutové) a nízkofrekvenční (denní) údaje českého indexu PX, maďarského indexu BUX a polského indexu WIG, kde měřítkem zvolili frankfurtský akciový index DAX. Uvedené údaje zkoumali v období 2008 – 2009. Výsledkem analýzy

je výrazné propojení mezi všemi změnami akciových trhů v čase a rozdílnost frekvence. Při použití vysokofrekvenčních údajů je nejsilnější vazba českého (PX) a polského (WIG) akciového trhu. Index WIG je pozitivně ovlivněn indexem PX. Index PX také pozitivně koreluje s indexem BUX. Jde-li o závislost na indexu DAX, PX ukazuje největší závislost, WIG je také závislý a BUX vykazuje nejslabší závislost prostřednictvím různých časových období a váhy.

Martin Žigárdy, 2009 ve své bakalářské práci *Matematické modelování závislostí mezi ekonomickými veličinami* zkoumá existenci závislosti mezi kontinuálním vývojem indexu PX a kontinuálními vývoji ceny barelu ropy Západotexaského standardu, směnných kurzů dolaru a eura vůči české koruně, indexy Dow Jones a DAX. Dochází k závěru, že nejtěsnější závislost indexu PX je na indexu DAX a následně na indexu Dow Jones. Hlavním důvodem uvádí podobnost titulů, jedná se o indexy světových burz, dále dostupnost informací ze všech ostatních burz, současné obchodování stejných podniků na více burzách, případně propojení prostřednictvím stejného majitele. Závislost indexu DAX je těsnější z důvodu geografické a ekonomické blízkosti a současně je německý trh největším odběratelem českého exportu.

3.2. Druhy burzovních indexů

Burzovní indexy jsou konkrétními zástupci rozsáhlé skupiny finančních indexů, dále také podskupiny indexů cenných papírů a jiných hodnot kotovaných na burzách. Na burzách mohou být obchodovány valuty, devizy či obligace. Existují tedy indexy obligací, indexy deviz, měnové indexy aj., za nejvýznamnější jsou považovány burzovní indexy tedy indexy akcií (Gobry, 1996).

Rejnuš, 2009 dále uvádí, že existuje mnoho různých druhů akciových burzovních indexů, což je způsobeno následujícími důvody:

- Burzovní indexy nevytvářejí pouze burzy, které zveřejňují tzv. oficiální burzovní indexy, avšak v některých případech mohou být podstatně významnější indexy vytvořené jinými, zpravidla známými finančními institucemi (např. investiční bankou, brokerskou firmou, ratingovou agenturou atd.).
- Existence indexů s rozdílným počtem akciových titulů. Jedná se o tzv. široké indexy, které obsahují až několik set (příp. i více než tisíc) titulů, nebo naopak indexy úzké, které obsahují pouze několik titulů.
- Způsob výběru předmětných akcií, podle kterých rozlišujeme souhrnné indexy popisující vývoj nejznámějších akcií všech odvětví celých ekonomických regionů nebo celého světa, tak i indexy popisující vývoj

na jednotlivých burzách či jeho dílčích segmentech. Druhým typem jsou indexy výběrové, kam lze zahrnout např. oborové indexy.

- Rozdílné způsoby sestavování burzovních indexů. Jedná se především o různý přístup k problematice vlivu jednotlivých akciových titulů na hodnotu indexu, případně k vyplaceným dividendám.

Server finance.cz definuje existenci dvou základních druhů indexů takto:

- Výběrové indexy obsahují vzorek významných akcií obchodovaných na daném trhu (např. Dow Jones Industrial Average).
- Souhrnné indexy obsahují všechny akcie obchodované na daném trhu (např. NASDAQ Composite).

Z hlediska hodnoty a vývoje indexů je důležité, zda se do hodnoty burzovního indexu započítávají nebo nezapočítávají dividendy vyplacené jednotlivými společnostmi. Rozlišují se (Rejnuš, 2001):

- Indexy s nezapočítávanými dividendami – převážná většina akciových indexů. Po výplatě dividendy zpravidla poklesne akciový kurz příslušné akcie, který se promítne i do snížení hodnoty indexu.
- Indexy se započítáváním dividend – při výpočtu jejich hodnot se uvažují hodnoty jednotlivých akciových titulů i vyplacené dividendy. Tyto indexy tedy nevykazují pokles z titulu vyplacených dividend a dlouhodobě vykazují vyšší růst.

Skoro všechny významné akciové burzovní indexy jsou kalkulovány v reálném čase a s frekvencí od jedné sekundy po maximálně jednu minutu. Pouze na konkrétní burze závisí rozhodnutí o frekvenci jejich výpočtu. Rozhodující význam je ovšem i nadále přisuzován jejich uzavíracím hodnotám dosaženým v jednotlivých obchodních dnech, které jsou používány pro výpočty časových řad umožňujících analyzovat dlouhodobě vývojové trendy (Rejnuš, 2009).

3.3. Metody konstrukce burzovních indexů

Podle Rejnuše, 2001 se metody konstrukce burzovních indexů a vypovídací schopnost mění podle použité metodiky:

- a) Cenově vážený index, kde vahami tohoto indexu jsou aktuální ceny akcií. Tyto indexy jsou citlivé na změny akcií s vyššími kurzy. Takto je konstruován například Dow Jones Industrial Average (DJIA).

- b) Hodnotově vážený indexy, kde každá akcie v tomto indexu je vážena svou tržní kapitalizací na celkové tržní hodnotě všech firem. Je to například index Standard & Poor's 500.

Vedle těchto dvou nejpoužívanějších způsobů existují také i další možnosti konstrukce, které nejsou v praxi příliš využívány. Jedná se o stejně vážený index, jenž server domacifinance.cz definuje:

- c) Stejně vážený index, který je založen na principu, kde každá akcie je stejně vážena.

3.4. Charakteristika burz a jejich indexů

Každá burza má nejen vlastní historii, ale také si definuje a vypočítává vlastní indexy, z nich vždy jeden je oficiální.

3.4.1. Burza cenných papírů Praha

3.4.1.1. Historie burzy

První snahy o založení burzy jsou zaznamenány již v době Marie Terezie, avšak úspěchu bylo dosaženo až v roce 1871. Na pražské burze se nejprve obchodovalo s cennými papíry a s komoditami (všechny druhy zboží, včetně obilí a ostatních zemědělských plodin). Velmi úspěšná byla v obchodu s cukrem, ve kterém se stala klíčovým trhem pro celé Rakousko-Uhersko (pse.cz). Dědič, 1992 dále uvádí, že se s cukrem obchodovalo až do roku 1915, kdy byl obchod zcela zastaven. Po první světové válce se obchoduje pouze s cennými papíry, obchod s cukrem se již neobnovil. Byly sestavovány kurzy cukru, ale vlastní obchod se konal mimo burzu.

Meziválečné období bylo pro pražskou burzu obdobím největšího rozmachu. Byla dokonce významnější než burza vídeňská. Období prosperity vystřídala druhá světová válka, jež znamenala konec obchodování na burze na více než 40 let. Na tuto tradici mohla burza navázat až po pádu komunismu (pse.cz). Dle Dědiče, 1992 k oživení zájmu o burzu jako organizovanou formu trhu došlo až po listopadu 1989. Snahy se ovšem ubíraly dvěma samostatnými směry, což vedlo k přijetí dvou samostatných burzovních zákonů, a to zákona o burze cenných papírů a zákona o komoditních burzách, které se liší ve své koncepci pojetí burzy jako právnické osoby.

Burza cenných papírů Praha, a.s. vznikla 24. listopadu 1992 a 6. dubna 1993 se uskutečnily první obchody, kdy zahájila obchodování se 7 emisemi cenných papírů. Ještě v tomto roce bylo v rámci první vlny kuponové privatizace na burzu uvedeno téměř tisíc emisí akcií. Zahájení výpočtu oficiálního indexu PX (PX 50) proběhlo 5. dubna 1994. V roce 1995 bylo uvedeno dalších 674 emisí

akcií z druhé vlny kuponové privatizace. Většina z upsaných emisí v kuponové privatizaci byla v roce 1997 stažena z burzovního trhu z důvodu nízké likvidity. V roce 1998 bylo zahájeno obchodování v systému SPAD (Systém pro podporu trhu akcií a dluhopisů). V lednu 1999 byl zaveden nový, kontinuálně propočítávaný index PX-D. Od roku 2004 je burza řádným členem FESE (Federace evropských burz). V květnu téhož roku udělila americká Komise pro cenné papíry a burzy pražské burze statut definované zahraniční burzy a zařadila ji do prestižního seznamu neamerických burz bezpečných pro investory. V roce 2006 burza zahájila obchodování s investičními certifikáty, futures a warranty na oficiálním volném trhu. 1. února 2007 byla udělena licence pro Energetickou burzu Praha a o pět měsíců později se na burze začalo obchodovat. Také byl zahájen provoz internetových stránek pro investory.

Majoritním akcionářem Burzy cenných papírů Praha se 8. 12. 2008 stala Wiener Börse AG, jejíž podíl na základním kapitálu burzy činí 92,739 % (pse.cz).

3.4.1.2. Index PX

Index PX je oficiálním indexem pražské burzy, jenž se stal nástupcem indexu PX 50, převzal jeho historické hodnoty a spojitě na něj navázal. Výchozím datem výpočtu byl 5. duben 1994, ke kterému byla sestavena báze 50 emisí a určena hodnota 1000 bodů. První výpočet indexu PX proběhl 20. března 2006 a dividendy se do výpočtu nezapočítávají.

Revize výpočtu indexu probíhá vždy první burzovní den následující po třetím pátku v měsících březnu, červnu, září a prosinci. Index je přepočítáván každých 15 sekund v době obchodování na základě tržní kapitalizace.

3.4.1.3. Struktura indexu PX

Index PX se k 30. 11. 2010 skládá ze 14 titulů, které jsou i s tržními podíly uvedeny v tabulce č. 1.

Tab. č. 1: Struktura indexu PX k 30. 11. 2010

Titul	Odvětví	Podíl v %
ERSTE GROUP BANK	Bankovníctví	27,70
ČEZ	Energetika	23,08
KOMERČNÍ BANKA	Bankovníctví	17,71
TELEFÓNICA O2 C.R.	Telekomunikace	13,38
NWR	Těžební průmysl	6,18
UNIPETROL	Petrochemie	3,90
VIG	Pojišťovnictví	2,75
CETV	Média	2,28

PHILIP MORRIS ČR	Tabákový průmysl	2,11
PEGAS NONWOVENS	Netkané textilie	0,44
ORCO	Obchod s nemovitostmi	0,24
AAA	Autobazar	0,14
ECM	Nemovitosti	0,06
KITD	Technologie a telekomunikace	0,02

Zdroj: <http://www.pse.cz/Statistika/Burzovni-Indexy/default.aspx/Detail.aspx?bi=1>, upraveno

3.4.2. Burza cenných papírů Vídeň

3.4.2.1. Historie burzy

Vídeňská burza byla založena v roce 1771 Marií Terezií a je jednou z nejstarších burz na světě. Z počátku se zde obchodovalo pouze s dluhopisy a zahraničními měnami. První veřejnou společností kótovanou na Vídeňské burze byla v roce 1818 Rakouská národní banka. Po obrovském boomu zapříčiněném rostoucí industrializací, kdy mnoho firem bylo registrováno na burze, přišel v roce 1873 neočekávaný propad a z akciového trhu zmizela většina firem. Během první světové války byla burza uzavřena. Koncem roku 1919 byla znovuotevřena a opět zaznamenala prudký růst, jenž byl náhle ukončen v březnu 1924. Globální ekonomické krize a krachy bankovního systému v následujících letech způsobily nejen pokles ceny akcií, ale také počet obchodovaných titulů se snížil. Pád newyorské burzy v říjnu 1929 neměl na vývoj Vídeňské burzy žádný významný vliv.

S pádem monarchie se zmenšilo i postavení vídeňské burzy. Připojením Rakouska do Německé říše v roce 1938 ztratila vídeňská burza nezávislost a podřídila se burze frankfurtské. Velmi omezený burzovní obchod pokračoval až do druhé světové války. Znovu se začalo obchodovat v roce 1948. Na akciovém trhu byla po válce jistá omezení ve formě znárodnění průmyslu. Trh se zotavil až po měnové reformě v roce 1952 a od šedesátých let je zaznamenán vzestupný trend na akciovém trhu.

Další velká změna přišla roku 1985, kdy americký analytik upozorňuje na extrémně vysoký potenciál rakouského trhu. Po dvaceti letech stagnace burzovních cen přišel nárůst o 130 %, objem obchodů vzrostl šestkrát. V následujících letech byl zaveden elektronický obchodní systém PATS, který byl v červnu 1996 nahrazen systémem EQOS.

V prosinci 1997 se vídeňská burza sloučila s burzou futures (ÖTOB) a byla tak založena dnešní Wiener Börse AG. Po privatizaci burzy byla v červnu 1999 rozpuštěna její komora a 50% podíl byl nabídnut rakouským firmám (mimo

bank). V listopadu 1999 byl zaveden plně elektronický obchodní systém Xerta® (Exchange Electronic Trading).

Konsorcium rakouských bank, Wiener Börse AG a OeKB získaly v roce 2004 většinový podíl budapeštské burzy. Toto partnerství bylo základem pro obchodní síť, která má i nadále růst prostřednictvím dohod o spolupráci s akciovými trhy jihovýchodní Evropy (Bukurešť, Záhřeb, Bělehrad, Sofie, Sarajevo, Černá Hora, Makedonie a Banja Luce).

Vídeňská burza začala spolupracovat se Šanghajskou burzou a v prosinci 2005 vydaly společný index CNX (China Traded Index), ve kterém je zahrnuto 30 čínských blue chips¹.

Dalšími indexy obchodovanými na burze jsou rakouské indexy ATX Prime, ATX five, IATX, WBI. Indexy CEE a CIS jsou indexy regionální a oborové (en.wienerborse.at).

3.4.2.2. Index ATX

Oficiální název je Austrian Traded Index.

Obchodování s tímto indexem bylo zahájeno 2. ledna 1991 a jeho počáteční hodnota byla 1000 bodů. Zahrnuje 20 největších a nejvíce obchodovaných akcí. Složení indexu je pravidelně přezkoumáváno v březnu a v září a při každé revizi mohou být změněny maximálně tři akcie. Hlavní kritéria pro zařazení nebo odstranění jsou free float value² a objem burzovních obchodů (en.indices.cc).

3.4.2.3. Struktura indexu ATX

V tabulce č. 2 je uveden index ATX k 30. listopadu 2010 obsahující 20 titulů a jejich tržní podíly.

Tab. č. 2: Struktura indexu ATX k 30. 11. 2010

Titul	Odvětví	Podíl v %
ANDRITZ	průmyslové zboží a služby	7,07
BWIN INT. ENTERT.	spotřebitelské služby	3,03
ERSTE GROUP BANK	bankovníctví	20,67
EVN	energetika	1,06

¹ Termín, kterým se označují akcie největších a nejziskovějších společností, které jsou obchodovány na burze, mají stabilní růst a pravidelně vyplácejí dividendy (valueakcie.xf.cz).

² Tržní kapitalizace volně obchodovaných akcií na trhu, tedy akcií, které nejsou v držení strategického vlastníka či jako strategický podíl (Svoboda a kol., 2006).

FLUGHAFEN WIEN	doprava a logistika	1,32
INTERCELL	biotechnologie	1,94
MAYR-MELNHOF KARTON	papírnictví a celulóza	2,13
OESTERR. POST	doprava a logistika	2,10
OMV	petrochemie	10,69
RAIFFEISEN BANK	bankovníctví	6,30
RHI	výrobní průmysl	1,72
SCHOELLER-BLECKMANN	hutní průmysl	1,71
SEMPERIT AG HOLDING	průmyslové zboží a služby	0,95
STRABAG	stavebnictví	1,70
TELEKOM AUSTRIA	telekomunikace	10,21
VERBUND AG KAT. A	energetika	5,64
VIENNA INSURANCE GROUP	pojišťovnictví	6,31
VOESTALPINE	metalurgie	10,28
WIENERBERGER	stavebnictví	3,86
ZUMTOBEL	světla	1,30

Zdroj: <http://en.indices.cc/indices/details/atx/composition/>, upraveno

3.4.3. Burza cenných papírů Varšava

3.4.3.1. Historie burzy

První polská burza byla otevřena ve Varšavě v květnu roku 1817. V této době se většinou obchodovalo se směnkami a dluhopisy. Obchodování s akciemi se rozvinulo až v druhé polovině 19. století. V období mezi první a druhou světovou válkou bylo vedle varšavské burzy ještě dalších šest místních burz cenných papírů (a to v Katovicích, Krakově, Lvově, Lodži, Poznani a Vilnius), ale nejvýznamnější byla varšavská, kde se uskutečnilo 90 % obchodů. V roce 1938 obchodovala se 130 finančními instrumenty jako vládní dluhopisy, majetkové cenné papíry, akcie. Po vypuknutí druhé světové války bylo obchodování na Varšavské burze cenných papírů zastaveno.

Po roce 1945 zde byly snahy obnovit činnost burz v Polsku, ale jejich existenci nezahrnoval systém centrálně plánované ekonomiky. Se změnou režimu a nástupem nové postkomunistické vlády v roce 1989 dochází k návratu k tržnímu hospodářství. Polsko, na rozdíl od zkušeností jiných zemí, kde byla privatizace provedena v rámci stávající struktury finančních institucí, se vydalo jinou cestou a požádalo o pomoc Francii, konkrétně Svaz francouzských burz (Société de Bourses Françaises). V březnu byl schválen zákon o veřejném obchodování s cennými papíry a svěřeneckými fondy, a tak položen nový základ pro obchodování na kapitálovém trhu a znovu založena Varšavská

burza cenných papírů. Na burze se začalo obchodovat 16. dubna 1991 a hned od počátku probíhá organizované obchodování s cennými papíry v elektronické podobě.

V roce 1998 se rozšířila o trh s deriváty. Od roku 2004 je varšavská burza řádným členem Federace evropských burz (FESE). (gpw.pl)

Další zveřejňované indexy jsou např. WIG 20 short, WIG 40, WIG Pl, WIG Banking, WIG Construction, WIG Chemical, atd.

3.4.3.2. Index WIG 20

Index WIG 20 je vypočítáván od 16. dubna 1994. Je to index polské burzy cenných papírů, který obsahuje 20 hlavních a nejlikvidnějších akcií obchodovaných na této burze, které jsou v indexu váhově zastoupeny podle své tržní kapitalizace a z jednoho oboru nesmí být v indexu zastoupeno více než pět titulů. Index je přepočítáván každých 15 sekund během obchodování a je uváděn v polských zlotých. Revize účastníků indexu probíhá jednou ročně, vždy březnu, a každé čtvrtletí dochází k úpravám podle jednotlivých váhových zastoupení (Svoboda a kol., 2006). Původní hodnota indexu WIG 20 byla stanovena na 1000 bodů.

Index WIG 20 zahrnuje společnosti, které splňují následující kritéria (gpw.pl):

- a) počet volně obchodovaných akcií je vyšší než 10 %,
- b) hodnota volně obchodovaných akcií je vyšší než 1 mil. eur,
- c) společnost nemůže být označena žádným zvláštním způsobem.

3.4.3.3. Struktura indexu WIG 20

Struktura indexu WIG 20 se k 30. 11. 2010 skládala z 20 titulů uvedených v tabulce č. 3.

Tab. č. 3: Struktura indexu WIG 20 k 30. 11. 2010

Titul	Odvětví	Podíl v %
PKOBP	farmacie a zdravotní péče	14,837
PEKAO	bankovníctví	13,344
KGHM	hutní průmysl	12,939
PKNORLEN	chemický průmysl	9,492
PZU	pojišťovnictví	8,925
PGE	energetika	8,809
TPSA	telekomunikace	7,048
PGNIG	chemický průmysl	3,940
BZWBK	bankovníctví	3,104

GETIN	bankovníctví	2,370
ASSECOPOL	informační technologie	2,271
GTC	nemovitosti	2,056
CEZ	energetika	1,919
BRE	bankovníctví	1,801
TVN	média	1,674
PBG	energetika	1,513
LOTOS	hutní průmysl	1,314
POLIMEXMS	stavební průmysl	1,266
CYFRPLSAT	média	0,934
BIOTON	biotechnologie	0,443

Zdroj: http://www.gpw.pl/zrodla/gpw/spws/portfele/wig20_en.htm, upraveno

3.4.4. Burza cenných papírů Budapešť

3.4.4.1. Historie burzy

Maďarská burza, předchůdce dnešní budapeštské burzy (BSE), zahájila svou činnost 18. ledna 1864 v Pešti. Od roku 1889 ceny akcií kótovaných na burze v Budapešti byly také zveřejňovány ve Vídni, Frankfurtu, Londýně a Paříži. BSE nabírá mezinárodní význam a maďarské dluhopisy jsou pravidelně obchodovány.

Stejně jako ve většině evropských zemí, vypuknutí první světové války přineslo uzavření burzy v roce 1914, avšak obchodování neustalo. Makléři během války pokračovali v obchodování a ceny akcií vykazovaly masivní nárůst.

Krachem na newyorské burze v roce 1929 bylo zasaženo i Maďarsko a v letech 1931 – 1932 obchodování na této burze bylo zastaveno. Po druhé světové válce byla znárodněna většina maďarských firem a vláda oficiálně rozpustila burzu v Budapešti.

Znovuotevření burzy bylo provedeno 41 zakládajícími členy, čemuž předcházelo schválení nového Zákona o cenných papírech, který vstoupil v platnost 1. března 1990.

Od roku 1995 mají investoři k dispozici trh s deriváty. Téhož roku byl přestaven i hlavní index budapeštské burzy index BUX. V roce 1998 se na burze začalo obchodovat elektronicky a později byl na derivátový trh zaveden systém MMTS II (MultiMarket Trading System). V dubnu 2000, po dvanácti letech činnosti jako nezávislá právnická osoba, se Rada rozhodla převést na obchodní sdružení s cílem zachovat a posílit její konkurenční postavení, s účinností od 1. července 2002.

19. ledna 2003 budapeštská burza podepisuje smlouvu s Deutsche Börse AG o vytvoření technického spojení na systému Xetra. Od 14. ledna 2010 je budapeštská burza dceřinou společností holdingové společnosti CEESEG AG, která vlastní její většinový podíl (68,8 %).

Dalšími indexy uváděnými budapeštskou burzou jsou BUMIX, CETOP20 a RAX (bse.hu).

3.4.4.2. Index BUX

Oficiální název je The Share Index of the Budapest Stock Exchange Co. Ltd.

Index BUX byl uveden na trh v roce 1995. Jedná se o oficiální index blue – chipových akcií kótovaných na burze v Budapešti. Tento index se přepočítává každých pět sekund na základě skutečných tržních cen akcií. A revize indexu probíhá dvakrát ročně, a to v březnu a v září. Index se skládá z různého počtu akcií, avšak do maximální výše 25 titulů. (bse.hu)

3.4.4.3. Struktura indexu BUX

Tituly obsažené v indexu BUX jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. č. 4: Struktura indexu BUX k 30. 11. 2010

Titul	Odvětví	Podíl v %
Econet.hu	informační technologie	0,15
Egis	farmacie	3,48
FHB	bankovníctví	1,40
Fotex	obchod	0,56
MOL	petrochemie	28,61
Magyar Telekom	telekomunikace	12,58
OTP Bank	bankovníctví	30,74
PannErgy	energetika	0,60
Rába	automobilový průmysl	0,46
RFV	regionální rozvoj	0,51
Richter Gedeon	farmacie	20,67
TVK	chemický průmysl	0,23

Zdroj: http://www.bse.hu/menun_kivuli/dinportl/buxindexbasketen, upraveno

3.4.5. Burza cenných papírů Frankfurt

3.4.5.1. Historie burzy

Frankfurtská burza má nejdelší historii, její kořeny sahají až do 9. století, avšak datem vzniku je považován rok 1585, kdy v Evropě i Německé říši bylo mnoho malých hospodářských oblastí s vlastními měnovými systémy. Obtížné provádění peněžních transakcí, větší počet podvodů a lichvy vedlo obchodníky v tomto roce k vytvoření jednotného směnného kurzu. Německý termín Börse (francouzsky Bourse) pochází z patnáctého století podle belgického města Bruges. Popisuje pravidelné setkávání bohatých italských obchodníků na náměstí ter buerse – tržiště, které bylo pojmenováno podle patricijské rodiny Van der Beurse.

V roce 1666 byly schváleny první burzovní pravidla a regulace. Nejprve pro obchod s přijatými směnkami na frankfurtské burze. Na konci sedmáctého století bylo zahájeno pravidelné obchodování s dluhopisy. V roce 1707 vzniklo oficiální obchodní zastoupení z obchodníků z čela burzy. Z těchto obchodníků byla v roce 1808 utvořena burzovní komora.

Obchodovat se státními dluhopisy se na frankfurtské burze začalo na konci osmáctého století. V roce 1779 bankovní dům Bethmann poskytl první milionovou půjčku rakouskému císaři, kterou musel zajistit vydáním tzv. částečných dluhopisů nabídnutých veřejnosti, čímž podpořili obchodování s dluhopisy.

Nákladné projekty průmyslové revoluce tak mohly být financovány prostřednictvím vydáváním dluhopisů. I přes velký boom, kdy bylo mnoho společností restrukturalizováno na akciové společnosti nebo nově založeno, Frankfurt se nezměnil a i nadále se orientoval na obchod s dluhopisy a mezinárodními vládními cennými papíry. Díky dobrým mezinárodním kontaktům po roce 1871, kdy se Berlín stal hlavním městem Německé říše, si Frankfurt udržel svou roli centrální burzy. Na konci 19. století pro udržení této pozice, připojuje i obchod s akciemi. Rokem 1896 vychází burzovní zákon, který udává jednotnou organizaci všech 29 německých burz.

Mezinárodně orientovaná frankfurtská burza byla velmi tvrdě zasažena první světovou válkou. Ze strachu byly rozprodány zahraniční akcie a dluhopisy a do konce války nebyly na burzovním lístku žádné zahraniční firmy. Další vývoj se nesl ve znamení vysoké inflace. V říjnu 1929 ceny na burze dramaticky klesly a 25. říjen se zapsal do historie jako „černý pátek“. Ekonomika se začala vzpamatovávat v roce 1932.

Nástup nacistů v roce 1933 znamenal změnu orientace hospodářské politiky na politiku válečnou. Frankfurtská burza sice i nadále zůstala domácí burzou, ale v roce 1935 byla spojena s Mannheimskou burzou a neměla žádné hlavní funkce. Nacisté kontrolovali ekonomický rozvoj volného trhu a obchodování na burze.

Po pádu nacistického režimu zůstala burza ještě šest měsíců uzavřena a v září 1945 byla jako první v Německu znovuotevřena. Po měnové reformě v roce 1948 a rostoucí konsolidaci německé ekonomiky se postupně frankfurtské burze začal vracet dřívější význam. Začátkem roku 1956 byl v Německu opět povolen nákup zahraničních cenných papírů. Burzy cenných papírů byly důležitý zdroj kapitálu pro poválečné rekonstrukce. V roce 1970 je založen Borsen-Daten-Zentrale, jeden z předchůdců Deutsche Börse AG.

V červenci 1988 burza představila svůj index DAX. Frankfurter Wertpapierbörse AG byl 1. srpna 1990, zřízený bankami a burzovními makléři, zapsán do obchodního rejstříku. Později přejmenován na Deutsche Börse AG.

Rok 1997 je velmi významný, v březnu burza zavádí nový tržní segment Neuer Market, který umožňuje kapitálový zisk malým, inovativním podnikům, který funguje do roku 2003. Listopad je ve znamení nové éry obchodování na burze, když je zaveden plně elektronický obchodní systém pro peněžní trh Xetra®.

Prime Standard a General Standard jsou další dva tržní segmenty zavedené 1. ledna 2003. V březnu je pro 30 největších technologických akcií pod DAX zaveden index TecDAX. V říjnu 2005 je představen nový tržní segment Entry Standard, stanoven pro malé a střední podniky, které jsou zahrnuty do obchodování na burze při splnění méně přísných formálních požadavků. O dva roky později Deutsche Börse AG zavádí index EURO STOXX50, přední evropský benchmark index. A se sedmi partnery zakládá novou společnost Deutsche Börse Commodities GmbH, která nabízí inovativní formy sekuritizace komodit, jako je Xetra – Gold, a zaručuje rentabilní obchodování. V listopadu 2010 se Deutsche Börse přestěhovala do nové budovy v Eschbornu (deutsche-boerse.com).

3.4.5.2. Index DAX

Svoboda, 2006 uvádí, že německý akciový index DAX zohledňuje 30 nejdůležitějších blue chips frankfurtského burzovního parketu. O začlenění titulu do indexu rozhoduje výbor pro „Arbeitskreis Aktienindices“, který ustanovila Deutsche Börse AG. Složení indexu výbor prověřuje čtvrtletně a opírá se o kombinované pořadí zaměřené na free float value a objemy burzovních obchodů.

Index DAX byl představen 1. července 1988. Hodnota DAX se počítá průběžně během obchodování v systému Xetra® od 9.00 do 17.30 hodin. Od 1. prosince 2006 je index přepočítáván každou sekundu. DAX představuje přibližně 85 % obchodů německých akcií.

Základní hodnota indexu je z 30. prosince 1987 v hodnotě 1000 bodů. Historické údaje byly zpětně přepočítány až do roku 1959 (deutsche-boerse.com).

3.4.5.3. Struktura indexu DAX

Index DAX je složený z titulů uvedených v tabulce č. 5.

Tab. č. 5: Struktura indexu DAX k 20. 10. 2010

Titul	Odvětví	Podíl v %
Adidas AG	Sportovní potřeby	1,75
Allianz SE	Pojišťovnictví	6,71
BASF SE	Chemický průmysl	9,24
BAYER AG	Chemický průmysl	7,72
Beiesdorf Aktiengesellschaft	Kosmetika	0,69
BMW AG St	Automobilka	3,29
Commerzbank AG	Bankovníctví	0,70
Daimler AG	Automobilka	7,92
Deutsche Bank AG	Bankovníctví	4,47
Deutsche Börse AG	Finanční služby	1,61
Deutsche Lufthansa AG	Transport a logistika	1,27
Deutsche Post AG	Transport a logistika	1,75
Deutsche Telekom AG	Telekomunikace	4,77
E.ON.AG	Energetika	7,06
Fresenius Medical Care AG & Co.	Farmacie a zdravotní péče	1,36
Fresenius SE Vz	Zdravotní péče	0,85
HeidelbergCement AG	Stavební materiály	1,13
Henkel AG & Co. KGaA Vz	Čisticí prostředky	1,32
Infineon Technologies AG	Technologie	1,27
K+S Aktiengesellschaft	Zboží a služby	1,30
Linde AG	Chemický průmysl	3,16
Man SE St	Doprava	1,50
Merck KGaA	Informační technologie	0,64
METRO AG St	Mezinárodní obchod	1,19
Münchener Rück AG	Zajišťovna	3,14
RWE AG St	Energetika	3,37
SAP AG	Software	5,55

Siemens AG	Informační technologie	10,65
ThyssenKrupp AG	Technologie	1,74
Volkswagen AG Vz	Automobilka	2,89

Zdroj: http://deutsche-boese.com/dbag/dispatch/en/isg/gdb_navigation/home?active=constituents&module=InConstituents_Index&wp=DE0008469008&wplist=null&foldertype=_Index&wpbpl=ETR, upraveno

3.4.6. Index CEETX

Rakouská společnost Wiener Börse, jenž provozuje akciové burzy ve Vídni, Praze, Budapešti a Lublani, které jsou sdružené do společnosti CEE Stock Exchange Group zavádí dva nové společné indexy CEETX – Obchodní index CEESEG a Složený index CESSEG. Společný index CEETX zahrnuje 25 nejvíce obchodovaných akcií členů těchto čtyř burz vážených podle tržní kapitalizace a je udáván v EUR a v USD. Největší zastoupení v indexu má Vídeň se 14 tituly, dále následuje pražská burza s 6 tituly, Budapešť je zastoupena 4 tituly a poslední je Lublaň s jedním titulem. Českou republiku zastupuje ČEZ, Telefónica O2, Komerční banka, NWR, CME a Unipetrol (finweb.ihned.cz).

Podle serveru bbi.cz má ČEZ druhý největší podíl v tomto indexu hned po rakouské Erste Group. Složení indexu v eurech i s podíly na trhu uvádí tabulka č. 6. Pro lepší uchopení tohoto indexu jsou zavedeny první indexové investiční certifikáty. Této příležitosti se chopily banky UniCredit, Raiffeisen Centrobank a Commerzbank, prostřednictvím níž se i drobný investor může podílet na atraktivním potenciálu celého regionu střední a východní Evropy.

Obchodování s indexem bylo zahájeno 17. 9. 2009 a je vypočítáván od pondělí do pátku v čase 9:00 - 17:45. Jedná se o obchodovatelný index, u kterého nejsou dividendy započítávány. Revize složení indexu probíhá pololetně, vždy v březnu a v září. Čtvrtletně dochází k přezkoumání a úpravě váhy jednotlivých titulů (en.indices.cc).

Tab. č. 6: Struktura indexu CEETX k 30. 11. 2010

Titul	Země	Podíl v %
Andritz	Rakousko	4,68
BWIN INT. ENTERT.	Rakousko	1,96
CENTRÁLNÍ EUROP. MEDIA ORL.	Česká republika	0,87
ČEZ	Česká republika	9,00
Erste Group Bank	Rakousko	11,17
Intercell	Rakousko	1,25
KOMERČNÍ BANKA	Česká republika	4,51
KRKA	Slovinsko	3,06

Magyar Telekom	Maďarsko	1,76
Mayr-Melnhof KARTON AG	Rakousko	1,37
MOL	Maďarsko	6,39
New World Resources	Česká republika	1,57
OESTERR. POST	Rakousko	1,34
OMV	Rakousko	6,96
OTP Bank	Maďarsko	7,27
Raiffeisen Bank INTERNATIONAL	Rakousko	4,09
Richter Gedeon	Maďarsko	3,52
STRABAG SE	Rakousko	1,18
TELEFÓNICA O2	Česká republika	3,40
Telekom Austria	Rakousko	6,50
UNIPETROL	Česká republika	0,99
VERBUND AG KAT.	Rakousko	3,65
Vienna Insurance Group	Rakousko	4,13
VOESTALPINE	Rakousko	6,75
Wienerberger	Rakousko	2,63

Zdroj: <http://en.indices.cc/indices/details/gte/composition/>, upraveno

4. Materiál a metodika

4.1. Charakteristika zkoumaných dat

Data použitá pro zkoumání závislostí jsou pro index PX čerpána z oficiálních stránek a 5ti minutové hodnoty z webu akcie.cz. Data pro indexy BUX a WIG20 jsou ze stránky stooq.com a indexy ATX a DAX z finance.yahoo.com. Hodnoty pro index CEETX jsou čerpány ze zdrojů vídeňské burzy. Jsou použity denní uzavírací hodnoty za období od 4. ledna 2010 do 28. února 2011 a dále jsou použity 5ti minutové hodnoty od 6. do 11. dubna 2011. Každý index se skládá z různého počtu titulů a metodika jejich výpočtů se liší (jednotlivé výpočty jsou uvedeny níže). Vlivem popisu pěti indexů z různých zemí je zde množství neshod v obchodních dnech burz, způsobené rozdílným rozložením státních svátků a dalších neobchodních dní, které bylo nutné před vlastní analýzou odstranit.

4.1.1. Výpočet indexu PX

Výpočet indexu PX probíhá od 9:11 do 16:28 hodin každých 15 sekund a vychází ze vzorce (pse.cz):

$$PX_t = K_t \cdot \frac{M_t}{M_0} \cdot 1000 \quad [4.1]$$

PX_t - index PX v čase t ,

M_t - tržní kapitalizace báze v čase t ,

M_0 - tržní kapitalizace báze ve výchozím datu (k 5. 4. 1994),

K_t - faktor zřetězení v čase t .

4.1.2. Výpočet indexu ATX

Výpočet indexu ATX probíhá od 9:00 do 17:40 a vychází ze vzorce (en.indices.cc):

$$ATX_t = Startvalue \cdot \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_{i,t} \cdot Q_{i,t} \cdot FF_{i,t} \cdot RF_{i,t})}{\sum_{i=1}^N (P_{i,t0} \cdot Q_{i,t0} \cdot FF_{i,t0} \cdot RF_{i,t0})} \right] \cdot AF_t \quad [4.2]$$

ATX_t - hodnota indexu ATX v čase t ,

N - počet akcií obsažených v indexu,

P_i - cena akcie i ,

Q_i - počet akcií i v indexu,

FF_i - free float faktor i -té akcie,

RF_i - reprezentační faktor i -té akcie,

AF - opravný faktor,

t - čas výpočtu indexu,

t_0 - datum zahájení indexu.

4.1.3. Výpočet indexu WIG 20

Index WIG 20 se vypočítává od 8:30 každých 15 sekund do 17:45 hodin a podle vzorce (gpw.pl):

$$WIG20_t = \frac{M_t}{M_0 \cdot K_t} \cdot 1000 \quad [4.3]$$

$WIG20_t$ - index WIG 20 v čase t ,

M_t - kapitalizace indexového portfolia v čase t ,

M_0 - kapitalizace indexového portfolia k 16. dubnu 1994,

K_t - opravný koeficient v čase t .

4.1.4. Výpočet indexu BUX

Výpočet indexu BUX se provádí od 9:00 do 17:06 hodin každých 5 sekund a pomocí vzorce (bse.hu):

$$BUX_t = K \cdot \frac{\sum_{i=1}^n p_{it} \cdot q_{iT} \cdot D_i}{\sum_{i=1}^n p_{i0} \cdot q_{iT}} \cdot 1000 \quad [4.4]$$

BUX_t - (v reálném čase) hodnota indexu BUX vypočítaná v okamžiku t , zaokrouhleno na dvě desetinná místa,

i - i -tý cenný papír zahrnutý v indexu,

n - počet cenných papírů obsažených v indexu,

p_{it} - hodnota akcie i v čase t ,

p_{i0} - hodnota akcie i ke 2. lednu 1991 (k počátečnímu dni),

q_{iT} - počet akcií zahrnutých do indexu,

D_i - opravný faktor tržní ceny akcií (zaokrouhluje se na 6 desetinných míst),

K - opravný koeficient zajišťující kontinuitu indexu (zaokrouhluje se na 8 desetinných míst).

4.1.5. Výpočet indexu DAX

Výpočet indexu DAX se provádí od 9:00 do 17:45 hodin dle vzorce (deutsche-boerse.com):

$$DAX_t = K_T \cdot \frac{\sum_{i=0}^n p_{it} \cdot ff_{iT} \cdot q_{iT} \cdot c_{it}}{\sum_{i=0}^n p_{i0} \cdot q_{i0}} \cdot Base \quad [4.5]$$

DAX_t - index DAX v čase t ,

c_{it} - opravný faktor akcie i v čase t ,

ff_{iT} - free float faktor akcie i v čase T ,

n - počet akcií v indexu,

p_{i0} - cena akcie i v den předcházejícímu prvnímu zařazení do indexu,

p_{it} - cena akcie i v čase t ,

q_{i0} - počet akcií i -té společnosti zahrnutých do indexu v den předcházející prvnímu zařazení do indexu

q_{iT} - počet akcií i -té společnosti v čase T ,

t - výpočet doby indexu,

K_T - opravný faktor v čase T ,

T - datum poslední revize.

4.2. Regresní a korelační analýza

Pro potřeby těchto metod je vhodné rozlišit jednostranné a vzájemné závislosti, kde se jednostrannými závislostmi zabývá regresní analýza. Jde o situaci, kdy proti sobě stojí vysvětlující (nezávisle) proměnná a vysvětlovaná (závisle) proměnná. Vzájemnými závislostmi se zabývá korelační analýza. Zde se klade více důraz na intenzitu (sílu) vzájemného vztahu než na zkoumání veličin ve směru příčina – následek. Často však dochází k prolínání obou přístupů.

Hlavním úkolem regresní a korelační analýzy je přispět k poznání příčinných vztahů a matematický popis systematických okolností, které provázejí

statistické závislosti, jež se týkají průběhu závislosti a její intenzity. (Hindls, Hronová, Seger, 2002)

4.2.1. Koeficient korelace

Koeficient korelace je zvláštním případem indexu korelace a vyjadřuje těsnost závislosti mezi sledovanými proměnnými. Značí se r_{xy} a oproti indexu korelace může nabývat i záporných hodnot. Jeho definiční obor nabývá hodnot od -1 do +1. Je-li koeficient korelace roven +1, existuje mezi proměnnými funkční přímá lineární závislost. Naopak pokud koeficient nabývá hodnoty -1, znamená to, že mezi proměnnými je nepřímá funkční lineární závislost. A je-li koeficient korelace roven 0, jedná se o lineární nezávislost (nekorelovanost) proměnných. Čím více se blíží jedné, v absolutním vyjádření, tím je daná závislost silnější, čím více se blíží nule, tím ji považujeme za volnější. Korelační koeficient r počítáme pomocí tzv. kovariance s_{xy} a směrodatných odchylek s_x a s_y obou proměnných (Hendl, 2006):

$$s_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1} \quad [4.6]$$

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} . \quad [4.7]$$

4.3. Analýza časových řad

Časové řady představují posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování, která jsou zpravidla uspořádána z hlediska času. Vyjadřují především rozdílnost v obsahu sledovaných ukazatelů, což je mnohdy doprovázeno specifickými statistickými vlastnostmi. Časové řady lze tedy rozlišit na (Hindls, Hronová, Seger, 2002):

intervalové – tj. řady intervalového ukazatele, tedy ukazatele, jehož velikost závisí na délce intervalu, za který je sledován. Je možno tvořit součty. Hodnotové ukazatele je třeba vztahovat ke stejně dlouhým intervalům, v opačném případě by šlo o srovnání zkreslené (např. u krátkodobých časových řad). Pro srovnatelnost výsledků často přepočítáváme všechna období na jednotkový časový interval, neboli očisťujeme časové řady od důsledků kalendářních variací.

okamžikové – tj. řady okamžikového ukazatele, tedy ukazatele, který se vztahuje k určitému okamžiku (nejčastěji dni). Prostý součet za několik po sobě jdoucích hodnot okamžikových ukazatelů nedává reálný smysl. Pro tyto situace se využívá tzv. chronologický průměr.

4.3.1. Modelování časových řad

Výchozím principem modelování časových řad je jednorozměrný model a k tomuto modelu se v zásadě přistupuje trojím způsobem (Hindls, Hronová, Seger, 2002):

- a) pomocí klasického (formálního) modelu, kde jedná se o popis forem pohybu vycházející z dekompozice řady na čtyři složky časového pohybu, a to trendovou, sezónní, cyklickou a náhodnou složku. První tři tvoří systematickou část průběhu časové řady. Náhodná neboli nesystematická složka se v regresních modelech a ARIMA modelech označuje jako a_t .
- b) pomocí Box-Jenkinsovy metodologie, která za základní prvek konstrukce modelu časové řady považuje náhodnou složku, která může být tvořena korelovanými náhodnými veličinami. Pozornost nespočívá v konstrukci systematické složky, ale důraz je kladen na korelační analýzu více či méně závislých pozorování, uspořádaných do tvaru časové řady. Dále je tato metoda více rozebrána.
- c) pomocí spektrální analýzy – považuje časovou řadu za „směs“ sinusovek a kosinusovek o rozličných amplitudách a frekvencích. To umožňuje explicitní popis periodického chování časové řady a určení významných složek periodicity. Stěžejním faktorem není časová proměnná, ale frekvenční faktor.

Kromě jednorozměrných modelů se můžeme setkat i s vícerozměrnými modely, s modely založenými na předpokladu, že vývoj analyzovaného ukazatele není ovlivňován pouze faktorem časovým, ale i řadou jiných ukazatelů.

4.3.2. Korelace časových řad

Při zkoumání vztahů mezi časovými řadami vycházíme z předpokladu, že každou časovou řadu lze vyjádřit jako součet pravidelné a nepravidelné složky. Zkoumáme-li, zda mezi řadami existuje určitý příčinný vztah, nestačí zkoumat pouze celkovou vývojovou tendenci nebo sezónní kolísání, protože mají velmi podobný průběh. Je třeba zkoumat, neexistuje-li nějaký vztah mezi nepravidelnými složkami analyzovaných řad. Jestliže nalezneme určitou závislost mezi těmito nepravidelnými složkami, lze předpokládat, že reálně existuje příčinná závislost mezi sledovanými časovými řadami.

Pro zkoumání, zda je vztah mezi proměnnými příčinný, lze použít metody měření těsnosti závislosti řad náhodné složky, tj. řad očištěných od trendu,

popř. od sezónní složky, jenž může způsobit zdánlivou korelaci. Tedy, že někdy je možné pozorovat silnou závislost mezi proměnnými i v případě, kdy závislost mezi nimi je ve skutečnosti buď velmi malá, nebo neexistuje vůbec. Může být způsobena stejným trendem vývoje v čase nebo jsou skrytě ovlivňovány jinou třetí proměnnou, s níž může každá ze dvou proměnných jednotlivě souviset.

U analýzy časových řad se můžeme setkat i se situací, kdy vliv určitého jevu na jiný jev se neprojevuje ve stejných obdobích, ale často až po určité době, po uplynutí jednoho nebo i více období. V tomto případě hovoříme o tzv. opožděné korelaci, kdy její intenzitu zkoumáme stejnými metodami jako korelaci mezi dvěma stejnými obdobími, pouze posunujeme jednu časovou řadu (závisle proměnné) o jedno nebo více období dále. (Hindls, Hronová, Seger, 2002)

4.4. Box–Jenkinsova metodologie

Důležitou metodou modelů časových řad je autoregresní integrovaný klouzavý průměr (ARIMA), známý jako Box-Jenkinsova metodologie. Pro zkoumání toho modelu je třeba nejprve určit, zda se jedná o stacionární či nestacionární časovou řadu, neboť stacionarita může výrazně ovlivnit chování a vlastnosti časové řady (Brooks, 2008).

Mezi modely stacionárních časových řad patří AR, MA, ARMA a jsou charakteristické specifickou formou autokorelační funkce (ACF) a parciální autokorelační funkce (PACF), kde jejich odhady lze použít při identifikaci modelu konkrétních analyzovaných časových řadách (Arlt, Arltová, 2003).

Box - Jenkinsova metodologie zahrnuje tři kroky (Brooks, 2008):

1. Identifikace – zahrnuje stanovení pořadí modelu potřebné k zachycení dynamických vlastností dat. K určení nejvhodnější specifikace se používají grafické postupy ACF a PACF.
2. Odhad – jde o odhad parametrů modelu uvedených v předchozím kroku. To lze provést metodou nejmenších čtverců, případně jinou technikou podle závislosti modelu.
3. Diagnostická kontrola – určuje vhodnost zvoleného modelu.

Gujarati, 2009 k popisu Box-Jenkinsovy metodologie zahrnuje ještě čtvrtý krok:

4. Prognózování – v mnoha případech jsou prognózy získané touto metodou spolehlivější než tradiční ekonometrické modelování, zejména pokud jde o krátkodobé předpovědi. Ovšem každý model musí být kontrolován.

4.4.1. Autokorelační funkce (ACF) a parciální autokorelační funkce (PACF)

Při předpokladu stacionárního stochastického procesu X_t , lze sílu lineární závislosti mezi veličinami X_t a X_{t-k} vyjádřit autokovariační funkcí

$$\gamma_k = C(X_t, X_{t-k}) = E(X_t - \mu)(X_{t-k} - \mu) \quad [4.8]$$

a autokorelační funkcí

$$\rho_k = \frac{C(X_t, X_{t-k})}{\sqrt{D(X_t)}\sqrt{D(X_{t-k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad [4.9]$$

což vyplývá ze vztahu $D(X_t) = D(X_{t-k}) = \gamma_0$. Graf autokorelační funkce se nazývá korelogram.

Korelace mezi dvěma náhodnými veličinami je často způsobena jejich korelací s veličinou třetí. Převážná většina korelace mezi veličinami X_t a X_{t-k} může pak být způsobena korelací s veličinami $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k+1}$ a parciální autokorelační funkce podávají informace o korelaci veličin X_t a X_{t-k} očištěné o vliv veličin ležící mezi nimi. Parciální autokorelaci v autoregresi k -tého řádu vyjadřuje parciální regresní koeficient ϕ_{kk} se zpožděním k (Arlt, 1999).

4.4.2. Autoregresní proces AR

Autoregresní procesy lze dělit podle řádu. Proces prvního řádu AR (1) můžeme zapsat jako (Arlt, Arlt, Rublíková, 2002)

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + a_t^3, \quad [4.10]$$

kde a_t je proces bílého šumu, tedy proces s nulovou střední hodnotou, konstantním rozptylem a nulovou ACF a PACF, nebo

$$(1 - \phi_1 B)y_t = a_t, \quad [4.11]$$

kde B je operátor zpětného posunu, pro který platí $B^j y_t = y_{t-j}$. Aby byl proces stacionární, musí platit $|\phi_1| < 1$. Parametr ϕ_1 lze chápat jako „paměť“ procesu, vyjadřující sílu závislosti. Čím je bližší jedné, tím je paměť procesu delší a naopak, čím je bližší nule, tím je paměť procesu kratší. Je-li autokorelační funkce nulová, jedná se o proces bílého šumu.

Parciální autokorelační funkce procesu AR (1) má tvar

³ Arlt, Arltová, 2003, příp. Arlt, 1999 používají jinou metodiku značení a místo y_t, y_{t-1} , značí X_t, X_{t-1} .

$$\phi_{kk} = \begin{cases} \rho_1 = \phi_1, & k = 1 \\ 0, & k \geq 2 \end{cases}. \quad [4.12]$$

Autoregresní proces p -tého řádu AR (p) je zapsán vztahem

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + a_t, \quad [4.13]$$

což lze zapsat jako

$$\phi_p(B)y_t = a_t, \quad [4.14]$$

kde $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$. Leží-li kořeny polynomu $\phi_p(B)$ vně jednotkového kruhu (jsou rovny nule), je proces AR (p) stacionární.

Zvláštní případ procesu AR (1) je proces náhodné procházky, který je tvořen kumulováním náhodných veličin tvořících proces bílého šumu. Náhodná procházka je nestacionární proces, kde zdrojem její nestacionarity je stochastický trend.

4.4.3. Proces klouzavých průměrů MA

Proces klouzavých průměrů prvního řádu MA (1) má tvar (Arlt, Arlt, Rublíková, 2002)

$$y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1}, \quad [4.15]$$

resp. pomocí operátoru zpětného posunutí

$$y_t = (1 - \theta_1 B)a_t. \quad [4.16]$$

Aby byl proces MA (1) invertibilní, musí platit $|\theta_1| < 1$.

Autokorelační funkce tohoto procesu má tvar

$$\rho_1 = \frac{-\theta_1}{1 + \theta_1^2}, \quad \rho_k = 0, \quad k = 2, 3, \dots \quad [4.17]$$

a parciální autokorelační funkce je ve tvaru

$$\phi_{kk} = \frac{-\theta_1^k (1 - \theta_1^2)}{1 + \theta_1^{2(k+1)}}, \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad [4.18]$$

Proces klouzavých průměrů řádu q značíme MA (q) a má tvar

$$y_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}, \quad [4.19]$$

příp. také

$$y_t = \theta_q(B)a_t, \quad [4.20]$$

kde

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q. \quad [4.21]$$

Proces MA (q) je vždy stacionární. Leží-li kořeny polynomu $\theta_q(B)$ vně jednotkového kruhu, proces MA (q) je invertibilní.

Hodnoty ACF jsou pro zpoždění $k = 1, 2, \dots, q$ různé od nuly a pro další zpoždění se rovnají nule. PACF tvoří kombinace exponenciálně klesajících pohybů (pokud reálné kořeny rovnice $\theta_q(B) = 0$) a exponenciálně klesajících sinusoidních pohybů (pokud komplexní kořeny rovnice $\theta_q(B) = 0$) (Arlt, Arltová, 2003).

4.4.4. Procesy ARMA

Tvar smíšeného procesu ARMA (p, q) má formu

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad [4.22]$$

případně také
$$\phi_p(B)y_t = \theta_q(B)a_t \quad [4.23]$$

Proces je stacionární, leží-li kořeny polynomu $\phi_p(B) = 0$ vně jednotkového kruhu a invertibilní, leží-li kořeny polynomu $\theta_q(B) = 0$ také vně jednotkového kruhu.

Tvar autokorelační funkce bude obdobný jako v případě procesu AR (p), tj. bude mít formu kombinace exponenciálně klesajících pohybů a exponenciálně klesajících sinusoidních pohybů, avšak bude následovat až po prvních $q - p$ hodnotách, jestliže $q > p$. Hodnoty $\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_{q-p}$ tuto formu mít nebudou.

Na parametrech procesů AR i MA závisí hodnoty parciální autokorelační funkce. Pro $k > p - q$ se PACF u procesu ARMA(p, q) bude v případě, že $p > q$, chovat stejně jako u MA(q). Pro $k \leq p - q$ je však tento tvar odlišný (Arlt, Arltová, 2003).

4.4.5. Rozšířený Dickey-Fullerův test

Dickey-Fullerův test (DF test) se provádí za předpokladu, že chybový člen u_t je nekorelovaný. Je-li chybový člen u_t korelovaný, používáme rozšířený Dickey-Fullerův test (ADF test). DF test je rozšířený o přidanou hodnotu zpožděné závisle proměnné ΔY_t . ADF test se skládá z odhadu následující regrese (Gujarati, 2009):

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t, \quad [4.24]$$

kde ε_t je bílý šum chybového členu a kde $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})$, $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$, atd. V ADF testu se stále zkoumá zda $\delta = 0$ a ADF test se řídí stejným asymptotickým rozdělením jako statistiky DF, používají stejné kritické hodnoty.

4.5. VAR modely

VAR je systém regresních modelů (tj. existuje více než jedna proměnná), které lze považovat za směsice mezi jednorozměrnými časovými řadami a rovnic modelů endogenních a exogenních proměnných. Nejjednodušším případem jsou dvou proměnné VAR modely, kde existují pouze proměnné y_{1t} a y_{2t} , jejichž aktuální hodnoty závisí na různých kombinacích předchozích hodnot k obou proměnných a chybě podmínky.

$$y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11}y_{1t-1} + \dots + \beta_{1k}y_{1t-k} + \alpha_{11}y_{2t-1} + \dots + \alpha_{1k}y_{2t-k} + u_{1t}, \quad [4.25]$$

$$y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21}y_{2t-1} + \dots + \beta_{2k}y_{2t-k} + \alpha_{21}y_{1t-1} + \dots + \alpha_{2k}y_{1t-k} + u_{2t} \quad [4.26]$$

kde u_{it} je bílý šum s chybou podmínky s $E(u_{it}) = 0$, ($i = 1, 2$), $E(u_{1t}, u_{2t}) = 0$. Důležitým rysem VAR modelu je jeho flexibilita a snadnost zobecnění.

Model může být rozšířen o klouzavý průměr chyb, které by byly více proměnnými modelu ARMA, známý jako VARMA, kde místo dvou proměnných y_{1t} a y_{2t} by systém mohl být rozšířen o g proměnných y_{1t} , y_{2t} , y_{3t}, \dots, y_{gt} , z nichž každý má rovnici.

VAR modely mají několik výhod ve srovnání s modely jednorozměrných časových řad nebo se simultánní rovnicí strukturálního modelu (Brooks, 2008):

- a) výzkumník nemusí určit, které proměnné jsou endogenní a které exogenní, jelikož jsou všechny endogenní,
- b) VAR modely jsou flexibilnější než jednorozměrné modely AR,
- c) je možné použít metodu nejmenších čtverců zvlášť na každou rovnici,
- d) předpovědi generované VAR modely jsou často lepší než „tradiční“ strukturální modely, což bylo prokázáno v mnoha článcích (například Brooks, 2008 uvádí článek The Sims, 1980).

Modely VAR mají také nevýhody a omezení ve vztahu k ostatním modelům (Brooks, 2008):

- a) model VAR je teoretický, používá málo předběžných poznatků o vztazích mezi proměnnými, zařazení nebo vyřazení některých proměnných hraje klíčovou roli při identifikaci modelu,
- b) pro určení vhodné délky zpoždění existuje několik přístupů,
- c) mnoho parametrů, je-li g rovnic, pro každou z proměnných g a se zpožděním k v každé rovnici ($g + kq^2$) parametry budou muset

být odhadnuty, např. pokud $g = 3$ a $k = 3$, je třeba odhadnout 30 parametrů,

- d) pro zkoumání statistické významnosti koeficientů, za použití testů hypotéz (a to buď jednotlivě, nebo společně) je nezbytné, aby všechny komponenty VAR modelu byly stacionární.

4.6. Grangerova kauzalita

Vzájemné vztahy mezi jednotlivými časovými řadami řeší Grangerova kauzalita. Grangerova kauzalita vychází z předpokladu, že pokud je časová řada $\{Y_t\}$ ovlivňována řadou $\{X_t\}$, pak by měla řada $\{X_t\}$ vylepšit predikci řady $\{Y_t\}$. Formální zápis kauzality zvažuje predikci založenou na minimalizaci střední čtvercové chyby (MSE). Množina, jež obsahuje všechny informace dostupné do času t včetně, značíme Ω_t . Nechť je $Y_t(h | \Omega_t)$ optimální předpověď (minimální MSE) procesu $\{Y_t\}$ o h kroků předikovaných v procesu Y_t v čase t , založená na informacích v množině Ω_t . Vznikající předpověď MSE je vyjádřena $\sum_y(h | \Omega_t)$. Proces $\{X_t\}$ působí kauzálně v Grangerově smyslu na proces $\{Y_t\}$ jestliže (Lütkepohl, 2005):

$$\sum_y(h | \Omega_t) < \sum_y(h | \Omega_t \setminus \{X_s | s \leq t\}) \quad [4.27]$$

po dobu alespoň jednoho $h = 1, 2, \dots$

Pro pojetí Grangerovy kauzality v souvislosti s modely VAR uvažujeme vektorovou autoregresní reprezentaci ve formě (Artl, 1999)

$$X_t = \sum_{j=0}^{\infty} \pi_j X_{t-j} + a_t, \quad D(a_t) = E(a_t a_t') = \sum a. \quad [4.28]$$

Předpokládáme-li, že proces $\{X_t\}$ se dělí na m -rozměrný proces $\{Y_t\}$ a n -rozměrný proces $\{Z_t\}$. Lze tyto vektory časových řad zapsat ve formě následujících vektorových autoregresních reprezentací

$$Y_t = \sum_{s=1}^{\infty} B_{1s} Y_{t-s} + u_{1t}, \quad D(u_{1t}) = T_1, \quad [4.29]$$

$$Z_t = \sum_{s=1}^{\infty} E_{1s} Z_{t-s} + w_{1t}, \quad D(w_{1t}) = \Lambda_1. \quad [4.30]$$

Procesy $\{u_{1t}\}$ a $\{w_{1t}\}$ nejsou autokorelované, ale mohou být ve stejném čase vzájemně korelované.

5. Výsledky a diskuse

5.1. Testování jednotkových kořenů

Testování jednotkových kořenů se provádí pomocí rozšířeného Dickey-Fullerova testu, který určuje, zda uvedené časové řady indexů jsou stacionární či nestacionární. Výsledky tohoto testu uvádí tabulka č. 7.

Tab. č. 7: Rozšířený Dickey-Fullerův test s použitím jedné zpožděné proměnné pro 277 pozorování, nulová hypotéza jednotkového kořenu: $a = 1$, test s konstantou

	Odhadovaná hodnota (a-1)	Testovací statistika	Asymptotická p-hodnota
DAX	-0,0039	-0,4631	0,8959
ATX	-0,0161	-1,3639	0,6016
PX	-0,0495	-2,5415	0,1056
WIG20	-0,0188	-1,4233	0,5725
BUX	-0,0581	-2,7434	0,0668
CEETX	-0,0351	-2,1609	0,2210

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Z tabulky č. 7 vyplývá, že rozšířený Dickey-Fullerův test nezamítl nulovou hypotézu, která říká, že časová řada vznikla procesem náhodné procházky (Random Walk), má tedy jednotkový kořen. Výše uvedené časové řady burzovních indexů jsou nestacionární.

5.2. Korelační analýza

Pro zjištění, zda mezi akciovými indexy existuje pozitivní, negativní či nulová vzájemná korelace je využita korelační matice prvních diferencí denních uzavíracích hodnot jednotlivých indexů v období od 4. ledna 2010 do 28. února 2011 (viz tab. č. 8). Prvních diferencí je využito pro odstranění jednotkového kořene v časových řadách. Zvolení takto dlouhé časové řady bylo ovlivněno indexem CEETX, jenž je vypočítáván od září 2009.

Tab. č. 8: Korelační koeficienty prvních diferencí denních uzavíracích hodnot akciových indexů od 4. 1. 2010 do 28.2. 2011, 5% kritická hodnota (oboustranná) je 0,1175 pro $n = 279$

	dDAX	dATX	dPX	dWIG20	dBUX	dCEETX
dDAX	1	0,8170	0,6267	0,5854	0,6310	0,8076
dATX		1	0,7556	0,5921	0,6771	0,9496
dPX			1	0,6384	0,6666	0,8422
dWIG20				1	0,5817	0,6576
dBUX					1	0,8314
dCEETX						1

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Porovnáním denních uzavíracích hodnot akciových indexů, lze konstatovat statistickou významnost korelačních koeficientů, jejichž hodnoty jsou u všech vyšší než kritická hodnota, která je rovna 0,1175. U všech hodnot lze pozorovat pozitivní vzájemnou korelaci. Nejnižších korelačních koeficientů dosahuje varšavská burza a její index WIG20, přesto jsou tyto koeficienty vyšší než 0,5, což značí pozitivní vzájemnou korelaci.

Nejvyšších hodnot dosahuje korelační koeficient vídeňského indexu ATX a společného indexu CEETX, jejichž koeficient se přibližuje hodnotě 0,95, jenž představuje silnou pozitivní závislost mezi těmito indexy. Zde se nejvíce projevuje složení indexu CEETX, který zahrnuje 14 titulů burzy vídeňské. Index CEETX vykazuje silnou pozitivní závislost i u pražského indexu PX a budapeštského BUX, jenž přesahuje hodnotu 0,8. Pražskou burzu zastupuje v indexu CEETX 6 titulů a budapeštskou burzu 4 tituly. Poslední titul, který ještě tento index obsahuje, je z lublaňské burzy, která není předmětem této studie.

Frankfurtský index DAX má největší korelační koeficient s indexem ATX a CEETX. Jak frankfurtská tak vídeňská burza jsou významnými představiteli burzovních obchodů v Evropě a obě lze zařadit mezi západoevropské burzy. A jelikož index CEETX obsahuje větší část titulů vídeňské burzy, je index DAX silně pozitivně korelován i s tímto indexem.

5.3. Jednorozměrná analýza

V této části jsou uvedeny jednorozměrné modely denních uzavíracích hodnot akciových indexů pro první diference od 4. 1. 2010 do 28. 2. 2011. Nejprve jsou uvedeny modely s indexy PX, BUX a WIG20 jako závisle proměnnými na indexu ATX a následně modely, kde jsou zvoleny jako závisle proměnné indexy ATX a PX na indexu DAX.

$$dPX = 0,31037 dATX$$

$$\text{s.e.} \quad (0,015858)$$

$$t = 19,57$$

$$t = 283 \quad \overline{R^2} = 0,57596 \quad r = 0,75892$$

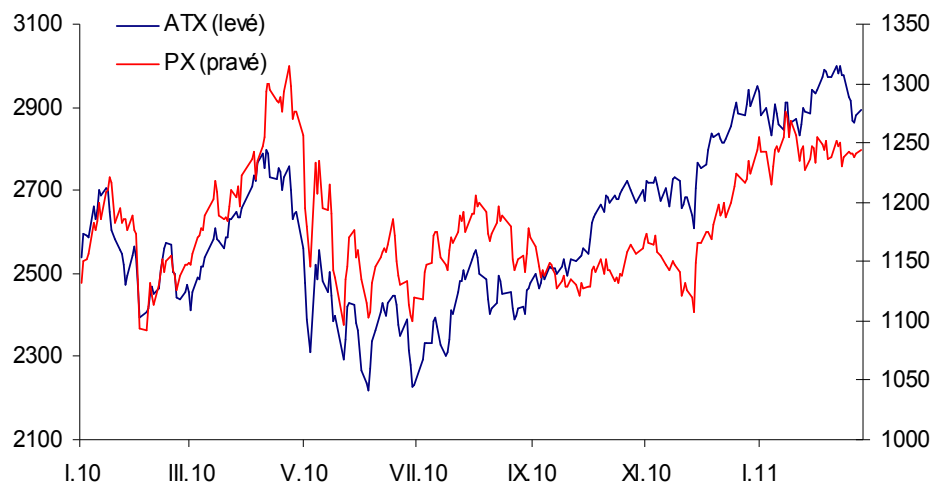
$$F = 383,0293 \quad DW = 2,35775 \quad p\text{-hodnota} = 1,82e-054$$

První model znázorňuje závislost přírůstků denních uzavíracích hodnot indexu PX na indexu ATX. Zvýší-li se přírůstek indexu ATX o jeden procentní bod, zvýší se index PX o 0,31 procentního bodu. Model je uváděn bez konstanty, která je statisticky nevýznamná a po jejím odstranění se hodnoty modelu zlepšily. Tento model je statisticky průkazný na 1% hladině významnosti, neobsahuje autokorelaci chybového členu a p-hodnota Durbin-Watsonova testu je 0,9990. Model je průkazný i z hlediska ekonomické interpretace. Koeficient korelace ukazuje na lineární závislost. Graf na obrázku č. 1 zobrazuje vývoj denních uzavíracích hodnot indexu PX a ATX.

Vývoj akciových indexů se odvíjí od vývoje kurzů emisí zastoupených v indexu. V indexu PX čtyři ze čtrnácti titulů tvoří přes 80 % všech emisí. Největší podíl v tomto indexu má sektor bankovníctví, který představuje více než 45 % (je zastoupen Erste Bank a Komerční bankou). S téměř 25 % následuje ČEZ, zastupující energetický průmysl a posledních necelých 14 % zaujímají telekomunikace, především Telefonica O2.

Změna ve vývoji některého z těchto titulů může zásadním způsobem ovlivnit vývoj celého indexu PX. Například v lednu 2010 měl růst akcií společnosti ČEZ největší podíl na celkovém růstu indexu PX a to i přes to, že ostatní indexy klesaly. Ve složení indexu ATX má opět největší zastoupení bankovníctví, téměř 30 %, a z toho přes 20 % Erste Bank. Okolo 10 % mají dále tituly z oboru metalurgie, telekomunikace a petrochemie. Zbylých 15 titulů tvoří necelých 50 % váhy indexu ATX. Závislost vývoje indexu ATX a PX je dána podobností složení indexu a také největším zastoupením bankovního sektoru, především akciemi Erste Bank, jež obsahují oba zmíněné indexy.

Obr. č. 1: Vývoj denních uzavíracích hodnot indexu ATX a PX od 4. 1. 2010 do 28. 2. 2011



Zdroj: Vlastní práce pomocí programu Excel

Vývoj indexů ATX a PX je zobrazen na obrázku č. 1. Na vývoji indexu ATX, tak i ostatních indexů měl na počátku roku 2010 největší vliv sled událostí v Řecku a díky tomu i propad eura vůči dolaru, což způsobilo únorový pokles na všech akciových trzích. Březen byl na akciových trzích velmi úspěšný, index PX vzrostl o 5,1 % a index ATX o 8 %. Tento růst byl způsoben všeobecným optimismem spojeným s přicházejícími příznivými makroekonomickými daty jak z americké, tak i z jiných ekonomik světa.

Růst indexu PX byl způsoben především posílením akcií Erste Bank o více než 10 %. Začátek dubna byl ještě ve znamení pokračujícího růstu, ale již první květnové dny zaznamenávají pokles na akciových trzích způsobený přetrvávající řeckou fiskální krizí a šířícími se obavami z bankrotu maďarské ekonomiky.

Index ATX během května poklesl o 8,6 % a index PX o 7,8 %. Na květnový vývoj českého akciového trhu mělo alespoň příznivý vliv vítězství pravicových stran v proběhlých volbách. Červen pokračoval v poklesu, nedařilo se bankovním titulům (viz Řecko), oslabily i těžařské společnosti díky havárii v Mexickém zálivu a také klesaly ceny některých průmyslových kovů. Červenec se na finančních trzích vydařil a akciové indexy začaly růst. Další měsíc přinesl mírný propad, ale září opět přineslo růst na akciových trzích.

Pouze index pražské burzy zůstal v minusových hodnotách a propadl o dalších 0,8 %. V říjnu trhy pokračovaly v růstu, stejný průběh byl i v listopadu, ale už v průběhu tohoto měsíce se znovu obnovily debaty o budoucnosti zadlužených států eurozóny a především o řešení dluhových potíží Irska. Koncem listopadu

Irsko přijalo pomoc od EU a Mezinárodního měnového fondu a tak napětí z evropské dluhové krize mírně oslabilo a i prosinec byl ve znamení růstu na akciových trzích. Index PX zaznamenal od dubna nejvyšší nárůst své hodnoty a vzrostl o více než 10 %. Začátek roku 2011 je zatím rokem vyspělých finančních trhů, jenž je doprovázen růstem jednotlivých indexů. I když ne tak velikým jako tomu bylo doposud.

Druhý model znázorňuje závislost přírůstků budapeštského indexu BUX na indexu ATX. P-hodnota potvrzuje správnost sestaveného modelu a koeficient korelace určuje lineární závislost mezi indexy. Tento model potvrzuje hypotézu o závislosti indexu ATX a BUX. Statisticky nevýznamná konstanta byla z modelu vynechána.

$$dBUX = 6,86548 dATX$$

$$\text{s.e.} \quad (0,441792)$$

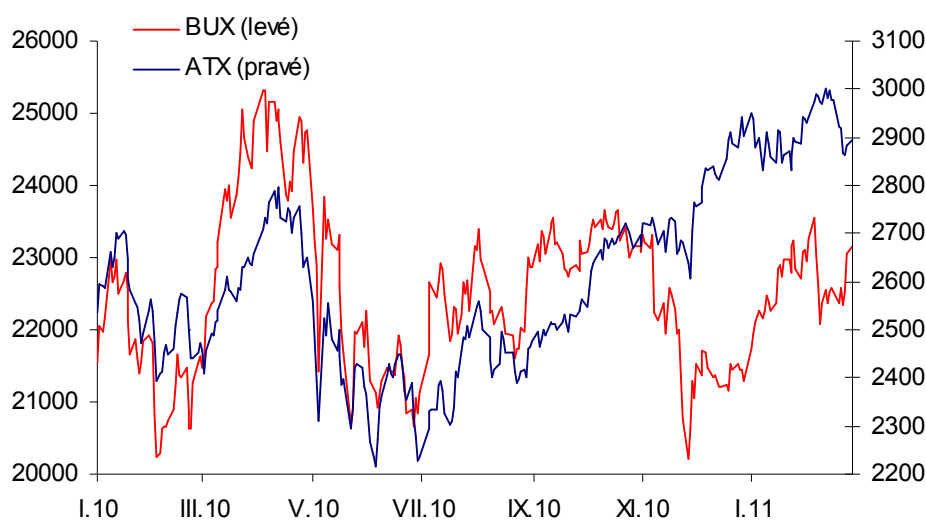
$$t = 15,54$$

$$t = 286 \quad \overline{R^2} = 0,45868 \quad r = 0,67726$$

$$F = 241,4933 \quad DW = 2,16487 \quad \text{p-hodnota} = 7,22e-040$$

Z tohoto modelu je patrné, že pokud se zvýší přírůstek indexu ATX o jeden procentní bod, zvýší se přírůstek indexu BUX o téměř sedm procentních bodů. Takto vysoký koeficient není dán silnou závislostí mezi indexy, ale především rozdílnými hodnotami obou indexů. Hodnota indexu ATX se pohybuje pouze mezi 2 000 až 3 000 body, kdežto hodnota indexu BUX je skoro desetkrát tak vyšší a pohybuje se mezi 20 000 až 25 000.

Obr. č. 2: Vývoj denních uzavíracích hodnot indexu ATX a BUX od 4. 1. 2010 do 28. 2. 2011



Zdroj: Vlastní práce pomocí programu Excel

Složení indexu BUX je obdobné jako u indexu ATX a PX. Největší zastoupení má sektor bankovníctví (přes 30 %), následuje petrochemie s 29 %, farmaceutický průmysl s 25 % a s necelými 14 % telekomunikace. Ostatní tituly, které tvoří polovinu složení indexu, se pohybují pod váhou 1 %.

Březen byl pro index BUX nejméně úspěšným měsícem ze zkoumaných indexů a vedl k jeho zvýšení o 14 %. V květnu ale následoval jako u ostatních indexů propad, avšak u indexu BUX byl o více než 10 %. Další výrazný pokles přinesl až listopad, kdy index BUX propadl o 10,8 %. Prosinec již byl ve znamení růstu a na počátku nového roku se BUX dostal na špici akciového trhu se svým nárůstem o 7 %. Graf na obrázku č. 2 znázorňuje vývoj indexu BUX a ATX.

Přírůstek závislosti varšavského indexu WIG20 na indexu ATX znázorňuje další model. Podle p-hodnoty je model specifikován správně a koeficient korelace udává, že mezi indexy existuje lineární závislost. Zvýší-li se u tohoto modelu přírůstek indexu ATX o jeden procentní bod, potom se přírůstek indexu WIG20 zvýší o 0,55 procentního bodu. Pouze tyto dva indexy nabývají podobných hodnot a pohybují se od dvou do tří tisíců bodů.

$$dWIG20 = 0,55399 dATX$$

$$\text{s.e.} \quad (0,044915)$$

$$t = 12,33$$

$$t = 285 \quad \overline{R^2} = 0,34882 \quad r = 0,59061$$

$$F = 152,1344 \quad DW = 2,42235 \quad p\text{-hodnota} = 2,79e-028$$

Složení indexu WIG20 se váhovým zastoupením titulů odlišuje od předešlých indexů. Nad hranici 10 % dosáhly tři společnosti, farmaceutická společnost PKOBP, banka PEKAO a hutní společnost KGHM. Čtyři tituly se pohybují pod 10 % a zbývajících třináct titulů se pohybuje od 0,4 do 4 %. Je to jediný index, ve kterém nesmí být zastoupeno více jak pět titulů z jednoho oboru. Index reprezentuje 12 odvětví, což zvyšuje důvěryhodnost celého polského hospodářství a odlišný vývoj jedné společnosti nemá zásadní vliv na vývoj celého indexu. Na obrázku č. 3 je zobrazen graf vývoje indexu WIG20 a ATX.

Obr. č. 3: Vývoj denních uzavíracích hodnot indexu ATX a WIG20 od 4. 1. 2010 do 28. 2. 2011



Zdroj: Vlastní práce pomocí programu Excel

Pro index WIG20 byl březen také velmi úspěšný a znamenal nárůst o 10,2 %. I u varšavského indexu byl květen ztrátový a index zaznamenal propad o 4,5 %. V dalších měsících se vývoj indexu WIG20 podobal vývoji indexu ATX. Již v prosinci ale WIG20 nedosahoval takového růstu jako index ATX a začátkem nového roku si vedl dokonce ještě hůře než index PX a přitom ještě v roce 2010 rostl dvojnásobným tempem než akcie pražské burzy.

Další model ukazuje, jak závisí přírůstek indexu PX na přírůstku indexu DAX. Opět p-hodnota ukazuje na správnost modelu, koeficient korelace na existenci lineární závislosti mezi danými indexy a statisticky nevýznamnou konstantu, která byla z modelu vyřazena. Vzroste-li přírůstek indexu DAX o jeden procentní bod, pak vzroste přírůstek indexu PX o 0,14 procentních bodů.

$$dPX = 0,14122 dDAX$$

$$\text{s.e.} \quad (0,010287)$$

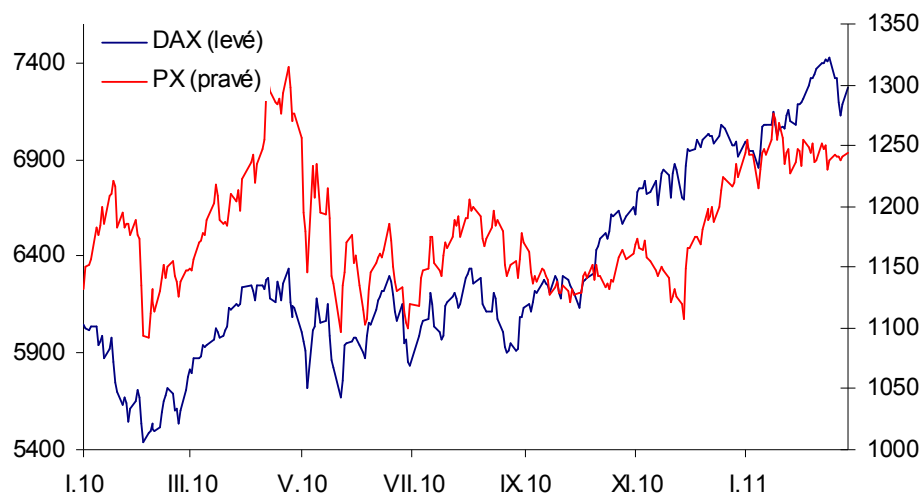
$$t = 13,73$$

$$t = 291 \quad \overline{R^2} = 0,39387 \quad r = 0,62759$$

$$F = 188,4462 \quad DW = 2,35873 \quad \text{p-hodnota} = 2,20e-033$$

Index DAX má podobné složení jako index WIG20, jen více členité. Nad hranici 10 % dosahuje pouze společnost Siemens. Šest titulů se pohybuje mezi 5 až 10 % a 23 titulů nedosahuje ani 5ti procentní váhy ve složení indexu. Ani zde výkyv hodnoty jedné z akcií neovlivní vývoj celého indexu. Graf na obrázku č. 4 udává vývoj indexu DAX a PX.

Obr. č. 4: Vývoj denních uzavíracích hodnot indexu DAX a PX od 4. 1. 2010 do 28. 2. 2011



Zdroj: Vlastní práce pomocí programu Excel

Také pro index DAX byl březen velmi úspěšným, vzrostl o 9,9 %. Květnový propad se nevyhnul ani indexu DAX, kdy jeho hodnota klesla o 2,8 %. V červnu byl DAX jediným indexem, jehož hodnota nepoklesla, ale zůstala oproti předešlému měsíci beze změny. Nejvíce se dařilo indexu DAX v říjnu, kdy vzrostl o 6 % a dostal se tak nad hranici 6600 bodů. Takto vysoká hodnota byla naposledy v létě 2008. V následujících měsících nadále rostl, avšak hranici 7000 bodů se mu do konce roku nepodařilo prolomit. Začátek roku 2011 byl pro index DAX ve znamení růstu, během ledna vzrostl o 2,4 % a v únoru o 2,8 %.

Poslední model znázorňuje závislost přírůstku indexu ATX na přírůstku indexu DAX s p-hodnotou vyjadřující správnost sestavení modelu a koeficientem korelace blízcím se jedné, jenž určuje přímou lineární závislost. Statistická významnost konstanty nebyla potvrzena ani u toho modelu, a tak ji model nezahrnuje. Pokud se přírůstek indexu DAX zvýší o jeden procentní bod, pak se o 0,44 procentního bodu zvýší přírůstek indexu ATX.

$$dATX = 0,44273 dDAX$$

$$\text{s.e.} \quad (0,01839)$$

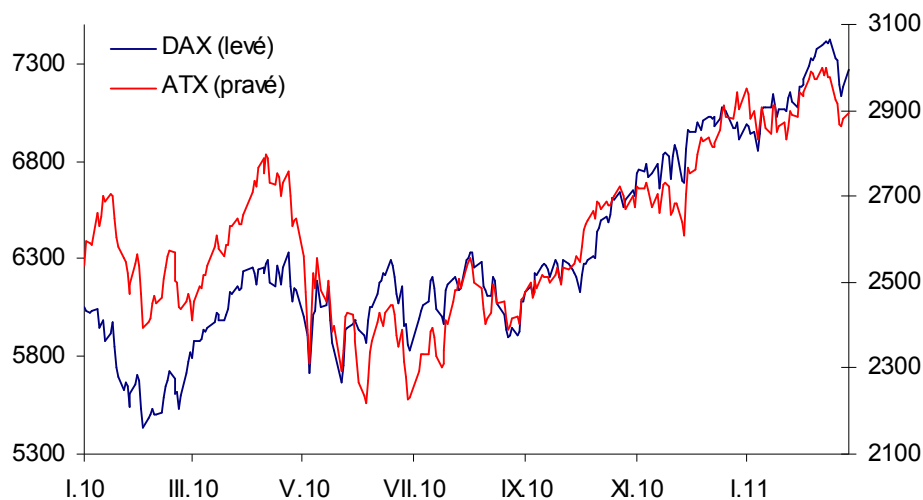
$$t = 24,07$$

$$t = 288 \quad \overline{R^2} = 0,66872 \quad r = 0,81776$$

$$F = 579,3499 \quad DW = 1,78818 \quad \text{p-hodnota} = 8,06e-071$$

Graf na obrázku č. 5 ukazuje velmi podobný průběh obou uvedených indexů, jejichž vývoj byl popsán výše.

Obr. č. 5: Vývoj denních uzavíracích hodnot indexu DAX a ATX od 4. 1. 2010 do 28. 2. 2011



Zdroj: Vlastní práce pomocí programu Excel

5.4. VAR model

Na základě testu minimálních hodnot podle Schwarzova Bayesovského kritéria (BIC), bylo u přírůstků burzovních indexů stanoveno zpoždění 1 (lag1). Tabulka č. 9 uvádí první rovnici modelu VAR, kde za závisle proměnou je zvolen index ATX, v závislosti na indexech ATX, PX a DAX s řádem zpoždění 1, tedy s 5ti minutovým zpožděním.

Druhá rovnice VAR modelu (viz tab. č. 10) představuje index PX jako závisle proměnnou na indexech ATX, PX a DAX se zpožděním 1, a poslední tabulka č. 11 udává jako závisle proměnnou index DAX. Počet hvězdiček u p-hodnoty představuje hladinu významnosti testované hypotézy, kde jedna hvězdička znamená 5% hladinu významnosti a dvě hvězdičky 1% hladinu významnosti.

Tab. č. 9: Index ATX jako závisle proměnná na indexech ATX, PX a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	0,0137	0,0580	0,8131
dPX	-0,3689	0,1947	0,0590
dDAX	0,0633	0,0183	0,0006 **

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0511	5,8675	0,0007	2,0664

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Z tabulky č. 9 vyplývá, že index vídeňské burzy ATX ovlivňuje pouze vývoj na burze frankfurtské a to se zpožděním 1, tedy v 5ti minutovém intervalu. Průkaznost modelu potvrzuje p-hodnota a Durbin-Watsonova statistika dokazuje, že v modelu není přítomna ani autokorelace chybového členu. Na 10% hladině významnosti je prokazatelná i negativní závislost na indexu PX. Tedy že index PX je závislý na indexu ATX.

Tab. č. 10: Index PX jako závisle proměnná na indexech ATX, PX a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	0,0486	0,0159	0,0024 **
dPX	0,0677	0,0533	0,2044
dDAX	0,0142	0,0049	0,0048 **

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0842	10,0259	<0,0001	2,0223

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Index PX je pozitivně závislý jak na vývoji indexu vídeňské burzy, tak i na vývoji indexu burzy frankfurtské. Autokorelace chybového členu v modelu přítomna není a model je specifikován správně. Průběh obchodování na frankfurtském, případně na vídeňském trhu se během 5ti minut projeví i na pražském indexu PX.

Při použití minutových hodnot bylo prokázáno zpoždění v řádu 4 a 5. Výsledky tohoto testu zde však neuvádím, jelikož souhlasí s modelem 5ti minutových dat v řádu zpoždění 1, a proto pro další modely bude využito 5ti minutových hodnot.

Tab. č. 11: Index DAX jako závisle proměnná na indexech ATX, PX a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	-0,1726	0,1885	0,3607
dPX	-0,7814	0,6327	0,2177
dDAX	-0,0139	0,0593	0,8137

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0087	0,9626	0,4105	1,9946

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Poslední tabulka č. 11 modelu VAR dokazuje, že index DAX žádným způsobem nezávisí ani na indexu ATX ani na indexu PX. Výsledky tohoto testu potvrzují, že frankfurtská burza je natolik nezávislá a významná, že určuje vývoj na středoevropském trhu, než aby její vývoj v časovém posunu nějak ovlivnil výkyvy na těchto vybraných trzích.

V příloze č. 1 jsou dále uvedeny VAR modely pro skupinu indexů DAX, WIG20, ATX a skupinu DAX, BUX a ATX. Při zkoumání modelu VAR se všemi indexy bylo dosaženo stejného závěru. Pro lepší přehlednost závislosti jednotlivých indexů na indexu DAX a ATX, byly uvedené modely takto rozděleny. Ani u jednoho modelu VAR (viz tab. 1 a 4 v příloze č. 1) nebyla prokázána závislost indexu DAX ve zpožděných hodnotách na ostatních indexech. Znovu je zde potvrzena velikost a nezávislost frankfurtské burzy na burzách středoevropských. Tabulka č. 2 v příloze č. 1 uvádí jako závisle proměnnou index WIG20 a z provedeného modelu vyplývá, že index varšavské burzy je s pěti minutovým zpožděním závislý pouze na indexu DAX. Naproti tomu index ATX je se zpožděním závislý jak na indexu DAX, tak indexu WIG20. Závislost vídeňského indexu na varšavském, lze vysvětlit velikostí polského trhu a váhovým rozložením titulů v indexu WIG20. Tabulka č. 5 v příloze č. 1 prokazuje závislost indexu BUX s 5ti minutovým zpožděním na indexech ATX a DAX. Obě burzy tak ovlivňují vývoj budapeštského indexu. Poslední tabulka č. 6 v příloze č. 1 opět pouze potvrzuje závislost indexu ATX na indexu DAX.

5.5. Grangerova kauzalita

Rozšířený Dickey-Fullerův test pro 5ti minutové hodnoty stejně jako u denních hodnot nezamítl nulovou hypotézu a časové řady uvedených burzovních indexů jsou nestacionární.

Následující tabulky č. 12 a 13 uvádí, zda mezi akciovými indexy existuje příčinný vztah či nikoli. Pro výpočet Grangerovy kauzality jsou použity první diference 5ti minutových hodnot od 6. do 11. dubna 2011.

Tab. č. 12: Vzájemná kauzalita mezi prvními diferenciemi indexů ATX a PX pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011

	F-test	p-hodnota
dATX → dPX	19,1476 **	<0,0001
dPX → dATX	3,0301	0,0827

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Z tabulky č. 12 vyplývá, že na 1% hladině významnosti existuje pouze jednostranná závislost indexu PX na indexu ATX. Kauzalita je testována na diferencovaných 5ti minutových hodnotách indexů se zpožděním jedna, tedy 5 minut a vývoj indexu ATX tak ovlivňuje s 5ti minutovým zpožděním vývoj indexu PX. Výsledky provedeného zkoumání kauzality také odpovídají ekonomickým teoriím o závislosti indexu pražské burzy na vývoji trhu ve Vídni, která je dána blízkostí obou uvedených burz, dále společnou historií, stejnými tituly zahrnutými v indexu a faktem, že se Wiener Börse AG stala majoritním akcionářem Burzy cenných papírů Praha.

Tab. č. 13: Vzájemná kauzalita mezi prvními diferenciemi indexů DAX a PX pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011

	F-test	p-hodnota
dDAX → dPX	17,7880 **	<0,0001
dPX → dDAX	1,5878	0,2085

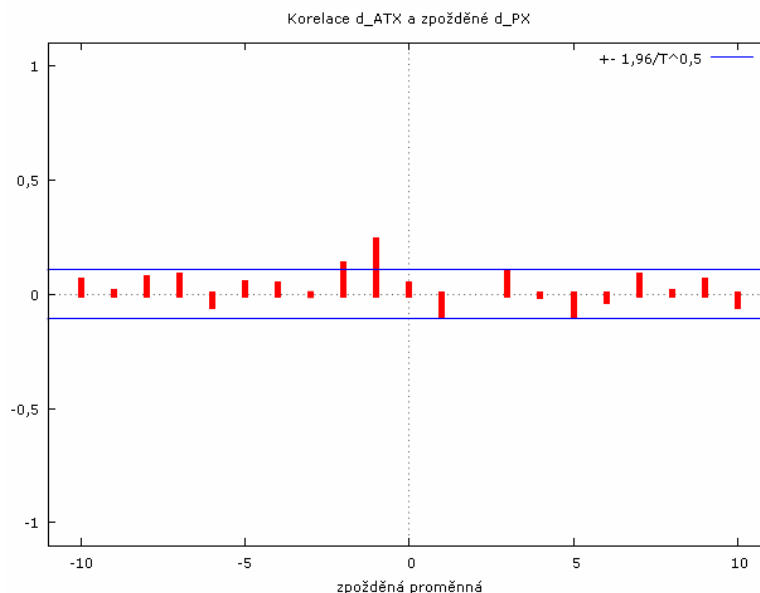
Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Jednostranná závislost byla prokázána i u indexu DAX a indexu PX, kde na 1% hladině významnosti vývoj frankfurtského indexu DAX ovlivňuje s 5ti minutovým zpožděním vývoj přírůstků indexu PX. Závislost indexu DAX na indexu PX potvrzena nebyla.

Řád zpoždění testovaných indexů je určen na základě vzájemného korelogramu vždy dvou indexů. Graf na obrázku č. 6 znázorňuje vzájemnou korelaci indexů

ATX a PX, a na obrázku č. 7 je znázorněna vzájemná korelace mezi indexy DAX a PX. U většiny vzájemných korelogramů není prokazatelné ani zpoždění řádu jedna. Tyto korelogramy jsou uvedeny v příloze č. 2.

Obr. č. 6: Vzájemná korelace prvních diferencí 5ti minutových hodnot indexu ATX a PX od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011



Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

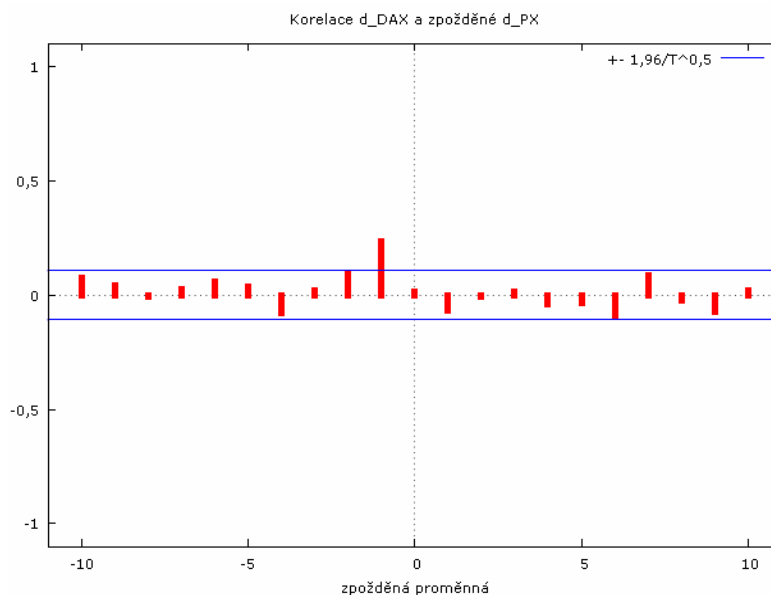
Obrázek č. 6 znázorňuje vzájemnou korelaci indexu ATX a PX. Je zde patrné výrazné zpoždění řádu jedna a skoro nevýznamné řádu dvě. Vzájemná korelace indexu DAX a PX na obrázku č. 7 vykazuje pouze zpoždění prvního řádu, což ukazuje na vysokou informační efektivnost mezi jednotlivými trhy.

Korelační koeficient diferencovaných 5ti minutových hodnot pro index ATX a PX je ve výši 0,0401 a nedosahuje ani kritické hodnoty, která je 0,1078. Tento výsledek značí statistickou nevýznamnost korelačních koeficientů. Indexy vídeňské a pražské burzy nejsou v současných hodnotách vzájemně korelované.

Vzájemná korelace nebyla prokázána ani u současných hodnot indexů DAX a PX. Korelační koeficient diferencovaných 5ti minutových hodnot těchto indexů je ve výši 0,0178 a nedosahuje tak kritické hodnoty, která určuje významnost koeficientů.

Tabulka korelačních koeficientů prvních diferencí 5ti minutových hodnot zbývajících indexů je uvedena v příloze č. 2. Je-li koeficient korelace menší než uvedená kritická hodnota, znamená to, že indexy nejsou v současném období vzájemně korelované. To je také patrné i z grafů na obrázcích vzájemných korelogramů uvedených v této příloze.

Obr. č. 7: Vzájemná korelace prvních diferencí 5ti minutových hodnot indexu DAX a PX od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011



Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Následující tabulky č. 14 a 15 uvádějí vzájemné testy kauzality mezi prvními diferencemi 5ti minutových hodnot jednotlivých indexů. I zde jsou pro přehlednější označení výsledků použity hvězdičky. Je-li kauzalita prokázána na 1% hladině významnosti, jsou u statistiky uvedeny dvě hvězdičky a je-li prokázána na 5% hladině významnosti je uvedena hvězdička jedna.

Tab. č. 14: Vzájemná kauzalita mezi prvními diferencemi indexů AXT, PX, BUX a CEETX pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011

		dATX	dPX	dBUX	dCEETX
dATX	F-test		19,1476 **	5,9830 *	6,8425 **
	p-hodnota		<0,0001	0,0150	0,0093
dPX	F-test	3,0301		0,5902	0,2892
	p-hodnota	0,0827		0,4429	0,5911
dBUX	F-test	0,1909	3,6153		1,6165
	p-hodnota	0,6625	0,0581		0,2045
dCEETX	F-test	0,4899	8,0036 **	18,4821 **	
	p-hodnota	0,4845	0,0050	<0,0001	

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Provedením testu Grangerovy kauzality byly zjištěny pouze jednostranné závislosti. Oboustranná kauzalita nebyla prokázána u žádného z testovaných indexů. Z tabulky č. 14, která znázorňuje vztah mezi indexy ATX, PX, BUX a jejich společným indexem CEETX, vyplývá, že index ATX s 5ti minutovým zpožděním ovlivňuje na 1% hladině významnosti vývoj indexu PX, CEETX a na 5% hladině významnosti také vývoj indexu BUX. Další jednostranná kauzalita byla prokázána u indexu CEETX, jenž se zpožděním ovlivňuje indexy PX a BUX. Jak již bylo řečeno v kapitole korelační analýzy, tato závislost je způsobena složením indexu CEETX, který obsahuje 6 titulů pražské burzy a 4 tituly burzy budapeštské z celkových 25 titulů. Nový index CEETX pouze kopíruje vývoj vídeňského indexu ATX. Indexy PX a BUX jsou závislé na indexu ATX, a tak nemohou sami tento index ovlivnit.

Z provedené analýzy vyplývá, že index ATX není s 5ti minutovým zpožděním závislý na žádném z uvedených indexů. A indexy pražské ani budapeštské burzy nemají takovou váhu, aby byly schopné být jen s 5ti minutovým zpožděním ovlivnit vývoj na trhu ve Vídni.

Tab. č. 15: Vzájemná kauzalita mezi prvními diferencemi indexů DAX, ATX, WIG20, BUX a PX pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011

		dDAX	dATX	dWIG20	dBUX	dPX
dDAX	F-test		13,8069 **	19,5779 **	15,1834 **	17,7880 **
	p-hodnota		0,0002	<0,0001	0,0001	<0,0001
dATX	F-test	0,7478		1,6263	5,9830 *	19,1476 **
	p-hodnota	0,3878		0,2031	0,0150	<0,0001
dWIG20	F-test	0,0031	12,3510 **		1,6243	0,1608
	p-hodnota	0,9558	0,0005		0,2034	0,6887
dBUX	F-test	0,9740	0,1909	0,8419		3,6153
	p-hodnota	0,3244	0,6625	0,3595		0,0581
dPX	F-test	1,5878	3,0301	0,3925	0,5903	
	p-hodnota	0,2085	0,0827	0,5314	0,4429	

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Poslední tabulka č. 15 znázorňuje vzájemnou kauzalitu mezi indexy DAX, ATX, WIG20, BUX a PX. I zde je prokazatelná významnost frankfurtské burzy, která na 1% hladině významnosti ovlivňuje všechny testované indexy, aniž by u některého z nich byla prokázána oboustranná kauzalita. Znovu je zde

potvrzena příčinná souvislost indexu ATX na indexech PX a BUX. Poslední zjištěná kauzalita je mezi indexy WIG20 a ATX, kde vývoj na varšavské burze s 5ti minutovým zpožděním ovlivňuje průběh indexu ATX.

Výsledky Grangerovy kauzality ukazují na velkou efektivnost akciových trhů a rychlost šíření informací na jednotlivé trhy. Existence příčinné souvislosti je nejlépe patrná u 5ti minutových hodnot, při použití půl hodinových hodnot, příp. 10ti minutových hodnot není prokazatelné zpoždění žádné.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit vývoj burzovních indexů a určit jejich vzájemné závislosti. V prvních dvou částech k provedení korelační a jednorozměrné analýzy byly použity denní uzavírací hodnoty indexů, přesněji jejich první diference, aby nebyly zkoumány jednotkové kořeny mezi uvedenými časovými řadami indexů, které prokázal rozšířený Dickey-Fullerův test. Délka časové řady byla zvolena od 4. ledna 2010 do 28. února 2011 především z důvodu zařazení nového indexu CEETX, jenž je vypočítáván od září 2009.

K výpočtu VAR modelů a Grangerovy kauzality byly použity první diference 5ti minutových hodnot (rozšířený Dickey-Fullerův test také prokázal nestacionaritu časových řad) v období od 6. do 11. dubna 2011, protože u denních hodnot nebylo prokázáno zpoždění žádné.

Nejdříve byly zkoumány závislosti mezi indexy pomocí korelační matice. Bylo zjištěno, že všechny korelační koeficienty uvedené v matici, prokazují vzájemnou závislost. Nejsilnější pozitivní závislost je mezi indexem vídeňské burzy ATX a indexem CEETX, jejichž koeficient korelace dosahuje téměř jedné, což je dáno složením indexu CEETX, který obsahuje 14 z 25 titulů burzy vídeňské. Silná závislost je i mezi ostatními indexy. Naopak nejnižších korelačních koeficientů dosahuje index varšavské burzy WIG20, hodnoty se pohybují okolo 0,6, přesto tyto koeficienty značí vzájemnou závislost a už výsledky korelační matice ukazují na propojenost akciových trhů v Evropě a na rychlost šíření nových informací.

Jednorozměrné modely potvrzují hypotézu o vzájemné závislosti středoevropských indexů a také závislosti na indexu DAX. Všechny uvedené modely jsou ze statistického hlediska průkazné a lze říci, že jejich vývoj je závislý na složení a zastoupení titulů v daném indexu. Složení indexů ATX, PX a BUX je velmi podobné a největší váhu v těchto indexech má sektor bankovníctví. Nastane-li v bankovním sektoru problém, příp. výkyv od dosavadního průběhu, promítne se tato vzniklá situace do vývoje uvedených indexů větší mírou než do indexů DAX a WIG20, jejichž váhové zastoupení jednotlivých titulů je daleko více členité a žádný sektor nemá třetinovou váhu v indexu. Díky tomu je mnohem obtížnější, aby výkyv v jednom odvětví ovlivnil vývoj celého indexu.

Následující dvě části práce byly zaměřeny na zkoumání příčinné závislosti mezi indexy, jenž byla provedena pomocí modelu VAR a Grangerova testu kauzality. U denních uzavíracích hodnot nebylo prokázáno žádné zpoždění ani u jednoho z indexů. Stane-li tedy v průběhu obchodního dne nenadálá událost,

kteřá ovlivní vývoj akciového trhu, ještě ten samý den to každá burza zahrne do svého indexu. Zpoždění nebylo prokázáno u 30ti ani u 10ti minutových hodnot. Zpoždění v řádu 1 bylo prokázáno až u 5ti minutových hodnot.

Rychlostí šíření informací a jejich začleňováním do cen akcií se zabývá spousta prací a nejznámější je teorie efektivního trhu. Podle této teorie se všechny dostupné a relevantní informace a očekávání prakticky okamžitě promítnou do kurzů cenných papírů. Z toho vyplývá, že tržní cena akcií je správně oceněna a nelze tak soustavně nacházet nadhodnocené nebo podhodnocené tituly. Investor nemůže dlouhodobě dosahovat nadprůměrných výnosů studiem historických údajů ani jinou analýzou. Minulé údaje kurzů cenných papírů nemají žádný vliv na ty budoucí. Trh reaguje pouze na nové informace, které se během obchodování objeví, a je tak zcela nepředvídatelný.

Vývoj kurzů burzovních indexů by se dal popsat slabou formou efektivnosti, která v sobě obsahuje všechny historické údaje, a proto na základě těchto údajů nelze předvídat budoucí kursový vývoj a změna je pouze náhodná.

Dále byly zkoumány závislosti pomocí modelu VAR, který byl zaměřen na index pražské burzy PX s porovnáním na vývoji indexů ATX a DAX. Z uvedených modelů vyplynulo, že vývoj na akciovém trhu v Německu nebo v Rakousku se během 5ti minut přeneso do pražského indexu PX. Index DAX také se stejným zpožděním ovlivňuje vývoj indexu ATX. A naopak frankfurtský index DAX nezávisí ani na indexu ATX ani PX. Závislost indexu DAX nebyla pomocí modelu VAR prokázána na žádném z uvedených indexů, ale frankfurtský index ovlivňuje tyto indexy všechny. Byla tak potvrzena hypotéza o závislosti středoevropských burzovních indexů na indexu DAX, tedy indexu západoevropském. Dále byla potvrzena hypotéza o závislosti pražského a maďarského indexu na indexu vídeňském, ale byla zamítnuta hypotéza o závislosti indexu varšavského, kde naopak je na tomto indexu závislý index vídeňský.

Posledním z testů vzájemné závislosti indexů byla Grangerova kauzalita, která potvrzuje výsledky modelů VAR. Index DAX ovlivňuje všechny výše uvedené indexy, aniž by byla prokázána oboustranná závislost u některých z nich. Oboustranná kauzalita nebyla zjištěna u žádného z indexů, ale například Trešl a Blatná, 2008 ve své studii, kde zkoumaly denní hodnoty v období let 1998 – 2004, došli k závěru, že mezi indexy BUX a WIG existuje oboustranná závislost a že výnosy indexu PX statisticky významně ovlivňují výnosy indexů BUX a WIG. Také Égert a Kočenda, 2005 ve své studii, využitím testu Grangerovy kauzality pro 5ti minutové hodnoty od poloviny roku 2003 do začátku roku 2005, prokázali obousměrnou kauzalitu všech možných dvojic zkoumaných indexů.

Ovšem podle výsledků provedené Grangerovy kauzality 5ti minutových hodnot v této práci, vývoj indexu PX neovlivňuje s 5ti minutovým zpoždění chování žádného indexu a varšavský index ovlivňuje pouze chování indexu ATX. Zjištění rozdílných výsledků může být dáno rozdílnou délkou časové řady, ale podle mého názoru především časem zkoumání, neboť během těch několika let se vývoj informačních technologií posunul o mnoho dopředu, v roce 2004 se Česká republika stala součástí Evropské unie, jednotlivé trhy se tak jednodušeji vzájemně propojují a zrychluje se přenos informací využíváním stejných informačních systémů.

Každý investor se snaží maximalizovat své výnosy předpovídáním budoucího vývoje kurzu cenných papírů. K tomu má díky vyspělým informačním technologiím veškeré relevantní informace, které jsou dostupné jak investorovi například v České republice, tak v Německu ve stejný okamžik. U indexů vídeňské, pražské, varšavské a maďarské burzy lze předpovědět jejich vývoj na základě vývoje indexu frankfurtského, ale pouze v intervalu 5ti minut. Během delšího časového intervalu nebylo v reakci na nové informace prokázáno žádné zpoždění.

Burzovní indexy představují pro investora zjednodušení orientace ve sledování akciového trhu. Při zkoumání propojenosti jednotlivých akciových trhů bylo patrné, že index DAX má dominantní postavení a není závislý na žádném z testovaných střeoevropských indexů. Další výhodou tohoto indexu je také jeho složení, ve kterém ani jeden z titulů nemá takovou váhu, aby sám ovlivnil vývoj celého indexu, jako je tomu u indexů PX, ATX a BUX, což zvyšuje jeho důvěryhodnost, stabilitu a atraktivnost pro investory.

Pro další výzkum by bylo zajímavé sledovat závislost evropských indexů na indexech amerických, případně jiných. V rámci střeoevropských indexů nelze na základě vývoje jednoho indexu určit vývoj indexu jiného, ale americké indexy nejsou s evropskými indexy historicky ani geograficky propojené, a tak by možná vývoj těchto indexů mohl předurčovat vývoj indexu evropského.

7. Seznam použité literatury

Monografie:

- [1] ARLT, Josef. *Moderní metody modelování ekonomických časových řad*. Vyd. 1. Praha : Grada, 1999. 307 s. ISBN 8071695394.
- [2] ARLT, Josef; ARLTOVÁ, Markéta. *Finanční časové řady*. 1. vyd. Praha : Grada, 2003. 220 s. ISBN 8024703300.
- [3] ARLT, Josef; ARLTOVÁ, Markéta; RUBLÍKOVÁ, Eva. *Analýza ekonomických časových řad s příklady*. Vyd. 1. Praha : Vysoká škola ekonomická v Praze, 2002. 147 s. ISBN 8024503077.
- [4] BROOKS, Chris. *Introductory econometrics for finance*. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2008. 648 s. ISBN 9780521694681.
- [5] DĚDIČ, J. *Burza cenných papírů a komoditní burza*. Praha: Prospektrum, 1992. 295 s. ISBN 80-85431-62-9.
- [6] GOBRY, Pascal. *Burzovní indexy a trhy burzovních indexů*. 1. vyd. Praha : HZ, 1996. 109 s. ISBN 80-901-4959-6.
- [7] GUJARATI, Damodar N; PORTER, Dawn C. *Basic econometrics*. 5th ed. Boston : McGraw-Hill, 2009. 922 s. ISBN 9780071276252.
- [8] HENDL, Jan. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Vyd. 2., opr. Praha : Portál, 2006. 583 s. ISBN 80-736-7123-9.
- [9] HINDLS, Richard; HRONOVÁ, Stanislava; SEGER, Jan. *Statistika pro ekonomy*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2002. 415 s. ISBN 80-864-1926-6.
- [10] LÜTKEPOHL, H. *New introduction to multiple time series analysis*. Berlin: New York, 2005. 764 s. ISBN 3-540-40172-5.
- [11] REJNUŠ, Oldřich. *Teorie a praxe obchodování s cennými papíry*. 1.vyd. Praha : Computer Press, 2001. 257 s. ISBN 80-7226-571-7.
- [12] REJNUŠ, Oldřich. *Cenné papíry a burzy*. Brno : Cerm, 2009. 400 s. ISBN 978-80-214-3805-7.
- [13] SVOBODA, Martin; HEUSSINGER, Werner H; RÖHL, Christian W. *Asset guide*. Vyd. 1. Brno : Computer Press, 2006. 372 s. ISBN 80-251-1284-5.

Články:

- [14] BARUNÍK J., VÁCHA L., KRIŠTOUFEK L.: *Comovement of Central European stock markets using wavelet coherence: Evidence from high-frequency data*. Mathematical Methods in Economics 2010. Článek ve sborníku, s. 12-17. ISBN 978-80-7394-218-2. Dostupné na: <<http://library.utia.cas.cz/separaty/2010/E/barunik-comovement%20of%20central%20european%20stock%20markets%20using%20wavelet%20coherence%20evidence%20from%20high-frequency%20data.pdf>>.
- [15] BAUMÖHL, E.: (b) *Integrácia akciových trhov: Grangerov model a efekt nesynchronného obchodovania*. In: PMS 2009. Zborník príspevkov z vedeckej konferencie. Košice : PHF EUBA, 2009. s. 11 – 23. ISBN 978-80-225-2755-2. Dostupné na: <<http://vyskum.euke.sk/pms/2009/pdf/baumohl.pdf>>.
- [16] *BUX_manual070815.pdf* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-15] Dostupné na: <http://www.bse.hu/data/cms61398/BUX_manual070815.pdf>.
- [17] ÉGERT, B., KOČENDA E. *Contagion Across and Integration of Central and Eastern European Stock Markets: Evidence from Intraday Data*. In William Davidson Institute Working Paper Number 798, 2005. Dostupné na: <<http://wdi.umich.edu/files/publications/workingpapers/wp798.pdf>>.
- [18] *Equity indices guide.pdf* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-10] Dostupné na: <http://deutsche-boerse.com/dbag/dispatch/en/binary/gdb_navigation/overview_pages/dax_overview/kurzinfos/Content_Files/10_aktienindizes/equity_indices_guide.pdf>.
- [19] EUN, CH. P. – SHIM, P. *International Transmission of Stock Market Movements*. In: *Journal of Financial & Quantitative Analysis*, 1989, vol. 24, no. 2, p. 241 – 256. Dostupné na: <<http://www.e-m-h.org/EunShim1989.pdf>>
- [20] ROŽENSKÝ, V. *IPO na středoevropských akciových trzích*. Rigorózní práce. Univerzita Karlova. Fakulta sociálních věd. Institut ekonomických studií, 2008. 103 s. Dostupné na: <<http://ies.fsv.cuni.cz/default/file/download/id/11903>>.
- [21] TREŠL, J – BLATNÁ, D. *Statistická analýza vybraných evropských akciových indexů*. Článek v odborném periodiku. Vysoká škola ekonomická v Praze, 2008. 11 s. Dostupné na: <<http://panda.hyperlink.cz/cestapdf/pdf08c1/tresl-blatna.pdf>>.
- [22] ŽIGÁRDY, M. *Matematické modelování závislostí mezi ekonomickými veličinami*. Bakalářská práce. Brno: VUT v Brně, 2009. Dostupné na: <http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17616>.

Internetové zdroje, data:

- [23] *ATX – Austrian Traded Index* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-15] Dostupné na: <<http://en.indices.cc/indices/details/atx/composition/>>.
- [24] *Blue chips | Value Investing – nejvýhodnější investování* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-15] Dostupné na: <<http://valueakcie.xf.cz/akcie/blue-chips/>>.
- [25] *BSE – BUX* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-10] Dostupné na: <<http://www.bse.hu/topmenu/marketsandproducts/indices/indicies/bux.html>>.
- [26] *BSE – Brief history of the Exchange* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-10] Dostupné na: <http://www.bse.hu/topmenu/about_us/history>.
- [27] *BSE – BUX baset* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <http://www.bse.hu/menun_kivuli/dinportl/buxindexbasketen>.
- [28] *Burzovní indexy – Burza cenných papírů Praha, a.s.* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <<http://www.pse.cz/dokument.aspx?k=Burzovni-Indexy>>.
- [29] *Burzovní indexy – Burza cenných papírů Praha, a.s.* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <<http://www.pse.cz/Statistika/Burzovni-Indexy/default.aspx/Detail.aspx?bi=1>>.
- [30] *Burzovní indexy – DomaciFinance.cz* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-09-16] Dostupné na: <<http://www.domacifinance.cz/740/burzovni-indexy/>>.
- [31] *Burzy v Praze, Vídni, Lublani a Budapešti budou mít společné indexy | FinWeb.iHNed.cz* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <<http://finweb.ihned.cz/c1-38341700-burzy-v-praze-vidni-lublani-a-budapesti-budou-mit-spolecne-indexy>>.
- [32] *CEETX EUR – CEESEG Traded Index in EUR* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <<http://en.indices.cc/indices/details/gte/composition/>>.
- [33] *Deutsche Börse Group – History of the Exchange* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-10] Dostupné na: <http://deutscheboerse.com/dbag/dispatch/en/kir/gdb_navigation/about_us/20_FWB_Frankfurt_Stock_Exchange/70_History_of_the_FWB>.
- [34] *Deutsche Börse Group* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <http://deutscheboerse.com/dbag/dispatch/en/isg/gdb_navigation/home?active=constituents&m>

odule=InConstituents_Index&wp=DE0008469008&wplist=null&foldertype=_Index&wpbpl=ETR>.

[35] *Historie burzy – Burza cenných papírů Praha, a.s.* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-09-10] Dostupné na: <<http://www.pse.cz/dokument.aspx?k=Historie-Burzy>>.

[36] *Index pražské burzy PX | Akcie.cz* [online] Poslední revize: 2009 [cit 2010-03-20] Dostupné na: <<http://www.akcie.cz/kurzy-cz/index-px/>>.

[37] *Indexy: Základní informace – Finance.cz* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-09-16] Dostupné na: <<http://www.finance.cz/kapitalovetryh/informace/indexy/co-to-je/>>.

[38] *Indices.cc: Calculation price indices: Wiener Börse* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-15] Dostupné na: <<http://en.indices.cc/indexcalculation/calculation/price-index.html>>.

[39] *Indices.cc: CEETX – CEESEG Traded Index: Wiener Börse* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <<http://en.indices.cc/indices/cee/profiles/ceetx.html>>.

[40] *Nový index CEETX – Best Buy Investment* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <<http://www.bbi.cz/cs/informacni-servis/investicni-doporuceni/novy-index-ceetx.html>>.

[41] *Stooq* [online] Poslední revize: 2011 [cit 2010-03-20] Dostupné na: <<http://stooq.com/>>.

[42] *Yahoo! Finance – Business Finance, Stock Market, Quotes, News* [online] Poslední revize: 2011 [cit 2010-03-20] Dostupné na: <<http://finance.yahoo.com/>>.

[43] *Warsaw Stock Exchange* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-15] Dostupné na: <http://www.gpw.pl/gpw.asp?cel=e_ogieldzie&k=1&i=/historia/historia&sky=1>.

[44] *Warsaw Stock Exchange* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-15] Dostupné na: <http://www.gpw.pl/gpw.asp?cel=e_informacje&k=7&i=/indices_n/WIG20/WIG20_basic_concept&sky=1>.

[45] *Wiener Börse: History of the exchange operating company Wiener Börse AG* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-10-15] Dostupné na: <<http://en.wienerborse.at/about/company/history/>>.

[46] *WIG20 index composition November 30, 2010* [online] Poslední revize: 2010 [cit 2010-11-30] Dostupné na: <http://www.gpw.pl/zrodla/gpw/spws/portfele/wig20_en.htm>.

8. Seznam tabulek a obrázků

8.1. Seznam tabulek

TAB. Č. 1: STRUKTURA INDEXU PX K 30. 11. 2010	17
TAB. Č. 2: STRUKTURA INDEXU ATX K 30. 11. 2010	19
TAB. Č. 3: STRUKTURA INDEXU WIG 20 K 30. 11. 2010	21
TAB. Č. 4: STRUKTURA INDEXU BUX K 30. 11. 2010	23
TAB. Č. 5: STRUKTURA INDEXU DAX K 20. 10. 2010	26
TAB. Č. 6: STRUKTURA INDEXU CEETX K 30. 11. 2010	27
TAB. Č. 7: ROZŠÍŘENÝ Dickey-FULLERŮV TEST S POUŽITÍM JEDNÉ ZPOŽDĚNÉ PROMĚNNÉ PRO 277 POZOROVÁNÍ, NULOVÁ HYPOTÉZA JEDNOTKOVÉHO KOŘENU: $A = 1$, TEST S KONSTANTOU	40
TAB. Č. 8: KORELAČNÍ KOEFICIENTY PRVNÍCH DIFERENCÍ DENNÍCH UZAVÍRACÍCH HODNOT AKCIOVÝCH INDEXŮ OD 4. 1. 2010 DO 28. 2. 2011	41
TAB. Č. 9: INDEX ATX JAKO ZÁVISLE PROMĚNNÁ NA INDEXECH ATX, PX A DAX PRO LAG1 PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	48
TAB. Č. 10: INDEX PX JAKO ZÁVISLE PROMĚNNÁ NA INDEXECH ATX, PX A DAX PRO LAG1 PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	49
TAB. Č. 11: INDEX DAX JAKO ZÁVISLE PROMĚNNÁ NA INDEXECH ATX, PX A DAX PRO LAG1 PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	50
TAB. Č. 12: VZÁJEMNÁ KAUZALITA MEZI PRVNÍMI DIFERENCEMI INDEXŮ ATX A PX PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	51
TAB. Č. 13: VZÁJEMNÁ KAUZALITA MEZI PRVNÍMI DIFERENCEMI INDEXŮ DAX A PX PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	51
TAB. Č. 14: VZÁJEMNÁ KAUZALITA MEZI PRVNÍMI DIFERENCEMI INDEXŮ AXT, PX, BUX A CEETX PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	53
TAB. Č. 15: VZÁJEMNÁ KAUZALITA MEZI PRVNÍMI DIFERENCEMI INDEXŮ DAX, ATX, WIG20, BUX A PX PRO 5TI MINUTOVÉ HODNOTY OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	54

8.2. Seznam obrázků

OBR. Č. 1: VÝVOJ DENNÍCH UZAVÍRACÍCH HODNOT INDEXU ATX A PX OD 4. 1. 2010 DO 28. 2. 2011	43
OBR. Č. 2: VÝVOJ DENNÍCH UZAVÍRACÍCH HODNOT INDEXU ATX A BUX OD 4. 1. 2010 DO 28. 2. 2011	44
OBR. Č. 3: VÝVOJ DENNÍCH UZAVÍRACÍCH HODNOT INDEXU ATX A WIG20 OD 4. 1. 2010 DO 28. 2. 2011.	46
OBR. Č. 4: VÝVOJ DENNÍCH UZAVÍRACÍCH HODNOT INDEXU DAX A PX OD 4. 1. 2010 DO 28. 2. 2011	47
OBR. Č. 5: VÝVOJ DENNÍCH UZAVÍRACÍCH HODNOT INDEXU DAX A ATX OD 4. 1. 2010 DO 28. 2. 2011	48
OBR. Č. 6: VZÁJEMNÁ KORELACE PRVNÍCH DIFERENCÍ 5TI MINUTOVÝCH HODNOT INDEXU ATX A PX OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	52
OBR. Č. 7: VZÁJEMNÁ KORELACE PRVNÍCH DIFERENCÍ 5TI MINUTOVÝCH HODNOT INDEXU DAX A PX OD 6. 4. 2011 DO 11. 4. 2011	53

9. Seznam příloh

Příloha č. 1: VAR modely pro skupiny indexů ATX, WIG20, DAX a ATX, BUX, DAX.

Příloha č. 2: Tabulka korelačních koeficientů a vzájemné korelogramy prvních diferencí 5ti minutových hodnot indexů od 6. do 11. dubna 2011.

Příloha č.1: VAR modely pro skupiny indexů ATX, WIG20, DAX a ATX, BUX, DAX.

Tab. č. 1: Index DAX jako závisle proměnná na indexech ATX, WIG20 a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	-0,1685	0,1919	0,3807
dWIG20	0,0231	0,1378	0,8671
dDAX	-0,0167	0,0598	0,7807

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0034	0,3759	0,7704	1,9962

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Tab. č. 2: Index WIG20 jako závisle proměnná na indexech ATX, WIG20 a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	-0,0091	0,0770	0,9058
dWIG20	0,0389	0,0553	0,4814
dDAX	0,1014	0,0240	<0,0001 **

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0646	7,5274	0,0001	1,9930

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Tab. č. 3: Index ATX jako závisle proměnná na indexech ATX, WIG20 a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	-0,0130	0,0574	0,8202
dWIG20	0,1218	0,0412	0,0033 **
dDAX	0,0571	0,0178	0,0015 **

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0720	8,4577	<0,0001	2,0666

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Tab. č. 4: Index DAX jako závisle proměnná na indexech ATX, BUX a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	-0,1586	0,1902	0,4049
dBUX	-0,0099	0,0104	0,3379
dDAX	-0,0117	0,0589	0,8424

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0061	0,6745	0,5681	1,9934

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Tab. č. 5: Index BUX jako závisle proměnná na indexech ATX, BUX a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	1,1715	0,9801	0,2328
dBUX	-0,1754	0,0535	0,0012 **
dDAX	0,9835	0,3038	0,0013 **

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0722	8,4769	<0,0001	1,9827

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Tab. č. 6: Index ATX jako závisle proměnná na indexech ATX, BUX a DAX pro lag1 pro 5ti minutové hodnoty od 6. 4. 2011 do 11. 4. 2011, původní hodnoty jsou uváděny v prvních diferencích

	Koeficient	Směr. chyba	p-hodnota
dATX	0,0099	0,0576	0,8636
dBUX	-0,0021	0,0031	0,5114
dDAX	0,0669	0,0178	0,0002 **

Koef. determinace	F(3,327)	p-hodnota	Durbin-Watsonova statistika
0,0484	5,5451	0,0011	2,0632

Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Příloha č. 2: Tabulka korelačních koeficientů a vzájemné korelogramy pro první diference 5ti minutových hodnot indexů od 6. do 11. dubna 2011.

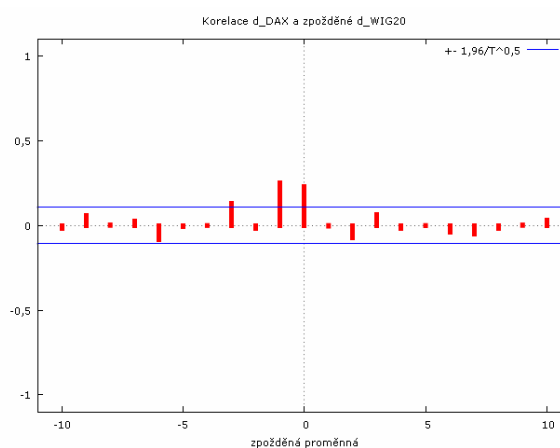
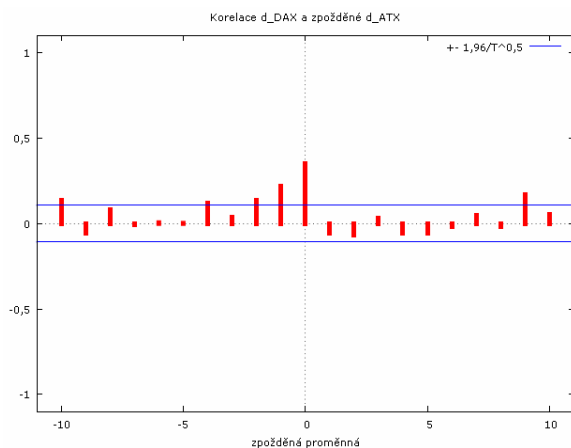
Tab. č. 1: Korelační koeficienty prvních diferencí 5ti minutových hodnot akciových indexů od 6. 4. 2011 do 11.4. 2011, 5% kritická hodnota (oboustranná) je 0,1078 pro n = 331

	dDAX	dATX	dPX	dWIG20	dBUX	dCEETX
dDAX	1	0,3518	0,0178	0,2278	0,0711	0,2467
dATX		1	0,0401	0,1975	0,0540	0,5825
dPX			1	0,0448	0,1307	0,2128
dWIG20				1	0,0077	0,1821
dBUX					1	0,5125
dCEETX						1

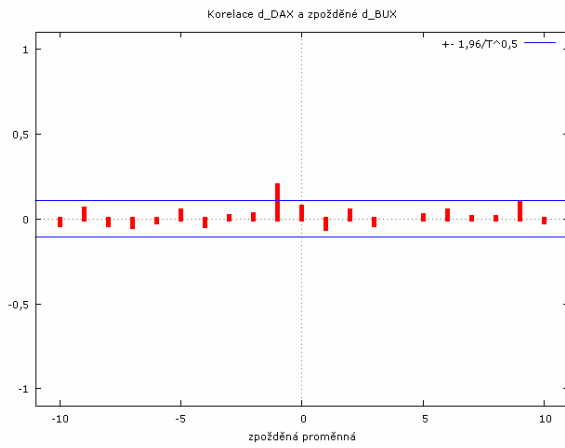
Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl

Obr. č.1: Korelogram DAX a ATX

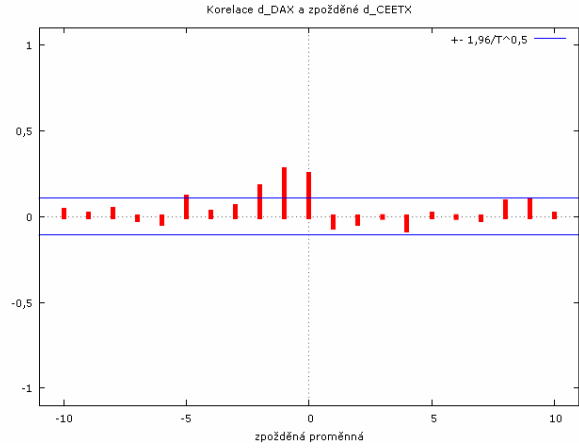
Obr. č.2: Korelogram DAX a WIG20



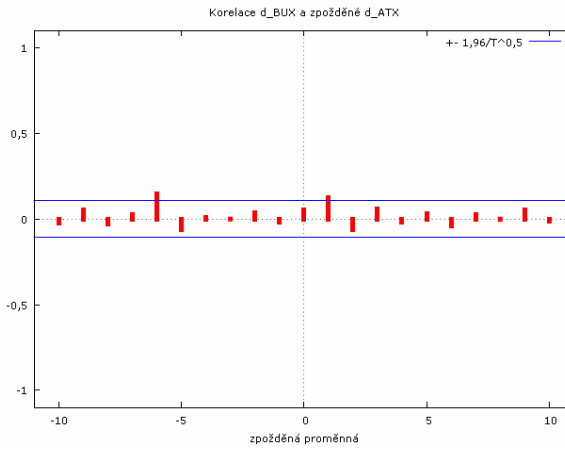
Obr. č.3: Korelogram DAX a BUX



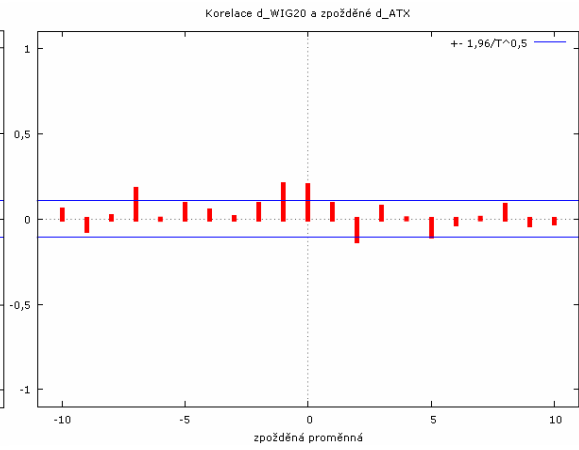
Obr. č.4: Korelogram DAX a CEETX



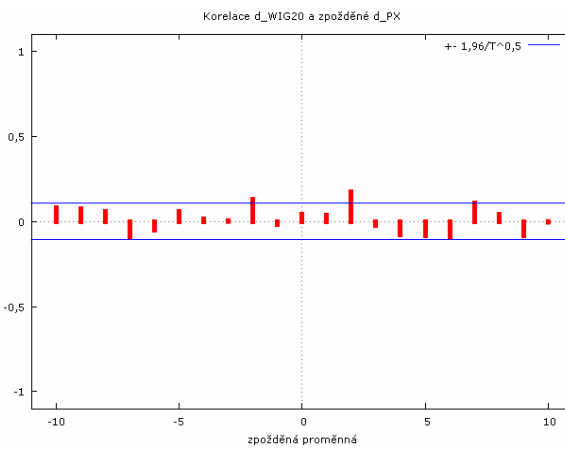
Obr. č.5: Korelogram BUX a ATX



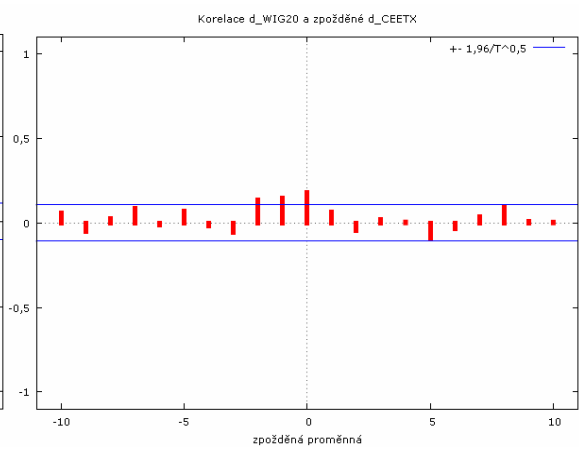
Obr. č.6: Korelogram WIG20 a ATX



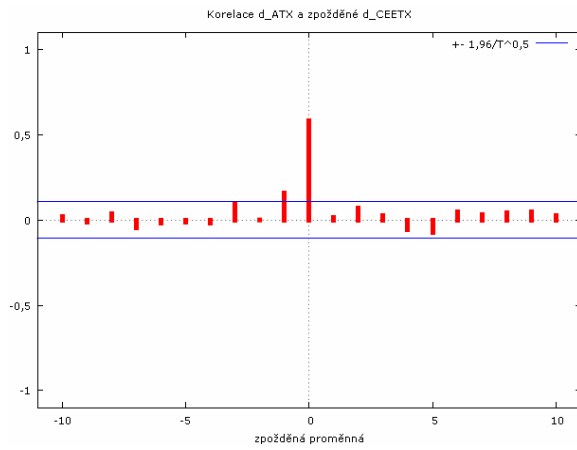
Obr. č.7: Korelogram WIG20 a PX



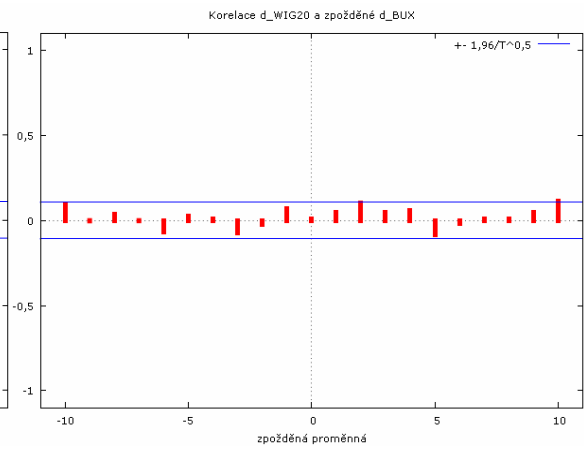
Obr. č.8: Korelogram WIG20 a CEETX



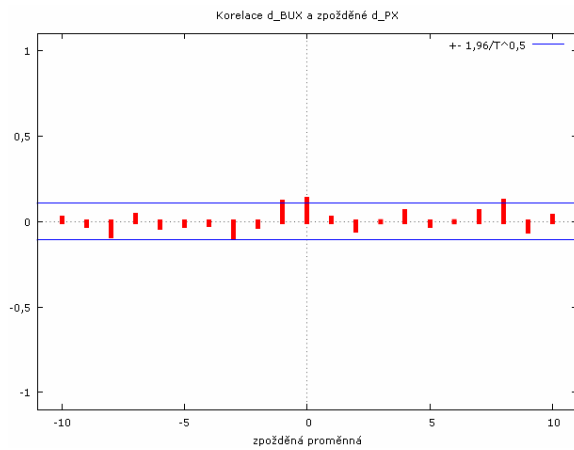
Obr. č.9: Korelogram ATX a CEETX



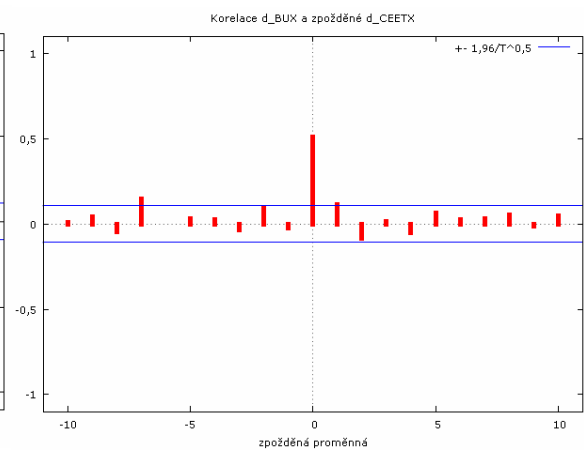
Obr. č.10: Korelogram WIG20 a BUX



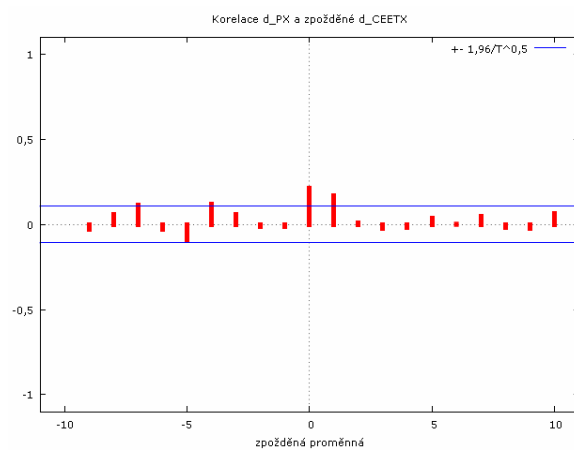
Obr. č.11: Korelogram BUX a PX



Obr. č.12: Korelogram BUX a CEETX



Obr. č.13: Korelogram PX a CEETX



Zdroj: Vlastní výpočet pomocí programu Gretl