

**VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE**

**FAKULTA MEZINÁRODNÍCH VZTAHŮ**

**Obor: Mezinárodní ekonomické vztahy**



**Spekulační aktivita na trhu s ropou a její vliv na cenu komodity**

(doktorská disertační práce)

Autor: Ing. Ota Melcher, MSc.

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Taušer, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem doktorskou disertační práci na téma „Spekulační aktivita na trhu s ropou a její vliv na cenu komodity“ vypracoval samostatně a vyznačil všechny citace ze zdrojů. Použitou literaturu a další podkladové materiály uvádím v seznamu literatury.

V Paříži dne 25. srpna 2016

podpis .....

**Poděkování:**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu disertační práce, panu doc. Ing. Josefu Taušeorvi, Ph.D., za cenné připomínky k práci a rovněž za trpělivé vedení celým doktorským studiem. Dále děkuji blízkým a rodině za podporu a inspiraci.

## Obsah

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                                          | 6  |
| 1 Teoretická východiska vývoje ceny komodity.....                  | 13 |
| 1.1 Statistické vlastnosti časových řad .....                      | 13 |
| 1.2 Obtížnost predikce cen ropy .....                              | 15 |
| 1.3 Ekonomická teorie .....                                        | 18 |
| 1.3.1 Renta z uskladnění .....                                     | 18 |
| 1.3.2 Termínové kontrakty futures .....                            | 20 |
| 1.3.3 Termínové kontrakty a predikce cen .....                     | 22 |
| 1.3.4 Ostatní faktory .....                                        | 25 |
| 1.4 Historický vývoj ceny ropy .....                               | 26 |
| 1.5 Shrnutí .....                                                  | 28 |
| 2 Spekulace a její vliv na cenu.....                               | 29 |
| 2.1 Definice spekulace na komoditních trzích.....                  | 30 |
| 2.2 Spekulace na termínových trzích s ropou.....                   | 31 |
| 2.2.1 Nedostatky hypotézy o vlivu spekulací.....                   | 40 |
| 2.2.2 Pozice na termínových trzích s ropou a jejich charakter..... | 43 |
| 3 Analýza spekulativní hypotézy .....                              | 46 |
| 3.1 T-index.....                                                   | 46 |
| 3.2 Testy vazby proměnných.....                                    | 49 |
| 3.2.1 Korelační analýza .....                                      | 50 |
| 3.3 Test kauzálních vztahů .....                                   | 54 |
| 3.3.1 Stacionarita časových řad .....                              | 57 |
| 3.3.2 Konstrukce modelů VAR .....                                  | 58 |
| 3.3.3 Shrnutí .....                                                | 66 |
| 3.3.4 Omezení testů a modelů .....                                 | 67 |
| 3.4 Zásoby ropy a jejich role .....                                | 68 |
| 3.4.1 Shrnutí .....                                                | 80 |
| 4 Spekulace a volatilita cen.....                                  | 81 |
| 4.1 Vlastnosti volatility.....                                     | 82 |
| 4.2 Kvantifikace volatility .....                                  | 85 |
| 4.3 Podmíněný rozptyl (GARCH).....                                 | 89 |

|       |                                    |     |
|-------|------------------------------------|-----|
| 4.4   | Pravé rozpětí a indikátor ATR..... | 92  |
| 4.5   | Shrnutí .....                      | 103 |
| 5     | Fundamenty trhu s ropou .....      | 104 |
| 5.1   | Fundamenty trhu s ropou .....      | 104 |
| 5.1.1 | Poptávka po ropě .....             | 105 |
| 5.1.2 | Strana nabídky.....                | 115 |
| 5.1.3 | Makroekonomické proměnné.....      | 124 |
| 5.2   | Shrnutí .....                      | 126 |
|       | Závěr.....                         | 127 |
|       | Seznam literatury: .....           | 131 |
|       | Přílohy .....                      | 138 |
|       | Seznam příloh.....                 | 148 |
|       | Seznam grafů.....                  | 149 |
|       | Seznam tabulek .....               | 151 |
|       | Seznam obrázků .....               | 152 |

## Úvod

Nevyzpytatelný pohyb cen na trzích s ropou v posledních dvou dekadách významným způsobem přispěl ke zvýšené nejistotě, která je dnes obecně vnímána v souvislosti s budoucím vývojem energetických trhů. Ve srovnání s předchozím obdobím jsou fyzické i termínové trhy s ropou v posledních 20 letech charakterizovány výraznou fluktuací cen komodity. V tomto období lze v relativně krátkých časových intervalech pozorovat jak výrazné růstové tendence, tak dramatické propady cen ropy, které nemají přímou souvislost s geopolitickými faktory.

V literatuře budí zájem především období bezprecedentního nárůstu nominálních cen ropy mezi roky 2003 a 2008, a to v souvislosti se snahou porozumět jeho příčinám a osvětlit, zdali docházelo k zásadním strukturálním proměnám fyzického a termínového trhu komodity a jejich vzájemné interakce. Toto období se časově shoduje s tzv. financializací trhu s termínovými kontrakty, především kontrakty futures, s ropou, tj. obdobím významného přílivu finančních prostředků a prudce rostoucí obchodní aktivity nových účastníků trhu.

Termínové trhy přinášely producentům komodity historicky především možnost tzv. zajištění v krátkých pozicích, jako způsobu účinné prevence rizika souvisejícího s výkyvy cen. Riziková premie, které tyto subjekty nabízely, vyvolávala zájem investorů na dlouhé straně kontraktů a docházelo tak ke sdílení rizika. V odborné literatuře se však lze poměrně často setkat s názory, že termínové trhy v tomto období přestaly plnit svou úlohu ve smyslu ocenění rizika a jeho transferu mezi tržními subjekty, a že v důsledku vstupu nových subjektů na tyto trhy dochází k rozpojení cenového vývoje komodity a tržních fundamentů.

Zvýšený zájem investorů o expozici v termínových kontraktech, který je výsledkem snahy o diverzifikaci portfolia jako reakce na tehdejší podmínky na světových trzích, je pak mnohdy označován za klíčový faktor determinující cenu ropy na fyzickém trhu. Značnou část obchodní aktivity nových tržních subjektů přitom odborná literatura označuje za spekulaci, neboť primárním cílem vstupu těchto subjektů na trhy není fyzické užití samotné komodity, nýbrž finanční zisk odvozený od cenového vývoje termínových kontraktů. Bezprecedentní nárůst ceny komodity na fyzickém trhu v předkrizovém období je tak často vnímán právě v souvislosti s rostoucí financializací termínového trhu. Příliv kapitálu bývá také označován jako jedna z hlavních příčin zvýšené volatility cen ropy.

Historická role spekulací ve vývoji cen komodity a jejich proměnlivosti je však při nejmenším sporná. Ústřední snahou práce je tak podrobně prozkoumat dynamický vývoj obchodní

aktivitu na termínových trzích s ropou a s pomocí vybraných metod zhodnotit význam a dopady financionalizace trhu s termínovými kontrakty futures na pohyby spotové a termínové ceny komodity a na vývoj míry volatility cen v čase. Finanční aktivita tržních subjektů je přitom aproximována mírou jejich expozice, přesněji řečeno počtem určitého druhu otevřených pozic vybraných subjektů termínového trhu.

V práci se zaměříme primárně na předkrizové období, které lze širěji charakterizovat jako časový interval mezi roky 2000 a 2008. V tomto období lze totiž pozorovat výrazný nárůst cen mnoha komodit, mimo jiné ropy, který není primárně spojen s eskalací geopolitických konfliktů. Ceny mnoha komodit, a to jak nominální tak reálné, v roce 2008 dosahují historického maxima. Zároveň je v datech patrný výrazný a dlouhodobý rozmach obchodní aktivity na trzích komoditních derivátů, v tomto ohledu se bezesporu jedná o historicky klíčovou fázi rozvoje trhu s deriváty. V neposlední řadě pak toto období charakterizuje bezprecedentní dynamika vývoje světového HDP, přičemž vysoký hospodářský růst není omezen pouze na rozvinutý svět.

Námi vymezený časový interval tak nabízí jedinečnou možnost zhodnotit vzájemnou interakci těchto trendů, k souběžnému vývoji těchto proměnných dlouhodoběji nedochází ani před rokem 2000 ani po vyvrcholení krize. S ohledem na setrvačnost některých jevů a jejich význam pro následující období však analýza nezřídka hodnotí i klíčová fakta mimo toto období, především pak v poslední dekádě minulého století a rovněž po roce 2008. Z výše uvedeného je patrné, že se práce primárně nezaměřuje na rozbor aktuální situace na trhu s ropou.

**Hlavní cíl práce lze definovat jako analýzu dopadu spekulativní aktivity na ropných trzích na cenotvorný proces a volatilitu ceny komodity.** Několik dílčích cílů, které jsou specifikovány níže v textu, pak napomůže ověřit hypotézy práce, kterými jsou:

- **H1:** Aktivita spekulantů na termínových trzích významně ovlivňuje cenotvorný proces a způsobuje nárůst cen komodity
- **H2:** Aktivita spekulantů na termínových trzích s ropou se promítá do zvýšené volatility cen komodity.
- **H3:** Za cenovým vývojem ropy ve sledovaném období lze spatřovat především interakci tržní nabídky a poptávky.

Hypotézy jsou pro přehlednost uvedeny vždy v úvodním pojednání příslušných kapitol, ve kterých přistupujeme k jejich ověření. Hypotéza č. 1 je zkoumána ve třetí kapitole, hypotéza

č. 2 ve čtvrté části práce a poslední hypotéza č. 3 je předmětem analýzy závěrečné kapitoly práce.

První 2 hypotézy jsou určitými logickými východisky, která lze předpokládat na základě skutečností uvedených v prvních dvou kapitolách práce. Následná kvantitativní analýza má za cíl tyto domněnky ověřit. Obecným předpokladem je přitom skutečnost, že spekulace mohou mít na cenu komodity značný vliv především v kratším časovém horizontu, přičemž v dlouhodobém cenovém vývoji se zpravidla prosadí určité tržní tendence, které jejich vliv spekulace potlačí nebo dokonce anulují. Z tohoto důvodu přistupuje práce k vymezení několik kratších časových intervalů ve vymezeném období let 2000-2008.

Metodický přístup práce je založen na postupu od uvedení do problematiky a výběru a popisu dat a jejich zdrojů směrem k analýze dat a následné syntéze poznatků z jednotlivých částí. Základními metodami práce s daty jsou korelační analýza, modely vektorové autoregrese, testy kauzality proměnných a modely kvantifikace volatility.

Prvním dílčím cílem práce je rozbor vývoje ceny ropy v několika posledních dekadách, přičemž jsou příčiny cenového vývoje komentovány a uvedeny do kontextu mezinárodních trhů. První část práce k analýze nejprve přistupuje na základě několika základních teoretických východisek. Uvedena je stručná charakteristika základních statistických vlastností a vazeb časových řad ropy. Na vybraných datech ukazujeme, že změna ceny ropy je v čase permanentní a nenulová, velice těžce předvídatelná, a že příčiny její změny (a jejich vliv na cenu) jsou v čase značně proměnlivé. V krátkosti jsou zmíněny základní predikční přístupy v podobě klíčových teoretických rovnovážných stavů a rovněž je zhodnocena výpovědní hodnota těchto teoretických konstruktů pro praxi odhadu budoucích cen. Cílem zde není samotná předpověď ceny ropy, nýbrž spíše zjištění, zdali je dlouhodobá systematická predikce ceny ropy prakticky možná. Je zde na místě připomenout, že obecným cílem práce není predikce spotových cen ropy s využitím dat o termínových kontraktech, nýbrž snaha objasnit, zdali, a do jaké míry, byl dramatický vývoj na termínových trzích v předkrizovém období určujících pro cenový vývoj na fyzickém trhu.

V následující druhé části práce nejdříve definujeme spekulaci na termínovém trhu s pomocí odlišení motivace, která vede obchodní subjekty k otevření pozice a vstupu do kontraktu. Uvádíme také základní členění účastníků termínového trhu. Rovněž zde zmiňujeme hlavní zdroje dat, které využíváme nejen v této části práce, ale i později při ekonometrické analýze vztahu cen komodity a míry expozice na termínovém trhu. Rovněž se podrobně se věnujeme rostoucí expozici spekulantů v kontextu tehdejších obecných podmínek na světových trzích.

Opět zde zmiňujeme několik teoretických konceptů. Rostoucí obliba komoditních derivátů, jako předmětu investice, je zde podána jako snaha o diversifikaci investičních portfolií v reakci na přetrvávající podmínky na světových akciových trzích. Následně pak s pomocí zastánců spekulativní hypotézy formulujeme domněnky o významu spekulací pro cenotvorný proces komodity. Zároveň zmiňujeme některé z nedostatků hypotézy, kterým se v práci s ohledem na její zaměření dále podrobněji nevěnujeme. Společně s první kapitolou práce nabízí tato část rovněž přehled odborné literatury, která se zabývá fenoménem spekulací na termínových trzích s ropou.

Hlavní část práce tvoří kapitoly 3-5. Zde si postupně klademe za cíl zhodnotit rozsah dopadu termínových spekulací na cenu ropy a její volatilitu a následně zkoumáme tržní fundamenty ve snaze identifikovat další možné příčiny cenového vývoje. Ve třetí kapitole tak nejprve práci určuje snaha odpovědět na otázku, zdali je možné v předkrizovém období pozorovat zvýšenou spekulativní aktivitu na termínových trzích s ropou, a zdali tato aktivita ovlivňuje vývoj cen komodity na termínovém a fyzickém trhu a míru proměnlivosti těchto cen. Prvním dílčím cílem je zde kvantifikace míry spekulace. Nejprve tak přistupujeme ke kalkulaci tzv. T-indexu, který umožňuje popsat situaci na trhu na základě míry expozice odlišných skupin obchodníků.

Následným krokem je analýza vazby mezi obchodními pozicemi subjektů na termínovém trhu a samotnou cenou komodity. K tomuto kroku vybízí „podobný“ průběh časových řad těchto proměnných v čase. S cílem popsat základní vztahy proměnných nejprve provádíme korelační analýzu, která vypovídá o těsnosti jejich vývoje v čase. Výsledky této analýzy pak opravňují k podrobnějšímu zkoumání tohoto vztahu, tj. identifikaci případných kauzálních vazeb. Výsledky samotné korelace totiž nepřinášejí dostatečné informace o charakteru vztahu proměnných a nelze na jejich základě konstatovat, zdali jedna proměnná tzv. vede druhou či naopak. S cílem prozkoumat možný vliv spekulace na cenotvorný proces komodity tak přistupujeme k podrobnému rozboru vzájemného vztahu proměnných. Pro analýzu kauzálních vazeb tedy nejprve sestavujeme VAR modely s proměnnými v podobě pozic obchodníků a cen ropy a v rámci těchto modelů testujeme směr vztahu proměnných pomocí Grangerových testů kauzality.

Dále zmiňujeme podstatnou skutečnost, že v případě ropy jde o skladovatelnou komoditu. Grangerovy testy kauzality tak rovněž využíváme s cílem objasnit vliv spekulativní aktivity na motivaci k uskladnění komodity, které by mělo přes odsunutí prodeje komodity do budoucna opětovný dopad na její cenu.

Záměrem čtvrté kapitoly práce je analýza dopadu spekulativní aktivity na volatilitu cen komodity. Nejprve přistupujeme ke kvantifikaci míry volatility v čase pomocí vybraných metod a snažíme se rozporovat domněnku, že by spekulativní aktivita vedla ke zvýšení míry volatility cen ropy. Využíváme přitom nejdříve standardní přístup ke kvantifikaci volatility časové řady, tj. směrodatnou odchylku. Hodnotíme přitom míru volatility cen v čase jak na spotovém, tak na termínovém trhu. Pro úplnost využíváme datové řady různých frekvencí a osvětlujeme odlišnost výsledků v závislosti na využitých datech. Rovněž srovnáváme proměnlivost cen v čase u dvou nejvýznamnějších cenových benchmarků, tj. WTI a Brent. V neposlední řadě pak vyčíslujeme historická maxima míry volatility a identifikujeme jejich momenty. Následně používáme sofistikovanější odhady míry volatility pomocí modelů GARCH a indikátoru ATR a porovnáváme výsledky analýz s využitím odlišných přístupů.

S ohledem na výsledky dosavadní analýzy nabízíme v poslední části práce podrobný rozbor fundamentů trhu s ropou, především pak vzájemné interakce poptávky a nabídky komodity. Cílem je zhodnotit, do jaké míry mohly fundamenty ovlivňovat cenový vývoj ropy. Na straně poptávky hodnotíme předkrizovou situaci na trhu s ropou v kontextu bezprecedentního růstu světové ekonomiky, především pak energeticky náročných rozvíjejících se ekonomiky. Nabídková strana trhu je pak vykreslena pomocí vývoje úrovně produkce a výrobní kapacity klíčových producentů. Stručně jsou zmíněny i vybrané makroekonomické proměnné, které mohly přispívat k výrazným změnám cen. Nabízíme zde tedy alternativní hypotézu příčin výrazného nárůstu cen komodity v předkrizovém období.

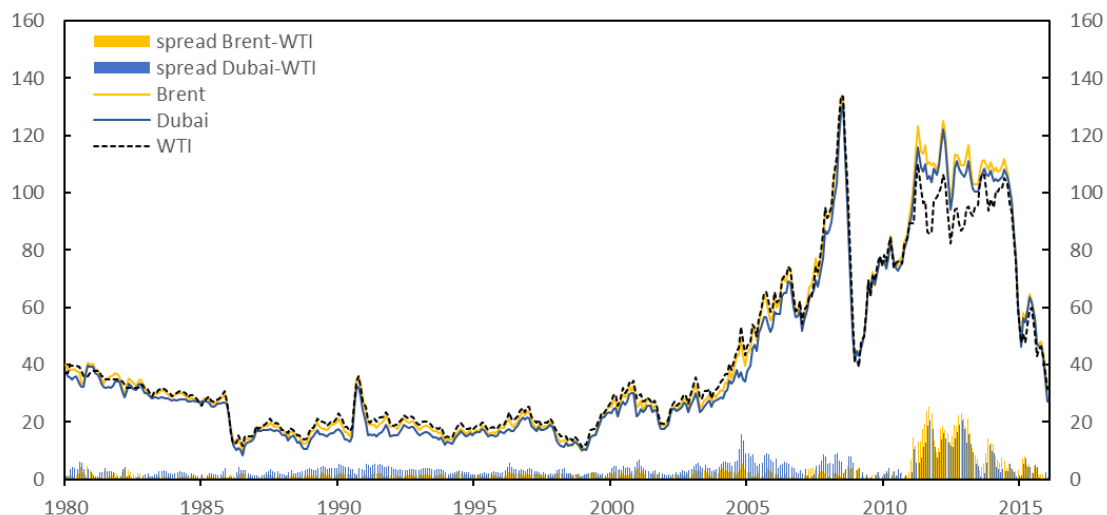
Analýza potřebná k zodpovězení otázek výše je v práci často opřena o využití časových řad cen ropy. Úvodem je tak nutné zmínit, že nebude-li v práci uvedeno jinak, budeme jako primární cenový ukazatel používat ceny ropy West Texas Intermediate (WTI).<sup>1</sup> Tento výběr lze zdůvodnit hned několika skutečnostmi. V první řadě jde vedle ropy BRENT o jeden ze dvou hlavních typů ropy obchodovaných na světových trzích a poskytuje tak velmi spolehlivé údaje o obecném cenovém vývoji komodity v čase. Za druhé lze v období, na které se tato práce primárně zaměřuje, pozorovat jen nepatrné odchylky cen WTI od ostatních cenových benchmarků, tj. ropy BRENT a ropy Dubai. Graf 1 ukazuje nominální ceny hlavních typů rop

---

<sup>1</sup> Ropný průmysl rozděluje ropu na několik druhů, zpravidla podle původu a vlastností komodity (např. hustota, obsah síry atd.). Mezi nejvýznamnější druhy patří ropa BRENT (především naleziště v Severním moři) a ropa WTI (region Severní Ameriky) následované ropou Dubai (blízký východ a asijsko-pacifický region). Všechny uvedené druhy ropy se řadí mezi konvenční ropu. Méně významnějších druhů konvenční ropy je pak celá řada, představují ropu z přesněji vymezených oblastí či regionů. Cenově jsou však tyto druhy zpravidla pevně navázány na jeden z hlavních typů uvedených výše.

spolu s absolutní hodnotou rozdílů (spreadů) mezi WTI-Brent a WTI-Dubai. Především v případě spreadu WTI-Brent lze mezi roky 2000 – 2008 pozorovat velmi nízkou cenovou mezeru.

**Graf 1: Nominální ceny hlavních typů ropy, v USD, 1980-2015**



Zdroj: MMF, EIA, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Nominální cena v USD/barel. Cenová mezeru v USD/barel (spread).

Ropa WTI je těsně spojena s ekonomikou USA, její cena však není využívána pouze pro severoamerický vnitřní trh, ale je rovněž svázána se světovým vývojem prostřednictvím mezinárodních transakcí USA s hlavními exportéry ropy. Více než tři čtvrtiny světového obchodu s ropou jsou realizovány na severoamerické burze NYMEX, pro kterou je primárním cenovým benchmarkem právě ropa WTI. USA jsou také nejlikvidnějším světovým trhem s velmi rozvinutým segmentem finančních derivátů a termínového obchodování. Severoamerický region rovněž stojí za více jak 1/4 finální spotřeby ropy (EIA).

Důležitým kritériem pro výběr cenového ukazatele je také dostupnost dat, přičemž nemáme na mysli pouze samotné ceny komodity na fyzickém a termínovém trhu. Pro zhodnocení významných faktorů ovlivňujících cenový vývoj komodity v čase jsou důležité informace především z finančních trhů a rovněž spolehlivé indikátory přetrvávajících makroekonomických podmínek. Určitou izolaci v rámci světového obchodu s ropou je možné v případě ropy WTI považovat za výhodu, neboť její cenový vývoj lze navázat na makroekonomické fundamenty USA, tj. největší světový národní trh s ropou a zároveň jednu z nejvýznamnějších světových ekonomik. Podobná vazba se u ostatních druhů ropy hledá jen stěží.

Termínovým trhem se v práci myslí primárně trh s termínovými kontrakty futures na ropu WTI – tedy kontrakty s označením CL na burze NYMEX. Číslice za zkratkou CL pak

označuje dobu splatnosti termínového kontraktu v měsících. V práci budeme nejčastěji využívat kontrakty s kratší než jeden rok, především pak kontrakty se splatností 1 měsíce, 3 měsíců, 6 měsíců a 12 měsíců. Tyto kontrakty jsou označeny zkratkami CL1, CL3, CL6 a CL12.

# 1 Teoretická východiska vývoje ceny komodity

První část práce představí teoretický rámec pro hodnocení cenového vývoje ropy v čase, který je v jejím závěru doplněn o stručný pohled na trh derivátů a na strukturu termínových kontraktů. Spolu s druhou kapitolou pak uvádí přehled literatury, který obsahuje jak studie zaměřené spíše na teoretická východiska, tak práce využívající kvantitativní metody. Tyto kapitoly by měly rovněž sloužit jako teoretický základ pro empirickou analýzu dopadu spekulace na cenu komodity a její volatilitu, které provádíme v následujících částech práce. V závěru první části pak také uvádíme stručný přehled historie vývoje ceny ropy.

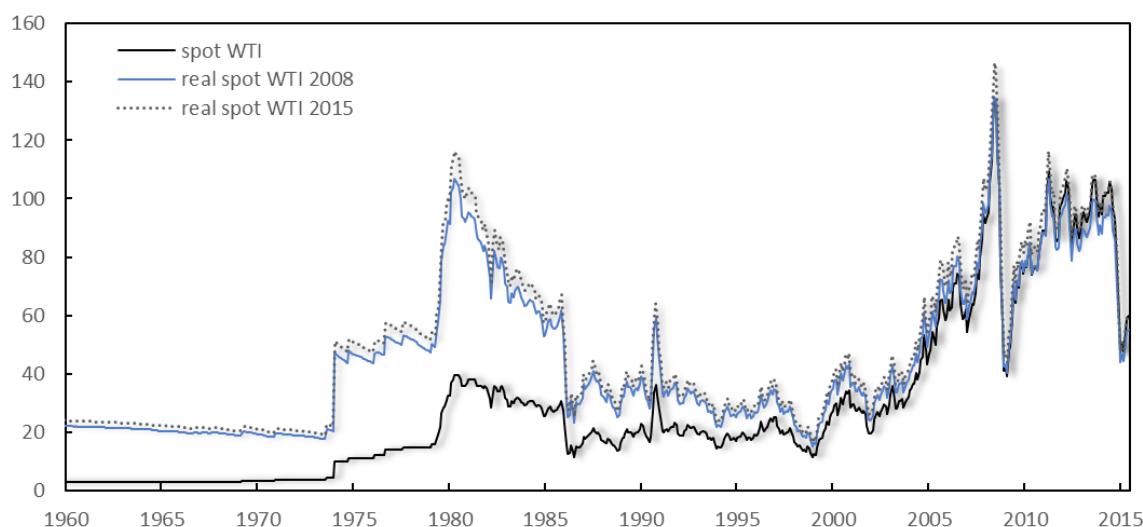
K objasnění pohybu cen ropy v čase lze přistupovat několika způsoby. Prvním z nich je statistický přístup, v rámci nějž jsou zkoumány základní vlastnosti časových řad cen. Druhý způsob využívá ekonomické teorie, především pak při predikci vývoje cenových relací, která uvádí několik elementárních pravidel chování trhu a jeho subjektů. Třetí cestou je podrobná analýza tržních fundamentů, které určují vývoj nabídky a poptávky komodity v čase.

Co se týče statistických rysů časové řady reálné ceny ropy, zaměříme se stručně na historickou vlastnost reálných cen ropy, kterou je jejich trvalá a nenulová změna v čase a rovněž značná obtížnost jejich předvídatelnosti. Z pohledu ekonomické teorie se pak z různých pohledů zabýváme teorií tržní rovnováhy a podrobně zkoumáme roli a význam trhu s termínovými kontrakty futures. V případě fundamentů pak hodnotíme vzájemnou interakci tržní nabídky a poptávky a jejich vztah k makroekonomickým fundamentům trhu.

## 1.1 Statistické vlastnosti časových řad

V práci se nejprve zaměříme na statistické rysy historických dat reálné ceny ropy a pokusíme se ukázat, že změny reálné ceny ropy v čase jsou trvalé, obtížně předvídatelné a v různých časových obdobích vykazují velmi odlišné chování. V souladu s přístupem Hamiltona (2008) lze k ověření těchto předpokladů využít základních statistických testů aplikovaných na procentní změnu reálné ceny ropy za určité časové období.

**Graf 2: Nominální a reálná cena ropy WTI, v USD/barel, 1960-2015**



Zdroj: FRED, EIA, DOE, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Spot WTI – nominální cena ropy WTI. Real spot WTI - měsíční průměr spotové ceny ropy je upraven (deflován) pomocí CPI (zahrnuty jsou všechny položky spotřebního koše). Převedení do stálých cen roku 2008 a 2015 bylo provedeno pomocí časové řady indexů spotřebitelských cen (CPI) se zahrnutím všech položek spotřebního koše (FRED: Consumer Price Index for All Urban Consumers: All Items, Monthly, Seasonally Adjusted, CPIAUCSL).

Graf 2 ukazuje průměrnou měsíční nominální<sup>2</sup> a reálnou cenu ropy WTI v období od roku 1960 do současnosti. Při pohledu na nominální úrovně ceny lze vývoj v poslední dekádě označit za velmi netypický, ceny ropy dosahují bezprecedentně vysokých hodnot. Pro řádné srovnání historických a současných cen je však nutností převést časovou řadu nominálních cen ropy na stále ceny určitého období a očistit tak časovou řadu o vývoj cenové hladiny v čase. Nominální ceny jsou převedeny na reálné hodnoty pomocí indexu spotřebitelských cen. Z reálných hodnot je pak patrné, že relativně vysokých cen dosahovala ropa WTI již v první polovině 80. let

Z dat zobrazených na grafu č. 2 lze snadno získat časovou řadu čtvrtletních průměrných reálných cen ropy.<sup>3</sup> Označíme-li přirozený logaritmus této časové řady jako  $p_q$ , získáme pomocí  $p_{q,t-1} - p_{q,t}$  mezičtvrtletní procentní změnu  $\Delta P_q$ . Průměrná mezičtvrtletní změna reálné ceny ropy za období 1970:Q2 – 2015:Q2 zobrazeném v grafu výše dosahuje úrovně 0,55 %. Pomocí hodnoty t-statistiky pro odhad průměrného růstu, která činí 0,93, lze pak

<sup>2</sup> Cena na fyzickém trhu, bývá také nazývána jako tzv. spotová cena.

<sup>3</sup> Zde se nabízejí dvě metody využívané v odborné literatuře. První z nich počítá čtvrtletní průměr jako průměr průměrných měsíčních cen za měsíce odpovídající danému čtvrtletí. Tato metoda je použita v práci. Druhá metoda pak využívá průměrnou měsíční cenu posledního měsíce příslušného čtvrtletí. Srovnání těchto dvou metod je uvedeno v příloze č. 1. Srovnání ukazuje nepatrné rozdíly mezi průběhem časových řad mezičtvrtletních změn

zamítnout hypotézu, že by očekávaný průměrný mezičtvrtletní růst byl nulový či záporný. Reálné ceny ropy tak v čase vykazují nepřetržitou a v průměru mírně kladnou změnu úrovně.

## 1.2 Obtížnost predikce cen ropy

Obtížnost predikce cen ropy lze ilustrovat pomocí jednoduché predikční regrese ve formě:

$$\Delta p_t = \beta x_{t-1} + \varepsilon_t$$

kde  $x_{t-1}$  představuje vektor proměnných (se zpožděním jednoho čtvrtletí), které lze považovat za relevantní proměnné při predikování vývoje reálné ceny ropy. Za tyto proměnné lze v souladu s literaturou (Alquist a Kilian 2010, Alquist a kol. 2011, Hamilton 2008, Manescu a Van Robyas 2014) považovat zpožděné hodnoty změn reálných cen ropy, nominální úrokovou míru či dynamiku vývoje reálného HDP. Vzhledem k analýze časové řady ropy WTI lze využít makroekonomických dat za USA.

**Tabulka 1: p-hodnoty regrese  $\Delta p_t$ , 1970Q1-2015Q2**

| nezávislá proměnná                    | 1 lag | 4 lagy | 8 lagů |
|---------------------------------------|-------|--------|--------|
| $\Delta$ reálné cena ropy             | 0.209 | 0.258  | 0.725  |
| $\Delta$ nominální úrokové míry (USA) | 0.691 | 0.574  | 0.697  |
| $\Delta$ reálného HDP (USA)           | 0.436 | 0.201  | 0.929  |

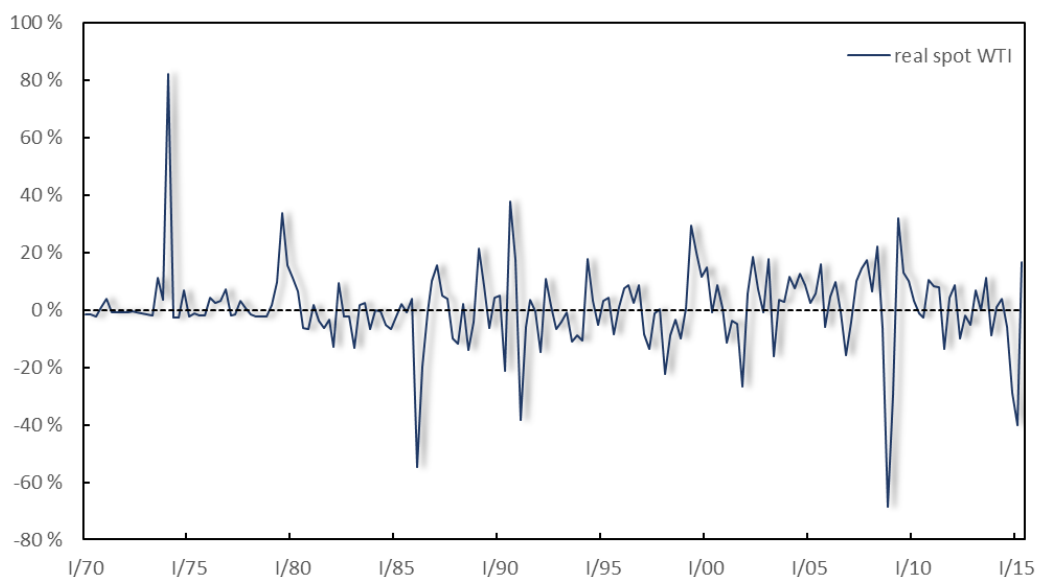
Zdroj: FRED, EIA, vlastní výpočty a zobrazení.

Výsledky regresní analýzy shrnuje Tabulka 1 výše. Testována je hypotéza, že výše zmíněné proměnné vektoru  $x_{t-1}$  nelze využít při predikci reálných cen ropy. Z testů a výsledných p-hodnot ( $p > 0.05$ ) je patrné, že tyto veličiny nelze považovat za vhodné nezávislé proměnné pro danou regresi, neboť nelze zamítnout nulovou hypotézu.

Z grafu č. 2 je patrné, že reálná cena ropy poměrně často vykazuje dlouhodobější tendence růstu či poklesu. Setkáme-li se s časovou řadou, která vykazuje nerovnoměrný a nepravidelný růst v čase, je standardním přístupem zaměřit se na analýzu tzv. diferencí  $p_t - p_{t-1}$ , spíše než predikovat vývoj úrovně. Čelíme zde komplikacím spojeným s nestacionaritou časových řad.

Pro účel predikce na jedno období vpřed lze však využít jak predikce přírůstku, tak predikce úrovně, jelikož predikovaný přírůstek lze přičíst k poslední známé úrovni. Nejjednodušší model, který lze v tomto případě použít, predikuje v dalším období vždy nulovou změnu, tj. stejnou hodnotu úrovně jako v období předchozím, jelikož pravděpodobnost pozitivního či negativního přírůstku je shodná. Pokud se proměnná v úrovni vyvíjí tímto způsobem, lze ji označit za tzv. proces náhodné procházky.

**Graf 3: Mezičtvrtletní změna ceny reálné ropy, v %, 1970Q1-2015Q2**



Zdroj: FRED, EIA, vlastní výpočty

Na grafu č. 3 lze vidět první diferenci přirozeného logaritmu, tj. mezičtvrtletní tempo růstu reálné ceny ropy v období 1970Q1 – 2015Q2. Směrodatná odchylka souboru činí 14,3 %, přičemž hodnoty, které tuto úroveň přesahující, jsou poměrně časté. Volatilita (rozptyl) časové řady není v čase konstantní, nicméně mezičtvrtletně změny se jeví jako zcela náhodné, na což poukazuje i obrázek (č. 1) jejich autokorelací níže.

**Obrázek 1: Graf autokorelací mezičtvrtletních růstů reálné ceny ropy**

Sample: 1970Q1 2015Q2  
Included observations: 182

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC     | PAC    | Q-Stat | Prob  |
|-----------------|---------------------|--------|--------|--------|-------|
| 1               |                     | 0.006  | 0.006  | 0.0074 | 0.931 |
| 2               |                     | -0.159 | -0.160 | 4.7393 | 0.094 |
| 3               |                     | 0.023  | 0.026  | 4.8421 | 0.184 |
| 4               |                     | -0.009 | -0.036 | 4.8577 | 0.302 |
| 5               |                     | -0.161 | -0.157 | 9.7877 | 0.081 |
| 6               |                     | -0.023 | -0.029 | 9.8871 | 0.129 |
| 7               |                     | 0.105  | 0.058  | 11.985 | 0.101 |
| 8               |                     | -0.049 | -0.057 | 12.441 | 0.133 |
| 9               |                     | -0.088 | -0.073 | 13.926 | 0.125 |
| 10              |                     | 0.095  | 0.057  | 15.677 | 0.109 |
| 11              |                     | 0.010  | -0.019 | 15.698 | 0.153 |
| 12              |                     | 0.003  | 0.049  | 15.700 | 0.205 |
| 13              |                     | -0.020 | -0.040 | 15.782 | 0.261 |
| 14              |                     | 0.108  | 0.096  | 18.096 | 0.202 |
| 15              |                     | -0.055 | -0.044 | 18.706 | 0.227 |
| 16              |                     | -0.001 | 0.048  | 18.706 | 0.284 |
| 17              |                     | 0.015  | -0.014 | 18.753 | 0.343 |
| 18              |                     | -0.111 | -0.110 | 21.260 | 0.267 |
| 19              |                     | 0.000  | 0.037  | 21.260 | 0.323 |
| 20              |                     | 0.058  | 0.018  | 21.950 | 0.343 |

Zdroj: FRED, EIA, vlastní výpočty

Pozn.: Výstup programu Eviews 8.

Graf autokorelací zpoždění v čase  $k$  je korelací mezi proměnou v čase  $t$  a jejím zpožděním o  $k$  období. Pokud jsou hodnoty časové řady zcela náhodné ve smyslu statistické nezávislosti,

neměly by být hodnoty autokorelací významně odlišné od nuly. Přerušované čáry v grafu znázorňují hranice významnosti a napomáhají určit, zdali jsou autokorelace mezičtvrtletních změn odlišné od nuly na hranici významnosti 5 %. Lze konstatovat, že autokorelace významně odlišné od nuly nejsou, tj. nelze pozorovat systematický vztah mezi proměnou a jejími zpožděními, a to ani v případě několika prvních zpoždění, kde se zpravidla autokorelace nejčastěji vyskytují.

Časová řada je rovněž testována na přítomnost deterministického trendu. Jeho přítomnost lze na základě výsledku ADF<sup>4</sup> testu jednotkového kořene vyloučit (viz tabulka č. 2).

**Tabulka 2: Test ADF, mezičtvrtletní změna reálné ceny ropy (=change)**

| Null Hypothesis: CHANGE has a unit root             |             |        |
|-----------------------------------------------------|-------------|--------|
| Exogenous: None                                     |             |        |
| Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=13) |             |        |
|                                                     | t-Statistic | Prob.* |
| Augmented Dickey-Fuller test statistic              | -10.17702   | 0.0000 |
| Test critical values: 1% level                      | -2.577730   |        |
| 5% level                                            | -1.942584   |        |
| 10% level                                           | -1.615541   |        |

Pozn.: Výstup programu Eviews 8. Tabulka ukazuje výsledky ADF testu bez konstanty a trendu, neboť p hodnota těchto prvků je > 0,05. Podrobné výsledky testu jsou uvedeny v příloze č. 2.

O absenci trendu také zcela jasně vypovídají hodnoty autokorelací na obrázku č. 1 výše. Jedná se tak o stacionární časovou řadu. Původní časová řada úrovní reálné ceny ropy tak vykazuje charakteristiku procesu náhodné procházky.

Na základě výše uvedených skutečností lze navrhnout model, který predikuje pouze nulovou změnu mezi jednotlivými obdobími, jelikož v datech nelze identifikovat informace, které by umožnily odhad budoucích pohybů cen. Odpovídající jednoduchý model lze zapsat v následující formě:

$$\hat{P}_t = P_{t-1}$$

tj. model náhodné procházky (bez driftu). Tento model předpokládá, že změny časové řady v budoucnu jsou v průměru rovny nule. Pokud je však průměrný přírůstek  $\alpha$  odlišný od nuly, je nutné do modelu doplnit tzv. drift a model upravit na:

$$\hat{P}_t = P_{t-1} + \alpha$$

<sup>4</sup> Augmented Dickey Fuller (ADF) test. Test jednotkového kořene byl proveden ve všech konfiguracích, tj. s trendem, s trendem a konstantou a bez těchto prvků.

V případě naší původní časové řady reálné ceny ropy se jedná o proces náhodné procházky bez driftu. Procesy náhodné procházky jsou běžně pozorovatelné na historických datech cen aktiv na finančních a komoditních trzích, především pak těch, které jsou předmětem spekulací.

Reálná cena ropy v námi sledovaném období vzrostla o 182 % (logaritmicky), proces náhodné procházky však mohl v důsledku znamenat stejně výrazný propad. Je namístě zmínit, že s kratšími úseky časové řady a s podrobnější specifikací predikčního modelu by bylo pravděpodobně možné dosáhnout lepších výsledků prognózy.

Výsledky testů nás opravňují nabídnout jako odhad prognózy o jeden krok vpřed úroveň ceny v předchozím období. Jednalo by se však o velmi nepřesnou prognózu. Vezmeme-li například úroveň ceny v první čtvrtletí roku 2008 (2008q1), která činila 109,4 USD/barel, lze při předpokladu normálního rozdělení<sup>5</sup> změn reálné ceny ropy a s využitím směrodatné odchylky souboru, která činí 14,3 %, získat 95% interval spolehlivosti pro 2008q2 v rozsahu od 78,1 do 140,7 USD/barel.<sup>6</sup> Se stejnou pravděpodobností tak náš model odhaduje cenové rozpětí více jak 60 USD/barel.

### 1.3 Ekonomická teorie

Z pohledu ekonomické teorie lze pohyb cen ropy v čase přiblížit pomocí několika omezení v podobě rovnovážných stavů a tzv. rent. První z nich vychází z arbitrážních možností plynoucích z uskladnění komodity, druhé je odvozeno od fungování trhu s ropnými deriváty.

#### 1.3.1 Renta z uskladnění

Předpokládejme investiční strategie, kterou popisuje Hamilton (2008). Dejme tomu, že si subjekt dnes  $t$  zapůjčí finanční prostředky na nákup množství  $Q$  barelů ropy za cenu  $P_t$  USD/barel. Dále předpokládejme, že majitelem skladovacích prostor je účtován poplatek  $C_t$  USD za uskladnění každého barelu zakoupené ropy. Celkově tak bude zapotřebí půjčkou získat prostředky ve výši  $(P_t + C_t)Q$ , které bude nutné v následujícím roce  $t + 1$  splatit spolu s úrokem  $i_t$ , tj.:  $(1 + i_t)(P_t + C_t)Q$ . Subjekt však bude mít k dispozici  $Q$  množství barelů které může na trhu prodat za  $P_{t+1}$ .

---

<sup>5</sup> Histogram distribuce hodnot změn reálné ceny ropy je zobrazen v příloze č. 3 spolu se základními statistickými údaji. Nejedná se o normální rozdělení.

<sup>6</sup> Interval spolehlivosti je symetrický pro logaritmované hodnoty cen, nikoli však pro hodnoty úrovně cen.

Pokud by platila nerovnost:

$$P_{t+1} * Q > (1 + it)(P_t + Ct)Q,$$

lze nákupem a uskladněním ropy v  $t$  a jejím prodejem v  $t+1$  realizovat zisk.

Pokud subjekty na trhu dnes předpokládají  $E_t$ , že  $P_{t+1}$  bude vyšší než stávající cena ropy  $P_t$  navýšená o úrokové náklady a náklady za uskladnění  $C + I$ , bude platit:

$$E_t P_{t+1} > P_t + (C + I)$$

lze očekávat, že budou postupovat v souladu s logikou této nerovnosti. Chování tržních subjektů je odvislé od jejich vztahu k riziku, bereme-li však v úvahu neutrální vztah k riziku, bude hromadný nákup ropy za účelem jejího uskladnění působit na růst ceny ropy  $P_t$ . V souladu s teorií efektivních trhů pak dochází k revizi očekávání subjektů na trhu, neboť skutečnost, že dnes nakoupená ropa je určena pro uskladnění a odložený prodej, snižuje její budoucí cenu  $P_{t+1}$ . Je tedy patrné, že výše uvedená nerovnost není rovnovážným a udržitelným stavem.

V případě opačné nerovnosti, kdy panuje předpoklad, že  $P_{t+1}$  bude nižší než stávající cena ropy navýšená o úrokové náklady a náklady za uskladnění  $C + I$ :

$$E_t P_{t+1} > P_t + (C + I)$$

by vedla výše uvedená spekulace, tj. nákup ropy za účelem uskladnění a odloženého prodeje, ke ztrátě. Pomineme-li skutečnost, že určitá úroveň zásob je nutná pro fungování trhu s ropou, vedla by tato situace k výprodeji stávajících zásob a k prodeji ropy v  $t$ . Podobně jako v předchozím případě by mělo takové chování subjektů na trhu přímé dopady na  $P_t$  a  $P_{t+1}$ . Zatímco výprodej zásob by tlačil na  $P_t$  směrem dolů, její případný nedostatek v budoucnu by tlačil budoucí cenu  $P_{t+1}$  směrem vzhůru.

Docházíme tedy závěru, že jediným udržitelným rovnovážným stavem je situace:

$$E_t P_{t+1} = P_t + (C + I)$$

V našem statistickém souboru však dosahuje směrodatná odchylka úrovně 14,3 % s tím, že výrazně vyšší mezičtvrtletní výkyvy ceny v obou směrech nejsou výjimkou. Vztah  $P_t$  a  $P_{t+1}$  charakterizovaný rovnicí výše je tak problematický s ohledem na skutečnost, že nelze očekávat podobnou výši dynamiky mezičtvrtletních změn očekávání subjektů a úrokových či skladovacích nákladů. Predikce ceny komodity pomocí této rovnováhy tak není možná.

### 1.3.2 Termínové kontrakty futures

Při odhadu cen ropy na fyzickém trhu jsou předpoklady o budoucím vývoji často založeny, mimo jiné, na hodnocení situace na trzích s termínovými kontrakty komodity.<sup>7</sup> V případě využití termínových kontraktů je predikce spotové ceny ropy v období  $t + 1$  založena na ceně termínového kontraktu v  $t$  se splatností v  $t + 1$ . V obecné formě lze tento predikční přístup vyjádřit pomocí:

$$\hat{P}_{t,t+1} = F_{t,t+1}$$

kde  $\hat{P}_{t,t+1}$  je predikcí ceny ropy v čase  $t$  pro období  $t + 1$  a  $F_{t,t+1}$  je cenou termínového kontraktu v čase  $t$  se splatností v  $t+1$ .

V případě, že očekáváme růst ceny komodity na spotovém trhu, může být alternativou ke spekulaci zmíněné v předchozí části, tj. nákup komodity v  $t$ , její uskladnění a prodej v  $t + 1$ , vstup do termínového kontraktu. Po dohodě dvou stran dochází k nákupu ropy v budoucnu (např.  $t + 1$ ) za cenu  $F_t$  smlouvenou stranami v  $t$ . Abstrahujeme-li od nákladů na vstup do termínového kontraktu, zisk bude realizován v případě, že v  $t + 1$  nastane situace  $F_t < P_{t+1}$ , díky rozdílu ceny  $F_t$ , za kterou komoditu v  $t + 1$  kupujeme a spotové ceny  $P_{t+1}$ , za kterou lze nakoupené množství prodat. Pokud jsou očekávání na trhu:

$$F_{t,t+1} < E_t P_{t+1}$$

budou tržní subjekty nakupovat termínové kontrakty, což bude vytvářet tlak na růst jejich cen.

---

<sup>7</sup> Jedná se zde o predikce mezinárodních institucí, finančních subjektů, ale i národních institucí jako jsou ministerstva financí či centrální banky. Ceny na termínových trzích

Ceny termínových kontraktů se zpravidla liší od očekávaných spotových cen.<sup>8</sup> Termínové kontrakty, především pak rizikových aktiv, se mohou značně odlišovat od očekávaných cen komodity díky existenci rizikové prémie nebo např. poplatkům za termínový kontrakt. Na rozdíl od čistých finančních aktiv v případě komodit vstupují do hry také již zmiňované náklady na skladování apod.<sup>9</sup> Tyto faktory ovlivňují vztah mezi cenou termínového kontraktu a očekávanou budoucí spotovou cenou. Rovnovážný stav je tak zajištěn při splnění podmínky:

$$E_t P_{t+1} = F_{t,t+1} + \text{dodatečné náklady} + \text{riziková prémie}$$

Pokud abstrahujeme od dodatečných nákladů a rizikové prémie, lze výše uvedené rovnovážné vztahy spojit v jeden:

$$F_t = P_t$$

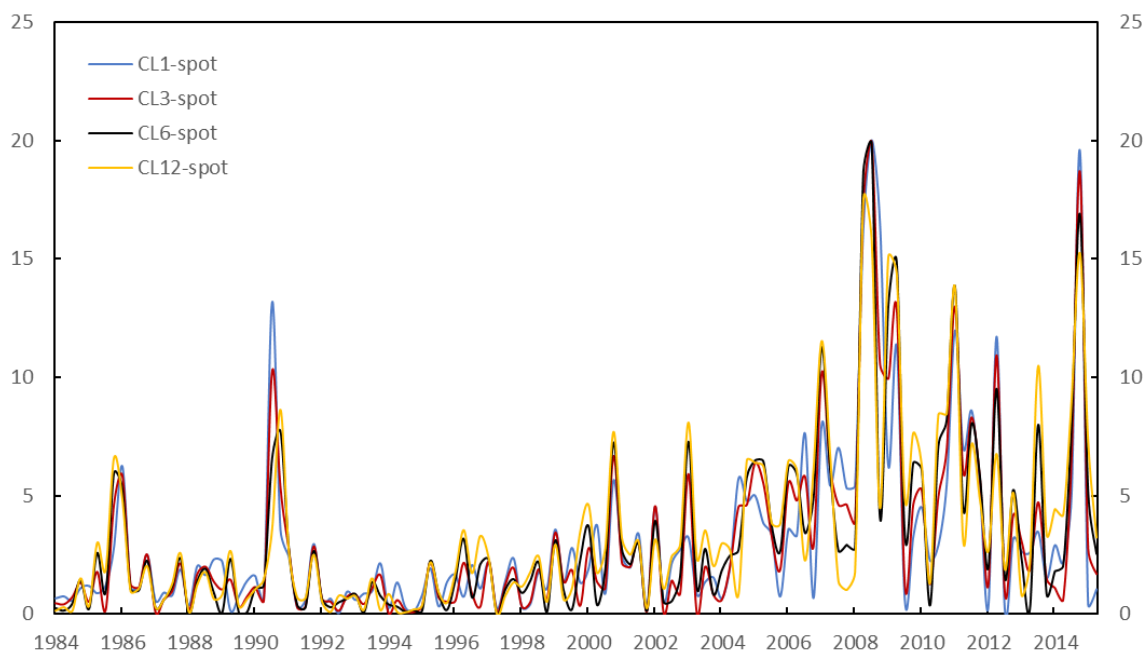
Ceny termínových kontraktů se však v praxi od spotových cen velmi často výrazně liší, výpovědní hodnota kontraktů pro predikci ceny ropy na fyzickém trhu je tak omezená. Rozdíly mezi cenami na fyzickém a termínovém trhu se navíc liší v závislosti na délce splatnosti kontraktu. Tuto skutečnost dokazuje graf č. 4, který znázorňuje absolutní hodnotu rozdílu mezi spotovou cenou ropy a cenou termínových kontraktů se splatností od jednoho do 12 měsíců.

---

<sup>8</sup> Zde je nutné podotknout, že očekávané spotové ceny jsou teoretickým konstruktem a nejsou (reálně) pozorovatelné. V praxi není možné důvěryhodně monitorovat očekávání všech účastníků trhu pro daný časový horizont. Více k této problematice nalezne čtenář v části zabývající se spekulacemi a jejich vlivem na cenu komodit.

<sup>9</sup> Tzv. *cost of carry* na komoditních trzích jsou nákladem na skladování komodity v čase. Náklady mohou zahrnovat pojištění, skladovací poplatky, náklady spojené s úroky na cizí kapitál atd. Lze zde uvažovat také náklady ušlé příležitosti, kterými je např. ušlý zisk z investování prostředků na spotovém trhu. Pokud bychom místo spotového trhu zvolili k obstarání komodity termínový kontrakt, je možné finanční prostředky do doby splatnosti využít k jiné investiční příležitosti.

**Graf 4: Absolutní hodnota spreadu spot-futures, v USD/barel, 1984-2015**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Graf zobrazuje absolutní hodnotu cenového spreadu mezi spotovou cenou ropy a kontrakty NYMEX (NYMEX WTI Crude Oil Futures) se splatnostmi 1-12 měsíců (CL1-CL12). Čtvrtletní data.

Úrovně cen ropy na spotovém a termínovém trhu jsou vzhledem k nárokům na prostor zobrazeny v příloze č. 4.

### 1.3.3 Termínové kontrakty a predikce cen

Termínové kontrakty však bývají využívány pro krátkodobou predikci spotových cen komodit hned z několika důvodů. V první řadě mohou poskytovat cenné informace o obecných očekáváních tržních subjektů o budoucím vývoji cen, jinými slovy lze na jejich základě usuzovat o budoucích výrazných trendech trhu tak, jak jsou vnímány tržními subjekty. Za druhé, jelikož jde o predikční přístup, který odráží reálnou situaci na trhu, lze jej relativně jednoduše komunikovat navenek. Termínové kontrakty tak často plní úlohu proměnné, na kterou je při konstrukci makroekonomických modelů přihlíženo.<sup>10</sup> Jejich dlouhodobé využití je ovšem limitováno slabinami a mnohé studie ukazují na skutečnost, že se s pomocí termínových kontraktů nedaří systematicky konstruovat spolehlivé predikce budoucích cen spotové ropy (Alquist a Kilian 2010, Reeve a Vigfusson 2011).

---

<sup>10</sup> ECB zohledňuje ceny termínových kontraktů při odvozování inflace a mezery výstupu (Svensson 2005), dále je při predikci cen budoucích spotových cen využívá MMF, při formování monetární politiky jsou zohledňovány Fedem. Ceny termínových kontraktů také často vstupují do modelů jako tzv. baseline scénář proti kterému je hodnocen vývoj při zohlednění dalších významných skutečností.

Vztah mezi cenami na fyzickém a termínovém trhu bývá často uváděn v souvislosti s argumentací, že rostoucí ceny termínových kontraktů způsobují růst cen na fyzickém trhu, neboť dlouhodobé obchodní kontrakty s ropou jsou navázány na ceny futures, resp. využívají ceny futures jako referenční ceny (Fattouh et al. 2012). Tento argument však není příliš přesvědčivý, protože ceny termínových kontraktů futures odráží očekávání o budoucím vývoji nabídky a poptávky na trhu podobně jako ceny na fyzickém trhu. Již starší teoretické modely zásob ropy, např. Hotelling (1931) a Nelson a Peck (1985) jasně poukazují na skutečnost, že tato očekávání musí být nutně zohledněna i ve spotové ceně komodity. Tyto přístupy odmítaly názor, že spotové ceny nereflktují očekávání trhu ve stejné míře jako ceny na termínových trzích.

Alquist a kol. (2012) podrobně zkoumají přesnost „*out of sample*“ předpovědí, které využívají cen termínových kontraktů futures s denní a měsíční frekvencí. Docházejí k závěru, že informace obsažené v cenách termínových kontraktů nevedou k systematickému zlepšení predikce spotových cen ropy. Tato skutečnost však neznamená, že ceny termínových nemohou mít dopad na cenový vývoj na fyzickém trhu.

Za velmi rozšířenou lze považovat domněnku, že informace, které v podobě budoucí ceny komodity poskytuje termínový kontrakt, představují určité posouzení rizika spojeného s nečekanými tržními šoky (Alquist a Killian 2010). Kontrakty by tak vypovídaly o míře rizika spojeného s budoucím vývojem nabídky a poptávky komodity. Toto hledisko je však opět problematické. Pokud by trhy systematicky a efektivně promítaly dlouhodobé riziko, např. výrazných výpadků dodávek ropy v horizontu několika let, do cen termínových kontraktů, dalo by se očekávat, že dlouhodobější termínové kontrakty budou aktivně obchodovány, neboť jejich cena v sobě zahrnuje hodnocení rizik.

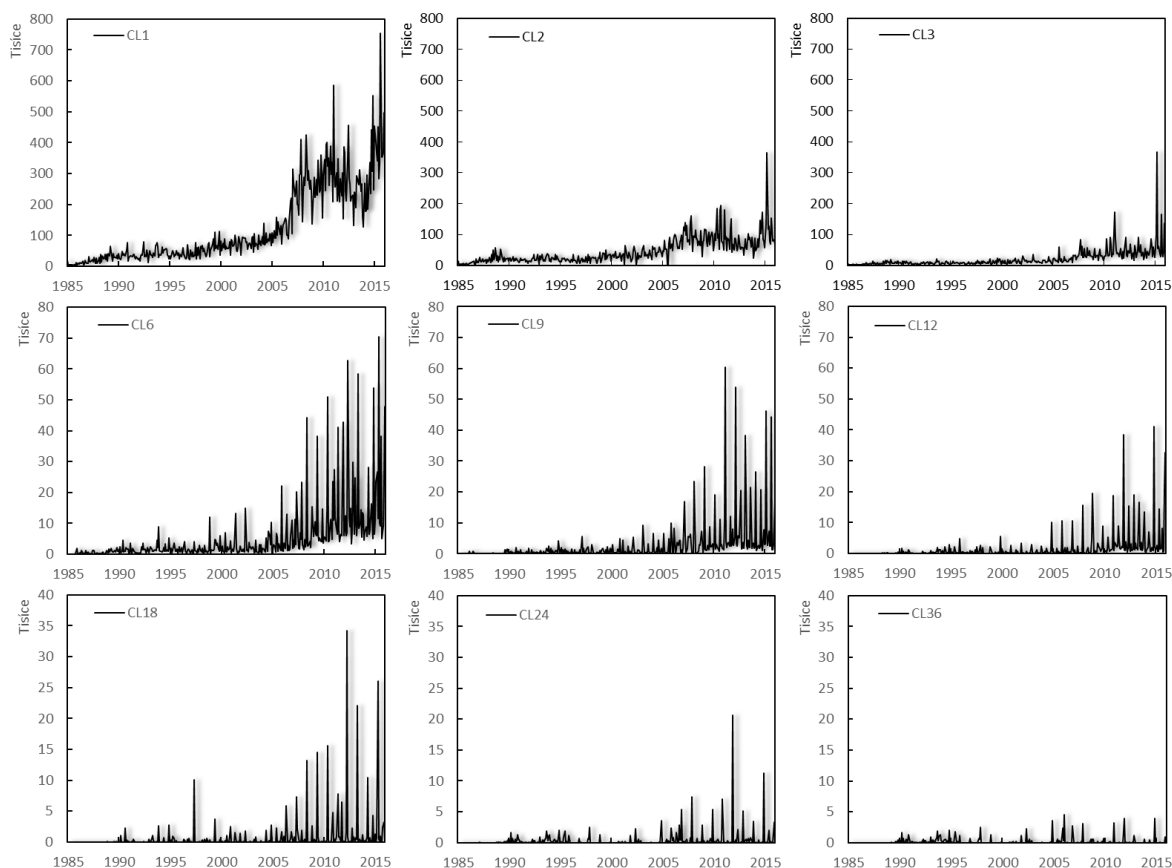
Situace na termínovém trhu však spíše vypovídá o opaku. Jednotlivé panely v grafu č. 5 ukazují počet obchodovaných kontraktů podle délky jejich splatnosti v čase, která se pohybuje od jednoho do 36 měsíců. Z průběhu křivek lze vyvodit, že obchodování na trzích termínových kontraktů se výrazně rozšířilo po roce 2000<sup>11</sup>, tento jev je patrný zejména v případě krátkodobých kontraktů o délce splatnosti 1 až 3 měsíců. V menší míře pak lze

---

<sup>11</sup> Širší využití komoditních derivátů má počátky v 80. letech minulého století. Zájem o tyto finanční produkty rostl především ze strany větších koncových spotřebitelů energetických komodit, kteří v nich našli účinný nástroj zajištění maximální ceny komodit a prevence cenových výkyvů (Gabillon 1991).

pozorovat nárůst počtu kontraktů s délkou splatnosti od 6 měsíců do jednoho roku.<sup>12</sup> Přes dostupnost dlouhodobých kontraktů je však patrné, že segmenty trhu s delšími splatnostmi vykazují nadále velmi omezenou likviditu. U kontraktů se splatností 2 a více let lze pozorovat fakticky nulovou obchodní aktivitu.

**Graf 5: Počet obchodovaných kontraktů podle délky splatnosti, 1985-2015**



Zdroj: Stevens Continuous Futures Database a Open Financial Data Project (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Kontrakty futures na ropu WTI (WTI Crude Oil Futures). Pro přehlednější zobrazení je vždy po každý řádek panelů v grafu zachováno stejné měřítko vertikální osy.

Nezájem o kontrakty s delší dobou splatnosti lze interpretovat pomocí nízké důvěry tržních subjektů v ocenění komodity v delším časovém horizontu pomocí termínových kontraktů. Pokud bychom tedy využívali ceny termínových kontraktů jako proměnné při predikci spotových cen komodity, je nutné se omezit pouze na kontrakty s kratší splatností.<sup>13</sup> Obrázek výše jasně ukazuje, že informační hodnota kontraktů s delšími splatnostmi je velmi nízká. Důsledkem nízkého počtu obchodovaných kontraktů se střední až dlouho dobou splatnosti,

<sup>12</sup> Komoditní burza NYMEX zavedla termínový kontrakt na ropu se splatností delší než 12 měsíců v roce 1989, v roce 1999 byl pak představen 7letý kontrakt.

<sup>13</sup> Obecně je vhodné se při analýze podmínek na termínových trzích a možného dopadu tamního vývoje na další segmenty trhu zaměřit na kontrakty s vysokou likviditou.

pak často bývá jejich výrazná cenová volatilita, neboť ojedinělý nákup takového kontraktu často vede k výrazným intra-denním výkyvům jeho ceny (Killian a Murphy 2014).<sup>14</sup>

Manescu a Van Robays (2014) ukazují, že pro velmi krátké časové horizonty lze s pomocí termínových kontraktů dosáhnout relativně uspokojivých výsledků při odhadu cen. Kvalita výstupu modelu však po určité době velmi rychle klesá. Autoři však konstatují, že proměnlivost kvality výstupu v čase je vlastní všem hodnoceným modelovým specifikacím. U termínových cen je však použitelnost modelu časově velmi omezená.

Reeve a Vigfusson (2011) dodávají, že kvalita výstupu modelů využívajících ceny termínových kontraktů může být odvislá od rozdílu v cenových úrovních na těchto trzích. Autoři konstatují, že modely poskytují relativně uspokojivé predikce vývoje cen pro období, kdy je možné pozorovat historicky vysoké úrovně mezery mezi cenou komodity na fyzickém a termínovém trhu. Naopak, při blízkém vývoji cen je výstup modelu srovnatelný s výstupem procesu náhodné procházky.

Na základě výše uvedeného, lze konstatovat, že ceny termínových kontraktů nejsou proměnnými, které by systematicky zlepšovaly predikci budoucích spotových cen ropy. Stávající cena komodity  $P_t$  a tzv. *scénář beze změny*<sup>15</sup> představují při nejmenším stejně přesné nástroje při snaze odhadovat budoucí pohyby cen ropy.

#### 1.3.4 Ostatní faktory

Dalšími faktory přispívajícími k obtížné předvídatelnosti cen ropy jsou neočekávané výpadky produkce komodity v důsledku technických problémů, geopolitických konfliktů a rozhodnutí o těžebních kvótách především na straně zemí organizace OPEC<sup>16</sup>. Přestože tyto proměnné hrají zásadní roli v cenotvorném procesu, nelze je prakticky předvídat a je možné je v modelech jen velmi obtížně aproximovat. Významné dopady těchto faktorů jsou graficky znázorněny v příloze č. 5 na vybraných příkladech geopolitických konfliktů a těžebních kvót.

---

<sup>14</sup> Výrazné dopady (neočekávaných) geopolitických konfliktů na spotové ceny komodit rovněž poukazují na skutečnost, že výpovědní hodnota termínových kontraktů s delší dobou splatnosti je pro předpovědi spotových cen velmi omezená.

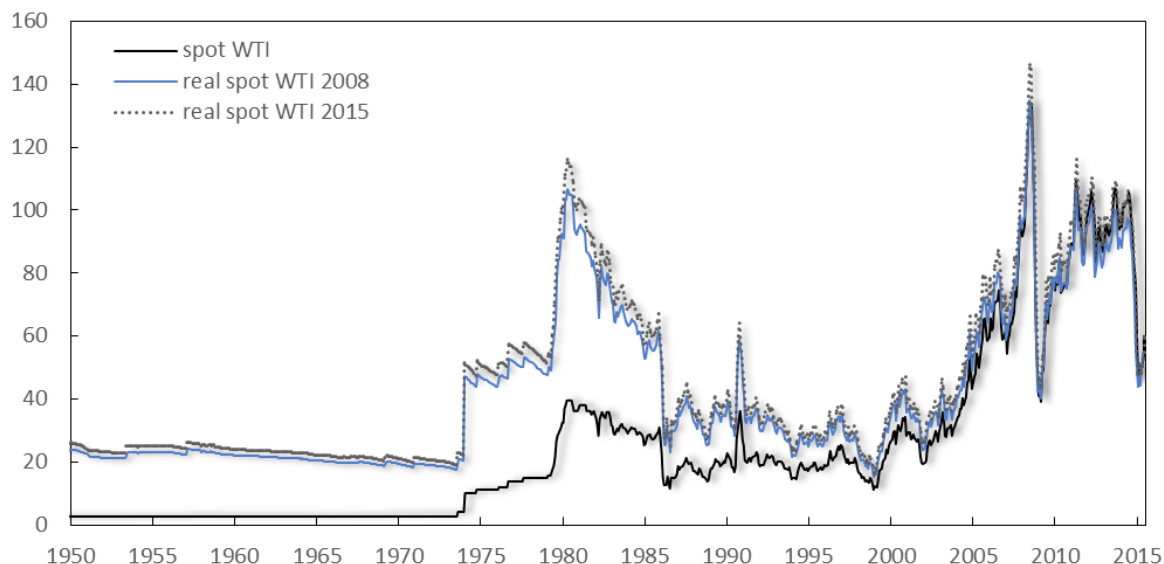
<sup>15</sup> Tzv. *no-change scenario* představuje situaci, kdy je výchozí informací pro predikci ceny komodity její současná cena  $P_t$ .

<sup>16</sup> Organizace zemí vyvážejících ropu (zkráceně OPEC z angl. Organization of the Petroleum Exporting Countries).

## 1.4 Historický vývoj ceny ropy

Historický kontext vývoje ceny ropy v 2. polovině 20. století není předmětem zkoumání této práce, jeho stručný popis však usnadní uchopení problematiky vývoje ceny komodity a její fluktuace v čase.

**Graf 6: Historický přehled vývoje reál. a nom. cen, USD/barel, 1950-2015**



Zdroj: FRED, EIA, DOE, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Spot WTI – nominální cena ropy WTI. Real spot WTI - měsíční průměr spotové ceny ropy je upraven (deflován) pomocí CPI (zahrnuty jsou všechny položky spotřebního koše). Převedení do stálých cen roku 2008 a 2015 bylo provedeno pomocí časové řady indexů spotřebitelských cen (CPI) se zahrnutím všech položek spotřebního koše (FRED: Consumer Price Index for All Urban Consumers: All Items, Monthly, Seasonally Adjusted, CPIAUCSL).

Spotová cena ropy WTI se v období 50. a 60. let minulého století pohybovala mezi 2,5-3 USD/barel. Po konci 2. světové války lze pozorovat mírný a pozvolný nárůst ceny komodity do roku 1957, který je v souladu s nárůstem cenové hladiny (úhrnně zhruba 20 %). Po roce 1957 se cena ropy stabilizovala na úrovni 3 USD/barel. V průběhu 60 let tak mírně klesala reálná cena ropy. V tomto období rovněž oslaboval americký dolar, snižovala se tak i hodnota barelu ropy na mezinárodních trzích.

V roce 1960 vzniká sdružení OPEC, které je v počátcích inspirováno systémem kontroly ceny komodity v USA. Americká komise<sup>17</sup> zodpovědná za stabilitu trhu však v roce 1971 od limitů těžby v rámci severoamerického kontinentu upouští a ztrácí tak možnost cenu ropy zastropovat. Již ke konci roku 1971 tak prakticky přestává existovat volná kapacita na trhu v USA, tj. klíčový nástroj dosavadní kontroly cen. V průběhu 70. let pak tento nástroj přechází

<sup>17</sup> Texas Railroad Commission

do rukou producentů sdružení OPEC, kteří postupně objevují jeho význam pro fungování trhu.

Klíčová role limitů těžby ropy se ukázala velmi krátce poté, kdy v rámci válečného konfliktu, tzv. Jomkipurské války, několik států blízkého a středního východu výrazně omezilo produkci ropy a uvalilo embargo na USA, jako reakci za americkou vojenskou podporu Izraele. Omezení světové produkce ropy vedlo ke skokovému růstu její spotové ceny na zhruba 12 USD/barel, tzv. první ropný šok. Cena ropy posílila o bezmála 400 % za pouhých 6 měsíců a kontrola nad cenou komodity definitivně přešla do rukou sdružení OPEC. Do roku 1978, kdy cena dosahuje úrovně bezmála 15 USD/barel pak lze pozorovat mírný růst ceny bez větších výkyvů.

Na konci 80. let přichází Iránská revoluce a eskaluje napětí mezi Iránem a Irákem, které vrcholí ozbrojeným konfliktem. Výsledný výpadek produkce má opět za následek skokový nárůst ceny ropy, tentokrát cena šplhá na zhruba dvojnásobek předchozí úrovně, tj. 35 USD/barel, tzv. druhý ropný šok. USA ve snaze zmírnit nepříznivý dopad vývoje na ropných trzích zavádějí cenové stropy. Ty sice tlumí nepříznivé dopady na domácí spotřebitele, výrazným způsobem však snižují motivaci pro domácí producenty hledat alternativní zdroje energie a pro průmysl zvyšovat energetickou efektivitu.<sup>18</sup>

V první polovině 80. let OPEC opakovaně stanovuje limity těžby ve snaze zastavit pokles ceny ropy. Sdružení však doplácí na absenci disciplíny některých členů, kteří opakovaně porušují dohody a nedodržují limity těžby. Po roce 1985 opouští režim limitů i Saudská Arábie, což vede k výraznému poklesu ceny pod 10 USD/barel. Poměrně výrazný výkyv ceny pak lze pozorovat na počátku 90. let v souvislosti s ozbrojeným konfliktem v Iráku, tzv. Válkou v zálivu.

Tento stručný přehled uvedl několik událostí s významným dopadem na cenu komodity v období, které předchází vymezenému časovému intervalu, na který se práce primárně zaměřuje. Následný vývoj do současnosti bude opakovaně a podrobně komentován v dalších částech práce, především pak v závěrečné kapitole. Výše zmíněné faktory do značné míry deformují cenový vývoj a způsobují výrazné odchylky od dlouhodobějších trendů. V období, na které se v práci zaměřujeme, podobné události naštěstí nepozorujeme. Není tak zapotřebí časové řady od těchto efektů očišťovat.

---

<sup>18</sup> Umělé ceny rovněž deformují spotřební chování (snižují motivaci k energetickým úsporám) a brzdí technologický pokrok v průmyslu (efektivnější motory) a stavebnictví.

## 1.5 Shrnutí

Z přehledu základních statistických vlastností časových řad ropy a vybraných rovnovážných vztahů vyplývá, že ceny ropy jsou velmi obtížně předvídatelné. Praktické využití rovnovážných vztahů je omezeno nesouladem s reálným vývojem na trhu. Zpoždění samotné ceny ropy ani relevantní makroekonomické veličiny nejsou vhodnými proměnnými pro dlouhodobější predikce cen. Podobně je omezená i výpovědní hodnota cen kontraktů na termínovém trhu. Pro hodnocení cenového vývoje na spotovém trhu tak budou informace z termínového trhu zprostředkovány pomocí míry obchodní aktivity, tj. počtem určitého druhu otevřených obchodních pozic. Jinými slovy, financializace termínového trhu s ropou bude aproximována pomocí rozsahu expozice vybraných tržních subjektů (spekulantů) na tomto trhu.

## 2 Spekulace a její vliv na cenu

V této části práce nejprve definujeme pojem spekulace na termínových trzích s ropou a vymezujeme základní dělení jejich účastníků. Dále posuzujeme obecné makroekonomické podmínky na světových trzích se snahou nastítnit situaci, která vedla mnohé významné tržní subjekty k diversifikaci investičního portfolia směrem ke komoditním trhům. Sledujeme vývoj spekulativní aktivity na termínových trzích s ropou a objasňujeme příčiny formulace spekulativní hypotézy. Zároveň upozorňujeme na její vážné nedostatky. Posledním bodem této části je pak rozbor rozsahu a charakteru pozic jednotlivých skupin účastníků trhu.

Zaměříme se přitom primárně na předkrizové období, které lze šířeji charakterizovat jako časový interval mezi roky 2002 a 2008. K tomuto vymezení nás vede několik skutečností. V první řadě je možné v tomto období pozorovat bezprecedentní dynamiku růstu nominálních a reálných cen ropy stejně jako historicky vysoké úrovně ceny komodity. Dále lze v tomto období pozorovat výrazný a dlouhodobý rozvoj trhů s ropnými deriváty v důsledku intenzivní obchodní aktivity „nových“ tržních subjektů. V porovnání s předchozím obdobím je nesmírnou výhodou dostupnost relevantních dat poskytujících cenné informace o dění na termínových trzích. V neposlední řadě je možné v tomto období identifikovat několik segmentů světového trhu, kde spekulace v širším slova smyslu sehrála v cenovém vývoji naprosto zásadní roli. Důležitým faktem jsou také výsledná opatření pro regulaci finančních trhů v souvislosti s předkrizovými událostmi a jejich adekvátnost a relevance.

Vliv spekulací na růst cen ropy v předkrizovém období lze posuzovat z několika úhlů pohledu. Přitom jsou velmi důležité předpoklady, které při posouzení role spekulací do analýzy vstupují. Vedle fundamentů trhu v podobě rigidity nabídky a poptávky a nečekaných nabídkových šoků rostlo v předkrizovém období podezření, že cenu komodit podstatným způsobem ovlivňuje prudce rostoucí spekulativní aktivita nových tržních subjektů.

Tyto obavy se objevují v době, kdy na termínové komoditní trhy vstupují noví institucionální investoři s cílem diversifikovat svá portfolia. Tzv. „financializace“<sup>19</sup> trhu s termínovými

---

<sup>19</sup> Anglický termín „*financialization*“ je v současné době používán v několika významech. V širším (původním) pojetí je využíván pro pojmenování procesu, kdy roste velikost a význam finančního trhu a finančních nástrojů v dané ekonomice popř. ve světové ekonomice jako celku, a kdy finančníctví dominuje nad tradičními odvětvími (Sweezy a Magdoff 1972, Epstein 2001, Foster a Magdoff 2009). V užším pojetí jím jsou popisovány mimo jiné i situace, kdy určité trhy, nebo jejich segmenty, zaznamenávají výrazný příliv spekulativního kapitálu. Financializace trhu s ropou se obecně datuje do dekády předcházející finanční a hospodářské krizi z roku 2008. Financializaci trhu s komoditami popisují Cheng a Xiong (2013). Počátky ropných derivátů mapuje Gabillon

kontrakty, jak je toto období nazýváno v literatuře, je velmi dobře dokumentováno na základě dat regulatorních institucí.<sup>20</sup> Jelikož byl příliv nových finančních prostředků na trhy s ropnými futures doprovázen prudkým nárůstem cen ropy na fyzickém i termínovém trhu, panovalo přesvědčení, že mezi přílivem kapitálu a rostoucími cenami existuje jasná kauzalita.

## 2.1 Definice spekulace na komoditních trzích

Spekulaci pro účel této práce lze definovat jako čistou pozici, ať již dlouho či krátkou, tržního subjektu či obchodníka, který od vstupu do pozice očekává primárně finanční zisk a nepočítá s fyzickým užitím komodity. Tyto subjekty tak budeme dále v práci nazývat spekulanty nebo nekomerčními obchodníky<sup>21</sup>. Naopak komerční obchodníci vstupují do pozic na termínových trzích zejména s cílem zajištění (hedge), neboť tyto finanční operace jsou přímo navázány na klíčové aktivity těchto firem, kterými mohou být např. zpracování komodity, její distribuce nebo prodej atd. Toto vymezení je v souladu s obecnými definicemi využívanými regulatorními orgány, zejména pak Komisí pro termínové obchody (CFTC).

Je nutné zmínit, že rozdělení tržních subjektů do těchto kategorií není zcela rigidní, neboť se mohou vyskytovat případy, kdy komerční obchodník může vstoupit do spekulativní pozice a naopak, kdy nekomerční subjekt využívá termínový trh pro zajištění. Některé tržní subjekty tak mohou s částí svých pozic spadat mezi spekulanty a zároveň se pomocí jiných kontraktů zajišťovat a naopak. Naprostá většina subjektů však spadá pouze do jedné ze dvou skupin obchodníků.

Data Komise pro termínové obchody (CFTC) vycházejí z pravidelných týdenních zpráv Komise o expozici tržních subjektů na termínových trzích. Subjekty jsou přitom rozděleny do 2 hlavních skupin vymezených výše. Zbývající obchodníky, zpravidla subjekty s nízkými expozicemi, nelze do těchto skupin zařadit, neboť nepodléhají povinnosti expozice reportovat.<sup>22</sup>

---

(1991), jedná se o první finanční instrumenty navázané na fyzický trh s komoditou, které se mezi obchodníky rozšiřují v 80. letech minulého století.

<sup>20</sup> Především pak CFTC (Commodity Futures Trading Commission) - Komise pro termínové obchody v USA.

<sup>21</sup> Toto označení vychází z dělení kategorií tržních subjektů na termínových trzích komodit, které využívá Komise pro termínové obchody v USA (CFTC), která rozděluje obchodníky na tzv. komerční (commercial firms) a nekomerční (non-commercial firms) subjekty.

<sup>22</sup> Tzv. nereportující subjekty (tzv. non-reportables) jsou zpravidla subjekty menšího charakteru, na něž se povinnost pravidelného reportování nevztahuje. Počet nereportujících subjektů je odvozen rozdílem mezi celkovým počtem pozic a počtem pozic reportujících subjektů (komerční a nekomerční obchodníci s povinností

CTFC publikuje týdenní zprávy COT (Commitments of Traders) na základě povinných pravidelných reportů od tržních subjektů. Komerční obchodníci jsou u Komise zaregistrovaní prohlášením, že využívají termínové trhy především s cílem zajištění (hedge). Nekomerční subjekty, mezi které patří zejména finanční investoři jako hedgeové fondy, podílové fondy a další obchodníci, nejsou registrovaní u CFTC. Pro zajištění důvěryhodnosti a přesnosti rozdělení tržních subjektů mohou pracovníci CTFC provádět namátkové kontroly u jednotlivých obchodníků, kdy jsou hodnoceny obchodní strategie kontrolovaných subjektů. Na základě posouzení obchodních strategií pak může dojít k reklasifikaci subjektu do jiné skupiny.

Pravidelné týdenní zprávy CFTC COT budou výchozími daty pro naši analýzu kauzálních vazeb.

## 2.2 Spekulace na termínových trzích s ropou

Nejprve přihlédneme ke skutečnostem, které vedly k předpokladu významné role spekulací pro cenový vývoj na trzích s komoditou. Obavy spojené s nadměrnou spekulací aktivitou tržních subjektů vycházejí především z možných nepříznivých dopadů spekulace v podobě tržních distorzí. Starší studie poukazují na skutečnost, že určité obchodní praktiky spekulantů na trhu komoditami mohou přispívat ke zvýšené volatilitě, destabilizaci cen a odtržení cenového vývoje od fundamentů trhu (Schleifer a Summers 1990, De Long a kol. 1990). Současná literatura pak nabízí pohled na roli institucionálních investorů na trzích s výraznou fluktuací cen. Boyd a kol. (2009) a Brunetti a kol. (2010) se zabývají možností nepříznivých dopadů aktivity hedgeových fondů na trhy s komoditami. Významnou roli institucionálních investorů v nárůstu cen potravinových a energetických komodit v předkrizovém období nachází White (2008). Podobně hodnotí roli obchodníků s komoditními indexy zpráva US Senate Permanent Subcommittee on Investigation z roku 2008, která shledává tyto subjekty zodpovědné za destabilizaci cen na trhu s obilninami.

Diskuze nad rolí spekulací aktivity na termínových trzích s ropou vychází primárně z premisy, že obchodní aktivita nekomerčních subjektů (v námi vymezeném období) vyústila v odtržení cenového vývoje ropy od tržních fundamentů. Značný význam roli spekulantů na

---

reportovat). Podíl komerčních a nekomerčních subjektů v kategorii nereportujících subjektů není znám (<http://www.cftc.gov/marketreports/commitmentsoftraders/explanatorynotes/index.htm>).

distorzi ceny přisuzují publikace BIS (2008), MMF (WEO 2006) a studie Masterse (2008) a Hamiltona (2009).

Masters (2008) se zaměřuje primárně na roli tzv. „netradičních“ investorů a jejich rostoucí obchodní aktivity na komoditních trzích v předkrizovém období. Částečně ve svém přístupu abstrahuje od ostatních tržních faktorů, které mohou rovněž ovlivňovat cenový vývoj. Mastersovu hypotézu lze rozložit do několika prvků, které na sebe navazují a postupně vytvářejí jeho argumentaci. Prvním bodem je vstup velkého množství nových subjektů na termínové trhy s ropou po roce 2000, tedy fenomén, který zaznamenává odborná literatura ve velké šíři (Alquist a Kilian 2007, Büyüksahin a kol. 2009, Fattouh 2010, Hamilton 2009, Cheng a Xiong 2010).

Druhým elementem argumentace je tvrzení, že tyto subjekty vstupují na termínových trzích především do dlouhých pozic a tlačí tak ceny kontraktů směrem nahoru. Dalším krokem je předpoklad, že rostoucí ceny termínových kontraktů posunují očekávání o budoucí úrovni spotové ceny ropy směrem vzhůru a vytvářejí tak tlak na uskladnění komodity a motiv pro její prodej v budoucnu. Argumentaci uzavírá tvrzení, že zvýšený tlak na uskladnění komodity způsobuje růst ceny ropy a odvozených produktů na spotovém trhu.

Předkrizová situace charakterizovaná výrazným a dlouhodobějším nárůstem cen komodit se dle Masterse (2008) a Hamiltona (2009) názoru liší od podobných situací v minulosti především tím, že nelze spatřovat výrazné omezení na nabídkové straně trhu.<sup>23</sup> Přijmeme-li předpoklad absence omezení na straně tržní nabídky, lze v souladu s ekonomickou teorií nárůst ceny ropy vysvětlovat rostoucí poptávkou po komoditě. U vybraných komodit Masters upozorňuje na bezprecedentní růst jejich ceny o 100-150 % v období 2003-2008. Poptávkový šok je pak zapříčiněn vstupem nových účastníků na trh s komoditami, Masters označuje tuto skupinu jako institucionální investory<sup>24</sup>. Masters si rovněž všímá obrovského nárůstu expozice těchto subjektů v investicích do komoditních indexů.<sup>25</sup>

Ceny termínových kontraktů jsou přitom mnohými tržními subjekty vnímány jako určitý odrazový můstek pro cenový vývoj fyzické komodity na spotovém trhu. Nárůst ceny

---

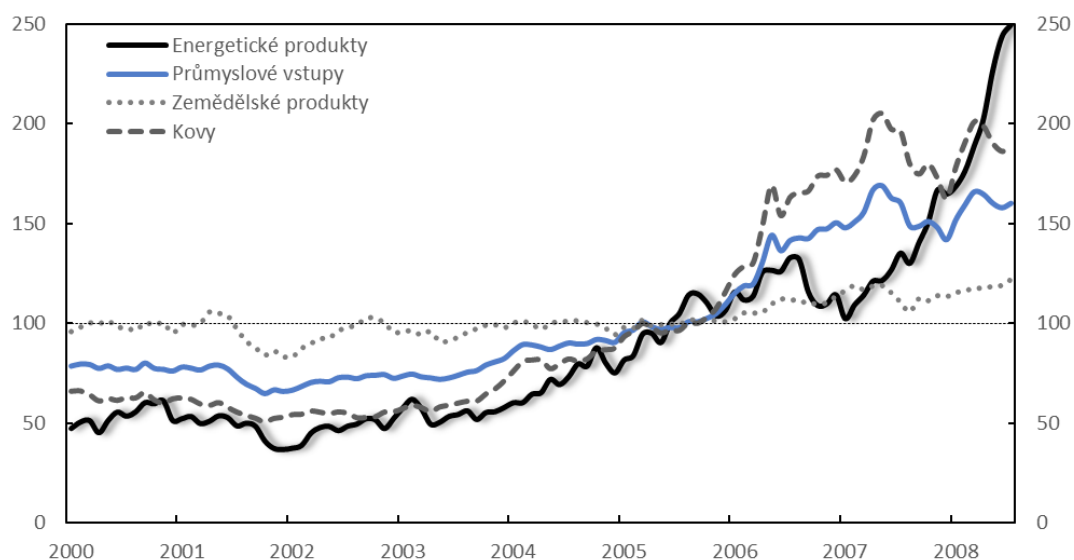
<sup>23</sup> Jako příklad Masters uvádí ropné embargo, které následovalo geopolitické konflikty na začátku 70. let v oblasti Blízkého východu.

<sup>24</sup> Masters institucionálními investory označuje především soukromé a veřejné penzijní fondy a soukromé a státní investiční fondy.

<sup>25</sup> Jako příklad uvádí index SP-GSCI s ohledem na značné většinové zastoupení komodit z energetického sektoru (cca 70 %).

kontraktů v důsledku přílivu nových investic se tak ve velmi krátkém čase odráží v nárůstu spotové ceny komodit. Lze tak vnímat přímý vztah mezi cenou termínových kontraktů a vývojem na spotovém trhu (Hamilton 2009). Na následujícím grafu č. 6 lze pozorovat postupný nárůst cen komodit zobrazený pomocí cenových indexů komoditních skupin. Nejvýraznější dynamiku růstu po roce 2004 vykazuje skupina energetických produktů, výrazná akcelerace růstu je patrná v roce 2007 a v první polovině roku 2008. Podíváme-li se na jednotlivé komponenty skupiny, kterými jsou ropa, zemní plyn a uhlí, lze konstatovat, že růst indexu je do značné míry tažen právě růstem cen ropy.

**Graf 7: Cenové indexy komoditních skupin, 2005 = 100, 200M1-2008M6**



Zdroj: MMF (IMF Primary Commodities Prices), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn: Průmyslové vstupy (Industrial Inputs Price Index – zemědělské produkty a kovy), zemědělské produkty (Agricultural Raw Materials Index), kovy (Metals Price Index), energetické produkty (Fuel (Energy) Index)

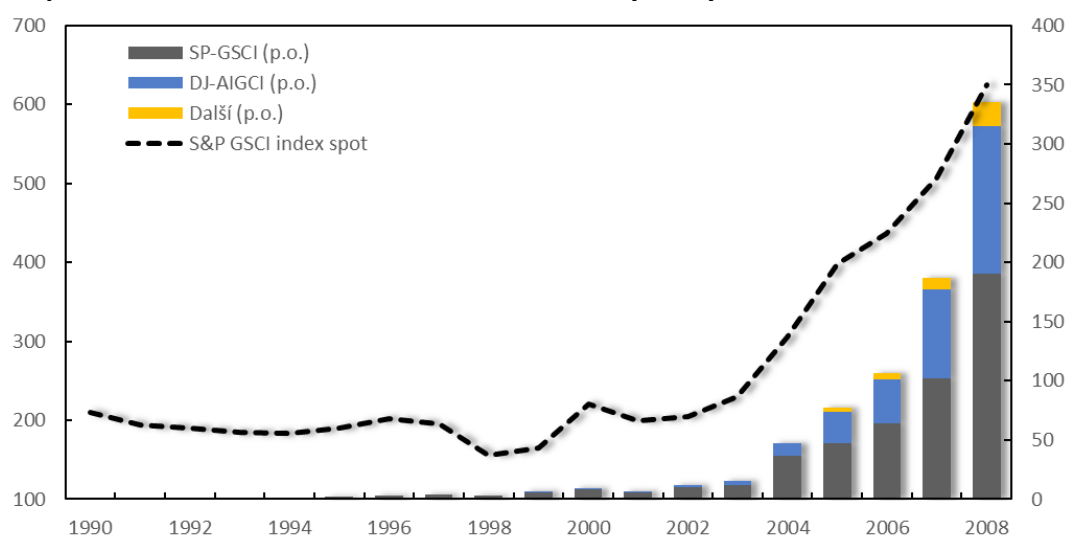
Poptávku po komoditách tvoří dle Masterse 2 skupiny subjektů, spotřebitelé fyzických komodit a spekulanti. Spekulanty lze pak rozdělovat mezi tzv. tradiční spekulanty a nové institucionální investory. Tyto subjekty Masters nazývá indexovými spekulanty, neboť jejich investiční strategie je charakterizována alokací prostředků do komoditních cenových indexů<sup>26</sup>, přesněji distribucí prostředků mezi nejčastěji obchodované indexové tituly, kterými jsou

<sup>26</sup> Jde o cenové indexy s pevnou váhou nebo (váženým) průměrem cen vybraných komodit, které zpravidla odrážejí cenový vývoj na termínových trzích komodit. Mohou však sledovat i cenový vývoj na spotových trzích. Komoditní indexy jsou sestavovány tak, aby odrážely vývoj ceny určité skupiny komodit, např. energetické produkty, kovy atd. Indexy jsou obchodovány na burzách, umožňují tak investorům snadnější přístup k obchodování s komoditami bez nutnosti vstupu na termínové trhy.

Standard & Poors – Goldman Sachs Commodity Index (S&P GSCI) a Dow Jones – AIG Commodity Index<sup>27</sup> (DJ-AIGCI).

Graf č. 7 ukazuje růst finančních prostředků alokovaných do obchodních strategií využívající komoditní indexy. Lze si povšimnout nárůstu celkové úrovně alokovaných prostředků z 9 mld. USD v roce 2000 na více než 300 mld. v roce 2008. Nárůst je přitom patrný zejména v případě indexu SP-GSCI, který je tvořen ze 70 % energetickými komoditami. Spotová cena indexu se mezi roky 2000 a 2008 téměř ztrojnásobila.

**Graf 8: Spotová cena indexu SP-GSCI a investice do vybraných indexů, 1990-2008**



Zdroj: CFTC Commitment of Traders, S&P Dow Jones Indices, Quandl, podle Masterse (2008).

Pozn.: Levá osa – spotová cena indexu SP-GSCI v USD. Pravá osa – výše investic do vybraných indexů v mld. USD. Index SP-GSCI je zvolen s ohledem na značné většinové zastoupení komodit z energetického sektoru (cca 70 %).

Mezi investičními strategiemi tradičních a indexových spekulantů je přitom značný rozdíl. Poptávka po komoditních derivátech ze strany indexových spekulantů je čistě výsledkem snahy o diversifikaci portfolia. Investice do komodit je snahou o změnu alokace určité části kapitálu investora. Nerozhoduje přitom jednotková cena komodity či termínového kontraktu. Investor vstupuje na trh s určitým množstvím prostředků, který představuje část kapitálu určenou pro diversifikaci. Na termínových trzích pak nakupuje tomu příslušné množství kontraktů. Tradiční spekulanti dle Masterse poskytují trhu potřebnou likviditu, jejich obchodní aktivita spočívá jak v nákupu tak prodeji termínových kontraktů, indexoví spekulanti oproti tomu pouze nakupují a opakovaně obnovují své pozici pomocí nákupu

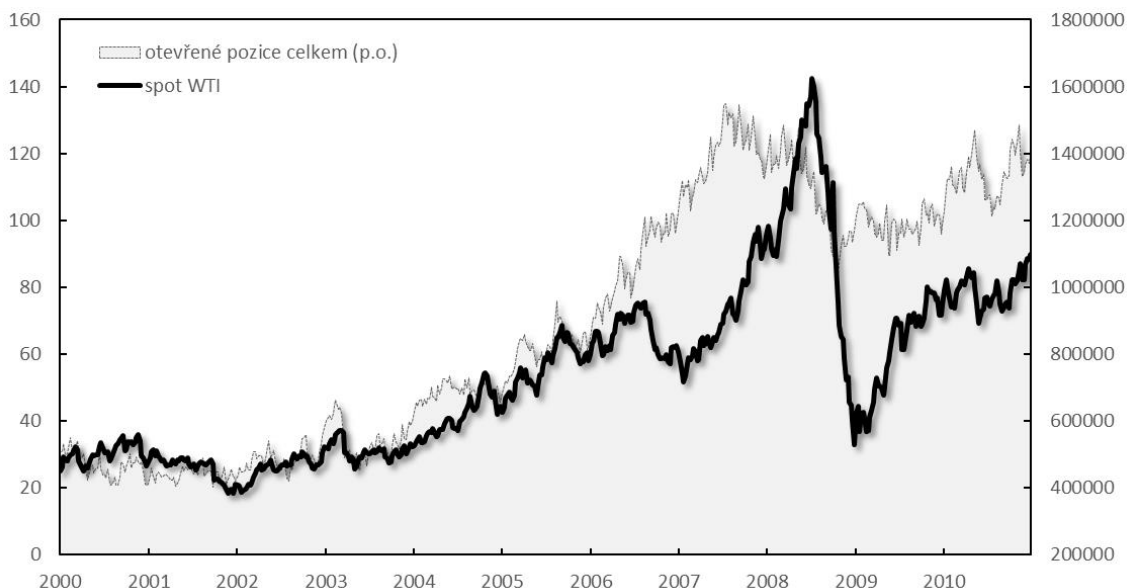
<sup>27</sup> Index byl zaveden v roce 1998 pod jménem Dow Jones-AIG Commodity Index (DJ-AIGCI), dále přejmenován na Dow Jones-UBS Commodity Index (DJ-UBSCI) v roce 2009, kdy jej v souvislosti s problémy AIG získala UBS. Od roku 2014, kdy se index stal součástí portfolia indexů společnosti Bloomberg, nese jméno Bloomberg Commodity Index (BCOM). Obrázek používá název indexu relevantní pro zobrazované období.

horizontálních spreadů<sup>28</sup>. Tímto způsobem likviditu z trhu odčerpávají, protože kontrakty drží a neprodávají je. Významný příliv nových investic do termínových kontraktů na komoditních trzích je pak umocněn nárůstem jejich ceny.

MMF (2006) a BIS (2008) uvádí, že rozšíření finančních nástrojů odvozených od komoditních indexů po roce 2000 vedlo k usnadnění vstupu na trh s komoditami. Důsledkem byl výrazný nárůst expozice tržních subjektů vůči rizikům souvisejícím s cenovým vývojem na komoditních trzích. Na grafu č. 8 lze pozorovat výrazný nárůst celkových otevřených pozic v termínových kontraktech futures na ropu WTI. Plošná křivka představuje celkové (dlouhé i krátké) pozice, do kterých tržní subjekty vstoupily, a které nebyly uzavřeny kompenzací nebo dodáním komodity. Otevřená pozice tak slouží jako indikátor míry obchodní aktivity na termínovém trhu.

Nárůst obchodní aktivity je zjevný v období mezi roky 2003 a 2008 a také v první polovině roku 2008, kdy ceny ropy WTI dosáhly svého historického maxima. Mezi lety 2003 a 2008 se počet otevřených pozic více než zdvojnásobil ze zhruba 550 tis. na 1,4 mil. kontraktů. Po poklesu ceny ropy souvisejícím s finanční a hospodářskou krizí lze pozorovat pokles počtu otevřených pozic a následnou stagnaci jejich úrovně.

**Graf 9: Počet otevřených pozic a spotová cena ropy, 2000-2010**



Zdroj: CTFC, Commitments of Traders (Historically Compressed 1984-2014 – Futures only reports), vlastní úprava.

Pozn.: Graf zobrazuje data z burzy NYMEX a k ní relevantní cenový vývoj ropy WTI. Pro burzu ICE nejsou data před rokem 2009 k dispozici. Graf zobrazuje data s týdenní frekvencí.

<sup>28</sup> Horizontální spread (také nazývaný časový, kalendářní) je využíván při současném vstupu do dlouhé a krátké pozice se stejným podkladovým aktivem a realizační cenou, avšak s odlišnou dobou splatnosti kontraktu.

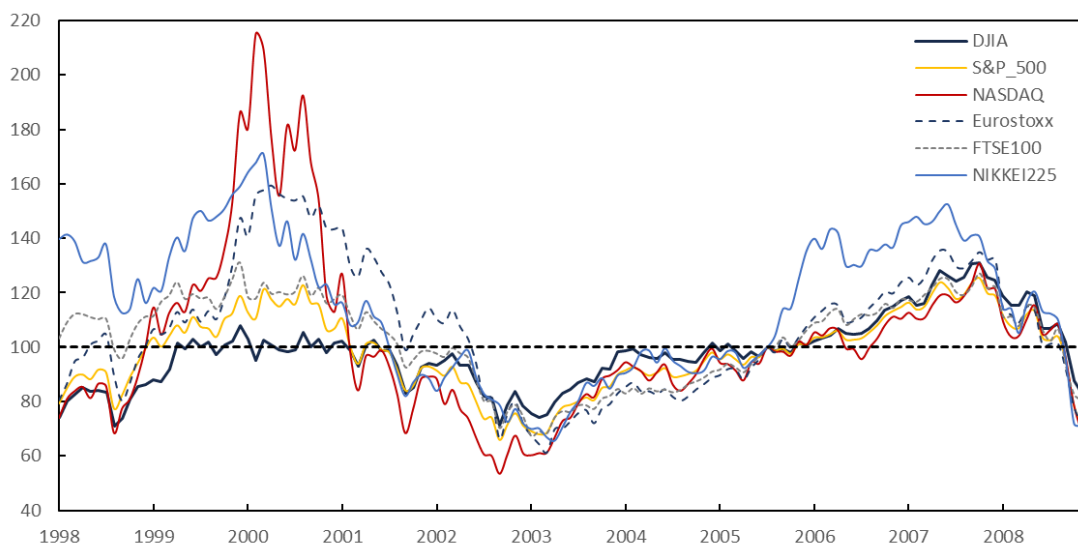
Nárůst množství otevřených pozic je často interpretován jako potvrzení významné role spekulace pro vývoj na termínovém trhu s ropou. Počet otevřených pozic na termínových trzích je v literatuře porovnáván s denní spotřebou komodity. Skutečnost, že množství otevřených kontraktů úroveň spotřeby výrazně převyšuje, je pak pro některé autory důkazem nadměrných spekulacních tlaků na trhu (Cho 2008, Masters 2008). Khan (2009) si všímá disproporce mezi rychle rostoucím objemem transakcí na termínových trzích a stagnující světovou produkcí komodity a uvádí, že v předkrizovém období dosáhlo množství ropy, které otevřené kontrakty představovaly, více než desetinásobku úrovně světové produkce.

Zvýšený zájem o expozice na komoditních trzích byl výsledkem působení několika podstatných faktorů, které vedly k rostoucí oblibě nových finančních nástrojů a termínových kontraktů. Nepříznivý vývoj na světových akciových trzích v letech 2000-2003 je zobrazen na grafu č. 9 pomocí indexů klíčových akciových trhů.

Akciové indexy podávají tržním subjektům cenné informace o stávající situaci a výkonu trhu. Odrážejí přitom jak současný stav trhu, tak i jeho dlouhodobý vývoj s historickými tendencemi. Investorům indexy naznačují, zda má trh klesající či naopak růstovou tendenci. Na rozdíl od jednotlivých akciových titulů nabízejí hodnocení trhu jako celku.

Nominální bodové úrovně jednotlivých indexů jsou v některých případech podstatně odlišné, v grafu č. 9 jsou tak upraveny pro snazší přehled porovnáním hodnot v čase k červnu 2005. Je možné si povšimnout obecné klesající tendence po roce 2000. Strmý pokles lze pozorovat především v případě indexu NASDAQ v důsledku výrazného zastoupení firem z IT sektoru. Výrazný propad dále zaznamenaly indexy Eurostoxx a NIKKEI225.

**Graf 10: Vybrané indexy akciových trhů<sup>29</sup>, index 2005M6=100**



Zdroj: FRED, S&P Dow Jones Indices, Quandl, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Nominální bodové úrovně jednotlivých indexů jsou zobrazeny v příloze č. 6.

Relativně pevnou vzájemnou vazbu vývoje na akciových trzích, které jsou zobrazenými indexy pokryty, lze zachytit i pomocí korelační analýzy jednotlivých indexů. Výsledky základních korelací jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

**Tabulka 3: Vzájemná korelace vybraných akciových indexů, 1998-2009**

| Index     | S&P_500 | DJIA | NASDAQ | Eurostoxx | FTSE100 | NIKKEI225 |
|-----------|---------|------|--------|-----------|---------|-----------|
| S&P_500   | 1       |      |        |           |         |           |
| DJIA      | 0.95    | 1    |        |           |         |           |
| NASDAQ    | 0.84    | 0.72 | 1      |           |         |           |
| Eurostoxx | 0.81    | 0.77 | 0.73   | 1         |         |           |
| FTSE100   | 0.84    | 0.82 | 0.85   | 0.85      | 1       |           |
| NIKKEI225 | 0.59    | 0.55 | 0.57   | 0.57      | 0.59    | 1         |

Zdroj: S&P Dow Jones Indices, Quandl, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Pro výpočet korelačních koeficientů jsou použity meziměsíční procentní změny kotace indexů. Historické ceny indexů jsou uváděny v relevantních domácích měnách, např. Stoxx50 je kalkulován v eurech. Použitím meziměsíčních změn tak lze abstrahovat od případných distorzí ve výpočtech v důsledku pohybu měnových kurzů. Všechny korelační koeficienty jsou statisticky významně odlišné od nuly na hladině 5 %. Korelační koeficienty jsou kalkulovány na základě 144 pozorování. Při posouvání časového okna se korelační koeficienty příliš neodlišují.

Strmý pokles akciových indexů v období po roce 2000 vedl u značného počtu investorů k přehodnocení obchodních strategií a revizi investičních portfolií. Nízké výnosy akciových

<sup>29</sup> V praxi existuje několik způsobů kalkulace indexů. Nejvíce používanými jsou cenově vážené indexy a indexy vážené podle tržní kapitalizace. V případě cenově vážených indexů ovlivňuje hodnotu indexu jen a pouze cena v něm obsažených titulů. S rostoucí cenou akcií společností roste hodnota celého indexu, přičemž není zohledňován objem obchodovaných akcií. Mezi takto sestavované indexy patří např. Dow Jones Industrial Average či Nikkei 225. U indexů vážených podle tržní kapitalizace rozhoduje kromě ceny akcií i počet akcií v oběhu. Společnosti, jejichž akcie se obchodují ve větších objemech, tak ovlivňují hodnotu indexu podstatně více, byť by akcie malých firem měly podstatně vyšší cenu. Takto sestavovaných indexů je mnohem více, např. Standard & Poor's 500, NASDAQ Composite, FTSE 100, DAX či český PX.

titulů neumožňovaly požadované zhodnocení kapitálu, finanční subjekty tak hledaly nové příležitosti pro jeho alokaci. Tradiční spekulanti byli vždy na trzích s termínovými komoditními kontrakty přítomni, nicméně významnější investiční subjekty tento trh za vhodný pro dlouhodobější investiční programy většího rozsahu historicky nepovažovaly (BIS 2008).

K atraktivitě komodit přispívalo i několik dalších skutečností. Příznivci obchodování s komoditami často poukazují na velmi nízkou korelaci mezi výnosy komoditních a akciových titulů. Korelace mezi výnosy z obchodování s komoditami a akciemi se v několika posledních dekáдах pohybovala dlouhodobě kolem nuly (Bhardwaj a Dunsby 2013)<sup>30</sup>. Výnosy na komoditních trzích tak nejsou spojeny s výnosy u akciových titulů a umožňují potřebnou diversifikaci.

Dalším příznivým rysem komoditních trhů je pozitivní korelace cenového vývoje s mírou inflace a se změnami v inflačních očekáváních, riziko reálného znehodnocení investice je tak redukováno (Gorton a Rouwenhorst 2004). Autoři poukazují na podobnou výši historických výnosů<sup>31</sup> komoditních termínových kontraktů ve srovnání s výkonem akciových trhů, zároveň však upozorňují na negativní korelaci mezi výnosy na komoditních a akciových trzích s výnosy státních obligací. Tento negativní vztah je dán rozdílným chováním zmíněných titulů v rámci jednotlivých fází hospodářského cyklu.

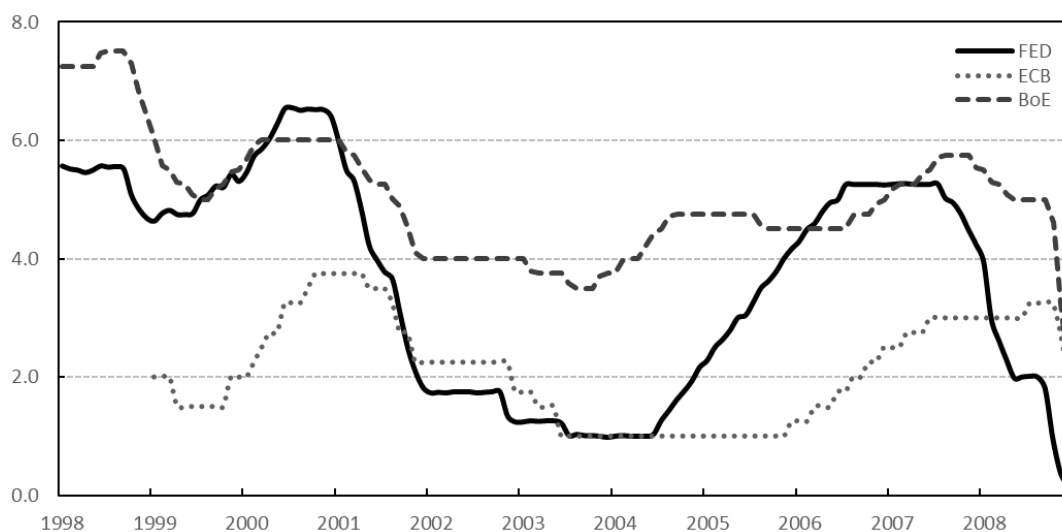
V neposlední řadě pak vlnu investic do termínových kontraktů na komoditních trzích ve zmíněném období podporovala uvolněná monetární politika centrálních bank (ITF 2008, CFTC). Na grafech č. 10 a 11 lze pozorovat pokles klíčových měnových sazeb a rovněž krátkodobých úrokových sazeb ve vybraných zemích jako důsledku uvolněné monetární politiky centrálních bank. Mnohé centrální banky reagovaly na zpomalení ekonomické aktivity po růstu v poslední dekádě minulého století. Nízká dynamika růstu HDP měla hned několik příčin, mezi hlavní patří splasknutí bubliny v IT odvětví (především v souvislosti s rozvojem internetových služeb) a spillover efekty asijské krize z konce devadesátých let.

---

<sup>30</sup> Korelační koeficient však podléhá značné míře volatility, je-li měřen přes kratší časová období. Autoři studie využívají data s týdenní frekvencí a korelační koeficienty vyčíslují v rámci jednotlivých čtvrtletí. Studie také hodnotí vliv míry inflace a fáze hospodářského cyklu na naměřené korelační koeficienty mezi cenami akciových titulů a komodit a také mezi komoditami samotnými. Docházejí k závěru, že korelace mezi akciemi a komoditami vykazuje cyklickou komponentu, korelace je silnější v obdobích slabé ekonomické aktivity a hospodářského útlumu. Tuto skutečnost lze pozorovat i na korelaci mezi komoditami samotnými. Závěry studie jsou v souladu s obecnou averzí investorů vůči rizikovým aktivům v době hospodářského útlumu.

<sup>31</sup> Studie pracuje s průměrnými měsíčními výnosy komoditních termínových kontraktů v období let 1959 až 2004.

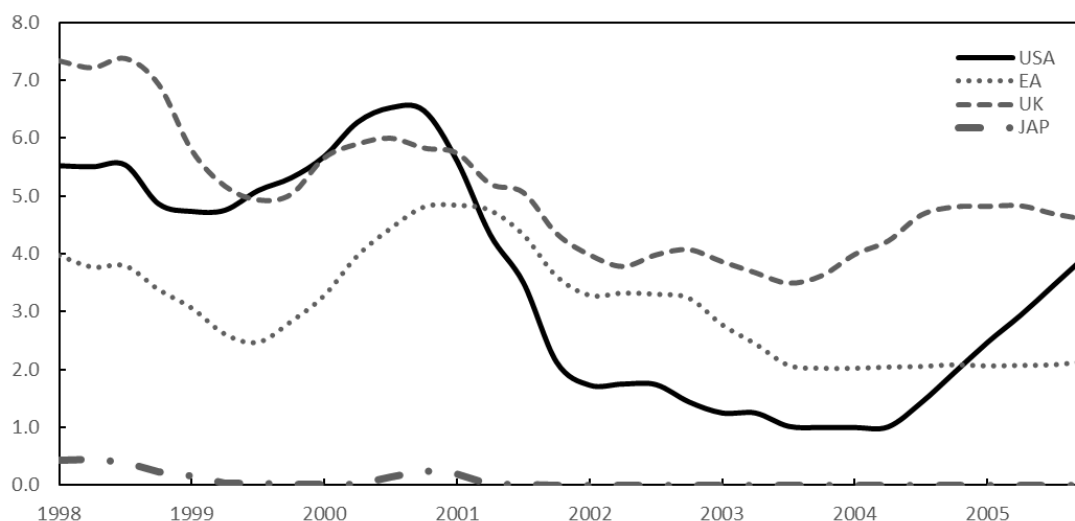
**Graf 11: Klíčové měnové sazby vybraných centrálních bank, v %, 1998Q1-2008Q4**



Zdroj: Eurostat, FRED, BoE, vlastní úprava.

Pozn.: FED (Federal funds rate), ECB (Deposit facility rate), BoE (Bank rate).

**Graf 12: Krátkodobé úrokové sazby, 1998Q1-2005Q4**



Zdroj: Eurostat database, Money market interest rates, vlastní úprava.

Pozn.: úrokové sazby na peněžním trhu (day-to-day).

Masters (2008) spatřuje ve spekulativní aktivitě velmi nebezpečný prvek pro spotový i termínový trh s komoditami. Společně s Hamiltonem (2009) a MMF (2006) konstatují, že značný nárůst investic do termínových kontraktů v důsledku snahy o diversifikaci investičních portfolií vede k růstu ceny termínových kontraktů a přelévá se do situace na spotovém trhu. Tento vývoj dle nich nedoráží fundamenty trhu. Aktivita spekulantů udržuje na trzích umělou situaci s nepříznivými dopady pro hospodářskou aktivitu, vede k nárůstu ceny výrobních vstupů a nepříznivě působí na spotřebitelský sentiment.

### 2.2.1 Nedostatky hypotézy o vlivu spekulací

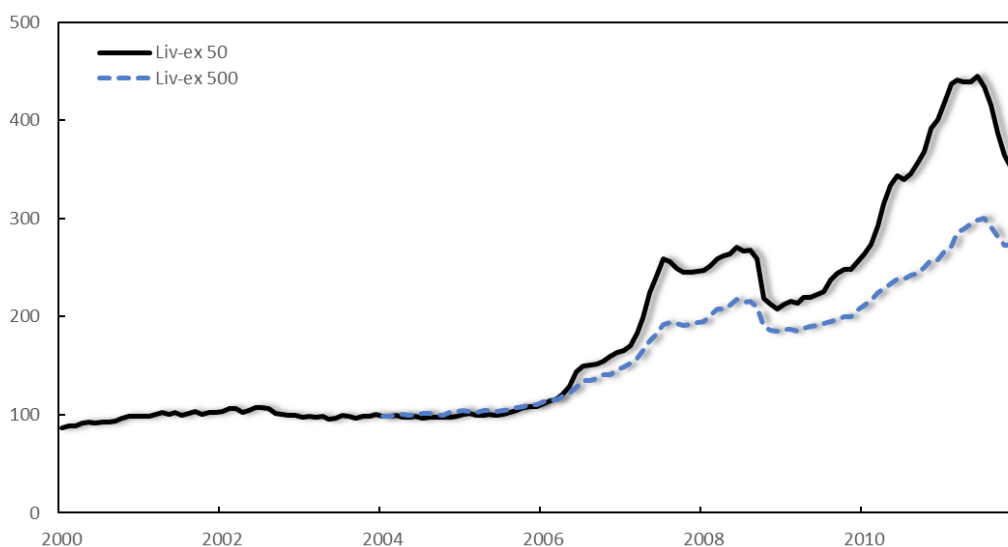
Spekulační spirála popsaná Mastersem, tj. situace kdy příliv finančních prostředků vede k nárůstu otevřených pozic a ten přivádí na termínový trh další investory, což vede k opětovnému nárůstu ceny atd., je však poněkud problematická. Hamilton (2008) uvádí, že v případě averze k riziku a informační asymetrie na straně investorů, lze vlnu investic do komoditních trhů považovat za signál, že určitá skupina investorů je vybavena informacemi, kterými další subjekty na trzích nedisponují. Standardní teorie finančních trhů pak uvádějí, že v důsledku přílivu kapitálu a výrazného nárůstu dlouhých pozic, lze pozorovat, přinejmenším dočasný nárůst ceny obchodovaných aktiv. Děje se tak minimálně do doby, kdy druhá skupina investorů analyzuje nárůst ceny oproti fundamentům trhu a vyhodnotí, zdali je opodstatněný.

Problematický je i vztah mezi cenovým vývojem na termínovém a spotovém trhu. Pokud by spekulace vyvolávaly nárůst cen kontraktů na termínových trzích s tím, že cena na spotovém trhu by zůstávala beze změny, byla by výsledkem prudce rostoucí poptávka po komoditě na spotovém trhu (Smith 2012). Ostatně sám Masters uvádí přímý vztah mezi nárůstem cen termínových kontraktů a cenovým vývojem na spotovém trhu. Pokud bychom uvažovali krátkodobě cenově zcela neelastickou poptávku po komoditě, nebo z ní odvozených produktech, na spotovém trhu, lze předpokládat, že by cenový nárůst na termínových trzích vedl ke stejnému nárůstu ceny na spotovém trhu. V takovém případě by spekulanti dosahovali zisku při obnovování svých pozic. Cenová elasticita poptávky po ropě a z ní odvozených produktech je obecně nízká, nikoliv však nulová. Cenový nárůst znamená stimul pro zvýšenou produkci, na straně spotřebitelů však působí nepříznivě. Producenty by tato situace mohla navíc vést k hromadění zásob komodity a odkládání jejího prodeje do budoucna, kdy očekávají vyšší cenu (Baláž a Londarev 2006). Toto chování na straně producentů je však dlouhodobě neudržitelné a značně zvyšuje pravděpodobnost situace převisu nabídky nad poptávkou (Irwin a Sanders 2010).

Dalším argumentem, kterým lze zpochybnit vliv spekulací na nárůst cen termínových kontraktů komodit, je skutečnost, že nabídka těchto instrumentů je neomezená. Kauzální vazbu mezi financionalizací trhu a nárůstem ceny statků lze lehce dovodit v případě, že nabídka

statků je omezena. Jako příklad se často uvádí trh s archivním vínem (graf č. 12), kde je nabízené množství pevně omezeno zásobami daného ročníku.<sup>32</sup>

**Graf 13: Index Liv-ex Wine 50, 2005=100**



Zdroj: Liv-ex.com, Quandl, vlastní úprava.

Pozn: Index Liv-ex 50 sleduje denní vývoj nejobchodovanějších vín z oblasti Bordeaux, Liv-ex 500 sleduje cenový vývoj u širší skupiny prémiových značek. Graf znázorňuje měsíční průměry z denních dat.

Množství termínových kontraktů svázaných s určitou komoditou či indexem však omezeno není a pohybuje se dle vývoje na trhu. Rostoucí poptávka po určitém druhu termínového kontraktu může být uspokojena emisí nových kontraktů. Důležitou roli zde samozřejmě hraje ochota emitenta, tedy prodávajícího, na trh nové kontrakty uvolnit. Proávající zde přinejmenším posuzuje realizační cenu kontraktu oproti očekávanému vývoji spotové ceny komodity. Odhlédneme-li však od očekávání vývoje trhu, emise nových kontraktu není omezena fixním množstvím nabízeného statku ani formálními či technickými překážkami.

Přiliv spekulativního kapitálu na komoditní trhy s termínovými kontrakty nemusí nutně vyvolávat nákupní tlak. Každý zakoupený kontrakt je totiž před uplynutím doby splatnosti investorem prodán, mechanismem tzv. finančního vyrovnání realizují subjekty na trhu zisk nebo ztrátu. Spekulanti nemají zájem o držení kontraktu do doby splatnosti, neboť ta je spojena s fyzickým vypořádáním. Včasným prodejem kontraktu se lze vypořádání vyhnout.

Tržní subjekty toto chování očekávají, předpokládají tedy, že každý zakoupený kontrakt bude před dobou splatnosti prodán.<sup>33</sup> Trh s termínovými kontrakty tak v tomto ohledu není

<sup>32</sup> Nárůst cen vybraných archivních vín je často diskutován v souvislosti s růstem čínského trhu s vínem. Prudký nárůst tamní poptávky po archivním víně (především pak francouzského původu) po roce 2005, měl za následek bezprecedentní nárůst ceny některých archivních ročníků (Masset, Weisskopf, Faye a Le Fur 2015).

v nerovnováze a je dlouhodobě prakticky bez vlivu na množství komodity v dodavatelských řetězcích, které je rozhodující při tvorbě spotové ceny komodity. Příliv finančních prostředků na trhy s termínovými kontrakty může mít krátkodobý vliv na cenu komodity na spotovém trhu, dlouhodoběji ji však ovlivňují očekávání spojené s fundamenty trhu. Příliv finančních prostředků na termínové trhy s ropou tak nelze ztotožňovat s rostoucí poptávkou po komoditě.

Dopad na cenu ropy na fyzickém trhu je podmíněn transakcemi se samotnou komoditou (nákup, prodej, uskladnění atd.). Subjekty na termínových trzích se však účastní pouze finančních transakcí s komoditními deriváty, jejich expozice na fyzickém trhu s komoditou je fakticky nulová. Vazba mezi obchodní aktivitou na trzích s futures a spotovou cenou ropy tak není jednoznačná.

Problematické je rovněž srovnání množství komodity, které představuje počet otevřených pozic futures, se samotnou spotřebou komodity na fyzickém trhu. V první řadě je nutné zmínit, že v případě otevřených pozic mluvíme o stavové veličině, zatímco spotřeba na finálním trhu je veličinou tokovou, vyčíslenou v jednotkách objemu za určitý časový interval. Toto srovnání také abstrahuje od skutečnosti, že některé započítané kontrakty mají velmi dlouhou dobu splatnosti, nelze je tak vztahovat k současným úrovním spotřeby komodity.

Další studie napadají hypotézu o roli spekulantů srovnáním ropy s komoditami, pro něž termínové trhy futures neexistují. Vycházejí z předpokladu, že pokud termínové kontrakty působí tlak na růst cen na fyzickém trhu, neměli bychom cenový nárůst pozorovat u komodit, které se na termínových trzích neobchodují. Irwin a kol. (2009) ukazují případy komodit bez termínových trhů, které v předkrizovém období vykázaly prudký růst cen. Stoll a Whalley (2010) nacházejí silnou pozitivní korelaci mezi výnosy několika druhů pšenice, přičemž pouze jeden z nich je intenzivně obchodován na termínovém trhu. Headey a Fan (2008) ukazují prudký růst cen komodit bez termínových trhů na pozadí obecně rostoucí cenové hladiny komodit v předkrizovém období.

Výše zmíněné skutečnosti vedou ke zvážení alternativní hypotézy spill over efektů spekulativní aktivity na cenový vývoj spotových trhů. Pokud by zvýšená aktivita spekulantů opravdu vedla ke změně očekávání tradičních investorů, pak by odpovídající reakce na straně produkce komodity a její spotřeby mohla vést k změně cen na spotovém trhu. Obecným vnímáním tržního mechanismu je předpoklad, že ceny odrážejí očekávání subjektů na trhu, změna těchto

---

<sup>33</sup> Trh s termínovými kontrakty futures je v souladu s tzv. hrou s nulovým součtem – zisk každého účastníka trhu je ztrátou jiného subjektu. Finanční toky na termínových trzích tak zůstávají bez vlivu na jejich cenu.

čekávání se pak odráží v ceně statku. Je tedy otázkou, zdali chování nových subjektů na trhu, které lze odlišit od tradičních obchodníků, vedlo ke změně očekávání a cenového vývoje během období předcházejícího eskalaci cen ropy v roce 2008. Mnohé studie se právě na toto období bezprecedentního nárůstu cen ropy zaměřují a potvrzují skutečnost, že tehdejší cenový vývoj nelze s přílivem spekulativního kapitálu spojovat.

## 2.2.2 Pozice na termínových trzích s ropou a jejich charakter

Odborné studie, které se zabývají přímým dopadem obchodních aktivit nekomerčních subjektů na vývoj cen termínových kontraktů a komodity na fyzickém trhu, zpravidla využívají data Komise pro termínové obchody (CFTC), která poskytují cenné informace o obchodních strategiích skupin odlišných skupin investorů.

Büyükaşahin a Harris (2011) a Alquist a Gervais (2011) zkoumají vztah mezi vývojem cen ropy a obchodními pozicemi různých skupin tržních subjektů. Podobně jako Masters vycházejí z celkového nárůstu počtu pozic a rostoucího podílu pozic u skupiny nekomerčních subjektů v období mezi roky 2000 a 2008 zobrazených v tabulce níže, ve které lze pozorovat podstatný nárůst pozic u investorů v termínových kontraktech.

**Tabulka 4: Pozice dle subjektů a dle rozdělení na krátké a dlouhé, v %, 2000-2008**

| Rok  | Nekomerční subjekty |        |         | Komerční subjekty |        | Nereportující |        | Počet pozic |
|------|---------------------|--------|---------|-------------------|--------|---------------|--------|-------------|
|      | dlouhá              | krátká | spread* | dlouhá            | krátká | dlouhá        | krátká |             |
| 2000 | 8.9                 | 7.9    | 6.6     | 75.0              | 76.1   | 9.4           | 9.3    | 618590      |
| 2001 | 4.9                 | 11.5   | 7.7     | 78.8              | 70.5   | 8.6           | 10.3   | 626904      |
| 2002 | 10.5                | 8.2    | 13.7    | 64.7              | 68.9   | 11.1          | 9.2    | 779618      |
| 2003 | 13.3                | 12.8   | 9.3     | 68.0              | 67.7   | 9.4           | 10.2   | 830327      |
| 2004 | 17.5                | 12.0   | 9.6     | 64.2              | 69.3   | 8.8           | 9.1    | 1033835     |
| 2005 | 14.5                | 13.2   | 15.4    | 62.7              | 62.2   | 7.3           | 9.1    | 1344618     |
| 2006 | 15.6                | 13.1   | 19.6    | 58.9              | 60.5   | 6.0           | 6.8    | 1740532     |
| 2007 | 14.9                | 11.6   | 21.7    | 58.2              | 61.0   | 5.3           | 5.7    | 2409755     |
| 2008 | 16.8                | 14.3   | 26.8    | 51.0              | 52.7   | 5.4           | 6.2    | 2887494     |

Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: \* kalendářní spready<sup>34</sup>. Pozice futures na ropu WTI, NYMEX. Počet pozic: celkový počet termínových kontraktů, do kterých subjekty na trhu vstoupily, a které nebyly uzavřeny opačnou transakcí nebo vypořádány dodáním zboží.

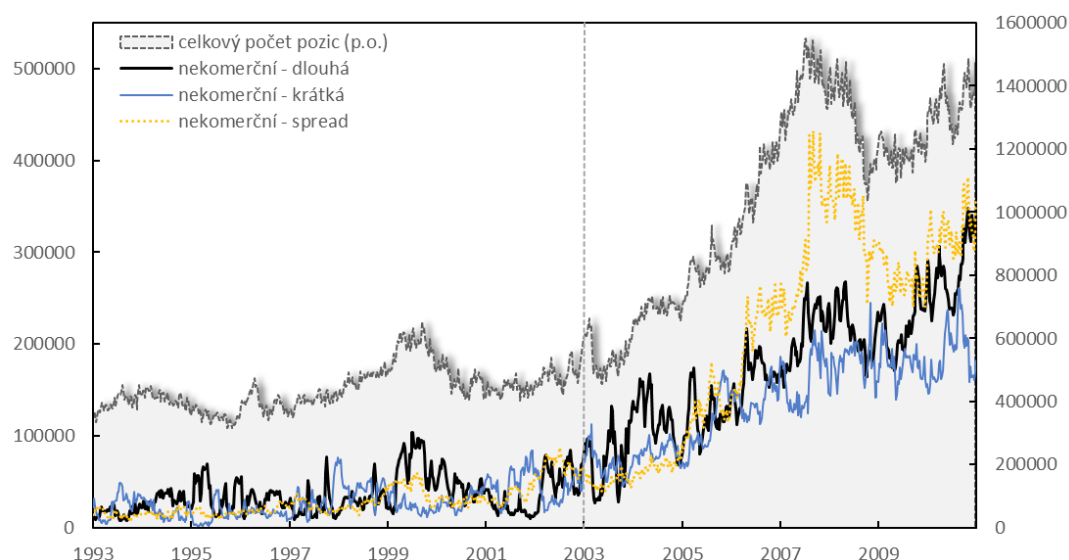
Tabulka č. 4 zřetelně ilustruje nárůst počtu obchodovaných termínových pozic na ropu WTI. Počet kontraktů se za zobrazené období více než zdvojnásobil, zatímco v roce 2000 činil počet obchodovaných pozic bezmála 500 tis., v roce 2008 to bylo již přes 1200 tis. pozic. U

<sup>34</sup> Kategorie pozic označená názvem „spread“ ukazuje, do jaké míry jsou dlouhé a krátké pozice u nekomerčních obchodníků vyrovnány. Pokud subjekt drží např. 2 000 dlouhých a 1 500 krátkých pozic, 500 pozic bude zaevidováno v kategorii dlouhá a 1 500 v kategorii spread.

každé z kategorií jsou uvedeny jednotlivé pozice jako podíly na celkovém počtu kontraktů. V roce 2008 z celkového počtu pozic ve výši 1 279 534 připadlo na dlouhé (krátké) pozice komerčních obchodníků 51 % (52,7 %), nekomerční subjekty pak drželi 16,8 % (14,3 %) pozic. Zbývající pozice jsou rozděleny mezi spread pozice nekomerčních subjektů a pozice nereportujících subjektů. Na základě zobrazených dat lze pozorovat výrazný nárůst podílů dlouhých pozic u nekomerčních subjektů, který se v uvedeném období více než zdvojnásobil z 15,5 % na 43,6 %.

Graf č. 13 ukazuje průběh časových řad obchodních pozic nekomerčních subjektů a jejich strmý růst od roku 2003 spolu se zvyšujícím se počtem celkových pozic na termínových trzích.

**Graf 14: Pozice nekomerčních subjektů a celkové pozice na trhu, 1993-2010**

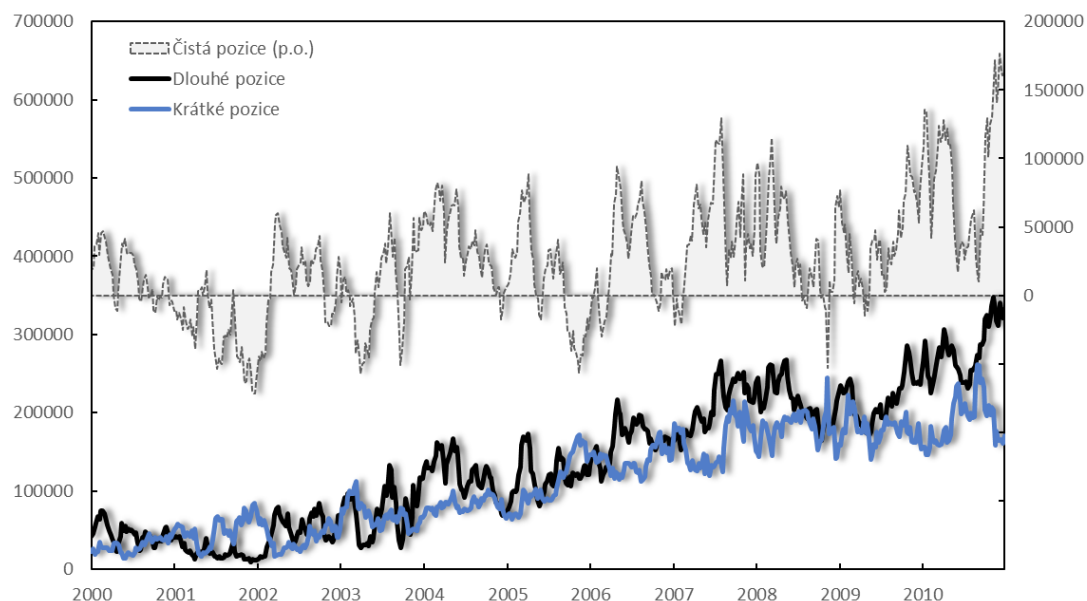


Zdroj: CFTC Commitments of Traders, Futures only, vlastní výpočty a úprava

Pozn.: Počet pozic - celkový počet termínových kontraktů, do kterých subjekty na trhu vstoupily, a které nebyly uzavřeny opačnou transakcí nebo naplněny dodáním zboží.

Podstatnou skutečností je charakter expozice nekomerčních obchodníků na termínových trzích. Z následujícího grafu č. 14 je patrné, že tyto subjekty tíhly od roku 2000 spíše k dlouhým pozicím. Čistá dlouhá pozice nekomerčních subjektů je důsledkem obnovování pozic (tzv. roll-over), tj. zakoupením nového kontraktu před uplynutím doby splatnosti starších kontraktů. Rostoucí expozice a její charakter pak vedly u mnoha analytiků k závěru, že aktivita nekomerčních obchodníků systematicky ovlivňuje cenu ropy na spotových trzích.

**Graf 15: Čistá pozice nekomerčních subjektů, počet kontraktů, 2000-2010**



Zdroj: CFTC Commitments of Traders, Futures only, vlastní výpočty a úprava.

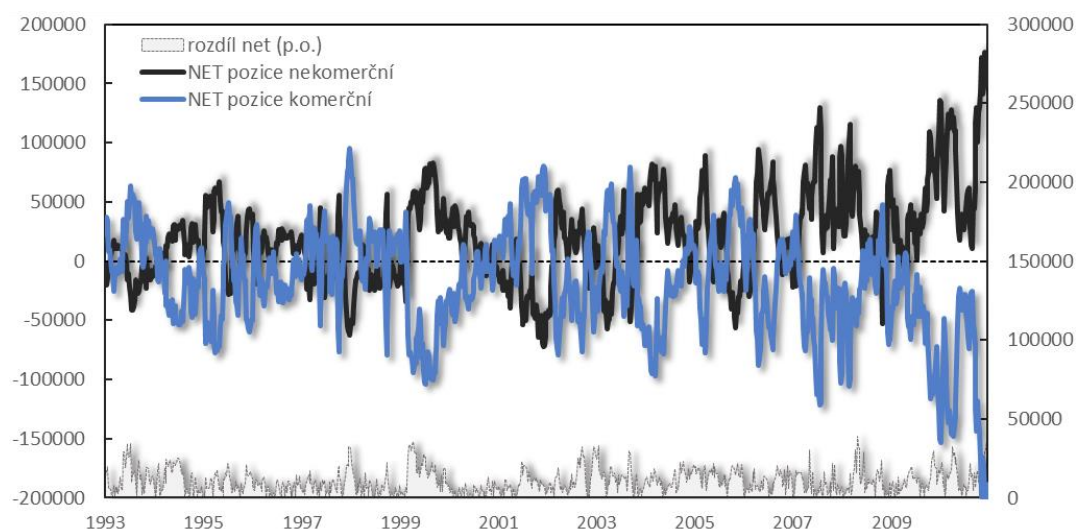
### 3 Analýza spekulativní hypotézy

Hlavní část analýzy určuje snaha odpovědět na otázku, zdali je možné v předkrizovém období pozorovat zvýšenou spekulativní aktivitu na termínových trzích s ropou, a zdali tato aktivita ovlivňuje vývoj cen kontraktů a komodity na fyzickém trhu. Nejprve tak přistupujeme ke kvantifikaci míry spekulace pomocí tzv. T-indexu, který umožňuje popsat situaci na trhu na základě míry expozice odlišných skupin obchodníků, a následně provádíme kvantitativní empirickou analýzu tržních pozic spekulantů s cílem ověřit **hypotézu č. 1: Aktivita spekulantů na termínových trzích významně ovlivňuje cenotvorný proces a způsobuje nárůst cen komodity**

#### 3.1 T-index

Vlastní analýzu spekulativní hypotézy zahájíme kvantifikací míry spekulace na termínovém trhu s ropou pomocí tzv. Workingova T-indexu (Working 1960). Working tvrdí, že určitá míra spekulace na trhu je nutná pro jeho hladké fungování. Spekulace poskytují trhu potřebnou likviditu a usnadňují párování s pozicemi komerčních obchodníků, kteří na trhu zaujímají zpravidla zajišťovací (hedge) pozice. Párování pozic je patrné z následujícího grafu č. 15, kdy čisté pozice jedné skupiny do značné míry vyvažují čisté pozice druhé skupiny tržních subjektů. Rozdíly mezi zobrazenými časovými řadami jsou ve sledovaném období minimální. Nesoulad dlouhých čistých pozic komerčním a nekomerčním subjektů je pak vyvážen aktivitou nereportujících obchodníků (viz pozn. č. 19).

**Graf 16: Čisté pozice tržních subjektů, počet kontraktů, 2000-2010**



Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Čisté pozice nad úrovní nula znamenají čistou „dlouhou“ pozici, pod úrovní nula čistou „krátkou“ pozici.

Sanders a kol. (2010) využívají T-indexu pro kvantifikaci míry spekulace na trhu devíti zemědělských komodit a docházejí k závěru, že míra spekulace v období 2006-2008

nebyla nadbytečná. Trhy jednotlivých komodit vykazovaly míru inflace v rámci historických norem. Büyüksahin and Harris (2009) využívají interní denní data CFTC k jednotlivým kategoriím účastníků trhu ke kalkulaci míry spekulace na trzích ropných futures a nacházejí souběžný nárůst spotové ceny ropy a hodnoty T-indexu v období 2004-2009.

Konstrukce indexu je následující:

$$T = 1 + \frac{NK}{KD + KK}, \text{ jestliže } KK \geq KD$$

$$T = 1 + \frac{ND}{KD + KK}, \text{ jestliže } KK < KD$$

kde NK představuje celkový počet pozic nekomerčních subjektů v čisté krátké pozici; ND je celkový počet pozic nekomerčních subjektů v čisté dlouhé pozici; KK zastupuje celkový počet pozic komerčních subjektů v čisté krátké pozici a KD celkový počet pozic komerčních subjektů v čisté dlouhé pozici. Naše analýza využívá týdenních dat CFCT (COT) pro futures kontrakty NYMEX WTI.<sup>35</sup>

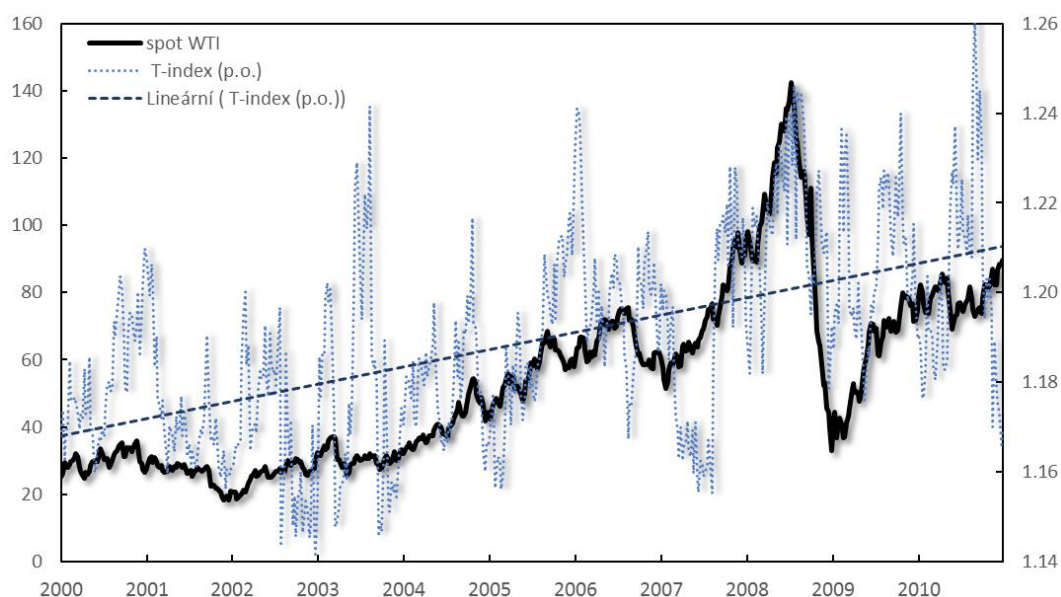
Z konstrukce T-indexu je patrné, že poměr rozsahu spekulace vůči zajišťovacím pozicím se musí pohybovat nad hodnotou 1, přičemž vyšší hodnoty indexu znamenají vyšší poměr dlouhých pozic nekomerčních subjektů vůči pozicím komerčních obchodníků. Index představuje míru, ve kterém pozice nekomerčních obchodníků vyvažují expozici komerčních subjektů, jinými slovy, je indikací případných nerovnováh v podobě přebytku pozic spekulantů nad komerčními subjekty.

Konstrukce T-indexu vychází z předpokladu, že určitá míra participace nekomerčních subjektů je pro hladké fungování trhu potřebná. Např. pokud je trh v situaci, kdy ve skupině komerčních subjektů převyšuje počet krátkých nad počtem dlouhých pozic, účast nekomerčních obchodníků v dlouhé pozici uspokojuje potřeby komerčních subjektů, kompenzuje nedostatek dlouhých pozic na trhu a uvádí jej do rovnováhy. V takové situaci je poměr krátkých pozic nekomerčních subjektů vůči celkovému počtu pozic komerčních obchodníků ukazatelem míry nerovnováhy na trhu, resp. spekulacních tlaků.

---

<sup>35</sup> Výsledky kvantifikace míry spekulace jsou odvislé od použitých dat. CFTC COT poskytuje několik databází historických dat, od konce roku 2006 pak data s podrobnější strukturou. Hodnoty indexů se tak mohou v různých studiích v průběhu času mírně lišit, výrazné trendy a pohyby průběhu časových řad však zůstávají shodné.

**Graf 17: Spotová cena ropy WTI a T-index, 2000-2010**



Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), vlastní výpočty a úprava.

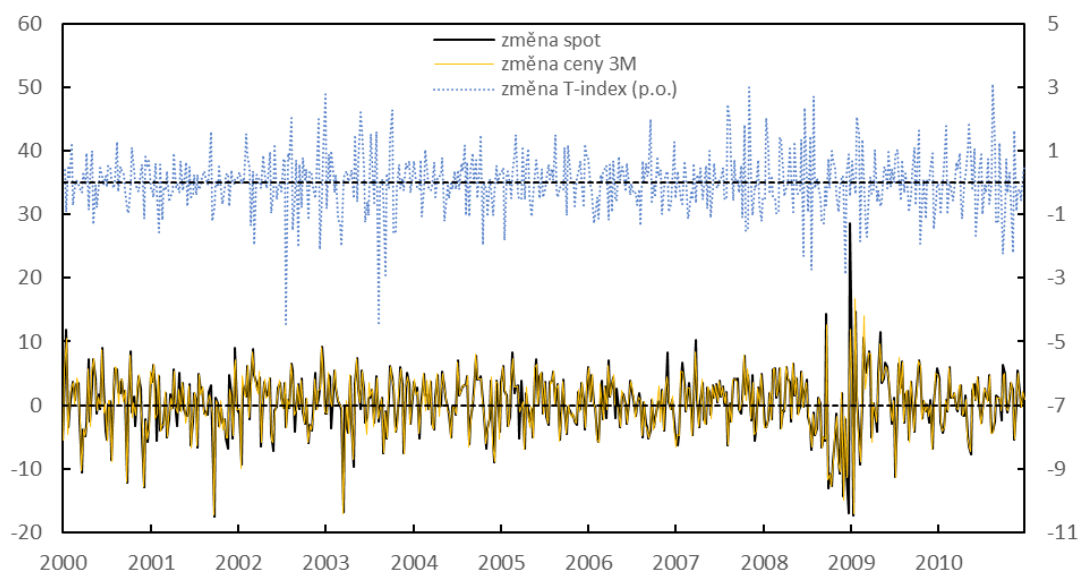
Pozn.: Linerání – lineární trend řady T-index.

Průběh grafu č. 16 ukazuje, že T-index v zobrazovaném období skutečně rostl spolu se zvyšující se cenou ropy a expozicí nekomerčních subjektů na termínových trzích. Vysokých hodnot dosáhl v průběhu roku 2008, tedy ve stejnou dobu, kdy byla zaznamenána bezprecedentní výše spotové ceny ropy. Podobné hodnoty však index vykazuje i v letech 2003 a 2006, kdy byly ceny ropy na řádově jiných úrovních, hodnoty indexu z roku 2008 tak spadají do pomyslného historického intervalu mezi hodnotami 1,16 a 1,22.<sup>36</sup> Z grafu č. 13 je pak patrná rekordní úroveň čisté dlouhé pozice u nekomerčních obchodníků na koci roku 2010, hodnota T-indexu je však v tomto období velmi nízká a nenaznačuje spekulativní tlaky na trhu s termínovými kontrakty. Odráží tak spíše zvýšenou potřebu komerčních obchodníků o zajištění budoucí ceny.

Working (1960) rovněž uvádí, že T-index udává míru spekulace v technickém slova smyslu, nikoli nutně v praktickém či ekonomickém slova smyslu. Další studie pak poukazují na skutečnost, že vysoká hodnota indexu nemusí nutně indikovat nadměrnou spekulativní aktivitu, ale např. zvýšenou obchodní aktivitu nekomerčních subjektů v kalendářních spredech (Irwin a Sanders 2010, Büyüksahin a Harris 2011).

<sup>36</sup> Hodnoty indexu pod 1,15 jsou obecně vnímány jako situace, kdy je na trhu nedostatek likvidity Irwin a Sanders (2010).

**Graf 18: Index spekulace a změny cen ropy, v %, 2000-2010**



Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), EIA, vlastní výpočty a úprava.

Jedním ze způsobů, jak lépe uchopit zdánlivě vysoké hodnoty T-indexu, je porovnání s historickými hodnotami T-indexu na trhu jiných komodit, kde není vnímáno nadměrné riziko spekulací. Maximální hodnoty T-indexu pro trh s ropou se ve srovnání s T-indexy trhů jiných komodit pohybují bezpečně v rámci historického intervalu (Fattouh a kol. 2012).

Provedeme-li analýzu korelačního vztahu mezi hodnotami T-indexu a změnami ceny ropy, zjistíme, že mezi proměnnými nelze pozorovat ani základní statistický vztah. Graf č. 17 a tabulka č. 5 ukazují, že „síla“ vztahu těchto dvou proměnných měřená korelačním koeficientem  $r$ , je velmi blízká nule. Tabulka zobrazuje korelaci změn T-indexu se změnami spotové ceny ropy WTI a rovněž se změnami ceny tříměsíčního termínového kontraktu futures.

**Tabulka 5: Korelace mezi indexem spekulace a cenami ropy, 2000-2010**

| Korelační koeficienty                 | T- index, $\Delta$ |
|---------------------------------------|--------------------|
| Spotová cena ropy WTI, $\Delta$       | 0.02770            |
| Cena 3M futures na ropu WTI, $\Delta$ | 0.03140            |

Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), EIA, vlastní výpočty a úprava.

Z výsledných hodnot T-indexu pro trh termínových kontraktů futures a z hodnot jeho korelací k spotové a termínové ceně ropy tak nelze usuzovat přímý dopad spekulací na cenu komodity.

### 3.2 Testy vazby proměnných

Práce v předchozí části shrnuje situaci na trhu termínových kontraktů a nabízí několik pohledů na vývoj cen v předkrizovém období. Přistupme však nyní k technické analýze

vztahu obchodních pozic relevantních subjektů na trhu a vývoje cen na spotovém a termínovém trhu. Nejprve se zaměříme na kvantifikaci míry těsnosti lineární vazby časových řad pomocí korelačních koeficientů, následně pak přistoupíme k testům kauzality pomocí matematicko-statistických metod v rámci ekonometrického testování.

Irwin a Sanders (2010) připomínají, že jedním ze zásadních nedostatků argumentace Masterse a ostatních je skutečnost, že vztah přílivu finančních prostředků na termínové trhy s ropou a změnou vývojem cen komodity není podrobně rozveden. V některých krocích argumentu činí zastánci spekulativní hypotézy závěry, které jasně nerozlišují mezi vztahy definovanými pouhou korelací a těmi, které vykazují přímou kauzální vazbu (Zoua a Chaub 2006). Existenci kauzálních vazeb totiž nelze bez řádné analýzy vztahu proměnných předpokládat pouze na základě jejich „obdobného“ vývoje v čase.

Pokud by zvýšená aktivita nekomerčních obchodníků resp. nová vlna spekulativního kapitálu vedla k nárůstu ceny ropy, je nutnou podmínkou, aby změny v pozicích těchto subjektů časově předcházely změnám cen. Analýza tak bude provedena s využitím časových řad čistých dlouhých pozic komerčních a nekomerčních subjektů a cen ropy na fyzickém a termínovém trhu. Časové řady budou analyzovány v různých časových úsecích mezi roky 1993 – 2014, přesněji v intervalech 1993 – 1999, 2000 – 2008, 2003 – 2008, 2005 – 2008 a 2009 – 2014 a v celém vzorku dat v rozmezí let 1993 – 2014, tj. před přílivem spekulativního kapitálu na termínové trhy s ropou, v období tzv. financionalizace termínového trhu s ropou a rovněž po vypuknutí hospodářské a finanční krize v roce 2008. Výsledky analýzy korelačních vztahů a kauzálních vazeb v různých časových intervalech nabízejí zajímavý pohled na vývoj vztahu proměnných v čase.

### 3.2.1 Korelační analýza

Prvním krokem je analýza korelačních vztahů proměnných. Tabulka č. 6 nabízí přehled korelačních koeficientů mezi změnami pozic obchodníků s termínovými kontrakty a změnami cen ropy. Jsou v ní uvedeny korelační koeficienty pro časově sladěná pozorování jednotlivých proměnných v čase  $t$  (sloupce označeny  $t$ ).

Zároveň však tabulka uvádí korelační koeficienty mezi proměnnými pro tzv. předsunuté změny čistých pozic, resp. zpožděné změny cen ropy, pro předběžnou ilustraci uvažovaného předstihu chování tržních subjektů před změnami cen komodity (sloupce označeny  $t-1$ ). V tomto případě je tak korelace měřena mezi změnami cen (pozic) v čase  $t$  ( $t$ ) a pozic (cen) v čase  $t-1$  ( $t+1$ ).

Kalkulace korelačních koeficientů je provedena podle vzorce pro Pearsonův (párový) korelační koeficient:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

kde místo náhodných proměnných  $x$  a  $y$  dosadíme námi zkoumané proměnné, tj. změny pozic obchodníků a změny ceny.

**Tabulka 6: Korelace mezi cenami ropy a pozicemi obchodníků, 1993-2014**

| Období           | $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br>nekomerčních subjektů |       | $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br>komerčních subjektů |        | Počet<br>pozorování |
|------------------|-------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------|--------|---------------------|
|                  | změna ceny ropy                                       |       | změna ceny ropy                                     |        |                     |
|                  | t                                                     | t-1   | t                                                   | t-1    |                     |
| 1993-1999        | 0.423                                                 | 0.435 | -0.417                                              | -0.395 | 363                 |
| <b>2000-2008</b> | 0.300                                                 | 0.372 | -0.340                                              | -0.370 | 443                 |
| <b>2003-2008</b> | 0.316                                                 | 0.385 | -0.360                                              | -0.420 | 287                 |
| <b>2005-2008</b> | 0.335                                                 | 0.395 | -0.380                                              | -0.416 | 182                 |
| 2009-2014        | 0.310                                                 | 0.335 | -0.398                                              | -0.409 | 314                 |
| 1993-2014        | 0.302                                                 | 0.315 | -0.351                                              | -0.365 | 1146                |

Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Změna ceny ropy je první diferencí přirozeného logaritmu spotové ceny ropy WTI. Počet pozorování je zobrazen s ohledem na statistickou významnost koeficientů. Všechny korelační koeficienty jsou statisticky významně odlišné od nuly na hladině 5 %.

Z tabulky je patrné, že mezi čistými pozicemi nekomerčních subjektů a změnami cen je v námi pozorovaném období přímá korelační závislost, přesněji slabá až střední<sup>37</sup> pozitivní korelace. U komerčních subjektů pak lze pozorovat negativní korelaci mezi jejich čistými dlouhými pozicemi a změnou cen, což je plně v souladu s primárním cílem obchodní aktivity těchto subjektů, kterým je cenové zajištění. Korelační závislost pozic obou skupin subjektů a cenovým vývojem odpovídá i vývoji časových řad zobrazených v grafech č. 13 a 14. K velmi podobným závěrům dochází také IFT (Interim Report on Crude Oil 2008), který uvádí 30ti denní klouzavé průměry korelací mezi změnami pozic komerčních a nekomerčních subjektů a změnami cen ropy na spotovém trhu.

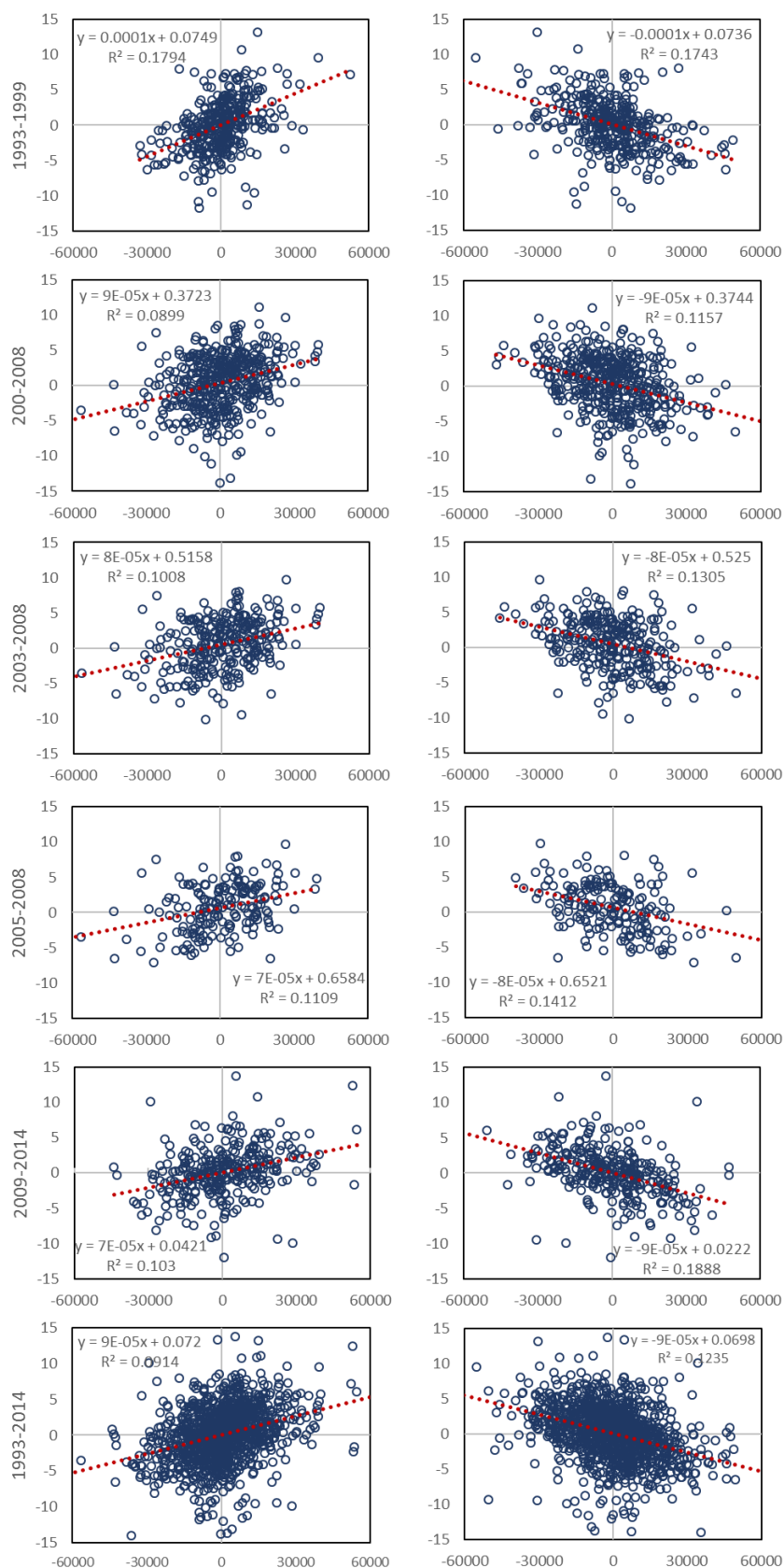
Korelace mezi změnou cen (pozic) a předsunutými (zpožděnými) změnami pozic (cen) ve sloupcích označených  $t+1$  vykazují stejnou korelační závislost jako v případě časově sladěných pozorování, tj. přímou v případě nekomerčních subjektů a nepřímou u komerčních

<sup>37</sup> Absolutní hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu „ $r$ “ obvykle interpretujeme: 0,1-0,4 korelace slabá, 0,4-0,6 korelace střední, 0,6-0,8 korelace silná, hodnotu nad 0,9 korelace velmi silná.

obchodníků. Korelační koeficienty s vyšší hodnotou však vypovídají o těsnějším vztahu proměnných.

Následující matice panelů v grafu č. 18 zobrazuje jednotlivá pozorování ve zvolených časových intervalech u nekomerčních subjektů (levý sloupec) a komerčních (pravý sloupec). Podle povahy rozložení jednotlivých pozorování v bodovém grafu lze odhadovat, je-li mezi proměnnými silná či spíše volnější závislost, případně jsou-li na sobě sledované veličiny zjevně nezávislé. Z tabulky a panelů je patrné, že v období, kdy výrazným způsobem narůstala obchodní aktivita nekomerčních subjektů, tj. 2000 - 2008, těsnost vztahu mezi proměnnými postupně (se zužováním intervalu) zesiluje.

**Graf 19: Spot WTI a čisté pozice nekomerčních subjektů, 2000-2010**



Zdroj: CFTC Commitments of Traders (Futures only), EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Změna ceny ropy je první diferencí přirozeného logaritmu spotové ceny ropy WTI. Všechny korelační koeficienty jsou statisticky významně odlišné od nuly na hladině 5 %.

Zajímavou skutečností je však i relativně těsný vztah proměnných v průběhu 90. let, což lze zdůvodnit poměrně stabilním cenovým vývojem a umírněnou aktivitou na termínových trzích. Naopak po vypuknutí hospodářské a finanční krize v roce 2008 lze pozorovat mírné oslabení vzájemné vazby proměnných ve srovnání s hodnotami korelačních koeficientů pro předchozí období. Zatímco expozice komerčních i nekomerčních subjektů na termínových trzích po krizi nadále roste (viz příloha č. 7), těsnost vazby proměnných je nižší než v předkrizovém období.

Existence určité vazby mezi proměnnými prokázané pomocí korelačních koeficientů opodstatňuje formálnější analýzu tohoto vztahu. Samotné korelační koeficienty totiž nenesou podstatnější informační hodnotu ve smyslu objasnění případné kauzality mezi proměnnými.

### 3.3 Test kauzálních vztahů

Pro objasnění kauzálního vztahu mezi cenovým vývojem a povahou a rozsahem pozic tržních subjektů bude využit test Grangerovy kauzality, který je standardní statistickou technikou pro zjištění, zdali je časová řada proměnné A užitečná pro vysvětlení a predikci časové řady B. Grangerova kauzalita zkoumá tzv. „lead and lag“<sup>38</sup> vztah proměnných. Na základě tohoto testu můžeme konstatovat, že jedna proměnná ovlivňuje druhou v Grangerově smyslu kauzality, jinými slovy, že hodnoty jedné proměnné poskytují informace pro vysvětlení a predikci druhé proměnné (Cipra 2009).

Za kauzální vztah (či působení) A k B je zde považována situace, kdy objasnění B pomocí zpožděných hodnot B (historických či minulých hodnot) a současně zpožděných hodnot A je kvalitnější než pouhé osvětlení B pomocí své vlastní historie. Za touto kauzalitou se však skrývá teorie pravděpodobnosti a vyvstává tak otázka, zdali lze případný kauzální vztah A k B interpretovat tak, že nastane-li A, nastane (s jistotou) pak i B, nebo jej spíše považovat za případ, kdy vazba A k B znamená, že nastane-li A, zvýší se pravděpodobnost výskytu B.

Grangerovu kauzalitu nelze zaměňovat za běžnou příčinnou souvislost, jejím cílem je pouze ověřit, zdali změny určité proměnné předcházejí změnám jiné proměnné. Nejde přitom o hodnocení, která proměnná je příčinou a která důsledkem (Hušek 1999). Výsledky Grangerových testů tak pouze indikují statistickou pravděpodobnost, že jedna proměnná tzv. vede (lead) druhou. Pojetí příčinnosti se v různých vědních oborech (filosofie, ekonomie,

---

<sup>38</sup> Předstihové (lead) a zpožděné (lag) proměnné.

přírodní věd atd.) do značné míry liší a nelze mluvit o jednoznačné definici.<sup>39</sup> Přes tyto okolnosti zůstává kauzalita velmi často využívaným nástrojem pro predikci ekonomických veličin.

Obecným rysem ekonomických jevů je jejich značná komplexnost. Pro jeden důsledek tak často nalézáme více příčin a naopak jedna příčina zpravidla vede k několika důsledkům. Sporným bodem bývá i volba zpoždění proměnných.<sup>40</sup> U časových řad zpravidla jedna skutečnost předchází druhé, nicméně důsledek může být výsledkem působení jiné předcházející skutečnosti, kterou nepozorujeme. Ke kauzalitě tak lze přistupovat dvěma způsoby, považovat ji za implicitní nebo explicitní. Zatímco v ekonomii se setkáváme spíše s kauzalitou implicitní, v Grangerově případě v ekonometrii je pojetí explicitní, kauzální vztah je tak jasně a přímo vyjádřen (Korda 2007).

V našem případě budou testy Grangerovy kauzality odpovídat na otázku, zdali jsou změny cen komodity na fyzickém a termínovém trhu vedeny změnami pozic resp. obchodní aktivitou tržních subjektů nebo dochází-li k opačné kauzalitě. Pomocí testů se tak budeme snažit ověřit hypotézu, že zvýšená aktivita nekomerčních subjektů na termínových trzích vedla k nárůstu ceny ropy v předkrizovém období. Grangerovy testy kauzality jsou obdobně, jako v případě korelačních koeficientů výše, provedeny pro časové intervaly 1993 – 1999, 2000 – 2008, 2003 – 2008, 2005 – 2008 a 2009 – 2014 a pro celý vzorek dat v rozmezí let 1993 – 2014. Kauzalitu bude tak možné zkoumat v několika odlišných časových úsecích před rokem 2009, ve kterých dle předchozích korelací těsnost vztahu mezi proměnnými posilovala. Bude tak možné sledovat, zdali se tato skutečnost nějakým způsobem odráží v povaze kauzální vazby. Další časová období nabídnou srovnání povahy kauzálního vztahu v 90. letech a v období po roce 2009. Kauzální vazby budou přitom testovány v obou směrech, tj.  $A \rightarrow B$  i  $B \rightarrow A$ , pro obě skupiny obchodníků (komerční a nekomerční subjekty) a rovněž pro ceny komodity na obou trzích (spotová a termínová cena).

Důkaz kauzální vazby mezi proměnnými není triviálním problémem. Formálním přístupem k analýze interakce proměnných je v našem případě snaha zjistit, zdali změny pozic určité

---

<sup>39</sup> Filosofické pojetí kauzality u Huma je podobné tomu ekonometrickému v tom smyslu, že příčina předchází důsledek, liší se však absencí zahrnutí teorie pravděpodobnosti. Předpokládá totiž, že důsledek nastane s určitostí, nikoli, že příčina pouze zvyšuje pravděpodobnost výskytu důsledku. Tyto výklady kauzality tak nejsou plně konzistentní (Artl 1999).

<sup>40</sup> U časových řad zpravidla jedna skutečnost předchází druhé, nicméně důsledek může být výsledkem působení jiné předcházející skutečnosti, kterou nepozorujeme. Časový posun mezi dvěma proměnnými pak také může být zvolen tak, že pozorovaná kauzalita může být klamná (Korda 2007).

skupiny tržních subjektů předcházejí změnám cen komodity. Logika trhu jasně vypovídá o tom, že má-li se z pohybu cen realizovat zisk, změna pozic musí tomuto pohybu předcházet. Pakliže určitá skupina subjektů dlouhodobě upravuje pozice před (příznivými) pohyby cen, mělo by být možné tento vzorec chování, tj. předstih změny pozic před změnou cen, v datech identifikovat. V opačném případě by důkaz o „vedoucí“ pozici cen, tj. předstihu změny cen před změnou pozic, ukazoval na skutečnost, že obchodníci upravují své pozice v závislosti na informacích obsažených v pohybu ceny.

Objasnění kauzálního vztahu mezi proměnnými vyžaduje použití sofistikovanějších metod než pouhé popsání vazby mezi proměnnými pomocí korelačních koeficientů. Pro zkoumání kauzálních vazeb mezi cenami komodity a pozicemi subjektů, resp. Grangerovy kauzality, budeme vycházet z modelu vektorové autoregrese VAR<sup>41</sup> modelu o dvou rovnicích. V případě vícerozměrných časových řad a zkoumání kauzality jsou využívány nejčastěji právě tyto modely pro jejich názornost a relativně jednoduchou matematickou strukturu.<sup>42</sup> Zkoumaná příčinnost se pak velmi často používá pro předpovědi budoucího vývoje, neboť pakliže časová řada A ovlivňuje časovou řadu B ve smyslu Grangerovy kauzality, měla by pak zlepšovat predikci budoucích hodnot B.

Pokud jde o VAR modely, jsou všechny proměnné endogenní a není proto nutné se exogenními proměnnými zabývat. Všechny proměnné musí být u VAR modelu stacionární, přičemž při transformaci (např. diferencování) může dojít ke ztrátě informací o případných dlouhodobých rovnovážných stavech (Cipra 2009). Dlouhodobý rovnovážný vztah mezi proměnnými předpokládají vektorové modely korekce chyb (VEC) s nestacionárními časovými řadami. Jde o tzv. kointegraci proměnných (tzv. společný pohyb), kdy výstupem modelu bývá mimo jiné tzv. kointegrační vektor.

Přesto, že je kointegrace typickou vlastností ekonomických či finančních časových řad, v časových řadách proměnných v této práci nebyla kointegrace potvrzena, ve všech časových úsecích je navíc jedna nebo více časových řad v úrovních stacionární. Nelze tak kointegraci testovat klasickou Johansenovou či Engle-Grangerovou metodou. Testy Grangerovy kauzality pak předpokládají stacionární časové řady testovaných proměnných, u časových řad s vyšším řádem integrace než  $I(0)$  se tak musí přistoupit k transformaci. Z uvedených důvodů je použit pro hledání Grangerovy kauzality regresní model a model vektorové autoregrese, tedy modely

---

<sup>41</sup> Vektorové autoregresní modely – Vector autoregression models (VAR)

<sup>42</sup> Pro případ nestacionárních (a kointegrovaných) časových řad se využívá VEC model (model korekce chyb).

se stacionárními časovými řadami proměnných. V našem případě tak proměnné nevstupují do modelů v úrovních, nýbrž po transformaci.

### 3.3.1 Stacionarita časových řad

U regresního modelu a u modelu VAR je nutnou podmínkou, aby všechny časové řady proměnných byly stacionární. Prvním krokem je tedy test stacionarity proměnných využitých v jednotlivých modelech.<sup>43</sup> Proměnnými jsou změny čisté (dlouhé) pozice nekomerčních subjektů, změny čisté (krátké) pozice komerčních subjektů a změny cen komodity. Pro cenu na termínovém trhu je zvolen kontrakt CL1 se splatností jednoho měsíce (nejvyužívanější kontrakt viz graf č. 5).

Při testování jednotkových kořenů časových řad proměnných, tj. zdali jsou časové řady (ne)stacionární, je opět použit rozšířený Dickey-Fullerův test (ADF). Výsledky ADF testu jsou uvedeny v tabulce č. 7 níže, podrobnější výsledky testů jsou uvedeny v příloze č. 8.

**Tabulka 7: ADF testy jednotkových kořenů časových řad, 1993-2014**

| Období    | $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br>nekomerčních subjektů | $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br>komerčních subjektů | $\Delta$ ceny<br>spot | $\Delta$ ceny<br>futures |
|-----------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1993-1999 | Ano                                                   | Ano                                                 | Ano                   | Ano                      |
| 2000-2008 | Ano                                                   | Ano                                                 | Ano                   | Ano                      |
| 2003-2008 | Ano                                                   | Ano                                                 | Ano                   | Ano                      |
| 2005-2008 | Ano                                                   | Ano                                                 | Ano                   | Ano                      |
| 2009-2014 | Ano                                                   | Ano                                                 | Ano                   | Ano                      |
| 1993-2014 | Ano                                                   | Ano                                                 | Ano                   | Ano                      |

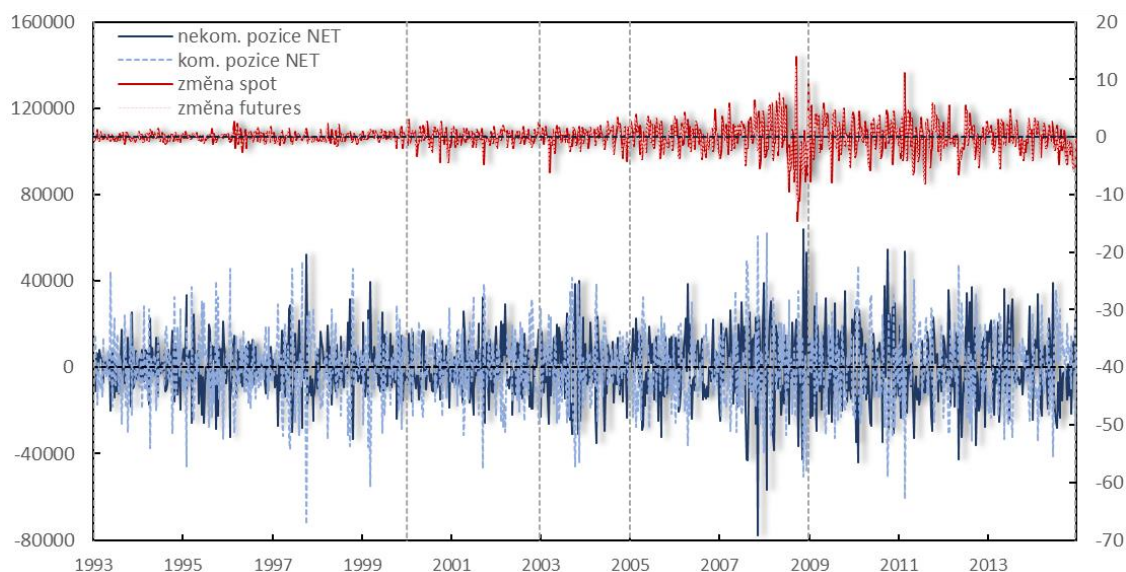
Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Tabulka odpovídá na otázku, zdali lze zmínout nulovou hypotézu ADF testu o existenci jednotkového kořene. Pro kontrolu byl u všech řad a proveden i Phillips Perronův test.

Testy jednotkového kořene u všech proměnných ukázaly na silnou stacionaritu časových řad. Testy byly provedeny ve všech možných konfiguracích, tj. s trendem, s trendem a konstantou a bez těchto prvků. Stacionaritu časových řad lze posoudit i pomocí jejich průběhu v čase zobrazeném na grafu č. 19 níže. Naznačeny jsou i jednotlivé časové úseky v období 1993 – 2014.

<sup>43</sup> Jelikož jde o časové řady s týdenní frekvencí, které mohou vykazovat sezónnost, byl proveden i test na přítomnost sezonní složky. Test sezónnost v datech neprokázal v žádném z časových intervalů.

**Graf 20: Průběh analyzovaných časových řad, 1993-2014**



Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Nekom. a kom. pozice představují změnu čisté pozice nekomerčních a komerčních subjektů. Pro termínový trh je pro ilustraci použit 1M (CL1) kontrakt futures.

Při pohledu na graf výše lze konstatovat, že průběh časový řad odpovídá výsledkům ADF testů jednotkového kořene.

### 3.3.2 Konstrukce modelů VAR

Pro zkoumání vzájemné závislosti stacionárních (transformovaných) časových řad je v našem případě využit VAR model. Řád zpoždění u VAR modelu se označuje  $p$  a  $q$ , tedy VAR( $p, q$ ), kdy  $p$  je zpoždění jedné proměnné o  $p$  období, zatímco  $q$  je zpoždění druhé proměnné o  $q$  období. V našem případě ( $p=q$ ) se dá model zjednodušeně popsat jako VAR( $p$ ). V obecném tvaru lze VAR( $p$ ) zapsat následujícím způsobem:

$$y_t = c + A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + e_t$$

kde  $y_t$  je  $k \times 1$  vektor proměnných,  $c$  je  $k \times 1$  vektor konstant,  $A_i$  je  $k \times k$  matice koeficientů a  $e_t$  je  $k \times 1$  vektor chyb.

Přistupme tedy ke konstrukci samotných modelů. Vstupními proměnnými jsou  $\Delta P$  a  $\Delta CP$ , tj. první diference úrovně ceny ropy<sup>44</sup> a první diference úrovně čisté dlouhé pozice. Pro všechny časové úseky námi zkoumaného období jsou sestaveny vždy 2 VAR modely (VAR1 a VAR2). První zkoumá vztah mezi cenou a pozicemi nekomerčních subjektů, druhý mezi cenou a pozicemi komerčních obchodníků. Celkem tak bude sestaveno 12 modelů VAR

<sup>44</sup> Kauzální vazby budou testovány jak pro spotové ceny ropy, tak pro ceny krátkodobých termínových kontraktů futures CL1 (1M futures).

(VAR1 - VAR12), přičemž většinu budeme odhadovat s různým počtem zpoždění podle informačních kritérií<sup>45</sup>. Logiku sestavení modelů lze ukázat na např. na VAR(1), který je následně konstruován ve všech časových úsecích.

VAR (1) o dvou proměnných lze obecně zapsat následujícím způsobem v maticové formě:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_t \\ \Delta CP_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{1,1} & A_{1,2} \\ A_{2,1} & A_{2,2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta p_{t-1} \\ \Delta CP_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix},$$

ve které se vyskytuje pouze jedna matice A, neboť se v tomto případě zpoždění  $p$  rovná 1. Námi sestavované modely lze pro libovolný časový úsek zapsat i pomocí systému dvou rovnic:

VAR<sub>1</sub>:

$$\Delta P_t = c_1 + A_{1,1}\Delta P_{t-1} + A_{1,2}\Delta CP_{nk,t-1} + e_{1,t}$$

$$\Delta CP_{nk,t} = c_2 + A_{2,1}\Delta P_{t-1} + A_{2,2}\Delta CP_{t-1} + e_{2,t}$$

VAR<sub>2</sub>:

$$\Delta P_t = c_1 + A_{1,1}\Delta P_{t-1} + A_{1,2}\Delta CP_{k,t-1} + e_{1,t}$$

$$\Delta CP_{k,t} = c_2 + A_{2,1}P_{t-1} + A_{2,2}\Delta CP_{t-1} + e_{2,t}$$

Kde  $\Delta P$  je první diferencí ceny ropy,  $\Delta CP_{nk}$  je první diferencí čisté dlouhé pozice nekomerčních subjektů a  $\Delta CP_k$  je první diferencí čisté dlouhé pozice komerčních obchodníků.

Cena a pozice jsou v každém modelu zastoupeny vždy jednou rovnicí. Hodnota proměnné v čase  $t$  je vysvětlována pomocí jejího vlastního zpoždění a pomocí zpožděných hodnot dalších proměnných ve VAR modelu. První z rovnic výše klade otázku, zdali předchozí změna pozic tržních subjektů spolehlivě vysvětluje změnu ceny, bereme-li v potaz změnu ceny v předchozím období. Jinými slovy první rovnice ukazuje, je-li změna ceny závislá na své vlastní zpožděné hodnotě (o jedno období) a na změně pozic obchodníků zpožděných o jedno období. Druhá rovnice zkoumá, zdali změna ceny v předchozím období vysvětluje změnu pozic obchodníků, bereme-li v úvahu změnu pozice v předchozím období. Tato rovnice v systému tak ukazuje, je-li změna pozice závislá na svém vlastním zpoždění (o jedno období) a na změně ceny zpožděných o jedno období.

---

<sup>45</sup> AIC, BIC a HQC.

### 3.3.2.1 Testy kauzální vazby pro spotový trh

Výsledky testování jsou odvislé od výběru zpoždění, je proto důležité zvolit adekvátní zpoždění tak, aby rezidua nebyla sériově korelována, nevykazovala podmíněnou heteroskedasticitu a neodchylovala se příliš od tzv. procesu bílého šumu. Nejprve jsou sestaveny modely s využitím spotové ceny ropy. Optimální zpoždění proměnných je určeno na základě tří informačních kritérií: Akaikeho (AIC), Schwarzova (BIC) a Hannan-Quinnova (HQC). Výsledná zpoždění uvádí tabulka č. 8.

**Tabulka 8: Tabulka optimální hodnoty zpoždění podle informačních kritérií**

| období    | subjekty | AIC | BIC | HQC |
|-----------|----------|-----|-----|-----|
| 1993-1999 | nekom    | 6   | 1   | 1   |
|           | kom      | 6   | 1   | 1   |
| 2000-2008 | nekom    | 8   | 1   | 1   |
|           | kom      | 8   | 1   | 1   |
| 2003-2008 | nekom    | 8   | 1   | 1   |
|           | kom      | 6   | 1   | 1   |
| 2005-2008 | nekom    | 8   | 1   | 1   |
|           | kom      | 8   | 1   | 1   |
| 2009-2014 | nekom    | 1   | 1   | 1   |
|           | kom      | 1   | 1   | 1   |
| 1993-2014 | nekom    | 8   | 1   | 8   |
|           | kom      | 8   | 1   | 1   |

Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava

Pozn.: Nekom a kom – pozice nekomerčních a komerčních obchodníků. AIC, BIC a HQC informační kritéria.

Pro všechny časové úseky v rámci námi zkoumaného období je identifikováno zpoždění  $p=1$  jako optimální na základě minimálně jednoho z informačních kritérií. V případě časových úseků 2005 – 2008 a 2009 – 2014 je dokonce toto zpoždění určeno všemi třemi informačními kritérii. U ostatních časových úseků pak některá informační kritéria, především pak Akaikeho kritérium, ukazuje na zpoždění  $p=6$  a  $p=8$ . Modely jsou pak v souladu s touto skutečností znovu odhadnuty i pro tyto hodnoty zpoždění.

Cílem testování je analýza oboustranné kauzální vazby mezi proměnnými. Tabulky níže uvádějí výsledky této analýzy. Primárně se zaměřujeme na kauzální vztah mezi změnou pozic nekomerčních obchodníků a změnou ceny ropy, a to ve směru popsaném ve sloupci „ $\Delta$ pozice  $\rightarrow \Delta$ ceny“ v tabulkách níže (č. 9 a 12). Výsledky v tomto sloupci mohou ověřit hypotézu o významné roli spekulace v předkrizovém nárůstu ceny ropy. Tabulky také uvádějí v posledním sloupci počet pozorování pro každý ze zvolených časových úseků.

Tabulka č. 9 popisuje kauzální vazby proměnných pro vybrané časové úseky. Obecně lze výsledky u skupiny nekomerčních subjektů interpretovat jako důkaz jednosměrné kauzální vazby ve směru  $\Delta$ ceny  $\rightarrow \Delta$ pozice. V těchto případech tak lze na základě p-hodnot zamítnout nulovou hypotézu Grangerova testu kauzality, která předpokládá absenci kauzálního vztahu.

V opačném směru, tj.  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$  však nulovou hypotézu Grangerova testu na hladině významnosti  $\alpha=0,01$  kauzality zamítnout nelze, přesněji s výjimkou jediného případu v časovém úseku 1993 – 2014 v modelu s hodnotou zpoždění 1.

**Tabulka 9: Testy Grangerovy kauzality u nekomerčních subjektů, 1993-2014**

| časový úsek | zpoždění | $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$ | $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ | počet pozorování |
|-------------|----------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| 1993-1999   | 1        | *** 0.0000                                          | - 0.1419                                            | 362              |
|             | 6        | *** 0.0000                                          | - 0.2455                                            | 357              |
| 2000-2008   | 1        | *** 0.0000                                          | - 0.1369                                            | 444              |
|             | 8        | *** 0.0000                                          | +* 0.0985                                           | 444              |
| 2003-2008   | 1        | *** 0.0009                                          | - 0.2811                                            | 287              |
|             | 8        | *** 0.0001                                          | - 0.2125                                            | 287              |
| 2005-2008   | 1        | ** 0.0112                                           | - 0.5243                                            | 210              |
|             | 8        | *** 0.0027                                          | +* 0.0830                                           | 210              |
| 2009-2014   | 1        | *** 0.0000                                          | - 0.1496                                            | 313              |
| 1993-2014   | 1        | *** 0.0000                                          | +*** 0.0056                                         | 1144             |
|             | 8        | *** 0.0000                                          | +* 0.0515                                           | 1137             |

Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Tabulka odpovídá na otázku, zdali je v naznačeném směru identifikován kauzální vztah pomocí symbolů + (ano) a - (ne), rovněž uvádí hladinu významnosti pro zamítnutí nulové hypotézy, kdy \*\*\* ( $\alpha=0,01$ ), \*\* ( $\alpha=0,05$ ) a \* ( $\alpha=0,1$ ). Uvádí také p-hodnotu Grangerova testu kauzality (chí-kvadrát statistika) v rámci VAR modelu.

Výsledky testů v období, kdy dle statistik CTFC výrazně rostla expozice nekomerčních subjektů na termínových trzích s ropou a také spotová cena ropy, tedy v letech 2003 – 2008, vypovídají o absenci kauzální vazby ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ . Jinými slovy, nemáme statisticky podložené tvrzení, že změny pozic nekomerčních obchodníků časově předcházely změnám cen ropy v období, kdy byly spekulace spojovány s nárůstem ceny. Mezi změnami pozic nekomerčních obchodníků a změnou ceny ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$  tedy nelze najít tzv. *lead a lag* vztah, kdy by jedna proměnná vedla druhou a pomáhala zlepšit její vysvětlení.

Hypotézu o absenci kauzální vazby ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$  lze zamítnout u jednoho z modelů ( $p=8$ ) pro celé sledované období 1993 – 2014 na hladině významnosti 1 % ( $\alpha=0,01$ ). U druhého modelu ( $p=1$ ) v tomto časovém intervalu lze hypotézu zamítnout na hladině významnosti 5 % ( $\alpha=0,05$ )<sup>46</sup>, jedná se však o hraniční případ. Pro toto období se však nepodařilo zamítnout ani hypotézu kauzálního vztahu v opačném směru, testy jsou tak pro období 1993 – 2014 neprůkazné, ukazují totiž u skupiny nekomerčních obchodníků na tzv. *lead a lag* vztah v obou směrech. Pokud bychom zvolili hladinu významnosti 10 % ( $\alpha=0,1$ ), lze hypotézu o absenci kauzální vazby zamítnout v dalších dvou případech označených +\* (2000 - 2008,  $p=8$  a 2005 - 2008,  $p=8$ ). V těchto případech se však opět nepodařilo zamítnout kauzalitu v opačném směru.

<sup>46</sup> Vyšší hladina významnosti (vyšší  $\alpha$ ) znamená nižší spolehlivost a užší obor přijetí. Naopak nižší hladina významnosti (nižší  $\alpha$ ) znamená vyšší spolehlivost a širší obor přijetí.

Při provádění testu Grangerovy kauzality je nutné zmínit, že zvolené zpoždění stejně jako ohraničení časového úseku mají zásadní význam na výsledky testů a prokázání či vyvrácení kauzálního vztahu je na ně velmi citlivé. Tuto skutečnost lze pozorovat v mnoha jiných studiích jako např. u Irwina a Sanderse (2010) v případě zemědělských komodit, zároveň však i v naší provedené analýze ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ . Např. v časovém úseku 2005 – 2008 lze při zohlednění Schwarzova informačního kritéria a volbě  $p$  s hodnotou 1 velmi přesvědčivě potvrdit hypotézu testu, zatímco při volbě zpoždění podle Akaikeho informačního kritéria  $p=8$  by byla hypotéza absence kauzální vazby na hladině významnosti  $\alpha=0,1$  zamítnuta.

Naopak ve směru  $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$  je z tabulky patrné, že existence kauzální vazby, tzn. zamítnutí nulové hypotézy Grangerova testu kauzality, je robustní v celém naší pozorovaném časovém období i při různých specifikacích modelu v rámci jednotlivých časových úseků. Jedinou výjimkou je časový úsek 2005 – 2008, který lze považovat za hraniční případ na hladině významnosti  $\alpha=0,01$ . Citlivost modelů na změny jejich nastavení se v tomto směru kauzálního vztahu projevila v mnohem menší míře.

U skupiny komerčních obchodníků lze pozorovat velmi podobné kauzální vztahy proměnných jako v případě nekomerčních subjektů. Z tabulky č. 10 je patrné, že nulovou hypotézu Grangerova testu kauzality ve směru  $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$  nelze zamítnout ani v jednom z uvedených případů. Tento výsledek je robustní v celém sledovaném období 1993 – 2014. Citlivost modelu na změny parametrů se u komerčních subjektů neprojevila.

**Tabulka 10: Testy Grangerovy kauzality u komerčních subjektů, 1993-2014**

| časový úsek | zpoždění | $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$ | $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ | počet pozorování |
|-------------|----------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|
| 1993-1999   | 1        | *** 0.0000                                          | ** 0.0419                                           | 362              |
|             | 6        | *** 0.0000                                          | - 0.2057                                            | 357              |
| 2000-2008   | 1        | *** 0.0000                                          | - 0.3370                                            | 444              |
|             | 8        | *** 0.0000                                          | - 0.4021                                            | 444              |
| 2003-2008   | 1        | *** 0.0004                                          | - 0.6634                                            | 287              |
|             | 6        | *** 0.0001                                          | - 0.3918                                            | 287              |
| 2005-2008   | 1        | *** 0.0043                                          | - 0.9374                                            | 210              |
|             | 8        | *** 0.0020                                          | - 0.2801                                            | 210              |
| 2009-2014   | 1        | *** 0.0000                                          | - 0.1361                                            | 313              |
| 1993-2014   | 1        | *** 0.0000                                          | ** 0.0163                                           | 1144             |
|             | 8        | *** 0.0000                                          | - 0.1093                                            | 1137             |

Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Tabulka odpovídá na otázku, zdali je v naznačeném směru identifikován kauzální vztah pomocí symbolů + (ano) a - (ne), rovněž uvádí hladinu významnosti pro zamítnutí nulové hypotézy, kdy \*\*\*( $\alpha=0,01$ ), \*\*( $\alpha=0,05$ ) a \*( $\alpha=0,1$ ). Uvádí také p-hodnotu Grangerova testu kauzality (chí-kvadrát statistika) v rámci VAR modelu.

V opačném směru, tj.  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ , se nulovou hypotézu testu nepodařilo zamítnout na hladině významnosti 1 % ( $\alpha=0,01$ ) ani v jednom z časových úseků. Lze tedy opět konstatovat, že se nepodařilo nalézt statisticky podložený důkaz tvrzení, že by úpravy pozic obchodníků časově předcházely změnám ceny komodity. Přitom u komerčních obchodníků by kauzalita v tomto směru mohla být očekávána. U změny pozic komerčních obchodníků by bylo možné očekávat občasný vliv na změnu ceny komodity, neboť tyto subjekty svou obchodní aktivitou přinášejí na trh cenné informace. Producenti, zpracovatelé a distributoři se k určitému typu informací dostávají jako první, reakce na určitý vývoj se projevuje v jejich aktivitě na termínových trzích, případné změny pozic jsou pak tzv. přeneseny do ceny komodity.<sup>47</sup>

Ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$  lze opět pozorovat zvýšenou citlivost testů na parametrizaci modelů. Při změně časového úseku nebo hodnoty zpoždění v rámci jednoho časového úseku se p-hodnoty testů odlišují, nicméně v menší míře než je tomu v případě nekomerčních subjektů.

### *3.3.2.2 Testy kauzální vazby pro termínový trh*

Pro úplnost nyní přistupme k testování kauzálních vazeb mezi pozicemi obchodníků a cenou komodity na termínovém trhu. Obdobně jako v předchozím případě uvádí tabulka č. 11 optimální hodnotu zpoždění VAR modelů pro jednotlivé úseky podle informačních kritérií. Výsledný řád zpoždění je velmi podobný modelům s využitím spotové ceny ropy, což lze obecně zdůvodnit podobným průběhem cenových časových řad viz graf č. 19. Jedinou odlišnost od předchozích simulací se spotovou cenou jsme našli v období 2000-2008: Hannan-Quinovo informační kritérium označuje za optimální zpoždění v tomto časovém úseku  $p$  s hodnotou 5.<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> Při změně časového rozmezí např. na období 2004 – 2007 nebo 2002 - 2005 se skutečně podařilo u skupiny komerčních obchodníků zamítnout hypotézu Grangerova testu kauzality ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ . V takovém případě by pak změny pozic měly určitý vliv na cenu komodity. V obou případech se však podařilo zamítnout i nulovou hypotézu testu v druhém směru, tj.  $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$ , výsledky testů jsou tak neprůkazné.

<sup>48</sup> Primárně se však řídíme podle Akaikeho a Schwarzova kritéria, pro zpoždění  $p=5$  tak nebude model sestrojen.

**Tabulka 11: Tabulka optimální hodnoty zpoždění podle informačních kritérií**

| období    | subjekty | AIC | BIC | HQC |
|-----------|----------|-----|-----|-----|
| 1993-1999 | nekom    | 6   | 1   | 1   |
|           | kom      | 6   | 1   | 1   |
| 2000-2008 | nekom    | 8   | 1   | 5   |
|           | kom      | 8   | 1   | 1   |
| 2003-2008 | nekom    | 8   | 1   | 1   |
|           | kom      | 6   | 1   | 1   |
| 2005-2008 | nekom    | 8   | 1   | 1   |
|           | kom      | 8   | 1   | 1   |
| 2009-2014 | nekom    | 1   | 1   | 1   |
|           | kom      | 1   | 1   | 1   |
| 1993-2014 | nekom    | 8   | 1   | 8   |
|           | kom      | 8   | 1   | 1   |

Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava

Pozn.: Nekom a kom – pozice nekomerčních a komerčních obchodníků. AIC, BIC a HQC informační kritéria -

Tabulka č. 12 ukazuje výsledky testů kauzálních vazeb mezi změnami cen a změnami pozic pro nekomerční obchodníky. Podobně jako v předchozím případě lze obecně zamítnout nulovou hypotézu o absenci kauzálního vztahu ve směru  $\Delta \text{ceny} \rightarrow \Delta \text{pozice}$ . Na základě uvedených p-hodnot tak lze v případě cen termínových kontraktů učinit na hladině významnosti 1 % ( $\alpha=0,01$ ) ve všech časových úsecích a pro všechny specifikace modelů.

**Tabulka 12: Testy Grangerovy kauzality u nekomerčních subjektů, 1993-2014**

| časový úsek | zpoždění | $\Delta \text{ceny} \rightarrow \Delta \text{pozice}$ | $\Delta \text{pozice} \rightarrow \Delta \text{ceny}$ | počet pozorování |
|-------------|----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------|
| 1993-1999   | 1        | *** 0.0000                                            | ** 0.0415                                             | 362              |
|             | 6        | *** 0.0000                                            | - 0.1384                                              | 357              |
| 2000-2008   | 1        | *** 0.0000                                            | - 0.1478                                              | 444              |
|             | 8        | *** 0.0000                                            | - 0.1099                                              | 444              |
| 2003-2008   | 1        | *** 0.0005                                            | - 0.3151                                              | 287              |
|             | 8        | *** 0.0000                                            | - 0.2585                                              | 287              |
| 2005-2008   | 1        | *** 0.0091                                            | - 0.6680                                              | 210              |
|             | 8        | *** 0.0014                                            | - 0.1311                                              | 210              |
| 2009-2014   | 1        | *** 0.0000                                            | - 0.1130                                              | 313              |
| 1993-2014   | 1        | *** 0.0000                                            | *** 0.0067                                            | 1144             |
|             | 8        | *** 0.0000                                            | ** 0.0384                                             | 1137             |

Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Tabulka odpovídá na otázku, zdali je v naznačeném směru identifikován kauzální vztah pomocí symbolů + (ano) a - (ne), rovněž uvádí hladinu významnosti pro zamítnutí nulové hypotézy, kdy \*\*\* ( $\alpha=0,01$ ), \*\* ( $\alpha=0,05$ ) a \* ( $\alpha=0,1$ ). Uvádí také p-hodnotu Grangerova testu kauzality (chí-kvadrát statistika) v rámci VAR modelu.

V opačném směru, tj.  $\Delta \text{pozice} \rightarrow \Delta \text{ceny}$ , nulovou hypotézu Grangerova testu kauzality obecně zamítnout nelze. Jediným případem, kde lze na hladině významnosti 1 % ( $\alpha=0,01$ ) identifikovat tzv. lead a lag vztah, je poslední časový úsek, tedy celé námi vymezené období 1993 – 2014. Pokud bychom zvolili vyšší hladinu významnosti na úrovni  $\alpha=0,05$ , mohli bychom hypotézu absence kauzálního vztahu zamítnout také v případě časového úseku 1993 – 1999 při testu s jedním zpožděním a taktéž v případě druhého modelu pro celé námi sledované období. Ve všech těchto případech by však byla kauzální vazba oboustranná,

výsledky testů by tak zůstaly bez větší informační hodnoty. Opět tak docházíme k závěru, že nelze statisticky podložit tvrzení, že změny pozic nekomerčních obchodníků časově předcházely změnám termínových cen ropy v období, kdy byly spekulace spojovány s nárůstem ceny.

Kauzální vazby plynoucí z modelů s využitím ceny termínových kontraktů ropy u skupiny komerčních obchodníků znázorňuje tabulka č. 13. V směru  $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$  lze ve všech časových úsecích a pro všechny specifikace modelu identifikovat tzv. lead a lag vztah proměnných. Jinými slovy lze zjednodušeně tvrdit, že pozice obchodníků jsou revidovány v závislosti na změnách cen kontraktů.

**Tabulka 13: Testy Grangerovy kauzality u komerčních subjektů, 1993-2014**

| časový úsek | zpoždění | $\Delta\text{ceny} \rightarrow \Delta\text{pozice}$ |        | $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$ |        | počet pozorování |
|-------------|----------|-----------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------|--------|------------------|
| 1993-1999   | 1        | ****                                                | 0.0000 | ***                                                 | 0.0119 | 362              |
|             | 6        | ****                                                | 0.0000 | +                                                   | 0.0522 | 357              |
| 2000-2008   | 1        | ****                                                | 0.0000 | -                                                   | 0.3259 | 444              |
|             | 8        | ****                                                | 0.0000 | -                                                   | 0.3440 | 444              |
| 2003-2008   | 1        | ****                                                | 0.0003 | -                                                   | 0.6785 | 287              |
|             | 6        | ****                                                | 0.0000 | -                                                   | 0.3866 | 287              |
| 2005-2008   | 1        | ****                                                | 0.0046 | -                                                   | 0.7913 | 210              |
|             | 8        | ****                                                | 0.0016 | -                                                   | 0.3109 | 210              |
| 2009-2014   | 1        | ****                                                | 0.0000 | -                                                   | 0.1151 | 313              |
| 1993-2014   | 1        | ****                                                | 0.0000 | ***                                                 | 0.0179 | 1144             |
|             | 8        | ****                                                | 0.0000 | +                                                   | 0.0910 | 1137             |

Zdroj: CFTC, EIA, vlastní výpočty a úprava

Pozn.: Tabulka odpovídá na otázku, zdali je v naznačeném směru identifikován kauzální vztah pomocí symbolů + (ano) a - (ne), rovněž uvádí hladinu významnosti pro zamítnutí nulové hypotézy, kdy \*\*\* ( $\alpha=0,01$ ), \*\* ( $\alpha=0,05$ ) a \* ( $\alpha=0,1$ ). Uvádí také p-hodnotu Grangerova testu kauzality (chí-kvadrát statistika) v rámci VAR modelu.

Ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$  nelze nulovou hypotézu na hladině významnosti  $\alpha=0,01$  zamítnout ani v jednom z uvedených případů. Pokud bychom zvolili vyšší hladinu významnosti na úrovni  $\alpha=0,05$ , bylo by možné identifikovat kauzální vazbu ve směru  $\Delta\text{pozice} \rightarrow \Delta\text{ceny}$  v případě modelů pro časové úseky 1993 – 1999 a 1993 – 2014 a to pro zpoždění  $p=1$ . Na hladině významnosti  $\alpha=0,1$  lze hypotézu Grangerova testu zamítnout v druhém modelu ( $p=6$ ) pro interval 1993-1999 a rovněž pro celý časový úsek 1993-2014 při specifikaci  $p=8$ . Ve všech případech však nacházíme kauzalitu v opačném směru.

Je nutné uvést, že výsledky testů v časových úsecích 2003 – 2008 a 2005 a 2008, tj. v období, kdy docházelo k souběžnému nárůstu obchodní aktivity spekulantů a cen kontraktů, zřetelně vyvracejí domněnku, že změny pozic obchodníků způsobují v Grangerově slova smyslu změny cen termínových kontraktů.

### 3.3.3 Shrnutí

Pomocí Grangerových testů kauzality jsme zkoumali, zdali změny pozic obchodníků na termínových trzích předcházely změnám cen komodity na fyzickém a termínovém trhu. Přitom jsme se primárně zaměřili na nekomerční subjekty, tj. obchodníky, kteří se dají označit za spekulanty, neboť nedrží komoditu primárně za účelem jejího fyzického užití. Vycházíme zde z předpokladu, že pokud by akumulace kontraktů u nekomerčních subjektů ovlivňovala cenu ropy, bylo by možné tento vztah pozorovat na historických datech pozic obchodníků a ceny ropy.

V našem případě je pak testována hypotéza, že obchodní aktivita spekulantů v Grangerově smyslu ovlivňuje cenu komodity. Přestože empirická pozorování mohou vést k domněnce, že výrazný růst cen ropy na spotových a termínových trzích před rokem 2008 mohl být důsledkem zvýšené spekulativní aktivity tržních subjektů, testy Grangerovy kauzality tento závěr nepotvrzují. Výsledky jasně ukazují, že pozice nekomerčních subjektů nevedou (ve smyslu Grangerovy kauzality) k pohybu cen, ale naopak indikují, že změny cen předstihují změny pozic nekomerčních subjektů. Tato jednosměrná kauzalita vypovídá o skutečnosti, že tržní subjekty pouze sledují trendy trhu a lze je tak označit za tzv. *trend-followery*. **Hypotézu č. 1 se tak potvrdit nepodařilo, zvýšená obchodní aktivita spekulantů totiž zůstala bez statisticky prokázaného cenového efektu.**

Výsledky testu Grangerovy kauzality by však neměly být interpretovány ve smyslu příčiny a důsledku, spíše jako vztah předstihu a opoždění mezi cenami a obchodními pozicemi. Analýzu tak nelze přímo interpretovat pomocí stanoviska, že změny cen přímo způsobují revize pozic na straně komerčních a nekomerčních subjektů, nicméně absence Grangerovy kauzality v opačném směru dosti zásadně zpochybňuje hypotézu, že za nárůstem cen ropy lze spatřovat zvýšenou obchodní aktivity spekulantů. Závěrem pak může být domněnka, že ceny komodity jsou ovlivňovány jinými proměnnými než děním na termínovém trhu. Nabízí se tak zhodnotit působení tržních fundamentů, kterému se budeme věnovat v dalších částech práce.

Závěry jsou podstatné z několika důvodů. Prvním jsou dopady pro opatření na regulaci trhů. Empirická analýza nepředkládá argumenty pro výrazné omezení činnosti nekomerčních subjektů na trhu s termínovými kontrakty na ropu. V tomto se potvrzuje výsledky studií zabývajících se kauzálními vazbami cen a pozic u jiných komodit (např. Irwin a Sanders 2010). Přestože termínové kontrakty nelze označit na za bezchybně fungující segment trhu s ropou, vyžaduje změna regulace podrobnou předchozí analýzu možných dopadů. Omezení

participace nekomerčních subjektů na trzích s termínovými kontrakty na ropu by mohlo vést k neočekávaným negativním dopadům např. v podobě nedostatku likvidity na trzích nebo absence subjektů, které jsou ochotny nést zvýšené riziko. Možným důsledkem by poté byla snížená efektivita termínových trhů jako mechanismu přenosu rizik z komerčních na nekomerční subjekty s nepříznivým cenovým dopadem na producenty a spotřebitele.

### 3.3.4 Omezení testů a modelů

Grangerovy testy nabízejí jedinečný pohled na povahu a směr kauzálních vazeb mezi změnami cen a změnami pozic obchodníků, nicméně jako všechny statistické testy mají svá omezení. Výše provedené testování se zaměřuje na široce vymezené skupiny obchodníků, nikoli na individuální obchodníky. Testy tak nejsou schopny odhalit skutečnost, zdali ke změně ceny nedochází pouze v důsledku obchodní aktivity některých obchodníků, zatímco agregátně je tento vliv v rámci celé skupiny pohlcen. Je tak možné, že někteří významní obchodníci, nebo úžeji vymezené kategorie obchodníků, mohou mít určitý vliv na posun cen.

Dalším omezením modelů je charakter použitých dat. Časové řady, které jsou v testech využity, jsou sestaveny z dat s týdenní frekvencí. Provedenými testy tak nelze zachytit intra-týdenní dynamiku vazby mezi cenami a pozicemi.

Dále je nutné uvést, že testy byly provedeny na agregovaných čistých pozicích v krátkodobých kontraktech, neboť tvoří značnou část celkových otevřených pozic. Tato skutečnost byla již v práci zmíněna a je znázorněna na grafu č. 5. Jde o instrumenty, které obchodníci nejčastěji používají při vstupu na termínové trhy. Obecně lze za tyto instrumenty označit termínové kontrakty s dobou splatnosti od 1 do 6 měsíců. Testy tak nejsou schopny zachytit efekt změny pozic na změnu ceny při různých dobách splatnosti kontraktů. Je tak možné, že kontrakty s určitou dobou splatnosti mají skrz obchodní aktivitu tržních subjektů znatelnější dopad na tvorbu cenu, než bylo ukázáno na celkových pozicích, tj. agregátních datech.

V poslední řadě je nutné zmínit možnou existenci dalších proměnných, které ovlivňují pozice obchodníků a jsou pozorovatelné na týdenní bázi. Lze předpokládat, že např. nové informace o globální poptávce po ropě a jejím výhledu ovlivňují vývoj pozic obchodníků i samotnou úroveň ceny. V takovém případě je pak korelace mezi těmito dvěma proměnnými vysvětlena působením třetí proměnné, která není do modelu zařazena. Indikátory světové poptávky s námi požadovanou frekvencí však nejsou k dispozici a model tak o tyto proměnné nelze rozšířit.

### 3.4 Zásoby ropy a jejich role

Vedle analýzy kauzálních vazeb pozic nekomerčních obchodníků směrem k vývoji ceny ropy, lze význam přílivu spekulativního kapitálu posuzovat i na dalších proměnných. Ve vztahu obchodní aktivity nekomerčních subjektů na termínových trzích a spotovou cenou ropy hraje velmi důležitou roli skutečnost, že ropa je skladovatelnou komoditou.

Zásoby ropy plní funkci určitého propojení spotového trhu a trhu s termínovými kontrakty. Možnost ropy skladovat, tj. odložit prodej do budoucna, implikuje značný dopad rozhodování producentů na cenový vývoj na fyzickém a termínovém trhu s komoditou.

Funkci zásob a propojení dvou výše zmíněných trhů lze přiblížit na hypotetické konstrukci: příliv spekulativního kapitálu v souvislosti se vstupem nových subjektů na termínové trhy vede ke změně očekávání ohledně budoucího vývoje ceny, resp. k očekávání jejího nárůstu v budoucnosti. Tato nová očekávání představují výrazný stimul pro uskladnění komodity a vede k redukci množství komodity dostupného na jejím fyzickém trhu.

V předchozí části byl popsán nárůst dlouhých pozic nekomerčních subjektů na termínových trzích v předkrizovém období. Pokud by toto chování spekulantů vedlo ke změně očekávání o budoucím vývoji spotové ceny, kterou lze pro tento případ aproximovat současnou cenou termínových kontraktů, vytvářela by aktivita spekulantů podnět k akumulaci zásob.

Z tohoto důvodu bylo opět přistoupeno ke konstrukci VAR modelů, kde se časové řady pozic obchodníků plně shodují s těmi, které byly využity v předchozích testech kauzality, ceny ropy však byly nahrazeny tzv. *spreadem futures-spot*, tj. první diferencí rozdílu mezi cenou termínových kontraktů na ropu a cenou komodity na fyzickém trhu. Spread byl vypočítán následovně:

$$Spread_t = futures_t - spot_t - i_t$$

kde  $futures_t$  představuje logaritmovanou cenu 3M kontraktu (CL3) na ropu WTI v čase  $t$ ,  $spot_t$  zastupuje logaritmovanou cenu na fyzickém trhu v čase  $t$  a  $i_t$  je upraveným 3M výnosem amerických pokladničních poukázek<sup>49</sup>.

Logickým předpokladem těchto testů byla existence kauzální vazby mezi pozicemi obchodníků a *spreadem* ceny termínového kontraktu a spotové ceny ropy. Pokud by byl prokázán vztah mezi obchodní aktivitou spekulantů a vývojem *spreadu*, bylo by možné

---

<sup>49</sup> 12-month U.S. Treasury bill

hovořit o vlivu pozic na motivaci k tvorbě zásob ropy. Výsledky testů však nepřinesly jednoznačný závěr. V mnoha časových úsecích a specifikacích testy v tomto směru ukázaly na absenci vztahu nebo naopak existenci kauzální vazby v obou směrech. Neprůkaznost testů kauzalit tak ukazuje na nejednoznačný vztah mezi pozicemi nekomerčních obchodníků a stimulem k uskladnění komodity. Testy Grangerovy kauzality mezi spready a pozicemi nekomerčních subjektů jsou uvedeny v tabulce č. 14.

**Tabulka 14: Testy Grang. kauzality u nekom. subjektů (spread f-s), 1993-2014**

| časový úsek | zpoždění | $\Delta \text{spread} \rightarrow$<br>$\Delta \text{pozice}$ | $\Delta \text{pozice} \rightarrow$<br>$\Delta \text{spread}$ | počet<br>pozorování |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1993-1999   | 1        | *** 0.0028                                                   | +* 0.0572                                                    | 362                 |
|             | 6        | ** 0.0157                                                    | - 0.2210                                                     | 357                 |
| 2000-2008   | 1        | ** 0.0124                                                    | - 0.3523                                                     | 444                 |
|             | 6        | *** 0.0006                                                   | - 0.4174                                                     | 444                 |
| 2003-2008   | 1        | ** 0.0102                                                    | +* 0.0954                                                    | 287                 |
|             | 8        | *** 0.0093                                                   | - 0.4071                                                     | 287                 |
| 2005-2008   | 1        | ** 0.0159                                                    | - 0.9527                                                     | 210                 |
|             | 6        | *** 0.0042                                                   | - 0.2954                                                     | 210                 |
| 2009-2014   | 1        | ** 0.0168                                                    | ** 0.0154                                                    | 313                 |
| 1993-2014   | 1        | *** 0.0057                                                   | - 0.2413                                                     | 1144                |
|             | 6        | ** 0.0154                                                    | - 0.1246                                                     | 1137                |

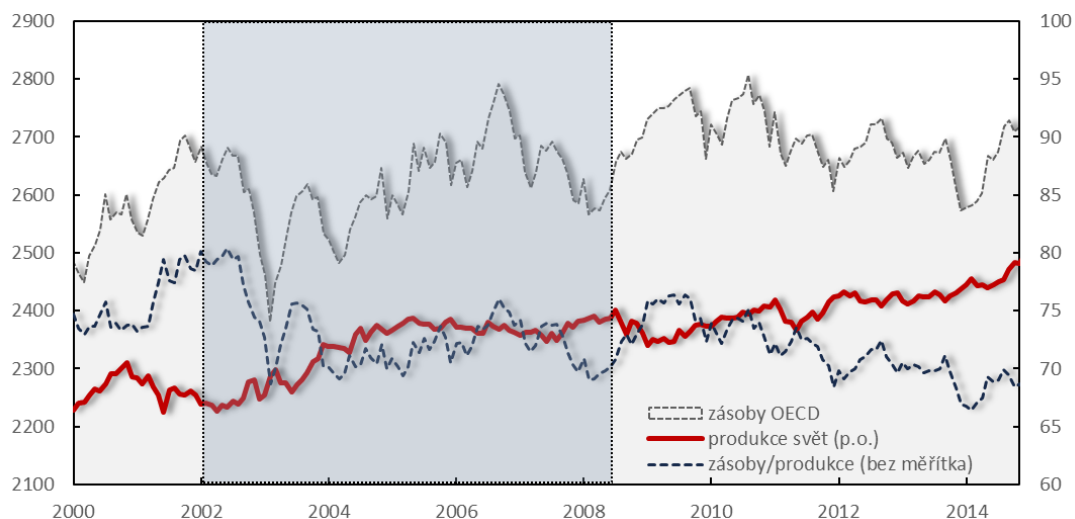
Zdroj: CFTC, EIA, FRED, vlastní výpočty a úprava

Pozn.: Tabulka odpovídá na otázku, zdali je v naznačeném směru identifikován kauzální vztah pomocí symbolů + (ano) a - (ne), rovněž uvádí hladinu významnosti pro zamítnutí nulové hypotézy, kdy \*\*\*( $\alpha=0,01$ ), \*\*( $\alpha=0,05$ ) a \*( $\alpha=0,1$ ). Uvádí také p-hodnotu Grangerova testu kauzality (chí-kvadrát statistika) v rámci VAR modelu.

Dostupná data zásob ropy také zpochybňují předpoklad, že by čisté dlouhé pozice nekomerčních subjektů na trzích s termínovými kontrakty měly dopad na motivaci k uskladnění ropy. V situaci, kdy by ceny termínových kontraktů upravené o skladovací a úrokové náklady dlouhodobě převyšují cenu komodity na fyzickém trhu (spread), by byla motivace k tvorbě zásob patrná.

Vývoj zásob ropy lze pozorovat na grafech č. 20 a 21, které zobrazují data o zásobách komodity z EIA. Je nutné zmínit, že v prvním případě časové řady zásob abstrahují od strategických zásob/rezerv na národní úrovni. Graf č. 20 tak ukazuje pouze výši zásob držených průmyslovými subjekty, tzv. komerční/průmyslové zásoby.

**Graf 21: Vývoj komerčních/průmyslových zásob, 2000-2014**



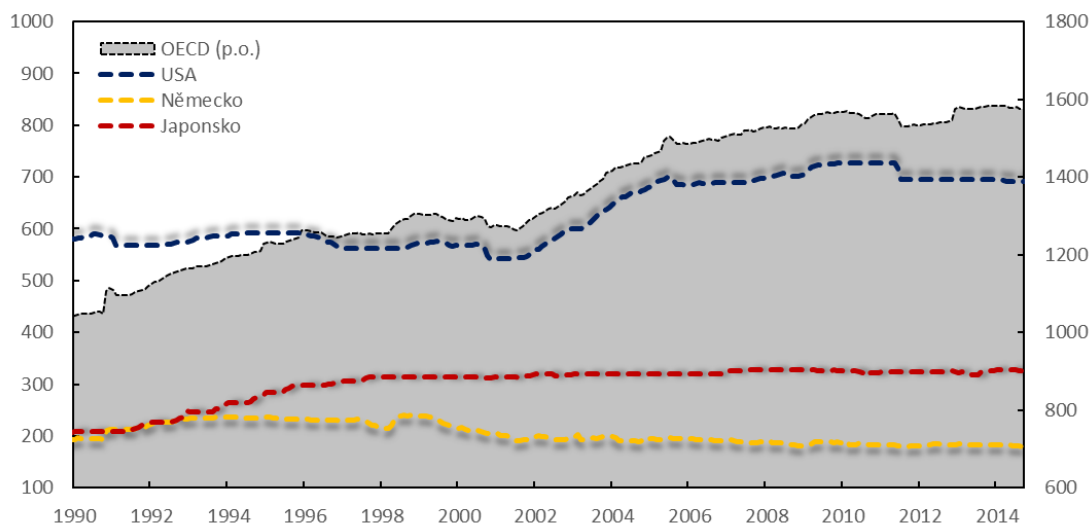
Zdroj: EIA, International Energy Statistics, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Levá osa – stav zásob v mil. barelů. Pravá osa – světová produkce ropy v mil. barelů/den. Data jsou na měsíční bázi a uvádějí hodnotu celkových průmyslových zásob ke konci měsíce. Podíl zásoby/produkce se nevztahuje ani k jedné z os, je uveden pouze k ilustraci neměnné úrovně.

Po propadu na přelomu roku 2002 a 2003, lze pozorovat mírnou růstovou tendenci průmyslových zásob zemí OECD. Nelze však hovořit o zásadnější tendenci trhu, ve srovnání s celým zobrazeným obdobím nedosahuje úroveň zásob před krizí zvýšených hodnot. Lze si také povšimnout poklesu v roce 2007 a v první polovině roku 2008, tj. v období velmi dynamického růstu cen komodity na fyzickém a termínovém trhu. Zobrazena je také křivka podílu zásob a světové produkce pro ilustraci neměnné úrovně tohoto ukazatele.<sup>50</sup>

<sup>50</sup> Podíl zásob a produkce je však problematický, v prvním případě jde o stavovou veličinu, zatímco v druhém případě jde o tokovou veličinu. Křivka má tak pouze ilustrativní charakter.

**Graf 22: Strategické rezervy ropy, vybrané země, v mil. barelů, 1990-2014**



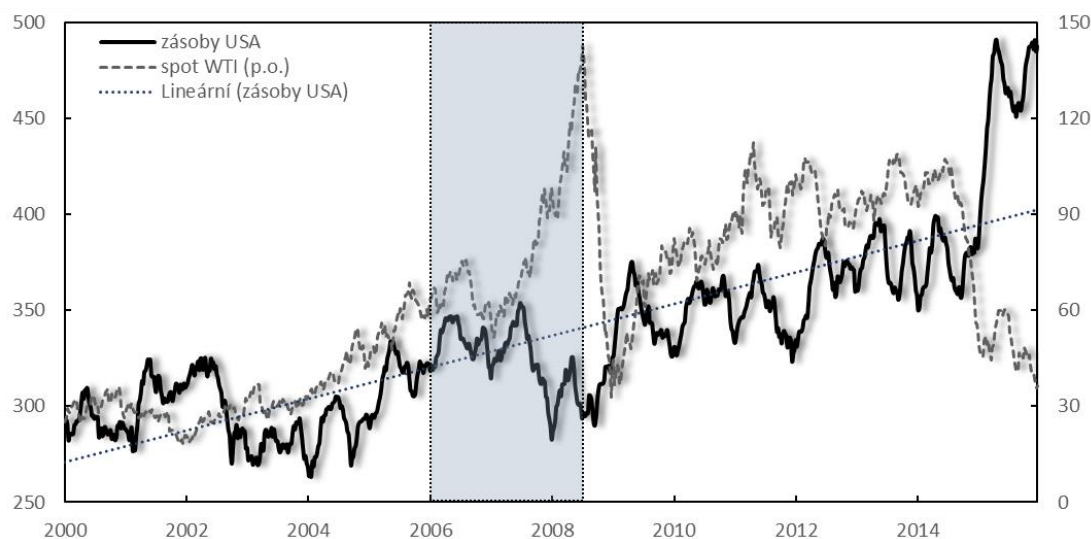
Zdroj: EIA, International Energy Statistics, vlastní úprava.

Pozn.: Data jsou na měsíční bázi a uvádějí hodnotu celkových strategických rezerv ke konci měsíce.

Strategické rezervy vykazují dlouhodobé neměnné hodnoty (viz graf č. 21), které jsou zpravidla určeny legislativou a/nebo závaznými nařízeními z úrovně centrální vlády. Změny těchto dlouhodobých hodnot, např. v USA v letech 2002 – 2006 nebo v Německu v letech 1998 - 2002, jsou výsledkem mnoha různých faktorů, které nutně nesouvisí s cenovým vývojem na trhu komodity (EIA, Monthly reports).

Na tomto místě je vhodné připomenout, že zavedení závazku povinných strategických zásob ropy v zemích OECD bylo jedním z významných opatření pro stabilizaci trhu s komoditou a pro snížení vlivu spekulací na její cenu. Strategické zásoby (tzv. SPR - strategic petroleum reserves) byly dohodou z roku 2001 stanoveny na úrovni 90 dní čistých dovozů ropy předchozího roku (IEA 2014). Časové řady zásob je tak nutné o strategické rezervy očistit, aby nedocházelo k chybné interpretaci vztahu mezi zásobami a cenou komodity.

**Graf 23: Komerční zásoby v USA a spotová cena ropy WTI, 2000-2015**



Zdroj: CFTC, EIA, vlastní úprava.

Pozn.: Levá osa – zásoby v mil. barelů, hodnota uvádí výši zásob ke konci příslušného týdne. Cena ropy je průměrnou týdenní cenou ropy WIT na fyzickém trhu.

Graf č. 22 ukazuje průběh časové řady spotové ceny ropy WTI na fyzickém trhu spolu s vývojem výše zásob v USA. Je patrné, že výše zásob má po roce 2003 historicky růstovou tendenci, nicméně ve zvýrazněném časovém intervalu lze pozorovat spíše stagnaci výše zásob a v letech 2007 a 2008 dokonce jejich výrazný pokles. Cena ropy na fyzickém trhu přitom v těchto letech vykazovala bezprecedentní růstovou dynamiku. Na konci zobrazeného období si pak lze povšimnout výrazného nárůstu výše komerčních zásob v souvislosti s převisem nabídky nad poptávkou na americkém trhu.

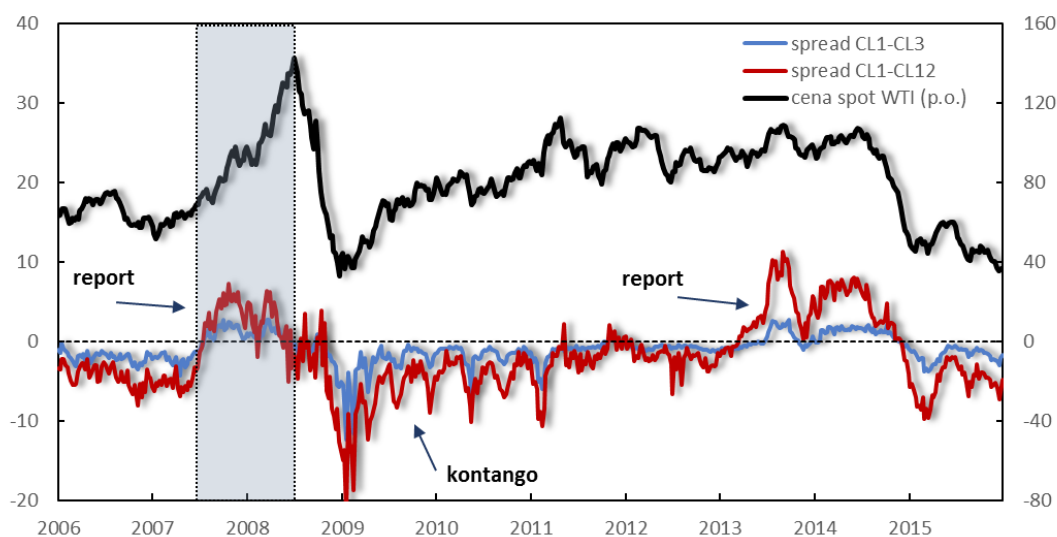
Výše zmíněné skutečnosti nás opravňují k závěru, že distorze stimulů k uskladnění ropy směrem k růstu zásob není z grafů v předkrizovém období patrná. Pokud by aktivita nekomerčních subjektů vytvářela očekávání trvalého nárůstu cen ropy, bylo by na místě očekávat nejen akumulaci zásob, ale také odpovídající situaci na trhu s termínovými kontrakty, tj. kontango<sup>51</sup>.

Graf č. 23 zobrazuje vývoj ceny na fyzickém trhu a také na trhu s termínovými kontrakty. Výše spreadů termínových kontraktů, tj. rozdílu v cenách kontraktů s odlišnou dobou splatnosti, podává jasný důkaz o tom, že růst cen komodity nebyl na straně obchodníků očekáván. Termínové kontrakty s krátkou dobou splatnosti byly od poloviny roku 2007 obchodovány za cenu vyšší, než tomu bylo v případě kontraktů s delší splatností. Tuto

<sup>51</sup> Pro tyto účely lze kontango (contango) definovat jako situaci, kdy cena kontraktů futures s delší splatností je vyšší než cena kontraktů s krátkou splatností. Opačnou situací je pak report (backwardation). Obecně se tyto situace na trhu vymezují na vztahu očekávanou budoucí spotovou cenou a cenou kontraktů futures.

skutečnost lze pozorovat zejména na spreadu 1M a 12M kontraktu, v nižší míře pak i na spreadu mezi kontrakty se splatností jednoho a tří měsíců.

**Graf 24: Situace na trhu termínových kontraktů a cena spot WTI, 2006-2015**



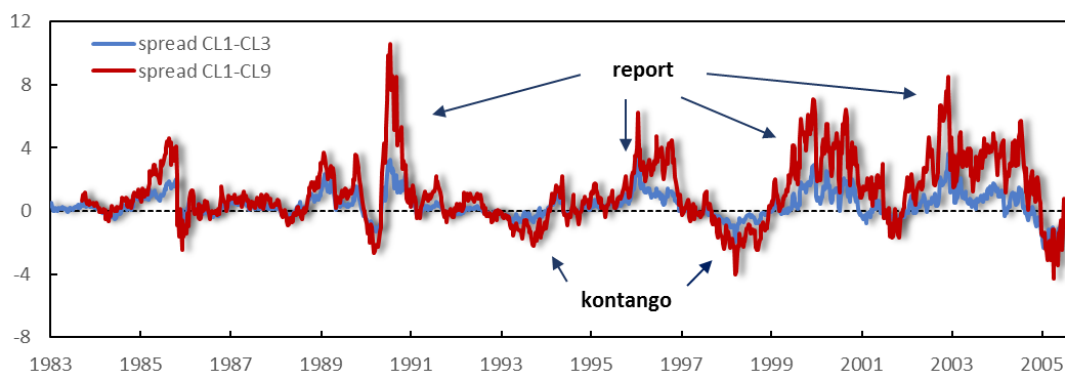
Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: CL1, CL3 a CL9 představují cenu termínových kontraktů futures na ropu WTI se splatností 1, 3 a 9 měsíců. Report a kontango jsou v grafu naznačeny šipkami.

Záporný spread představuje situaci na trhu nazývanou report, lze jej pozorovat v období před rokem 2007. Druhá polovina roku 2007 a rok 2008 jsou charakterizovány bezprecedentním nárůstem ceny ropy na fyzickém trhu a kontangem na trhu s termínovými kontrakty. Ostrý přechod zpět do reportu je časově sladěn s výrazným poklesem ceny ropy v souvislosti s finanční a hospodářskou krizí.

Období po finanční krizi přesněji vymezené lety 2009 – 2013 je dlouhodobou situací záporných spreadů mezi kontrakty s kratší dobou splatnosti a kontrakty s delší dobou splatnosti historicky dosti netypické. Termínový trh s ropou byl do předkrizového nárůstu ceny charakterizován spíše reportem než kontangem. Graf č. 24 znázorňuje historickou situaci na termínových trzích s ropou WTI. Období, kdy je trh charakterizován reportem, dominují celému zobrazovanému období.

**Graf 25: Situace na trhu termínových kontraktů WTI, 1991-2015**

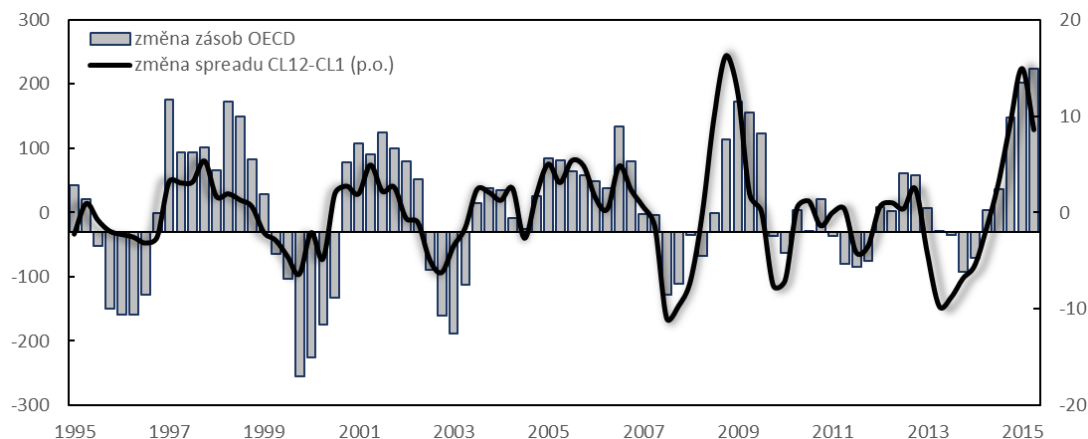


Zdroj: Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: CL1, CL3 a CL12 představují cenu termínových kontraktů futures na ropu WTI se splatností 1, 3 a 9 měsíců. Report a kontango jsou v grafu naznačeny šipkami.

Citlivost úrovně zásob na vztahu současné ceny komodity a očekávání spojených s budoucím cenovým vývojem velmi názorně zobrazuje graf č. 25. Pokud se očekávání na trhu mění např. v důsledku posilující poptávky nebo částečného omezení na straně nabídky, lze pozorovat růst ceny futures kontraktů a zvýšenou motivaci k uskladnění komodity s cílem uspokojit budoucí poptávku. V případě, že jsou výpadky produkce a/nebo nárůst poptávky výrazné, lze pozorovat čerpání zásob a posílení krátkých kontraktů oproti těm s delší splatností.

**Graf 26: Zásoby ropy a spread CL12-CL1, meziroční změna v mil. barelů, 1995-2015**



Zdroj: Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní úprava a výpočty.

Pozn.: Levá osa – meziroční změna stavu zásob (průmysl) v mil. barelech. Pravá osa – meziroční změna spreadu v USD. Změny úrovně k odpovídajícímu období předchozího roku.

Graf výše na čtvrtletních datech ukazuje meziroční změnu<sup>52</sup> průmyslových zásob zemí OECD a rovněž změnu spreadu mezi 12M a 1M kontraktem futures. S rostoucí hodnotou spreadu

<sup>52</sup> Ropa a z ní odvozené produkty vykazují často sezónní výkyvy spotřeby, z toho důvodu je vhodné vykazovat změny zásob na meziroční bázi, tj. k odpovídajícímu období předchozího roku.

ceny 12M a 1M kontraktu, roste i motivace k uskladnění komodity. Zároveň lze pozorovat i opačnou dynamiku, tj. sladení růstu cen krátkých kontraktů (vůči těm delším) s poklesem úrovně zásob.

Průběh grafu nepotvrzuje pouze samotnou vazbu mezi cenou komodity a úrovní zásob, ale také skutečnost, že jde o obousměrnou vazbu. Pokud roste cena termínových kontraktů vůči ceně přetrvávající na spotovém trhu, posílí motivace k uskladnění komodity.<sup>53</sup> Naopak, rosteli úroveň zásob, přebytek nabídky nad poptávkou se odrazí v poklesu spotové ceny (resp. krátkých kontraktů oproti dlouhým). Zásoby tak slouží jako vyrovnávací mechanismus mezi poptávkou a nabídkou a zároveň hrají zásadní roli v propojení fyzického a termínového trhu. Umožňují tak spárování potřeb komerčních a nekomerčních subjektů na termínovém trhu. V průběhu roku 2007 a v první polovině roku 2008 lze na grafu opět pozorovat pokles zásob a ceny 12M kontraktů vůči 1M futures.

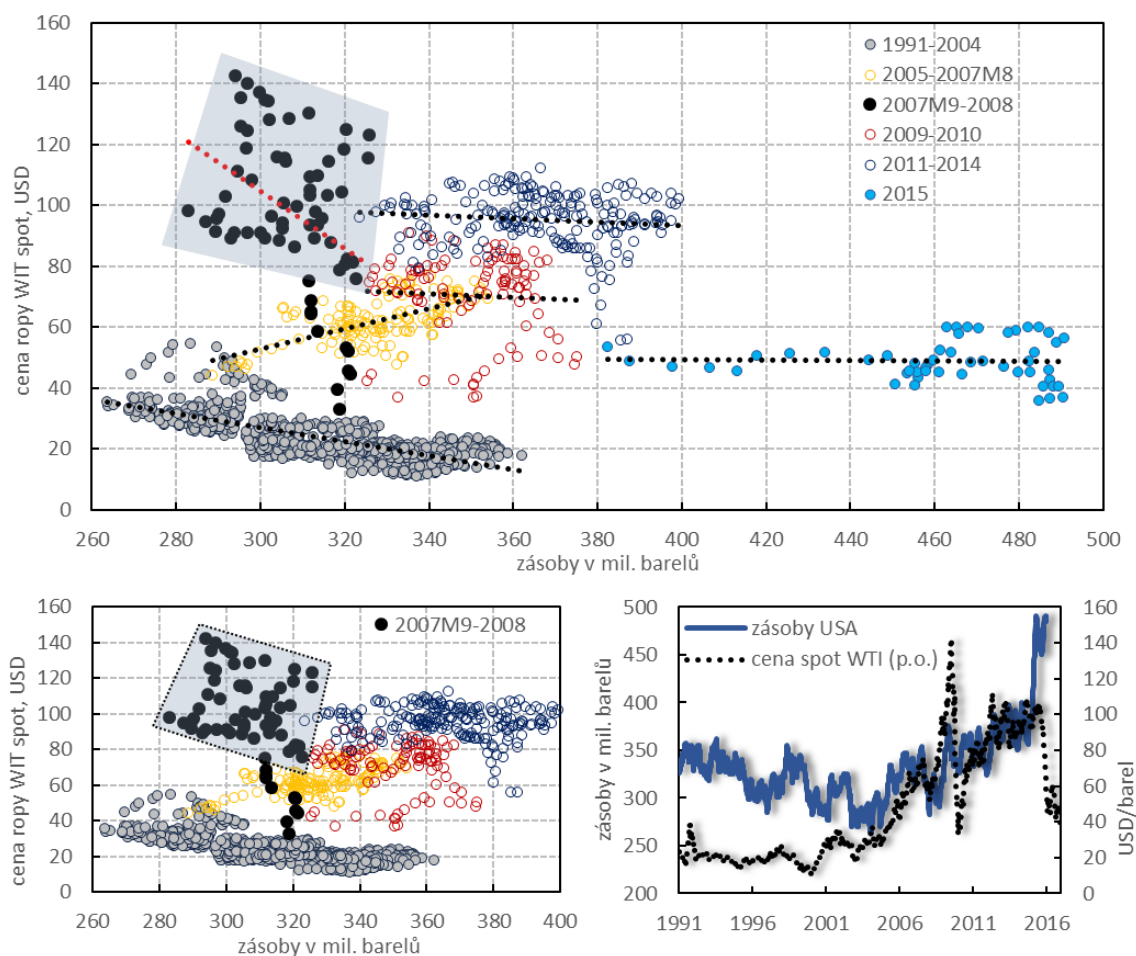
Dalším možným zobrazením vývoje vztahu zásob a ceny ropy WTI na fyzickém trhu jsou tzv. bodové panely grafu č. 26 níže. Pozorované období let 1991<sup>54</sup> – 2015 je rozděleno do několika časových úseků, pro které je možné pozorovat určitý dlouhodobější vztah mezi spotovou cenou ropy a stavem komerčních zásob v USA. Body grafu představují hodnoty naměřené na konci každého týdne pozorovaného období pro úroveň ceny a stav zásob.

---

<sup>53</sup> V souvislosti s odložením prodeje komodity do budoucna za očekávanou vyšší cenu (viz úvodní část k základním rovnovážným stavům trhu).

<sup>54</sup> Počátkem pozorovaného období je arbitrárně zvolen rok 1991. V roce 1990 docházelo ke značné fluktuaci komerčních zásob, patrně v souvislosti s eskalací geopolitického napětí v Perském zálivu.

**Graf 27: Komerční zásoby v USA a cena spot, odlišení etap v období 1991-2015**



Zdroj: EIA International Statistics, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Zvolené časové úseky v horním panelu jsou konstruovány tak, aby zobrazovaly „dlouhodobé“ hodnoty vztahu mezi zásobami a cenou.

Zatímco cena ropy WTI na fyzickém trhu se do roku 2004 pohybuje na úrovni kolem 30 USD/barel, lze pozorovat relativně výraznou fluktuaci úrovně komerčních zásob v intervalu 250-360 mil. barelů. Z bodů reprezentujících hodnoty proměnných v tomto období lze usuzovat na jejich negativní vztah naznačený spojnicí trendu.

V následujícím období, tj. 2005-2007M8, se sklon spojnice trendu mění na pozitivní. Tato skutečnost bývá někdy dávána do souvislosti se vstupem spekulativního kapitálu na termínové trhy s ropou, kdy předpoklad růstu ceny ropy v budoucnu zvyšuje motivaci k uskladnění komodity. Rostoucí zásoby ropy bývají také spojovány s nárůstem spekulacních tlaků na trzích s ropou. V dalších časových úsecích zobrazených na grafu však vidíme návrat zpět k negativnímu vztahu mezi proměnnými. Ten je patrný zejména v období 2007M8-2008 zvýrazněném na grafu stínováním. Lze si také povšimnout relativně nízkého stavu zásob v tomto období vzhledem k ceně ropy na fyzickém trhu. Doplňkové panely pak zobrazují vztah ceny a zásob s vypuštěním roku 2015, neboť bodové hodnoty v tomto roce jsou

vzhledem k výraznému růstu zásob a poklesu ceny ropy odlehlými hodnotami od zbývajících časových úseků. Poslední panel pak zobrazuje spojnicový graf ceny ropy a stavu zásob v námi pozorovaném období.

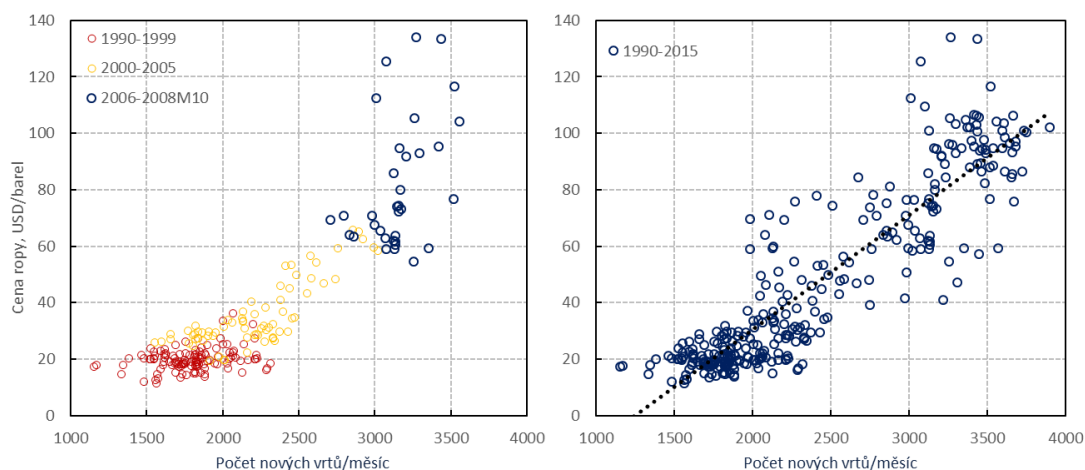
V poněkud krajním případě lze za určitý způsob skladování ropy považovat i útlum extrakce a ponechání komodity v nalezišti (Hamilton 2008). Je proto důležité posoudit i možný dopad spekulativní aktivity na motivaci subjektů na nabídkové straně trhu. Na grafu č. 20 však není patrné, že by fyzická produkce komodity mezi roky 2004 a 2008 výrazně klesala. Po nárůstu v letech 2002 – 2004 produkce stagnuje na úrovni kolem 74 mil. barelů denně. Podrobněji bude vývoj produkce komodity v čase rozebrán v závěrečné části práce.

Doplnění analýzy stavu zásob a případného dopadu rostoucích cen pak nabízí pohled na vývoj počtu ropných vrtů. Pokud by rostoucí cena komodity vedla k útlumu extrakce ropy, měli bychom být schopni tento trend pozorovat na historickém vývoji vztahu ceny komodity a počtu nových vrtů. Smith (2009) se zaměřuje na vztah produkce ropy a její rostoucí ceny. Poukazuje na skutečnost, že množství ropy dodávané na trhy v období 2004 – 2008 se výrazně nezměnilo. Nenachází důkaz pro tvrzení, že by k nárůstu ceny komodity omezení extrakce nějak významněji přispívalo, množství ropy na dodávané na trhy se v tomto období totiž nemění. Tento fakt je patrný i z grafu č. 20.

Smith navíc na příkladu USA ukazuje, že tempo otevírání nových vrtů v předkrizovém období je zcela v souladu s historickým rysem vztahu ceny komodity a počtu vrtů, tj. rostoucí cena komodity stimuluje otevírání nových ropných vrtů. Smith dodává, že tempo zakládání nových vrtů si udržovalo růstovou dynamiku až do prvních měsíců druhé poloviny roku 2008, tedy po celou dobu nárůstu ceny ropy na fyzickém a termínovém trhu.

Dlouhodobý vztah identifikovaný Smithem lze pozorovat i na vývoji celosvětového počtu nových vrtů. Graf č. 27 na pravém panelu ukazuje vztah mezi cenou ropy a počtem otevřených vrtů v období 1990 - 2015. Z jednoduché lineární spojnice trendu lze odvodit, že růst ceny komodity je motivací pro otevírání nových vrtů.

**Graf 28: Cena ropy a počet vrtů, 1990-2014**



Zdroj: EIA, Baker Hughes (Worldwide rig count).

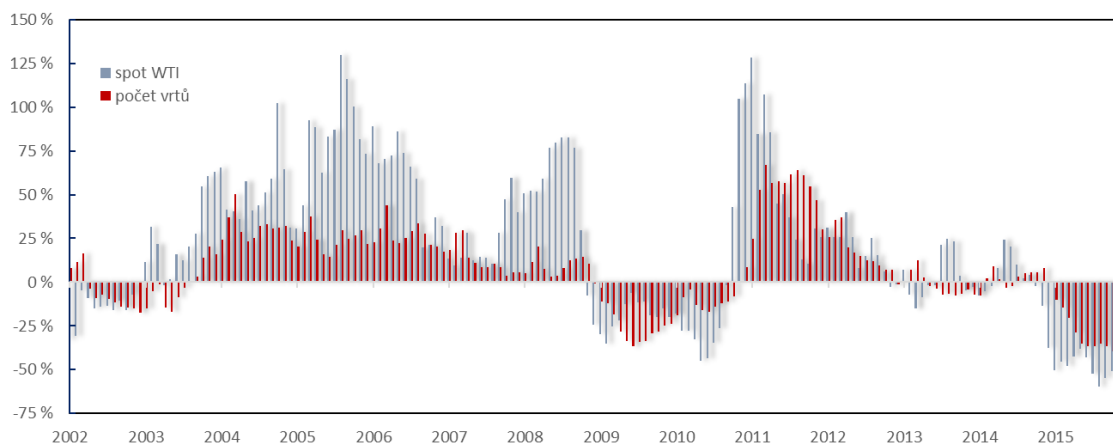
Pozn.: Vertikální osa zobrazuje spotovou cenu – průměr WTI-BRENT pro daný měsíc. Horizontální osa ukazuje počet nově otevřených vrtů pro každý měsíc.

Levý panel grafu zobrazuje podrobněji předkrizové období spolu s vývojem vztahu proměnných v 90. letech. V časovém úseku 2000 – 2005 je patrné zvýšení dynamiky otevírání nových vrtů ve srovnání s předchozí dekádou. Další akceleraci je pak možné sledovat v posledním zobrazeném intervalu.<sup>55</sup>

V souladu se Smithovými závěry pro americký trh lze i v případě celosvětového počtu nových vrtů sledovat výraznou proměnu trendu na přelomu roku 2008 a 2009 (graf č. 28). Přestože dynamika růst tempa otevírání nových vrtů od počátku roku meziročně 2007 zpomalila, udržovala se až do druhé poloviny roku 2008 v pozitivním spektru. Výrazný pokles ceny ropy od července roku 2008 pak následoval výrazný meziroční pokles počtu nových vrtů. Těžařská aktivita znovu ožila až v roce 2011 s opětovným nárůstem cen komodity. V grafu je zobrazen i nedávný vývoj související s výrazným dlouhodobým poklesem cen ropy, který začal v druhé polovině roku 2014.

<sup>55</sup> Je však zapotřebí zmínit, že přes slušnou dynamiku tempa růstu počtu nových vrtů do poloviny roku 2008, lze na trhu pozorovat pouze stagnaci konečné produkce komodity. Tato skutečnost je důsledkem uzavírání starších vrtů, které nahrazují nové s nižší výtěžností (EIA, Monthly reports).

**Graf 29: Cena ropy a počet nových vrtů (svět), meziroční růsty, v %, 2002-2015**



Zdroj: EIA, Baker Hughes (Worldwide rig count).

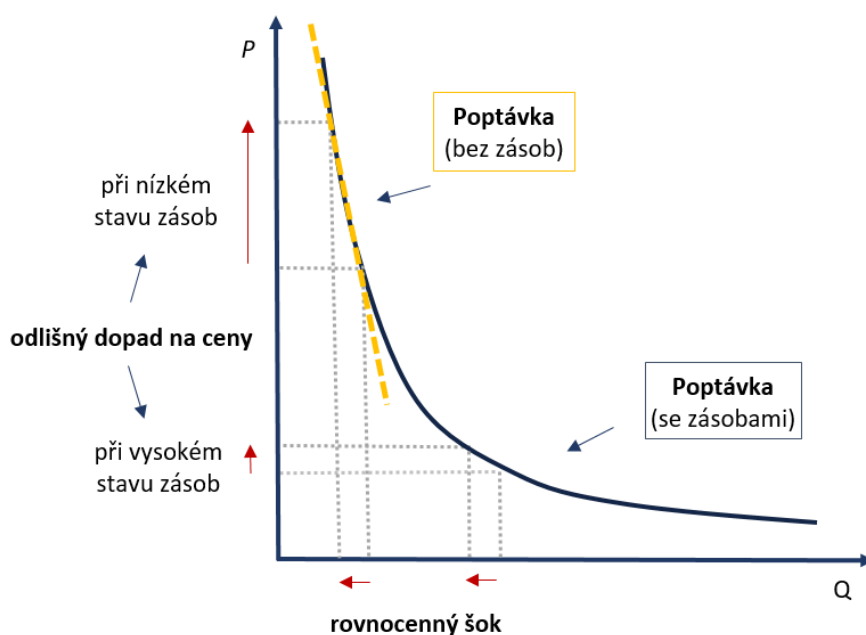
Pozn.: Graf zobrazuje meziroční měsíční růsty spotové ceny ropy – průměr WTI-BRENT a počtu nově otevřených vrtů (svět) v daném měsíci.

Závěrem lze konstatovat, že nelze pozorovat vliv nekomerčních subjektů na motivaci k uskladnění komodity a omezení její dodávky na trh. Informace o počtu nových vrtů pak dokládají skutečnost, že vysoké ceny nestimulovaly producenty k utlumení extrakce komodity. Krugman (2008) se v souvislosti se stavem komerčních zásob rovněž pozastavuje nad hypotézou spekulativní bubliny na trhu s ropou. Připomíná, že užití komodity je pouze dvojitý – spotřeba nebo uskladnění. Pokud by se cena pohybovala nad úrovní, pro kterou se poptávka od konečných spotřebitelů rovná produkovanému množství komodity, byl by trh charakterizován převisem nabídky. Tento převis by poté zvyšoval stav zásob. Krugman konstatuje, že vzhledem k tomu, že tento nárůst stavu zásob není po roce 2006 patrný, nemůže úroveň spotové cena komodity spojovat se spekulací.

Smith (2009) dodává, že k bezprecedentnímu růstu cen komodity po roce 2006 přispělo i několik menších výpadků na nabídkové straně, které byly v tomto období tržními subjekty vnímány velmi citlivě právě v souvislosti se klesajícím stavem (světových) zásob (viz graf č. 25). Tuto situaci lze znázornit na obrázku č. 2 níže. Wright (2009) upozorňuje, že vztah mezi cenou a zásobami skladovatelných komodit je vysoce konvexní. Pokles celkového množství ropy  $Q^{56}$  v důsledku poptávkového nebo nabídkového šoku pak vede k podstatně odlišným dopadům na cenu komodity.

<sup>56</sup> Zde se má na mysli stav zásob a úroveň produkce.

**Obrázek 2: Konvexní vztah ceny a množství u skladovatelné komodity**



Zdroj: Převzato z Wright (2009).

V případě, že jsou zásoby ropy na nízké úrovni, dochází při omezení  $Q$  k výraznému nárůstu ceny, zatímco při vysokých úrovních zásob trh pokles množství reflektuje v mnohem menší míře. Pro situaci na trhu v průběhu roku 2007 a v první polovině roku 2008 to implikuje, s ohledem na klesající zásoby a stagnující produkci, značnou citlivost ceny na výkyvy  $Q$ .

### 3.4.1 Shrnutí

Testy kauzálních vazeb nepotvrdily statistický vztah ve směru od obchodních pozic spekulantů k spreadu mezi cenou termínového kontraktu a spotovou cenou ropy. Nelze tak konstatovat, že by financionalizace trhu významným způsobem ovlivňovala motivaci k uskladnění komodity. Pokud by aktivita nekomerčních obchodníků vytvářela očekávání o růstu cen komodity, měla by být tato očekávání reflektována v určité cenové struktuře termínových kontraktů. Na základě spreadů mezi kontrakty s odlišnou splatností jsme ukázali, že cenová struktura není s předpokladem vlivu financionalizace v souladu. K potvrzení tohoto závěru jsme využili i data o stavu zásob.

## 4 Spekulace a volatilita cen

V kontextu rostoucí obchodní aktivity nekomerčních subjektů je rovněž důležité zhodnotit dopad jejich aktivity na proměnlivost cen ropy. Trh s ropou je od roku 2003 charakterizován značnou fluktuací úrovně ceny v porovnání s předchozím obdobím. Vedle rostoucí ceny ropy je s přílivem spekulativního kapitálu na trhy s termínovými kontrakty spojována i zvýšená volatilita cen (Cheng a Xiong 2013, Fattouh 2007, Masters 2008). Literatura nečiní jednoznačný závěr ve smyslu kauzality vazeb, tj. není jasné, zdali lze zvýšenou volatilitu na trzích s ropou vysvětlit pomocí zvýšené participace finančních obchodníků či obráceně.

Přístupme tedy k podrobnější analýze vývoje míry volatility na trzích s ropou. Koncept volatility cen bývá často zaměňován za (samotný) růst cen, dochází tak k mylné interpretaci míry volatility, jak ukážeme níže. Poměrně často lze narazit na předpoklad, že období nárůstu cen ropy je charakterizováno také zvýšenou volatilitou cen. V případě ropy a mnoha jiných komodit se však mnohdy setkáváme s historicky vysokou mírou volatility v časových obdobích, kdy se samotné ceny komodity, a to jak na spotovém, tak termínovém trhu, pohybují na historicky velmi nízkých úrovních.

Některé studie spojují vysokou míru volatility s vysokými absolutními změnami cen komodit pozorovanými mezi obdobími  $t$  a  $t+1$  (US Chambre of Commerce 2012)<sup>57</sup>, nejčastěji na mezidenní bázi. Takto interpretovaná volatilita je však poněkud zavádějící. Absolutní změny cen totiž o volatilitě trhu komodity nedávají prakticky žádnou informaci. Volatilita obecně měří odchylky, či rozptyl od dlouhodobého trendu či tendence časové řady. Nepostihuje tak směr změny cen, nýbrž odchylky od střední hodnoty.<sup>58</sup>

Hodnocení dopadu volatility cen komodit na země, které jsou jejich producenty, není předmětem této práce. Pro úplnost lze však stručně konstatovat, že rozsah dopadu cenové volatility je odvislý od stádia hospodářského a sociálního rozvoje, od podílu, který komodity představují ve vývozu dané země, od závislosti rozpočtových rámců na příjmech odvozených od komodity a na citlivosti investic vůči cenám komodity (EIA, Monthly reports). Obecně je zvýšená volatilita spojována s nepříznivými dopady na hospodářský růst rozvíjejících se zemí, v jejichž vývozu jsou komodity výrazně zastoupeny (MMF WEO, WB 2013, Rentschler

---

<sup>57</sup> <http://www.energyxxi.org/sites/default/files/file-tool/MetricoftheMonth-MAY12CrudeOilPriceVolatility.pdf>

<sup>58</sup> Např. nárůst ceny určité komodity o 10 USD při průměrných cenách komodity kolem 50 USD nelze interpretovat jako zvýšenou volatilitu oproti scénáři růstu ceny komodity o 5 USD při průměrných cenách komodity kolem 20 USD.

2013). U importérů ropy lze pak často pozorovat výrazné dopady na inflaci a spotřebitelský sentiment. Primárním problémem však není samotná volatilita cen, nýbrž vysoké ceny komodity spojené se zvýšenou volatilitou. Ebrahim a kol. (2014) také poukazují na nepříznivé dopady volatility cen pro makroekonomickou stabilitu. Hoffman (2012) zkoumá vztah mezi cenami komodity a hospodářskou aktivitou a reakci monetárních institucí na výkyvy cen.

Pro naši analýzu lze volatilitu definovat jako variabilitu časových řad, tj. míru a rychlost změny časové řady. Volatilitu je takto možné interpretovat jako míru kolísání ceny aktiva nebo jeho výnosové míry. Zároveň je možné volatilitu přeneseně vnímat jako míru nejistoty, při které je činěno určité investiční rozhodnutí. V tomto pojetí volatilita představuje míru rizika investice do určitého nástroje či aktiva, kdy s rostoucí volatilitou stoupají nejistota a riziko spojené s budoucím vývojem (Fattouh 2007).

Ceny ropy a dalších komodit jsou volatilní ze své podstaty, míra volatility se navíc v průběhu času může výrazně měnit (Beidas-Strom a Pescatori 2014). Zvýšená míra volatility pak vede k zamyšlení nad jejími příčinami. Vzhledem k velmi nízké elasticitě křivek poptávky a nabídky po ropě, především pak v krátkém období, je jakýkoli šok z poptávkové či nabídkové strany okamžitě přenesen do ceny komodity. Šoky tak přinášejí výrazné změny úrovně cen ropy, neboť producenti a zpracovatelé ropy nejsou schopni v krátkém období adekvátně reagovat např. omezením či zvýšením produkce. Setrvačnost lze pozorovat i na straně spotřebitelů, a to z důvodu absence vhodných substitutů.

V této části práce nejprve zmíníme základní vlastnosti volatility časových řad a porovnáme tyto jevy s námi zkoumanými daty cen ropy. Následně přistoupíme ke kvantifikaci míry volatility v čase pomocí několika vybraných metod. Cílem této kapitoly je ověřit **hypotézu č. 2: Aktivita spekulantů na termínových trzích s ropou se promítá do zvýšené volatility cen komodity.**

#### 4.1 Vlastnosti volatility

Při dlouhodobém sledování vývoje na trhu určitého aktiva či finančního instrumentu lze dojít k závěru, že volatilita není náhodná. S nepravidelností se v průběhu času opakovaně vyskytují určité jevy či zákonitosti, se kterými lze při modelování volatility pracovat (Cipra 2009, Engle a Patton 2007). Čím lépe je model schopen tyto jevy zpracovat, tím přesnější je pak popis volatility.

Jedním ze známých dokázaných jevů při pozorování volatility v čase je její tendence k tzv. shlukování. Skutečnost, že velké změny v např. ceně aktiva jsou velmi často následovány

dalšími výraznými změnami ceny aktiva a naopak drobné změny ceny jsou následovány dalšími menšími výkyvy ceny, byla popsána poprvé Mandelbrotem (1963) a Famou (1965). Shlukování výrazných a drobných pohybů ceny v čase bylo prvním významným krokem v novém přístupu k volatilitě. Takové chování ceny aktiva totiž nasvědčuje tomu, že dnešní změna ceny nese určitou informaci pro následující změny, a lze tak usuzovat, že dnešní změna ceny ovlivní cenu aktiva v několika následujících obdobích (Engle a Patton 2007).

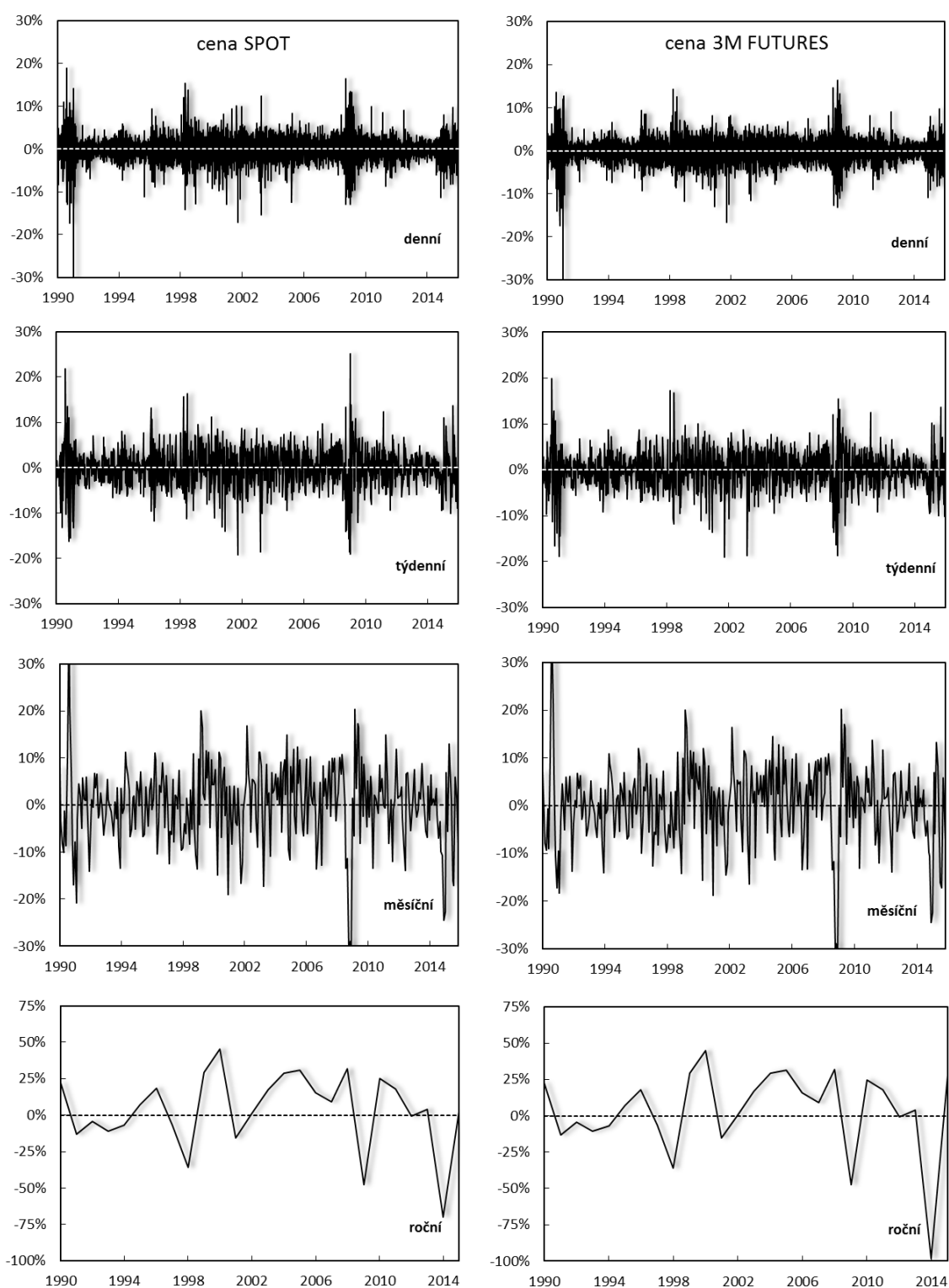
Shlukování velkých a malých změn lze pozorovat např. na grafu č. 29 na průběhu časové řady logaritmovaných výnosů<sup>59</sup> ceny ropy na spotovém a termínovém trhu v období 1990 – 2015M6. Časová řada na začátku 90. let vykazuje značnou volatilitu v souvislosti s geopolitickým konfliktem Iráku a Kuvajtu. Zvýšenou volatilitu pak lze pozorovat na přelomu století v souvislosti s krizí v JV Asii, omezením produkce ropy zemí OPEC a eskalací geopolitických konfliktů v roce 2001. Dalším obdobím s výrazným růstem míry proměnlivosti ceny je druhá polovina roku 2008 a první polovina roku 2009, kdy trhy po celém světě pocítují dopady finanční krize. V letech 2014 a 2015 pak pozorujeme zvýšenou volatilitu v souvislosti s převisem nabídky nad poptávkou a politikou seskupení OPEC.

V panelech níže jsou zobrazena data s odlišnou frekvencí. Data s frekvencí dne a týdne vykazují velmi podobný vzorec vývoje výnosů a lze zde jednoduše identifikovat momenty se zvýšenou proměnlivostí cen. Data s nižší (delší) frekvencí podávají podstatně odlišný obraz vývoje výnosů.

---

<sup>59</sup> Diference logaritmů cen  $p_t - p_{(t-1)}$ , kde  $p_t$  je přirozený logaritmus ceny  $p$ .

**Graf 30: Výnosy spotové a termínové (3M) ropy, v %, 1990-2015M6**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a úprava.

Dalším pozorovatelným jevem je pomíjivost zvýšené úrovně volatility a její návrat na určitou obvyklou úroveň. Časové úseky s relativně vysokou mírou volatility střídají období s nižší volatilitou a naopak, po období nízké volatility přichází její nárůst. Předpokládá se však, že

existuje jakási dlouhodobá úroveň volatility, ke které se volatilita po čase vrací. Ten jev lze pozorovat především na datech s vysokou frekvencí, v našem případě jej velmi názorně zobrazují průběhy časových řad v panelech s denními a týdenními výnosy.

Velmi zajímavým jevem u finančních časových řad je také tzv. pákový efekt. Tento charakter časových řad je spojen s odlišnou mírou volatility při růstu a poklesu ceny aktiva či finančního instrumentu. Při cenovém poklesu lze velmi často pozorovat vyšší změnu ceny, tj. zvýšenou volatilitu, než je tomu v případě nárůstu ceny aktiva. Pákový efekt lze vysvětlit pomocí averzí investorů k riziku, zvýšená volatilita totiž vede k poklesu poptávky po daných aktivech.

Jevy a skutečnosti popsané výše patří k obecnému charakteru volatility, popisují však tuto volatilitu pouze ve vztahu k informacím obsaženým v historickém vývoji časové řady. Vedle těchto informací existuje celá řada faktorů, které mohou mít významný dopad na proměnlivost časové řady. Nelze očekávat, že se ceny ropy vyvíjejí nezávisle na trzích dalších aktiv a instrumentů. Příkladem exogenních faktorů jsou i jednorázové události v podobě neočekávaných výpadků produkce v důsledku geopolitických konfliktů nebo pravidelné zpravodajství o makroekonomickém vývoji či stavu zásob komodity. Schmidbauer a Rosch (2009) se zabývají např. dopadem výsledků pravidelných konferencí sdružení OPEC na cenu ropy. Kartel v jejich průběhu hodnotí vývoj na světových trzích a domlouvá se na úrovních produkce ropy. Belgacem a kol. (2014) pak zkoumají vliv pravidelných makroekonomických reportů na vývoj ropných trhů a indexu S&P500.

## 4.2 Kvantifikace volatility

Přestože existuje hned několik přístupů ke kvantifikaci míry volatility, lze je rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou modely zabývající se tzv. statistickou (historickou) volatilitou<sup>60</sup>. Tyto modely využívají historická data o cenách komodit a jsou tak označovány za tzv. *vзад hledící* modely. Druhá skupina modelů se zaměřuje na tzv. očekávanou volatilitu<sup>61</sup> a využívá k odhadům ceny obchodovaných opcí navázaných na určitou komoditu. V tomto případě pak hovoříme o tzv. *vpřed hledících* modelech.<sup>62</sup>

---

<sup>60</sup> Historical volatility

<sup>61</sup> Implied volatility

<sup>62</sup> Obecně lze konstatovat, že očekávaná volatilita má tendenci růst spolu s poklesem cen aktiva a naopak. Pokles (růst) ceny aktiva zvyšuje (snižuje) nejistotu ohledně budoucího vývoje a na termínových trzích komodit lze registrovat rostoucí (snižující) počet expozic v tzv. put opcích.

Pro potřeby této práce, tj. zhodnocení vývoje míry volatility v různých časových obdobích v minulosti, zvolíme první přístup, tedy modely k odhadu statistické volatility. Využijeme přitom časové řady spotových cen ropy WTI a BRENT a rovněž historická data termínových kontraktů 3M na ropu WTI v období mezi roky 1990 – 2015. V analýze budou využity časové řady s denními, týdenními a měsíčními a ročními daty pro ilustraci výsledků při využití odlišné frekvence dat podobně jako v případě shlukování volatility výše.

Kvantifikace míry statistické volatility spočívá v měření proměnlivosti ceny za určité období. Jedním z nejčastěji využívaných nástrojů je směrodatná odchylka (SD), která je definována jako odmocnina (výběrového) rozptylu. V našem případě je sestrojena následujícím způsobem:

$$Volatilita_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}$$

$$\bar{v} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t v_i$$

$$v_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

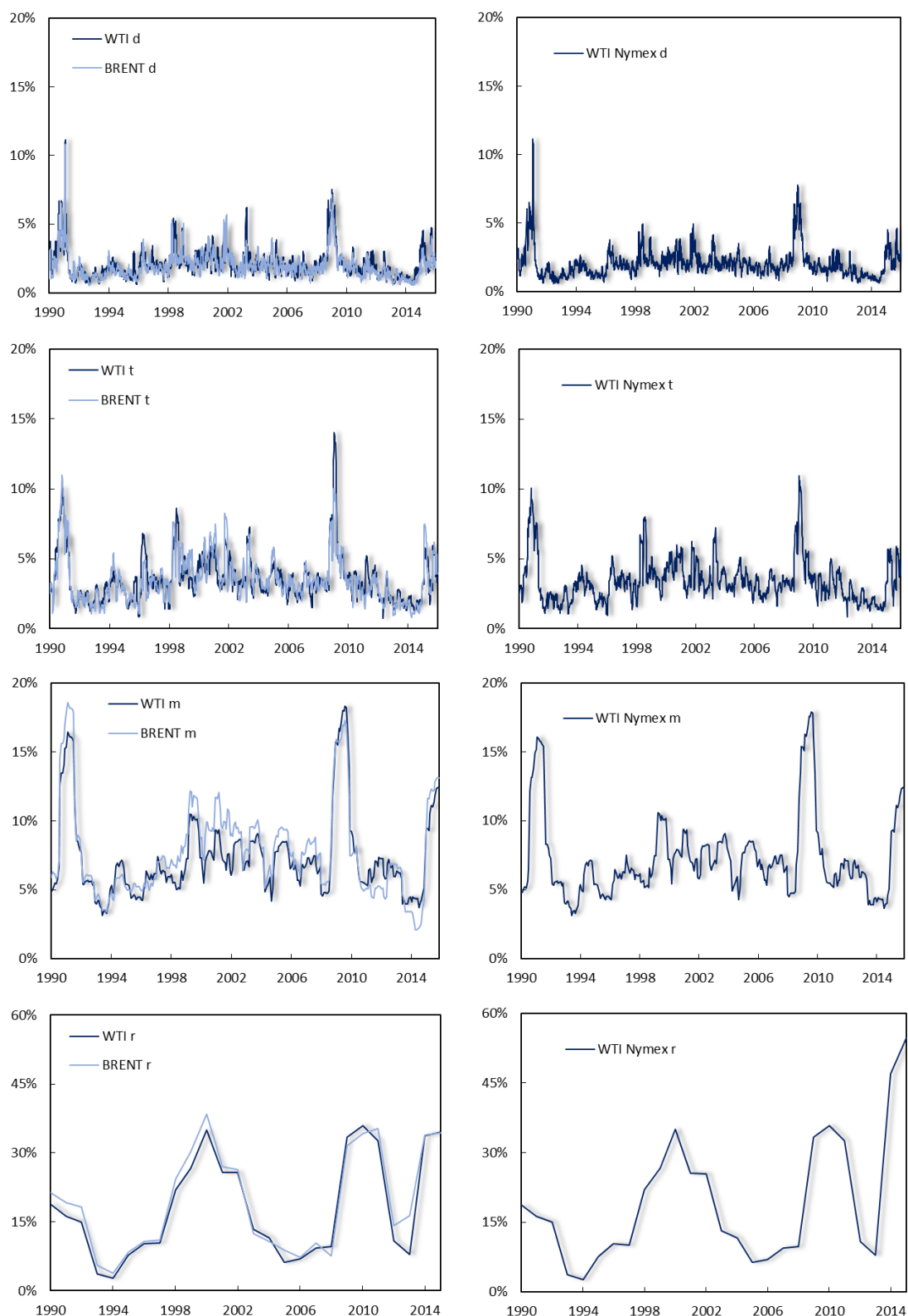
kde je nejprve spočten přirozený logaritmus změny ceny ropy, tzv. výnos<sup>63</sup>,  $v_t$  a dále aritmetický průměr hodnot výnosu za zvolené období.

Vedle frekvence dat je důležitým parametrem kalkulace zvolená délka historického období. Volba typu tzv. historického okna má rovněž zásadní implikace pro výslednou míru volatility. Zatímco metoda historického průměru využívá všechna data ve zvoleném časovém intervalu, využití klouzavých průměrů vyřazuje starší a méně relevantní datové vstupy a umožňuje dynamičtější znázornění vývoje míry volatility v čase. V našem případě bude využit klouzavý průměr při kalkulaci volatility pro všechny frekvence dat.

---

<sup>63</sup> Používá se angl. obrat *return*, tedy výnos.

**Graf 31: Míra volatility ceny ropy (SD), spotová a termínová cena, 1990-2015**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl, vlastní výpočty a úprava).

Pozn.: Volatilita na denní bázi je kalkulována prostřednictvím klouzavého průměru v intervalu 20 dní, vzhledem ke skutečnosti, že jsou k dispozici údaje o cenách pouze za obchodovací dny, lze interval 20 dnů přibližně ztotožnit s kalendářním měsícem. Při konstrukci týdenní proměnlivosti je použit klouzavý průměr v intervalu 8 týdnů, v případě měsíčních dat je to 12 měsíců, u ročních údajů se jedná o klouzavý průměr 3 let. V případě termínových kontraktů je použita cena 3M futures na ropu WTI.

Z panelů grafu č. 30 je patrné, že vývoj volatility v čase vykazuje jevy zmíněné výše v této části práce. Jde o shlukování volatility, střídání období s nízkou a vysokou mírou volatility a rovněž nepravidelný návrat k dlouhodobým průměrným hodnotám (Engle a Patton 2000).

V případě týdních a měsíčních dat si pak lze povšimnout mírně vyšší volatility ceny ropy BRENT oproti ceně ropy WTI v předkrizovém období. Tuto skutečnost lze zdůvodnit především vyšší citlivostí ropy BRENT na jednorázové faktory. Významnou roli také hraje skutečnost, že ropa BRENT není geograficky izolovaným cenovým ukazatelem. V letech 2011 – 2014 lze naopak pozorovat vyšší volatilitu u cen ropy WTI. Tento vývoj je do značné míry dán rozpojením vývoje cen obou typu ropy v důsledku rozvoje těžby břidličné ropy v USA. Celkově však lze po celé sledované období pozorovat velmi podobné hodnoty míry volatility obou typů.

Vysokých hodnot dosahuje míra volatility především v letech 1990 – 1992 a 2008 – 2009. Na denních datech lze pozorovat historické maximum v prvním z uvedených období, na datech s týdenní a měsíční frekvencí pak volatilita dosahuje maxima v období, kdy vrcholí hospodářská a finanční krize.

Grafy výše ukazují míru volatility v závislosti na zvolené frekvenci, tzn. denní, týdenní, měsíční a roční volatilitu. Co se týče anualizovaných hodnot volatility<sup>64</sup>, historická maxima pro ropy WTI a jejich úrovně shrnuje následující tabulka č. 15.

**Tabulka 15: Maxima míry volatility, anualizovaná míra volatility, 1990-2015**

| frekvence / cena | SPOT            |      | FUTURES         |      |
|------------------|-----------------|------|-----------------|------|
| den              | leden-únor 1991 | 177% | leden 1991      | 176% |
|                  | leden 2009      | 120% | leden 2009      | 124% |
| týden            | leden 2009      | 101% | leden 2009      | 79%  |
|                  | listopad 1990   | 73%  | listopad 1990   | 73%  |
| měsíc            | srpen 2009      | 63%  | srpen-září 2009 | 62%  |
|                  | únor 1991       | 57%  | únor 1991       | 56%  |
| rok              | 2010            | 36%  | 2015            | 55%  |
|                  | 2000            | 35%  | 2014            | 47%  |

Zdroj: EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Míra volatility zobrazena v grafu XXX je anualizována pomocí počtu obchodovacích dní/týdnů/měsíců v závislosti na frekvenci dat. Tabulka ukazuje 2 období s nejvyššími hodnotami míry volatility pro každou frekvenci dat a cenu ropy WTI na spotovém a termínovém trhu (3m futures).

Historická maxima jsou v případě anualizované míry volatility identifikována nejčastěji na začátku roku 1991 a poté v polovině roku 2009.

<sup>64</sup> Na trzích finančních aktiv se velmi často využívá tzv. anualizovaná hodnota volatility. Např. v případě dat s denní frekvencí je volatilita anualizována pomocí (denní hodnota volatility)  $\times \sqrt{(\text{počet obchodovacích dní})}$ . Počet obchodovacích dní, tj. 250, 252 nebo 254, je zvolen na základě úmluvy či standardu.

### 4.3 Podmíněný rozptyl (GARCH)

Empirická pozorování, jejichž výsledkem bylo zjištění, že volatilita proměnné není v čase konstantní, a že lze identifikovat určitou dlouhodobou průměrnou hodnotu, k níž se hodnoty časové řady vrací, vedla k sofistikovanějším modelům volatility známým jako GARCH modely (Bollerslev 1986). Tyto modely se liší od předchozích modelů volatility s využitím směrodatné odchylky tím, že spočívají ve formulaci vývoje podmíněného rozptylu v čase. Podmíněný rozptyl v čase  $t$  je „dán“ hodnotami proměnných modelu v čase  $t-1$ , model tak poskytuje jednokrokovou predikci rozptylu. Volatilita je v modelu popsána deterministickou funkcí předchozích výnosů a podmíněných rozptylů.

V případě, že rozptyl časové řady závisí na minulosti, lze jej označit za podmíněně heteroskedastický. Je-li možné tuto závislost popsat či vyjádřit pomocí autoregresní funkce, dostaneme model s podmíněnou autoregresivní heteroskedasticitou, tzv. model ARCH<sup>65</sup>. Odstraněním některých nedostatků těchto modelů<sup>66</sup> a jejich zobecněním pak dostáváme modely GARCH<sup>67</sup>. Bollerslav navrhl model GARCH tak, aby v rovnici pro podmíněný rozptyl kromě minulých hodnot residuí  $\epsilon_t^2$  figurovaly i zpožděné hodnoty tohoto rozptylu. V dnešní době lze modely GARCH označit za nejpoužívanější a jedny z nejúčinnějších nástrojů k modelování volatility finančních časových řad.

Pro odhad volatility časové řady denních výnosů<sup>68</sup> spotových cen ropy WTI  $v_t$  byla v našem případě použita nejjednodušší verze modelu, a to model se specifikací GARCH(1,1). Použitý model lze zapsat následovně:

$$v_t = \mu + \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim N(0, \sqrt{h_t})$$

$$\epsilon_t = e_t \sqrt{h_t}$$

$$h_t = \theta + \alpha \epsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$$

kde  $v_t$  je výnosem,  $h_t$  je podmíněný rozptyl a  $\sigma_t = \sqrt{h_t}$  je podmíněná směrodatná odchylka, která je mírou volatility. ADF testy provedené na vstupních proměnných potvrdily absenci

---

<sup>65</sup> Autoregressive conditional heteroscedasticity (Engle 1982).

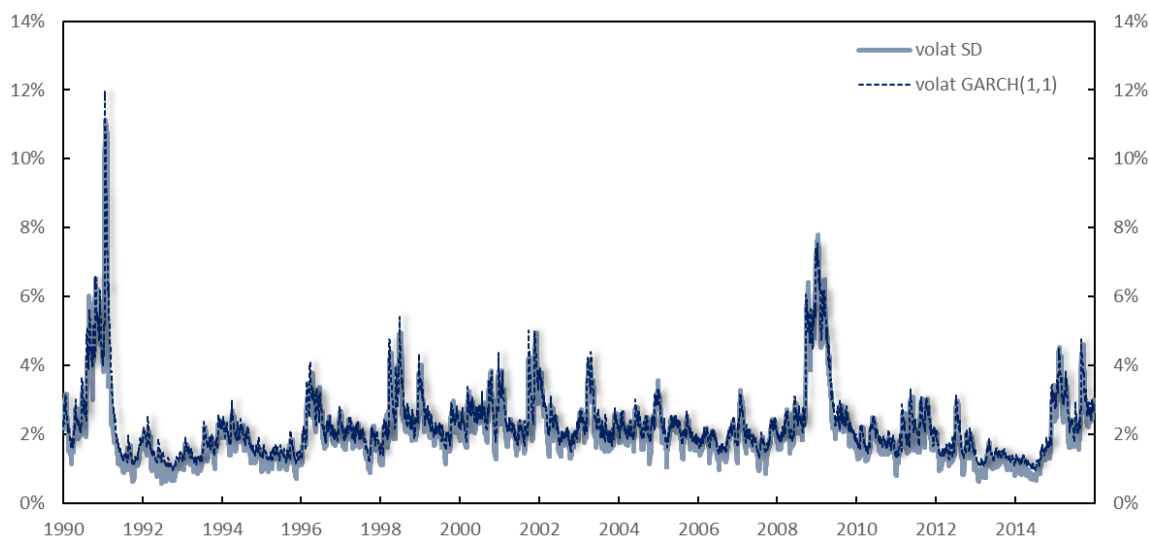
<sup>66</sup> Analýza časových řad pomocí modelu ARCH(q) často vede k nutnosti využít vysoký řád (q), tato skutečnost značně komplikuje odhad parametrů.

<sup>67</sup> Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (GARCH).

<sup>68</sup> Jedná se o diferenci logaritmovaných cen v  $t$  a  $t-1$ .

jednotkového kořene a tudíž stacionaritu časových řad. Odhad podmíněné volatility modelu GARCH(1,1) je zobrazen na grafech č. 31 a č. 32.<sup>69</sup>

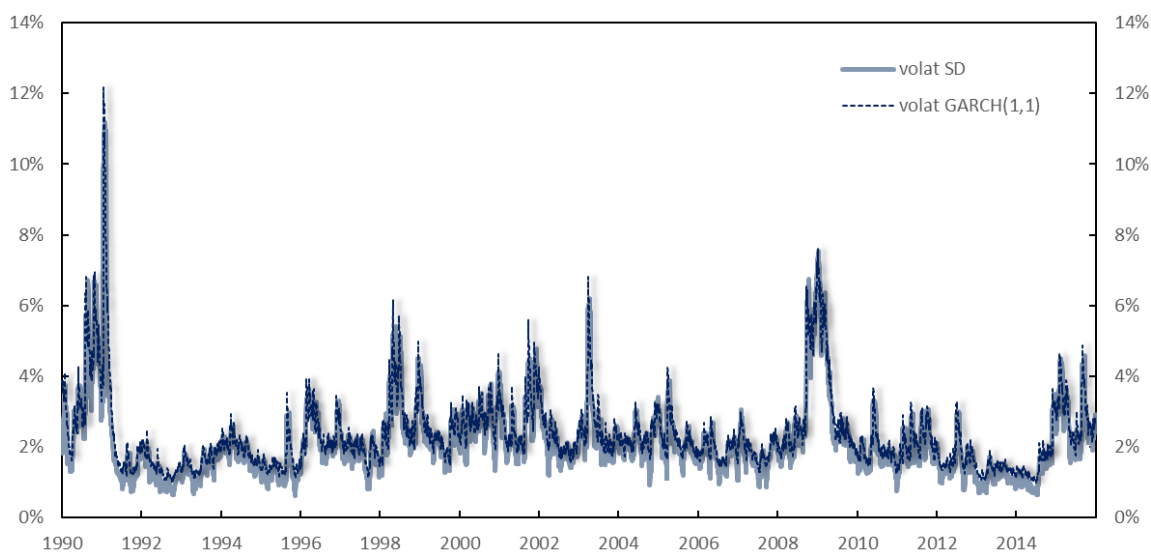
**Graf 32: Míra volatility, SD a GARCH(1,1), spotová cena ropy WTI, 1990-2015**



Zdroj: EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn. Srovnání průběhu míry volatility kvantifikované pomocí SD a modelu GARCH.

**Graf 33: Míra volatility, SD a GARCH(1,1), cena futures, 1990-2015**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Pozn. Srovnání průběhu míry volatility kvantifikované pomocí SD a modelu GARCH. Cena termínového kontraktu je cenou 3M futures (CL3).

Průběh volatility v čase dle modelu GARCH(1,1) vypovídá hned o několika podstatných skutečnostech. Odhadnutá volatility vykazuje značnou podobnost s mírou volatility kvantifikovanou pomocí směrodatné odchylky a klouzavých průměrů. Rozdíly mezi

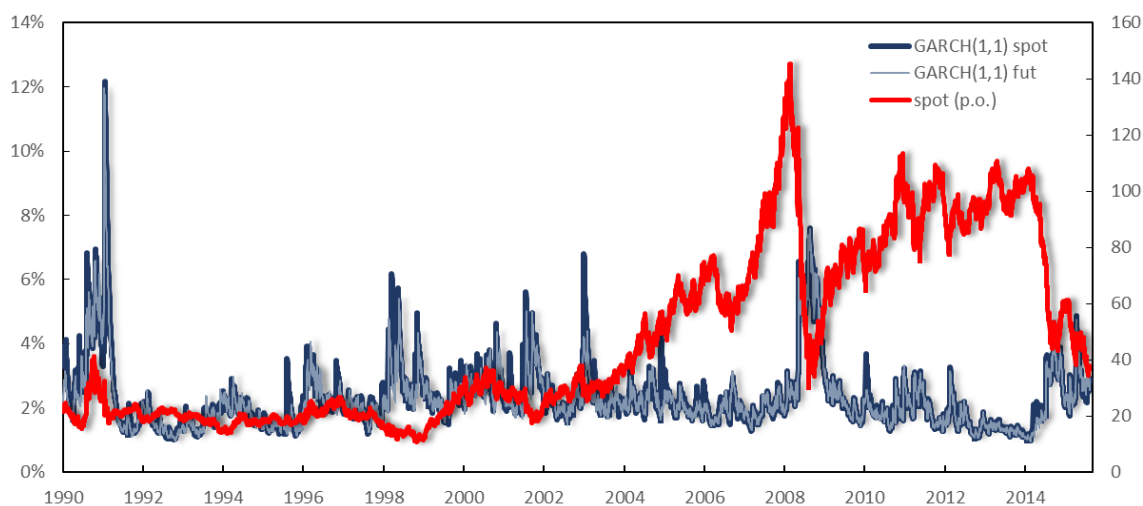
<sup>69</sup> Podrobnější výsledky testu jsou uvedeny v příloze č. 9.

průběhem časových řad volatilit jsou do značné míry dány časovým intervalem zvoleným při konstrukci klouzavých průměrů u volatility kvantifikované pomocí směrodatné odchylky. Délka časového intervalu je zde určitým parametrem vyhlazení časové řady volatility. Při volbě delšího než námi zvoleného 20ti denního okna by míra volatility kvantifikované pomocí směrodatné odchylky dosahovala v grafech č. 31 a č. 32 nižších hodnot a rozdíl k volatilitě získané z modelu GARCH(1,1) by se tak zvětšil.

Lze dále konstatovat, že jak kvantifikace volatility směrodatné odchylky, tak výstupy modelů GARCH(1,1), potvrdily, že je možné identifikovat určitou dlouhodobou úroveň volatility, ke které se časový průběh řady po výkyvech vrací. Z grafů výše je patrné, že tato míra volatility se pohybuje někde kolem hodnoty 2,5 %. Lze pozorovat i výše diskutovaný jev tzv. shlukování volatility, kdy drobné změny ceny následují další menší výkyvy a naopak výrazné změny jsou následovány dalšími výraznými změnami.

Na grafu č. 33, který znázorňuje průběh časové řady spotových cen ropy WTI a výstupy GARCH(1,1) modelů, je velmi zřetelně dokumentován pákový efekt zmíněný výše. Období poklesu spotové ceny ropy jsou velmi často charakterizována výrazným nárůstem míry volatility. Působení pákového efektu lze identifikovat v období začátku a také konce 90. let, dále pak v letech 2008 – 2009 a také v letech 2014 a 2015.

**Graf 34: Míra volatility dle GARCH(1,1) a cena spot WTI, 1990-2015**



Zdroj: EIA, vlastní výpočty a úprava.

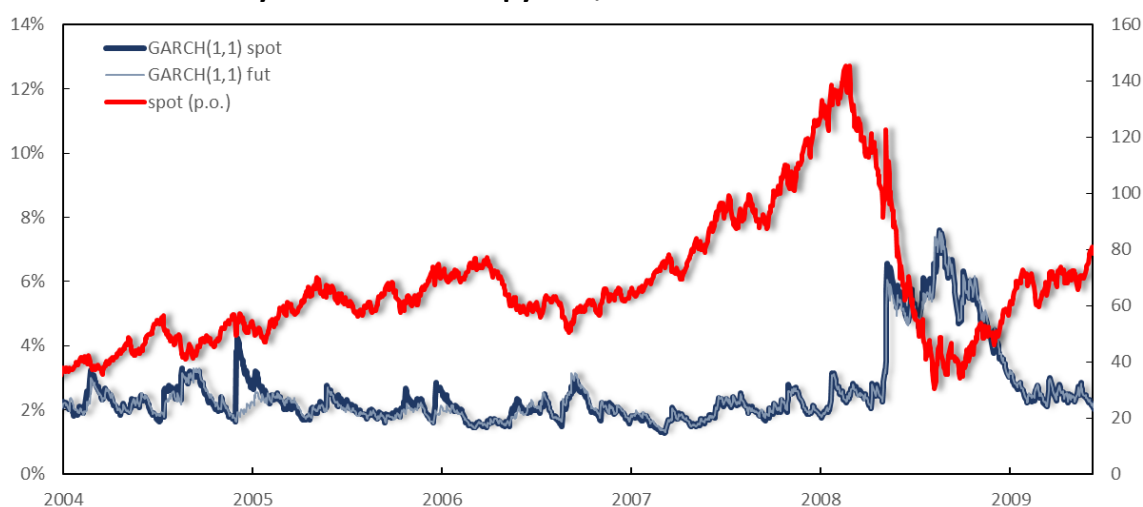
Pozn.: Výstupy modelů GARCH(1,1) pro cenu spot a cenu 3M futures jsou časově sladěny odstraněním obchodovacích dní, pro které nejsou data jedné z řad ceny k dispozici. Cena ropy v USD (pravá osa).

Pozoruhodným výsledkem analýzy je skutečnost, že výrazný nárůst ceny ropy v období 2003 – 2008 je doprovázen historicky nízkou mírou volatility. Domněnka, že nárůst ceny ropy v předkrizovém období je doprovázen rostoucí mírou volatility na trzích, tedy nelze potvrdit.

Naopak, toto období je charakterizováno stabilní mírou volatility na úrovni kolem 2 %. Podobný vývoj lze pak pozorovat i v postkrizovém období v letech 2009 – 2011, kdy je strmý nárůst spotové ceny ropy opět doprovázen historicky nízkou mírou volatility.

S ohledem na frekvenci dat časových řad cen ropy analýzu doplňujeme podrobnějším pohledem na předkrizové období, které graf č. 33 výše neumnožuje. Lze tak lépe sledovat předkrizovou trajektorii míry volatility, její vyvrcholení spojené s prudkým poklesem cen ropy a občasné mezery mezi volatilitou cen termínových kontraktů a cen na fyzickém trhu (viz graf č. 34).

**Graf 35: Míra volatility GARCH a cena ropy WTI, 2004-2009M6**



Zdroj: EIA, vlastní výpočty a úprava.

Pozn.: Výstupy modelů GARCH(1,1) pro cenu spot a cenu 3M futures jsou časově sladěny odstraněním obchodovacích dní, pro které nejsou data jedné z řad ceny k dispozici.

Na výstupech modelů GARCH(1,1) je rovněž možné prezentovat další významný úkaz, a to že zvýšená míra volatility v letech 2008 - 2009 byla pouze dočasným jevem. Výstupy modelů GARCH(1,1) jsou v tomto ohledu konzistentní s průběhem volatility kvantifikované pomocí směrodatné odchylky v grafech výše. Míra volatility se mimo maxima zmíněná v tabulce č. 15 pohybuje v souladu a na úrovni dlouhodobého historického průměru.

#### 4.4 Pravé rozpětí a indikátor ATR

V předchozí části jsme se zabývali kvantifikací volatility na základě mezi-denních změn ceny ropy na fyzickém a termínovém trhu. Dalším nástrojem, který je velmi často používán pro analýzu proměnlivosti finančních proměnných v čase, je tzv. indikátor ATR (Average True Range) popsáný J. W. Wilderem (1978).

S pomocí indikátoru ATR lze provést technickou analýzu vývoje volatility proměnné. Využívají se přitom intra-denní (týdenní, měsíční) data, nabízí se tak srovnání a doplnění analýzy provedené na inter-denních (týdenních, měsíčních) vstupech výše. Primárně se pro účely kalkulace indikátoru ATR zaměříme na data s denní frekvencí.

Mezi-denní vývoj cen<sup>70</sup> abstrahuje od jeho intra-denní dynamiky, tj. změny ceny finančního instrumentu v rámci jednoho obchodovacího dne. Denní data poskytují informace o intra-denním vývoji pomocí několik cenových ukazatelů, které se zpravidla se zobrazují pomocí tzv. svíčkových grafů. Nejčastějšími ukazateli bývají ceny *open* (otevírací cena obchodovacího dne), *settle/close* (uzavírací cena, poslední obchod v rámci dne), *high* (cenové maximum v rámci obchodovacího dne) a *low* (cenové minimum v rámci obchodovacího dne).

Základní rozpětí (range) je primárně definováno jako rozdíl cenových ukazatelů *high* a *low*, udává tak cenové rozpětí mezi nejvyšší a nejnižší cenou instrumentu v rámci jednoho obchodovacího dne. Toto základní rozpětí nabízí další pohled na míru proměnlivosti ceny instrumentu. Vysoké hodnoty tohoto indikátoru mohou být považovány za náznak volatility na trhu a často také zvýšené obchodní aktivity s daným instrumentem.<sup>71</sup>

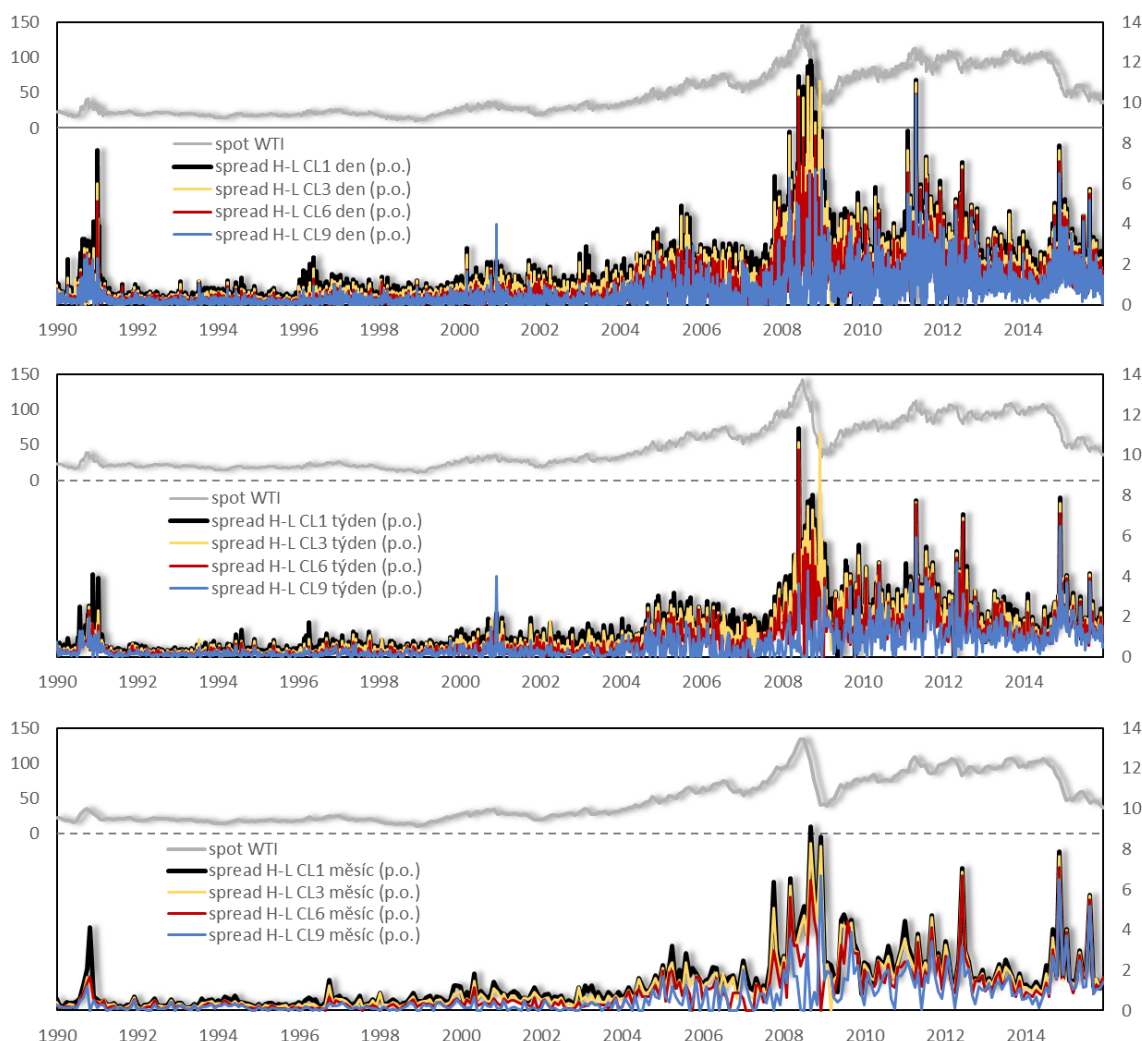
Panely grafu č. 35 zobrazují vývoj volatility kvantifikované pomocí rozpětí  $high_t - low_t$  na denních, týdenních a měsíčních datech termínových kontraktů futures se splatností jednoho, tří, šesti a devíti měsíců. V důsledku mnohem vyššího množství obchodovaných kontraktů s kratší splatností a s tím související vyšší likvidity jejich trhu, lze u těchto kontraktů pozorovat výrazně vyšší míru volatility než v případě kontraktů s delší splatností.

---

<sup>70</sup> Mezi-denní vývoj cen je měřený na základě srovnání totožných cenových ukazatelů mezi dnem  $t$  a  $t+1$ .

<sup>71</sup> Wilders vyvinul tento indikátor s ohledem na specifika trhů s termínovými kontrakty, kterými jsou v případě mnoha komoditních instrumentů tzv. obchodovací pásma. Rozdílem mezi komoditami a např. akciemi je takový, že významné burzy termínových kontraktů se v případě komodit snaží zabránit extrémním výkyvům cen v rámci jednotlivých obchodních dní aplikací obchodovacích pásem.

**Graf 36: Intra-denní volatilita pomocí rozpětí  $high_t - low_t$ , v USD/barel, 1990-2015**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl).

Pozn.: Graf ukazuje rozpětí  $high_t - low_t$  u kontraktů NYMEX WTI Futures s různou délkou splatnosti (CL1-CL9).

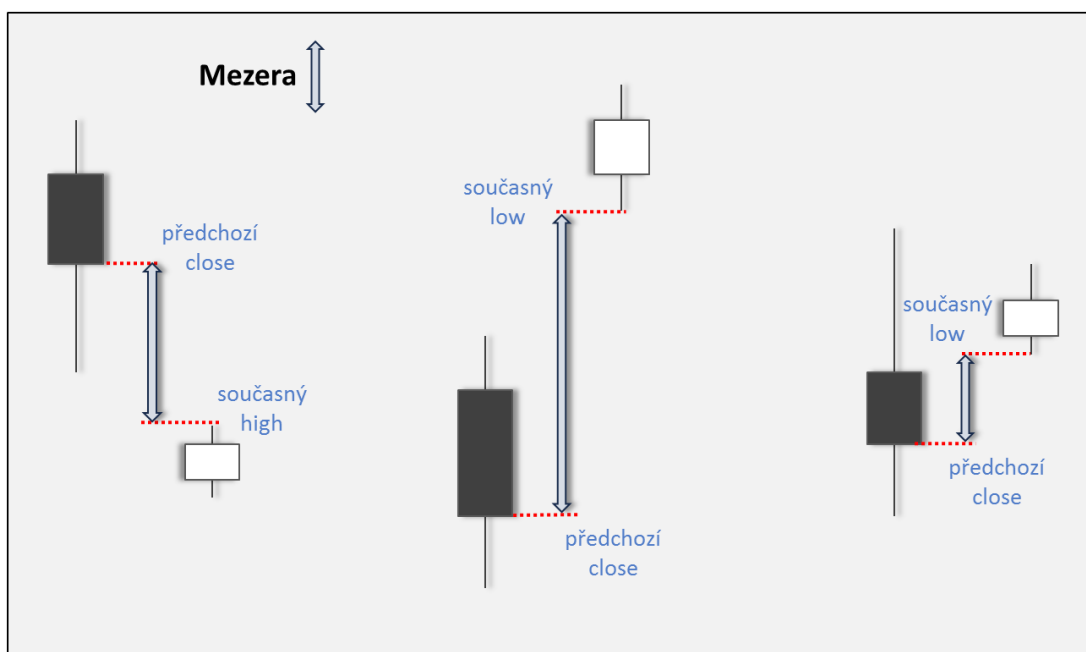
Dále si lze povšimnout, že kvantifikace volatility na základě intra-denních (týdenních, měsíčních) dat identifikuje zvýšenou míru volatility v časově velmi obdobných momentech, jako v případě využití směrodatné odchylky a modelů GARCH(1,1), tj. na přelomu let 1990 - 1991 a poté v letech 2008 a 2009. U dat s denní frekvencí pak za zmínku stojí skutečnost, že zvýšená míra volatility v období 2008 – 2009 je u kontraktů s kratší dobou splatnosti převážně časově spojena s poklesem spotové ceny ropy v druhé polovině roku 2008. Značná část časového intervalu 2000 – 2008, na kterou se v souvislosti s růstem cen ropy v práci zaměřujeme, se vyznačuje nízkou volatilitou.

Wilders se s pomocí indikátoru ATR snažil očistit kvantifikaci volatility o problémy spojené s aplikací obchodovacích pásem nebo výskytem tzv. mezer, které by v případě využití pouhého základního rozpětí *high-low* výrazně zkreslovaly informace o situaci na trhu.<sup>72</sup>

Základní rozpětí *high-low* se využije v případě, když současná hodnota cenového ukazatele *high* je vyšší než hodnota předchozího *high* a zároveň současná hodnota *low* je nižší než hodnota předchozího *low*. V této situaci se mezera neobjevuje a tzv. pravým rozpětím (True Range, TR) je tedy základní rozpětí *high-low*.

Výskyt mezer znázorňuje pomocí několika náhodně vygenerovaných svíček obrázek č. 3. Mezera se objeví, pokud je hodnota předchozího *close* vyšší než hodnota současného *high* nebo nižší než hodnota současného *low*. V prvním případě jde o mezeru, která signalizuje pohyb dolů, v druhém případě pak mezera naznačuje pohyb směrem vzhůru.

**Obrázek 3: Ilustrace obchodovacích mezer**



Pozn.: Jednotlivé cenové úrovně, ze kterých se skládají svíčky v grafu, byly vygenerovány s cílem ilustrace obchodovacích mezer a nevztahují se k reálným datům, které používáme pro kvantifikaci volatility pomocí ATR.

<sup>72</sup> Např. 70. léta 20. století jsou známa bezprecedentní výši míry inflace – mnohé termínové instrumenty dosahovaly limitních pohybů v rámci jednoho dne. Trh tak mohl otevřít (např. v období růstu cen) velmi blízko horní meze pásma, která byla rychle překročena, a další obchodování bylo zastaveno. V takové situaci vykazalo rozpětí *high-low* velmi nízkou volatilitu, přestože na trzích mohla panovat přesně opačná situace. Mezery, které se nepravidelně vyskytují na technických grafech, značí cenová rozpětí, ve kterých neproběhl žádný obchod.

Wildersův indikátor pravého rozmezí (TR) je konstruován jako nejvyšší hodnota jednoho ze tří rozmezí definovaných níže a lze zapsat následovně:

$$TR = \max[(high_t - low_t), abs(high_t - close_{t-1}), abs(low_t - close_{t-1})]$$

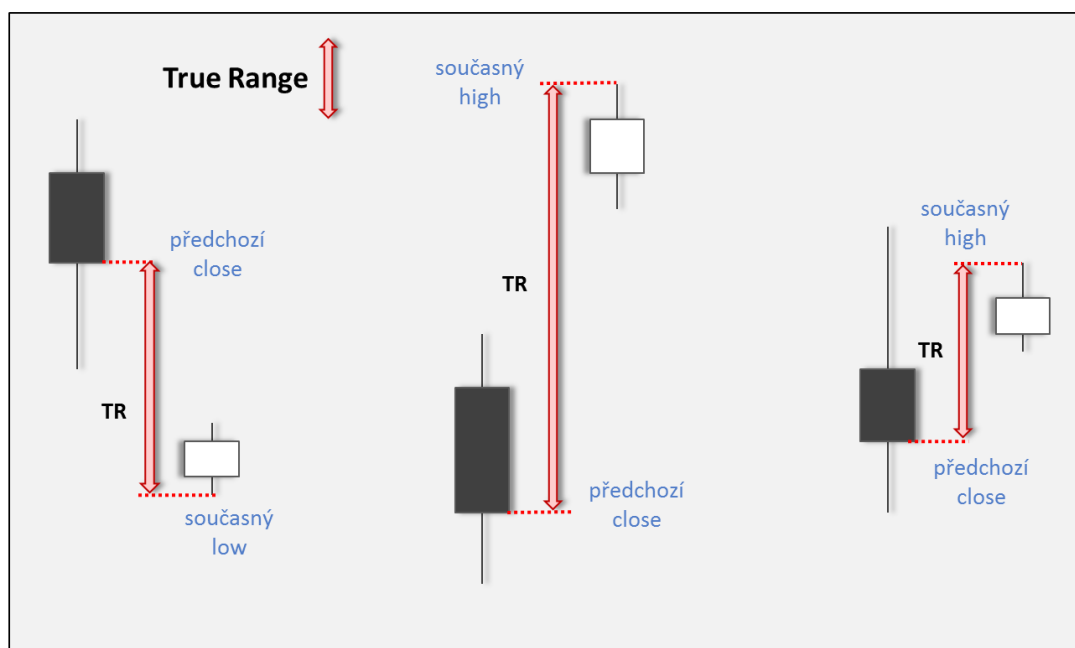
kde jednotlivá rozmezí v rovnici představují:

$high_t - low_t$  : představuje základní rozmezí mezi nejvyšší a nejnižší cenou zaznamenanou v rámci dne

$abs(high_t - close_{t-1})$  : absolutní hodnotu rozdílu mezi nejvyšší zaznamenanou cenou v rámci dne a uzavírací cenou předchozího dne

$abs(low_t - close_{t-1})$  : absolutní hodnotu rozdílu mezi nejnižší zaznamenanou cenou v rámci dne a uzavírací cenou předchozího dne

**Obrázek 4: Ilustrace TR v případě mezery mezi obchodovacími dny, náhodný interval**



Pozn.: Jednotlivé cenové úrovně, ze kterých se skládají svíčky v grafu, byly vygenerovány s cílem ilustrace obchodovacích mezer a nevztahují se k reálným datům, které používáme pro kvantifikaci volatility pomocí ATR.

První případ na obrázku č. 4 znázorňuje situaci úzkého současného rozpětí *high-low* po mezeře směrem dolů. Rozpětí TR bude měreno jako absolutní hodnota rozdílu mezi předchozím *close* a současným *low*. V druhém případě lze pozorovat úzké současné rozpětí *high-low* po obchodovací mezeře směrem nahoru. Zde bude rozpětím TR absolutní hodnota rozdílu předchozí *close* a současného *high*. Poslední příklad uvádí situaci, kde se současný *close* nachází uvnitř předchozího rozpětí *high-low*, nicméně současné rozpětí *high-low* je nižší

než absolutní hodnota rozdílu mezi předchozím *close* a současným *high*, které tak bude pravým rozpětím TR.

Pomocí rovnice výše lze pro každý obchodovací den v rámci námi zvoleného období vypočítat hodnotu TR. Z denních hodnot TR pak sestavíme indikátor ATR, který je v našem případě 14denním<sup>73</sup> váženým klouzavým průměrem hodnot TR vypočteným následovně:

$$ATR_t = \frac{TR_t * n + TR_{t-1} * (n-1) + \dots + TR_{t-n+1} * (n-n+1)}{\left(\frac{n * (n+1)}{2}\right)}$$

$$= \frac{2}{n * (n+1)} * \sum_{i=0}^{n-1} TR_{t-i} * (n-i)$$

kde  $TR_t$  je maximálním rozpětím v  $t$  a  $n$  je počet dní intervalu klouzavého průměru.

Hodnoty TR zohledňují možnou existenci mezer a poskytují přesnější měření intra-denní volatility ve srovnání s jednoduchým rozpětím  $high_t - low_t$ . Pokud se cena na trhu posune mezi obchodovacími dny výše (níže), bude namísto rozpětí  $high_t - low_t$  „pravým“ rozpětím (TR) absolutní hodnota  $high_t - settle_{t-1}$  ( $low_t - settle_{t-1}$ ).

Je na místě připomenout, že indikátor ATR měří volatilitu v absolutních číslech, nelze ho tak považovat za ukazatel směru. Při kvantifikaci volatility využívá absolutních hodnot vzdálenosti mezi cenami, nikoli změnu ceny v procentech, nevypovídá tak o tom, zdali došlo k poklesu nebo růstu.

Další implikací využití absolutních hodnot je nízká srovnatelnost naměřených volatilit mezi instrumenty s odlišnou hladinou cen. U instrumentů s nižší cenou (např. 20 USD) budeme pozorovat mnohem nižší rozpětí než u instrumentů s vyšší cenou (např. 200 USD).<sup>74</sup> Hodnoty TR budou v případě 10% nárůstu ceny obou instrumentů mnohem nižší u prvního instrumentu ( $20 \rightarrow 22$ ) ve srovnání s druhým ( $200 \rightarrow 220$ ).

ATR je ukazatelem volatility, jehož úroveň odráží i (ne)zájem subjektů o daný instrument. Silné pohyby ceny jedním či druhým směrem jsou často doprovázeny vysokým rozpětím,

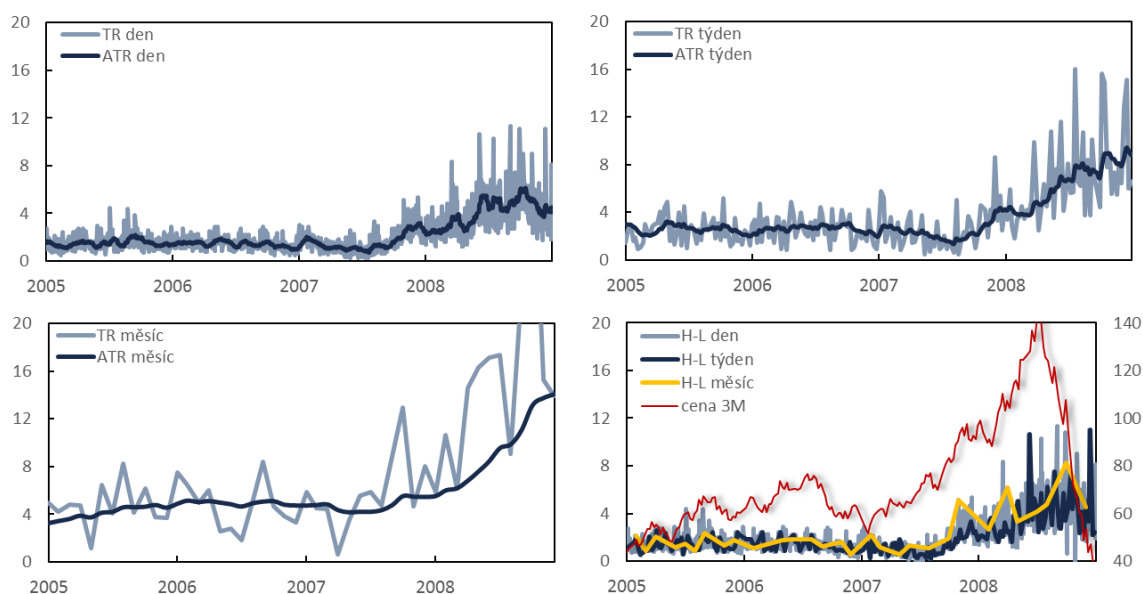
<sup>73</sup> Wilders doporučuje 14 dní jako optimální délku intervalu pro vyhlazení časové řady a konstrukci klouzavého průměru. Pro konstrukci ATR lze pak použít samozřejmě i jiné intervaly vyhlazování v závislosti na preferenci obchodníka. Delší intervaly budou vývoj trhu sledovat se zpožděním a při analýze nabídnou méně příležitostí k obchodu (opatrnější strategie), kratší intervaly naopak více kopírují trh a budou častěji identifikovat příležitost k obchodu.

<sup>74</sup> Velmi rozdílné ceny některých komodit (cena za měrnou jednotku) nebo akciových titulů (cena za 1 akcii) znemožňují vzájemné porovnání vývoje volatility pomocí toho ukazatele.

především pak v počátečních momentech těchto pohybů. Naopak nevýrazné pohyby jsou doprovázeny nízkými hodnotami rozpětí. Pomocí ATR tak lze identifikovat správné momenty vstupu nebo vystoupení. Důležité jsou přitom extrémní úrovně ATR, tedy nejnižší a nejvyšší hodnoty indikátoru. Tyto hodnoty mohou signalizovat významné body (změna trendu, začátek pohybu atd.) pro vstup nebo uzavření pozice. Zatímco nízké hodnoty indikátoru zpravidla vypovídají o klidném období na trhu v úzkém obchodovacím pásmu, vysoké hodnoty často značí velmi rušné obchodování v širokém pásmu. Dále trvající období nízké úrovně ATR může signalizovat konsolidaci před obnovením kurzového pohybu nebo před zvratem. Vysoké úrovně ATR jsou způsobeny výraznými poklesy nebo vzrůsty a pravděpodobně nebudou přetrvávat delší dobu v souladu s dočasností volatility.

Z panelů v grafu č. 36 lze vyvodit několik závěrů. Prvním je skutečnost, že průběh grafů dokládá relativně nízkou a stabilní míru volatility ceny termínových kontraktů v námi pozorovaném období 2005 – 2008, kdy byla obchodní aktivita nových subjektů na termínových trzích spojována se zvýšenou volatilitou cen kontraktů. Především nárůst cen ropy mezi 2005M1 – 2006M9, kdy se cena 3M kontraktu zvýšila ze 40 USD/barel na bezmála 80 USD/barel, tj. o 100 %, není doprovázen zvýšenými hodnotami míry volatility měřené pomocí indikátoru ATR. Opětovný nárůst cen 3M kontraktů od 2007M1 – 2008M4, kdy se cena zvýšila z 50 USD/barel na 110 USD/barel, tj. o 120 %, je doprovázen pouze mírným nárůstem míry volatility měřené podle ATR. Vyšší hodnoty ATR lze pozorovat především v druhé polovině roku 2008, kdy dochází k dramatickému poklesu cen termínových kontraktů spolu a rovněž cen na fyzickém trhu.

**Graf 37: Volatilita dle indikátoru ATR, kontrakt 3M, v USD/barel, 2005-2008**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl).

Pozn.: Panely ukazují hodnoty tzv. pravého rozpětí TR a indikátoru ATR pro ceny kontraktu 3M s různou časovou frekvencí. Kontrakt 3M je jednou z nejčastěji obchodovaných splatností. Poslední panel pak ukazuje základní rozpětí *high-low* pro možnost srovnání.

Lze si také povšimnout, že zobrazení volatility pomocí různých frekvencí cen nabízí poněkud rozdílný pohled na vývoj volatility dle indikátoru ATR. Zatímco na denních datech dosahují maxima v druhé polovině roku 2008 hodnot kolem 6 USD, lze na týdenních datech pozorovat nejvyšší hodnoty kolem 8 USD a v případě měsíčních dat dokonce hodnoty převyšující úroveň 20 USD.

Tato skutečnost vychází z principu konstrukce indikátoru ATR, který je kalkulován na základě nejvyššího z rozpětí vymezených výše v textu. Pohyby na trhu termínových kontraktů mezi jednotlivými dny bývají zpravidla mnohem nižší, než je tomu v případě cen s delší frekvencí. Znamená to, že u časových řad na týdenní a měsíční bázi dochází mnohem častěji k mezerám a pravé rozpětí TR není určeno základním rozpětím *high-low*. Tato skutečnost se samozřejmě projevuje nejvýrazněji v obdobích trvalejšího nárůstu nebo poklesu cen termínových kontraktů.

Tabulka č. 16 dokládá předchozí tvrzení. Uvádí počet pozorování u každé z frekvencí pro období 2005 – 2008, které je zobrazeno v panelech grafu č. 36. Vezmeme-li v úvahu např. data s týdenní frekvencí, lze z tabulky zjistit, že v časovém intervalu 2005 – 2008 bylo zapotřebí určit 209 pravých rozpětí TR, tj. 209 krát vybrat jedno (ze tří vymezených) rozpětí s nejvyšší hodnotou. Z těchto 209 iterací funkce bylo v 43 případech určeno jako pravé rozpětí TR základní rozpětí *high-low* a ve zbylých 166 případech funkce určila zbylá dvě

rozpětí. Jinými slovy bylo ve 21 % případů základní rozpětí *high-low* nejvyšší, zatímco v 79 % případů funkce vyhodnotila za nejvyšší rozpětí jedno ze dvou zbývajících.

**Tabulka 16: Výchozí rozpětí pro pravé rozpětí (TR), podíly v %, 2005-2008**

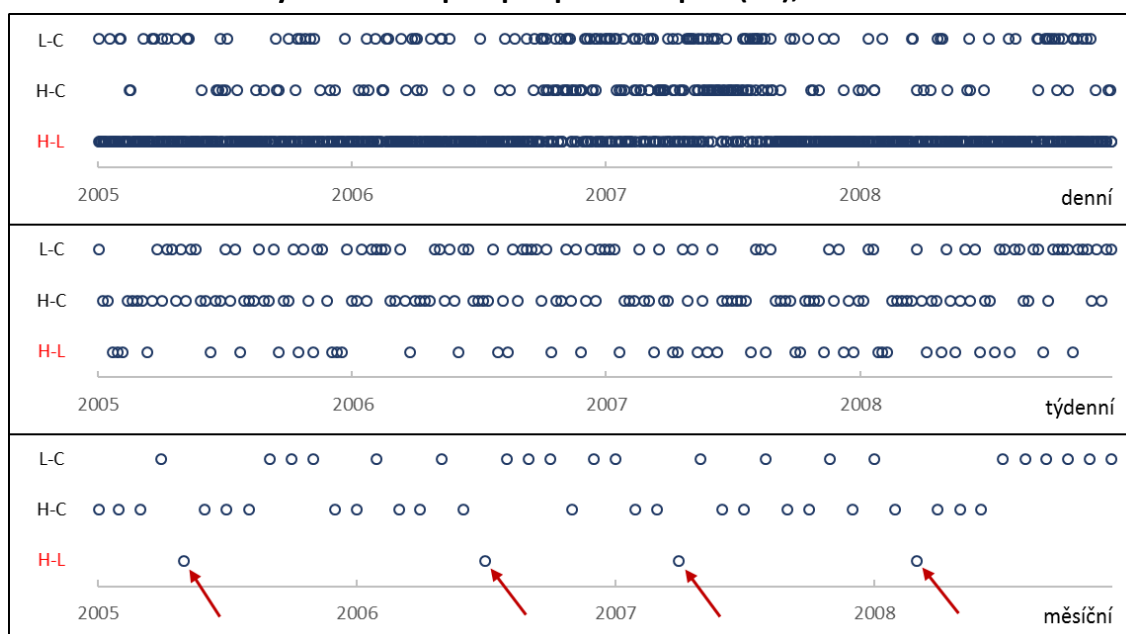
| frekvence<br>dat | počet<br>pozorování | H-L | H-C | L-C | H-L<br>% | (H-C + L-C)<br>% |
|------------------|---------------------|-----|-----|-----|----------|------------------|
| den              | 1004                | 751 | 128 | 125 | 75%      | 25%              |
| týden            | 209                 | 43  | 93  | 73  | 21%      | 79%              |
| měsíc            | 48                  | 4   | 23  | 21  | 8%       | 92%              |

Zdroj: Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty.

Pozn.: Tabulka navazuje na vymezení rozpětí v textu výše: H-L označuje základní rozpětí ( $high_t - low_t$ ), H-C značí rozpětí  $abs(high_t - close_{t-1})$  a konečně L-C značí rozpětí  $abs(low_t - close_{t-1})$ .

Pokud porovnáme poslední dva sloupce tabulky, je patrné, že se snižující se frekvencí dat lze pozorovat výrazně rostoucí podíl případů, kdy pravé rozpětí TR není určeno základním rozpětím *high-low*. U dat s denní frekvencí je TR učeno základním rozpětím *high-low* v 75 % případů, u měsíčních dat je to pouze v necelých 10 % případů. Příčinou je mnohem častější výskyt mezer v případě časových řad s delší frekvencí.

**Obrázek 5: Distribuce výchozího rozpětí pro pravé rozpětí (TR), 2005-2008**



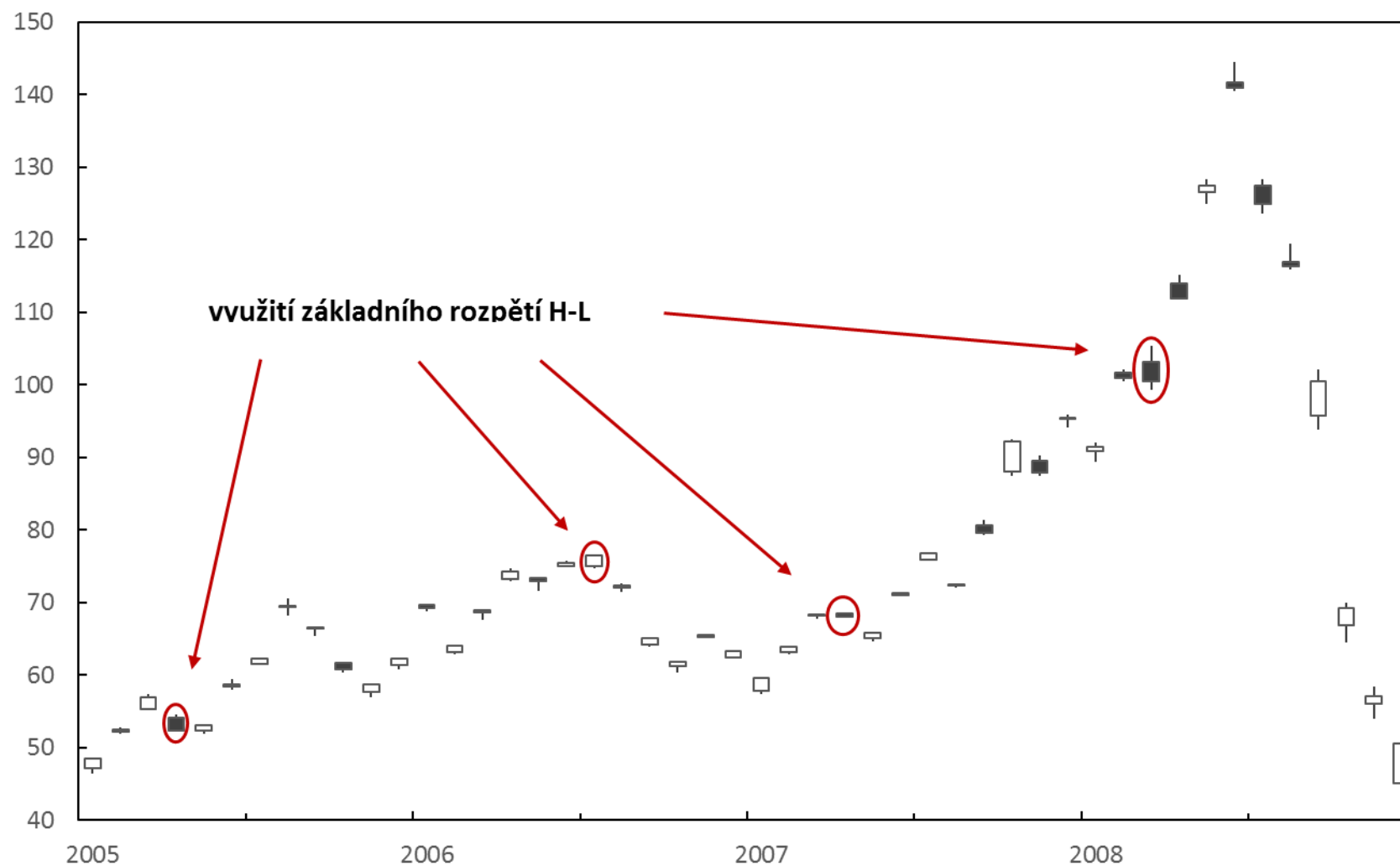
Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Tabulka navazuje na vymezení rozpětí v textu výše: H-L označuje základní rozpětí ( $high_t - low_t$ ), H-C značí rozpětí  $abs(high_t - close_{t-1})$  a konečně L-C značí rozpětí  $abs(low_t - close_{t-1})$ . Četnost výchozích rozpětí pro pravé rozpětí TR je zobrazena pomocí značek v grafu.

Distribuci výchozích rozpětí pro určení pravého rozpětí (TR) ukazuje rovněž obrázek č. 5. Jsou v něm jinou formou prezentována data v předchozí tabulce. Je zcela zřejmé, že v případě časových řad cen s delší frekvencí, tj. týden a měsíc, jsou výchozími rozpětími mnohem častěji H-C a L-C, než základní rozpětí H-L.

Poslední grafickou reprezentací je pak zobrazení měsíčních svíček pro kontrakt s tříměsíční splatností v námi sledovaném období. Používáme zde měsíční data především k ilustraci a s ohledem na možnosti jejich přehledného zobrazení, zpravidla jsou však pro analýzu mnohem vhodnější data s vyšší frekvencí. Svíčkový graf č. 37 umožňuje spárovat vybrané body posledního panelu předchozího grafu. Odpovídající body na obou grafech jsou označeny červenými šipkami.

**Graf 38: Svíčkový graf, hodnoty *open*, *close*, *high* a *low* (3M kontrakt), 2005-2008**



Zdroj: Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Graf využívá měsíční data, s ohledem na množství pozorování není denní a týdenní frekvence dat vhodná k zobrazení.

Jde o případy, kdy bylo u měsíčních dat pro vymezení pravého rozpětí (TR) využito základního rozpětí *high-low*. Jedná se tak o instance, kdy nelze pozorovat mezeru, tj. předchozí *close* není vyšší než současný *high* nebo nižší než současný *low*.

## 4.5 Shrnutí

Pomocí vybraných metod jsme v této části práce provedli kvantifikaci míry volatility cen ropy v čase. Snahou bylo najít odpověď na otázku, zdali financionalizace trhu s termínovými kontrakty vedla ke zvýšené proměnlivosti cen. Výsledky kvantifikace s využitím směrodatné odchylky a podmíněného rozptylu (GARCH) prokázaly existenci jevů, které jsou s pozorováním volatility v čase často spojovány. Výsledky analýzy rozporují tvrzení, že by v předkrizovém období docházelo v důsledku financionalizace trhu k růstu volatility na trzích. Míra volatility se mezi roky 2003 a 2008 drží na historicky nízké úrovni. **Hypotéza č. 2 o vlivu spekulací na míru volatility zůstala nepotvrzena.**

S využitím indikátoru ATR jsme provedli technickou analýzu volatility, která umožňuje zohlednit intra denní dynamiku cenového vývoje na termínových trzích. Na základě jednotlivých cenových ukazatelů *open*, *close*, *high* a *low* jsme měřili volatilitu pomocí základního rozpětí a rovněž pomocí tzv. pravého rozpětí TR, s jehož pomocí lze zohlednit existenci obchodovacích pásem a mezer. Výsledná míra volatility a její vývoj v čase potvrzují závěry předchozích metod, tj. příliv nového kapitálu na termínové trhy v předkrizovém období nevedl ke zvýšené míře volatility. Srovnání různých frekvencí data ukazuje, že pro kvantifikaci míry volatility indikátorem ATR jsou vhodná vysokofrekvenční data. S ohledem na vysokou fluktuaci cen ropy je dlouhodobé měření volatility pomocí indikátoru ATR mírně problematické, v našem případě se však nevýhody jeho konstrukce na výsledcích neprojeví.

## 5 Fundamenty trhu s ropou

V předchozích částech se práce jsme se nejprve snažili zmapovat příliv spekulativního kapitálu na termínové trhy s ropou, tj. tzv. financionalizaci trhu s ropou. Následným záměrem bylo zkoumat možné dopady zvýšené spekulativní aktivity na cenu ropy a také na míru volatility její ceny. Jelikož z dosavadních závěrů neplyne skutečnost, že by předkrizová spekulativní na trzích termínových kontraktů významně ovlivňovala cenu komodity a její volatilitu, zůstávají příčiny bezprecedentního nárůstu ceny komodity nezodpovězenou otázkou.

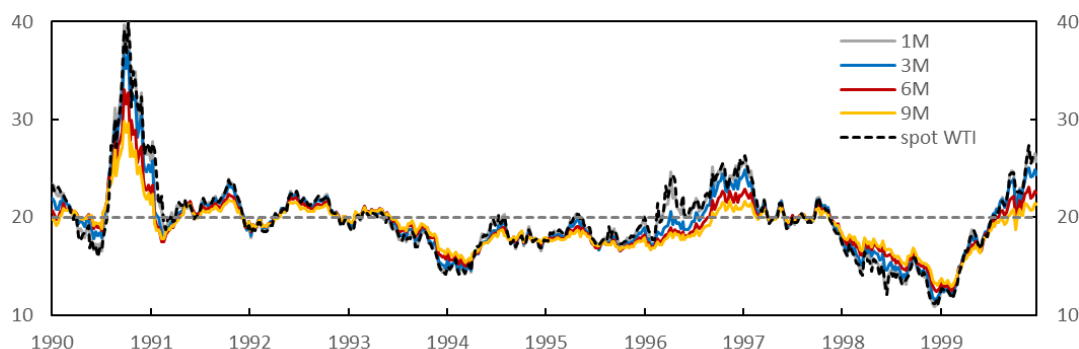
V této části práce se tedy pokusíme identifikovat hlavní příčiny cenového vývoje ropy s cílem poskytnout dodatečná fakta pro tvrzení, že význam spekulativní aktivity byl v předkrizovém období pro tvorbu cen spíše marginální. Tuto část práce tak formuje snaha ověřit **hypotézu č. 3**: *Za cenovým vývojem ropy ve sledovaném období lze spatřovat především interakci tržní nabídky a poptávky*, přičemž opouštíme problematiku spekulací a pozornost obracíme k fundamentům trhu s ropou.

### 5.1 Fundamenty trhu s ropou

Nejprve se zaměříme na základní fundamenty trhu s ropou, tj. poptávku a nabídku, a popíšeme jejich vzájemný vztah. Fundamenty sehrály v případě předkrizového nárůstu ceny zcela zásadní roli, s jejich pomocí tak budeme schopni osvětlit cenový vývoj na fyzickém trhu a rovněž na trhu s termínovými kontrakty (EIA, Monthly reports). Obecně lze konstatovat, že předkrizová situace na trhu byla důsledkem vývoje fundamentů v 90. letech, snahou tak bude nalézt mezi těmito dekádami důležité souvislosti.

Stručně lze situaci načrtnout následovně: v poslední dekádě minulého století docházelo pouze k mírné fluktuaci spotové ceny ropy. Termínový trh zpravidla reagoval „ukotvením“ kontraktů v úzkém pásmu kolem hodnoty 20 USD/barel, což bylo v souladu s očekáváním, že se ceny na fyzickém trhu k této ceně velmi brzo vrátí. Tato očekávání lze v grafu č. 38 nejlépe pozorovat na kontraktu s nejdelší splatností, tj. 9M.

**Graf 39: Cena 1M, 3M, 6M, 9M a spot, v USD/barel, 1990-1999**



Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a zobrazení

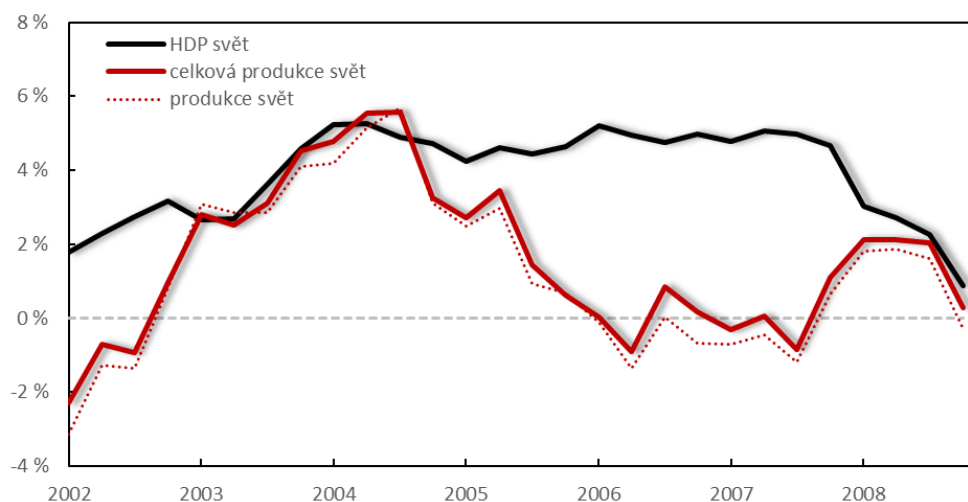
Pozn.: Graf zobrazuje data s týdenní frekvencí.

Odeznění finanční krize v jihovýchodní Asii a oživení poptávky po ropě na konci poslední dekády minulého století přinesly výrazný propad zásob ropy v roce 2000, cena ropy na fyzickém trhu se po dlouhé době vyšplhala na úroveň 30 USD/barel. Stabilita na trhu byla relativně rychle obnovena, nicméně k dalšímu výraznému poklesu stavu zásob dochází v roce 2003 a rychle rostoucí poptávka po ropě, která přichází ze strany rozvíjejících se ekonomik především v Asii, má za následek výraznou redukci přebytku produkčních kapacit. V následujících letech si pak nárůst světové spotřeby zachovává velmi slušnou dynamiku, produkce ropy v zemích mimo organizaci OPEC však zpomaluje a růst produkce zemí OPECu roste jen velmi mírně. Není tak dostatečně pokryta mezera mezi nárůstem světové spotřeby a produkce a na trzích lze pociťovat obavy s budoucího vývoje nabídky ropy (EIA International Statistics, BP Statistical Review, WTRG Economics).

### 5.1.1 Poptávka po ropě

Při analýze vývoje poptávky po ropě v předkrizovém období je nutné se zaměřit na vývoj hospodářské aktivity v globální ekonomice jako celku a především pak v rozvíjejících se ekonomikách. Na grafu č. 39 lze pozorovat vývoj světového reálného HDP. Je patrné, že od roku 2004 si růst světového HDP udržoval velmi slušnou dynamiku kolem 5 % a vykazoval tak nejvyšší úrovně za poslední dvě předchozí dekády.

**Graf 40: Světové HDP a produkce ropy, růsty v %, 2002-2008**



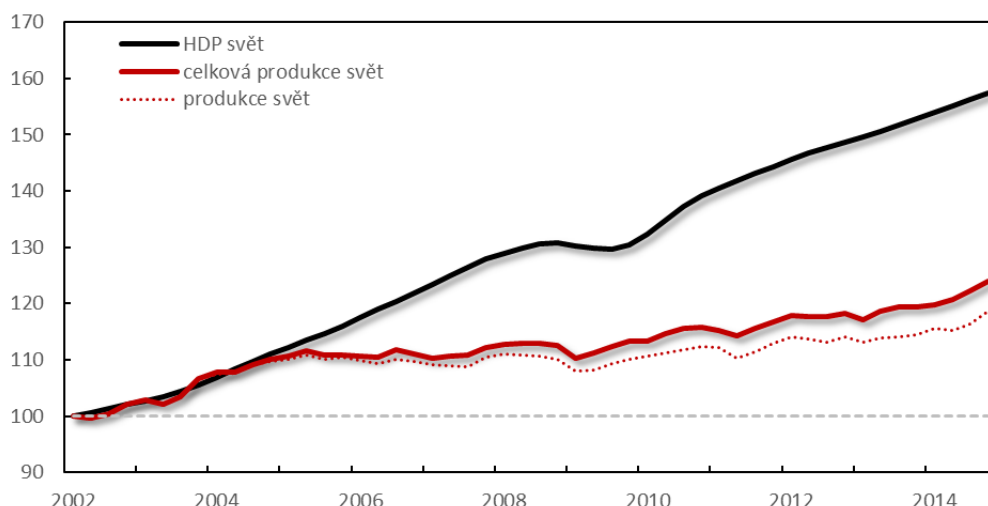
Zdroj: EIA international Statistics, IMF International Financial Statistics (IFS), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Světové HDP ve stálých cenách, 2010=100, meziroční čtvrtletní růst. Celková produkce ropy svět (total oil production), meziroční čtvrtletní růst. Produkce ropy (crude oil including lease condensate), meziroční čtvrtletní růst.

Pokud se však podíváme na stranu nabídky ropy, které se budeme podrobněji věnovat níže, je patrné, že produkce komodity po roce 2004 spíše stagnovala. Graf č. 39 na čtvrtletních datech ukazuje rovněž vývoj celkové světové produkce ropy, jednotlivá čtvrtletí jsou opět srovnávána s odpovídajícím obdobím předchozího roku s cílem abstrahovat od sezonních vlivů. V několika případech lze v letech 2006 – 2007 pozorovat dokonce meziroční poklesy produkce.

Rozpojení trajektorií lze sledovat pomocí indexů na grafu č. 40. Stejně jako v předchozím případě můžeme zpočátku identifikovat velmi podobný vývoj obou proměnných, počátkem roku 2005 je však patrné pokračování dynamiky růstu světového HDP, zatímco celková světová produkce ropy od tohoto okamžiku stagnuje až do roku 2010. Pozvolné oživení tempa růstu v následném období lze přičítat opětovnému nárůstu cen komodity a oživení globální ekonomiky, zejména pak na straně rozvíjejících se zemí.

**Graf 41: Světové HDP a produkce ropy, 2002-2014. 2002Q1=100**

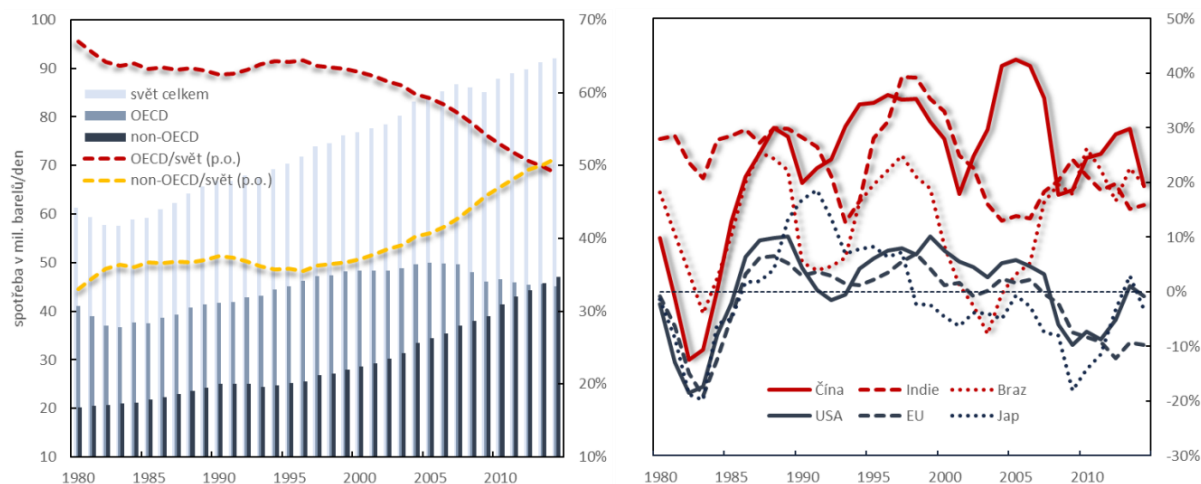


Zdroj: EIA International Statistics, IMF International Financial Statistics (IFS), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Světové HDP ve stálých cenách. Celková produkce ropy svět (total oil production). Produkce ropy (crude oil including lease condensate). Graf zobrazuje indexy 2002Q1=100.

Rostoucí poptávku ze strany rozvíjejících se zemí dokumentují panely grafu č. 41. První panel ukazuje celkovou světovou spotřebu ropy v milionech barelů za den v období 1980 – 2014 a její rozdělení mezi země OECD a státy stojící mimo tuto organizaci. Panel rovněž zobrazuje měnící se podíl spotřeby ropy těchto dvou skupin na celkové světové spotřebě komodity. Je patrné, že od poloviny 90. let dochází u skupiny zemí mimo OECD k výraznému nárůstu úrovně spotřeby ropy a rovněž k růstu podílu na celkové světové spotřebě. K akceleraci těchto trendů dochází právě po roce 2000. Naopak u zemí OECD lze pozorovat po roce 2000 faktickou stagnaci úrovně spotřeby a klesající podíl na celkové světové spotřebě komodity. V roce 2013 se křivky podílů protínají, země OECD spotřebovávají méně než polovinu celkového dostupného množství komodity.

**Graf 42: Poptávka po ropě a její rozdělení, 1980-2014**



Zdroj: BP Statistical review 2015, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Pravý panel zobrazuje růst spotřeby v % vždy za posledních 5 let (např. rok 2005/rok 2001).

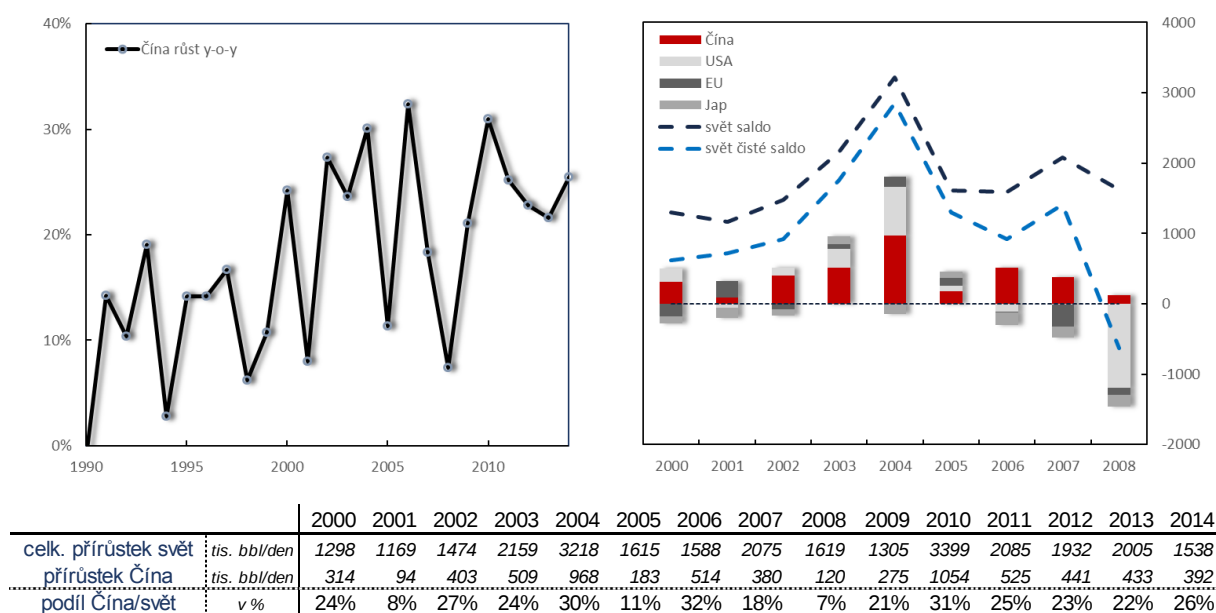
Na pravém panelu jsou zobrazeny růsty spotřeby jako difference spotřeby uvedených zemí v intervalu 5 let ( $t - (t-5)$ ). Zatímco u první skupiny zemí (Čína, Indie, Brazílie) lze pozorovat vysoká tempa růstu spotřeby v celém zobrazovaném období (především pak u Číny<sup>75</sup> a Indie), u druhé skupiny zemí jsou tempa mnohem nižší, v případě Japonska pak od roku 1999 záporná. Z obou panelů je patrný růst spotřeby komodity zhruba do roku 2007. Krize přináší pokles spotřeby v případě zemí OECD především v souvislosti s dočasným utlumením hospodářské aktivity, u zemí mimo OECD pokračuje strmý růst úrovně spotřeby dále.

Podíváme-li se blíže na čínskou ekonomiku, zjistíme, že stojí za velkou částí meziročního nárůstu celkové světové spotřeby ropy. Levý panel a tabulka v grafu č. 42 uvádí podíl Číny na meziročním světovém přírůstku spotřeby ropy, přičemž celkový světový meziroční přírůstek je v každém roce součtem (pouze) kladných přírůstků u všech dostupných zemí<sup>76</sup> – nejedná se tedy o čisté saldo. Lze tak nárůst světové spotřeby očistit o meziroční poklesy v případě některých let a zemí, které by interpretaci podílu Číny zásadně zkreslovaly.

<sup>75</sup> V období let 2002 – 2006 dosahoval průměrný meziroční růst spotřeby ropy v Číně zhruba 9 %, spotřebované množství tak narostlo více než o polovinu, přesněji o 53 %.

<sup>76</sup> Dostupná data pro tyto země (anglické názvy): US, Canada, Mexico, Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Ecuador, Peru, Trinidad & Tobago, Venezuela, Other S. & Cent. America, Austria, Azerbaijan, Belarus, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Republic of Ireland, Italy, Kazakhstan, Lithuania, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russian Federation, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, Turkmenistan, Ukraine, United Kingdom, Uzbekistan, Other Europe & Eurasia, Iran, Israel, Kuwait, Qatar, Saudi Arabia, United Arab Emirates, Other Middle East, Algeria, Egypt, South Africa, Other Africa, Australia, Bangladesh, China, China Hong Kong SAR, India, Indonesia, Japan, Malaysia, New Zealand, Pakistan, Philippines, Singapore, South Korea, Taiwan, Thailand, Vietnam, Other Asia Pacific.

**Graf 43: Podíl Číny na celkovém přírůstku spotřeby ropy, 1990-2014**



Zdroj: BP Statistical review 2015, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Levý panel – podíl Číny na meziročním světovém přírůstku spotřeby ropy. Pravý panel – meziroční přírůstek v tis. barelů/den, vybrané země, a celkový meziroční světový (čistý) přírůstek.

Pravý panel zobrazuje meziroční přírůstky spotřeby v tis. barelech/den ve vybraných zemích či seskupení. Přerušované křivky pak zastupují celkový světový přírůstek a celkový světový čistý přírůstek po započítání poklesů spotřeby u některých zemí. Na panelu a tabulce lze sledovat vysoký podíl Číny na celkovém přírůstu světové spotřeby v předkrizovém období.

Cheung a Morin (2007) se zabývají rostoucí globální poptávkou a nárůstem cen komodit v letech 2000-2006. Velmi podrobně analyzují hlavní příčiny rostoucí poptávky ze strany ekonomik regionu jihovýchodní Asie a docházejí k závěru, že jde především o silný ekonomický výkon Číny.<sup>77</sup> Studie ukazuje, že Čína stojí za značnou částí přírůstku poptávky nejen v případě ropy, ale také základních průmyslových kovů, jako jsou hliník, měď, nikl a zinek. V případě mědi, niklu a zinku podíly Číny na růstu světové poptávky dosahují v období 2002-2006 úrovně 62 %, resp. 63 % a 88 %. Podobný závěr nalezneme i u Smitha (2009), který za výrazným nárůstem poptávky po ropě a její ceny v předkrizovém období spatřuje rychlý ekonomický rozvoj v rozvíjejících se ekonomikách.

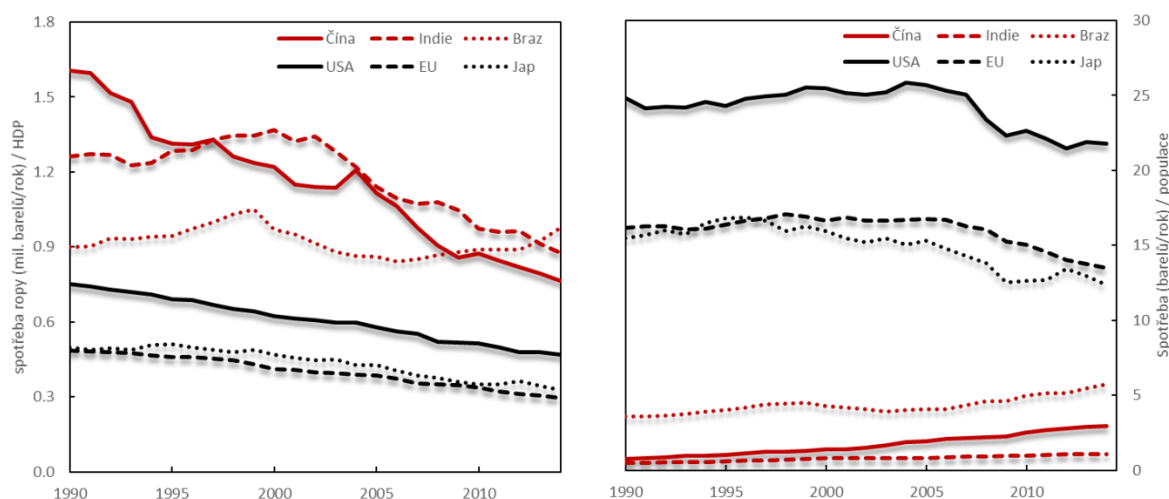
Význam Číny pro formování poptávky po komoditách po roce 2000 je do značné míry dán i důsledky Asijské finanční krize z roku 1997. Nepříznivé dopady v mnoha ekonomikách

<sup>77</sup> K rostoucímu významu role Číny v mezinárodním obchodě s komoditami přispěl i vstup země do Světové obchodní organizace v roce 2001. Čína získala snazší přístup na trhy obchodních partnerů, což přispělo k bezprecedentnímu růstu čínského hospodářství a poptávce po průmyslových komoditách.

regionu a související nejistota přesměrovaly pozornost investorů směrem do Číny. Výsledkem byla velmi silná hospodářská aktivita s prudce rostoucí poptávkou po výrobních vstupech, vzhledem ke struktuře produkce především pak po primárních komoditách včetně ropy. Čína se stala čistým dovozcem ropy již v roce 1994, na konci poslední dekády minulého století však začaly čisté importy prudce růst a během následující dekády se Čína stala 2. největším dovozcem ropy na světě (EIA, King 2005).

Z výše uvedených skutečností je patrné, že příčinou tlaku na růst poptávky v předkrizovém období byl zejména posilující výkon světového hospodářství. Značný podíl na meziročním přírůstku spotřeby komodity měli přitom rozvíjející se země, především pak Čína. Vedle vysokých růstů světového HDP k tlaku na poptávku však přispívala i odlišná kompozice růstu v rámci jednotlivých ekonomik/uskupení a jejich strukturální rozdílnost (Baláž a Londarev 2006).

**Graf 44: Energetická intenzita hospodářství a spotřeba ropy/obyv., 1990-2014**



Zdroj: BP Statistical review 2015, MMF WEO 2015, SB (World Development Indicators), vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Levý panel – spotřeba v mil. barelů ročně, HDP v běžných cenách (stálé USD r. 2005). Pravý panel – spotřeba v barelech ročně, populace (SB, Total Population).

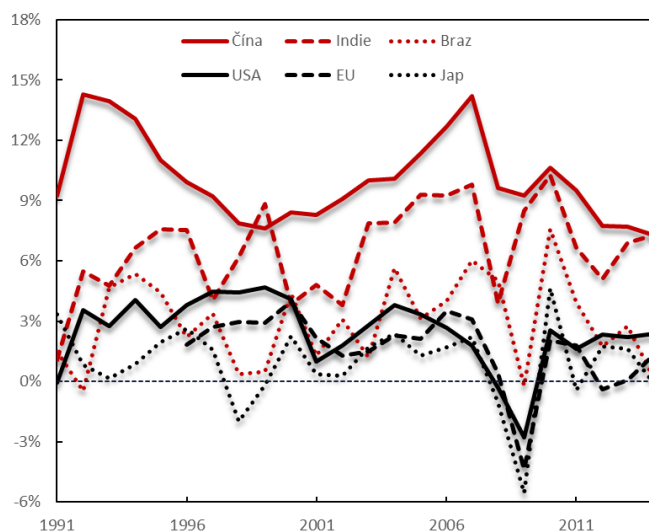
Levý panel grafu č. 43 zobrazuje energetickou náročnost jednotlivých ekonomik na základě spotřeby objemu ropy při tvorbě HDP. Rozvíjející se ekonomiky spotřebovávají výrazně vyšší množství ropy na jednotku HDP, než je tomu v případě vybraných rozvinutých zemí.<sup>78</sup> Energetická náročnost vykazuje v zobrazovaném období sestupnou tendenci, nicméně je patrné, že se po celou dobu u rozvíjejících se ekonomik pohybuje na zhruba dvojnásobné

<sup>78</sup> Dle některých odhadů potřebovaly čínské firmy o 20-40 % více energie než jejich protějšky ze zemí OECD pro stejný výstup (Rosen a Houser 2007).

úrovni proti rozvinutým zemím. Ve srovnání dynamiky HDP, šlo přitom v případě vybraných rozvíjejících se ekonomik v předkrizovém období o výrazně vyšší tempa růstu, viz graf č. 44.

Na pravém panelu grafu č. 43 je zakreslena spotřeba ropy na obyvatele. Přesto, že jde o jedny z nejrychleji rostoucích ekonomik světa, je u vybraných rozvíjejících se zemí patrné výrazně nižší množství spotřeby komodity na obyvatele. Akcelerace růstu spotřeby na obyvatele je patrná v případě Číny po roce 2002. S pokračujícím rozvojem a rostoucím výkonem těchto zemí lze v souladu s historickou zkušeností očekávat pokračování zvyšování úrovně spotřeby ropy na obyvatele i po roce 2015. Rozhodujícími faktory tohoto vývoje budou bezpochyby charakter růstového modelu, struktura hospodářství, energetický mix a využití moderních technologií.

**Graf 45: Růsty HDP a průměrná tempa růstů, 1991-2014**



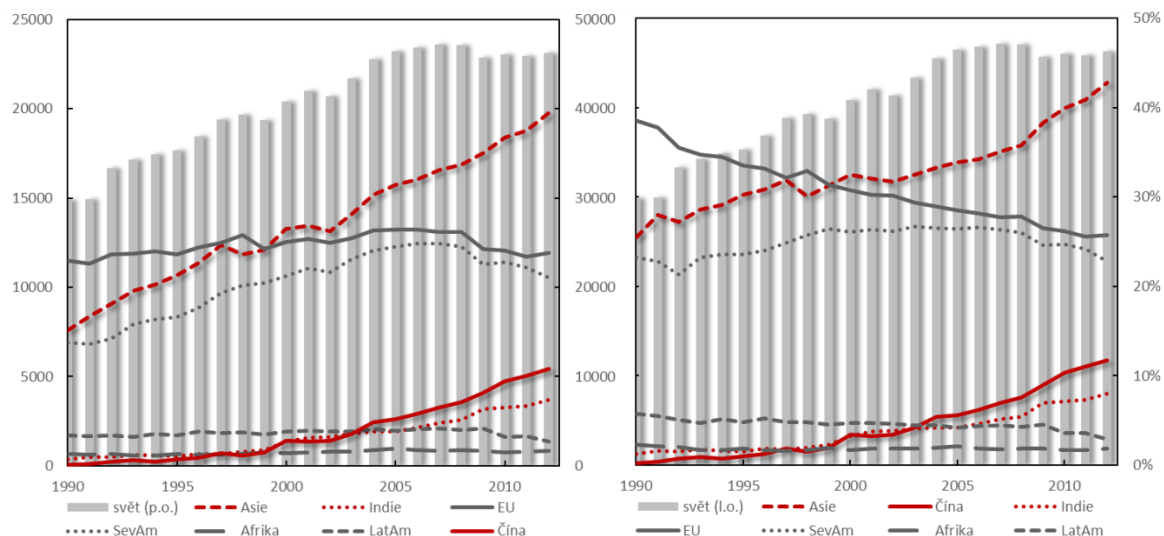
| Ø růst<br>2004-08 | HDP<br>* | HDP/obyv.<br>** | HDP/obyv.<br>PPP*** |
|-------------------|----------|-----------------|---------------------|
| Čína              | 12%      | 11%             | 11%                 |
| Indie             | 8%       | 6%              | 6%                  |
| Brazílie          | 5%       | 4%              | 4%                  |
| USA               | 2%       | 1%              | 1%                  |
| EU                | 2%       | 2%              | 2%                  |
| Japonsko          | 1%       | 1%              | 1%                  |

Zdroj: MMF WEO 2015, SB (World Development Indicators), Eurostat, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: HDP graf - \*HDP v běžných cenách (stále USD 2005), \*\*HDP/obyv. (stále USD 2005), \*\*\*HDP/obyv., PPP (stále USD 2011).

Významné postavení asijských ekonomik a především Číny na trhu s ropou lze vysledovat i z dat světových importů komodity. Na levém panelu grafu č. 45 jsou zobrazeny celkový světový import ropy a rovněž úroveň importů vybraných regionů v tis. barelech/den. Lze pozorovat strmě rostoucí křivku importů asijských ekonomik jako celku. Za tímto nárůstem stojí zejména rostoucí spotřeba v Číně a Indii. Příčinou zrychlení růstu importu po roce 2000 je vysoká dynamika hospodářského růstu, nelze však opominout ani skutečnost, že v případě dalších regionů hrají důležitou roli faktory jako uspokojení spotřeby z domácích zdrojů. U Číny a Indie je tak výrazný růst importů zapříčiněn mimo jiné skutečností, že tyto země nedisponují (významnými) domácími zdroji komodity. Je patrné, že čínský import ropy se mezi lety 2000 a 2007 téměř ztrojnásobil.

**Graf 46: Import ropy a podíly na světovém importu, v tis. bbl/den, v %, 1990-2012**



Zdroj: BP Statistical review 2015, EIA, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Levý panel – světový import ropy v tis. bbl/den. Pravý panel – světový import v tis. bbl/den (levá osa) a podíly jednotlivých regionů na světovém importu (pravá osa).

Pravý panel grafu pak ukazuje podíly jednotlivých regionů na světovém importu ropy. Zde je zajímavý pohled na dlouhodobě klesající podíl EU na celkových světových importech. Ten je do značné míry způsoben restrukturalizací ekonomik a zvýšením energetické efektivity průmyslu a dopravy. V případě USA je průběh křivky značně ovlivněn dostupností domácích zdrojů komodity a rozvojem těžby břidlicové ropy po roce 2010.<sup>79</sup>

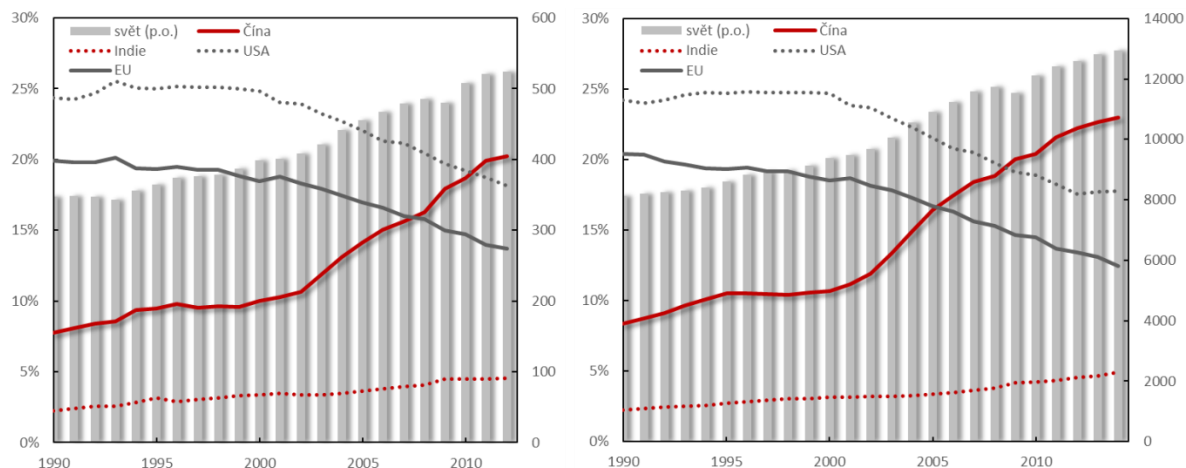
Na vývoj poptávky po ropě ze strany Číny lze nahlédnout i v kontextu celkové spotřeby primární energie. Graf č. 46 níže nabízí pohled na vývoj světové spotřeby primární energie v tzv. Btu<sup>80</sup> jednotkách a rovněž milionech tun ekvivalentu ropy. Zároveň jsou zde zobrazeny podíly vybraných zemí na celkové světové spotřebě. Panely nabízejí zajímavé srovnání vývoje jednoho indikátoru s využitím odlišných statistik a měrných jednotek.<sup>81</sup>

<sup>79</sup> V roce 2014 USA poprvé od roku 1995 importovaly méně než 50 % konečné spotřeby ropy. V letech 2003 – 2011 přitom dovážely více než 60 % konečné spotřeby ropy.

<sup>80</sup> Britská tepelná jednotka (British thermal unit, zkráceně BTU nebo Btu) je tradiční jednotka energie v angloamerické měrné soustavě. 1 BTU odpovídá 1 055,05585 J. Ve vědeckém kontextu byla BTU ve značné míře nahrazena jednotkou soustavy SI (tedy joule). Je to přibližně takové množství energie, které je potřeba pro ohřátí 1 britské libry vody z 39,2 na 40,2 °F (ze 4 na 4,56 °C). Zdroj: Wikipedia

<sup>81</sup> EIA International Statistics nabízí data pouze do konce roku 2012, BP Statistical Review 2015 poskytuje data do konce roku 2014.

**Graf 47: Celková spotřeba primární energie a podíly vybraných zemí, 1990-2012**



Zdroj: EIA International Statistics, BP Statistical Review 2015, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Podíly vybraných zemí v % (vždy levá osa) na celkové světové spotřebě primární energie v biliardách Btu (levý panel) a mil. tun ekvivalentu ropy (pravý panel). Data v Btu jednotkách dostupná pouze do roku 2012. Pro přehledné zobrazení, především s ohledem na strmost srovnatelných křivek, je zachována stejná šíře obou panelů pro interval 1990-2012, pravý panel je tak celkově širší.

V posledních dvou dekadách je patrný dlouhodobý růst světové spotřeby primární energie, který byl přerušen dopady finanční a hospodářské krize v roce 2009. Od roku 2010 je však možné pozorovat obnovení růstové tendence. Při pečlivém pohledu na panely lze identifikovat určité rozdíly průběhů křivek znázorňující podíl Číny na celkové světové spotřebě primární energie. Nárůst podílu Číny po roce 2002 je mnohem strmější na pravém panelu s využitím tun ekvivalentu ropy. Čína tak v podílu na světové spotřebě předhání EU již v roce 2006 (oproti roku 2008) a USA dokonce již v roce 2009 (proti 2011). MMF (03/2008) přitom předpokládal, že Čína dosáhne vyššího podílu než USA až po roce 2011, rozhodující byl ovšem dopad krize a výrazný propad výkonu americké ekonomiky.<sup>82</sup>

Akcelerace růstu podílu Číny na spotřebě primární energie přichází po roce 2000. Budeme-li vycházet z dat pro pravý panel, lze odvodit, že podíl Číny na celkové světové spotřebě primární energie se mezi roky 2000 a 2009 zdvojnásobil. Data o spotřebě primární energie BP Statistical Review jsou dostupná pro více než 70 zemí již od roku 1965 – v celém tomto období nelze identifikovat druhý případ významné světové ekonomiky<sup>83</sup>, kdy by došlo ke zdvojnásobení podílu v tak krátkém časovém úseku. Lardy (2006) si všímá zajímavého

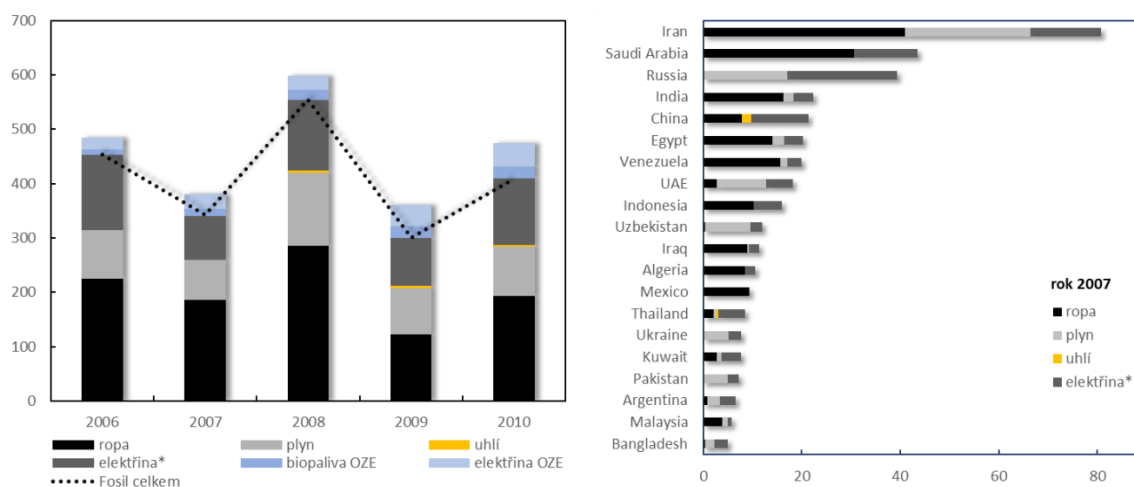
<sup>82</sup> MMF (Finance and Development, 03/2008, Global Energy: Increasingly Unsustainable) upozorňuje na několik zásadních výzev pro budoucnost energetických trhů. Jedná se např. o rostoucí závislost USA na importech ropy, rostoucí závislost světa na produkci ropy v perském zálivu atd. Zpětně lze tyto obavy hodnotit jako nepřiliš kvalitní odhad trendů trhu. Blížící se krize a propad cen komodit navíc nejsou v materiálech MMF týkajících se komodit nijak patrné.

<sup>83</sup> Za významnou ekonomiku je zde považována země s více než 1% podílem na celkové světové spotřebě primární energie v roce 2000 (autorovo kritérium).

vývoje energetické intenzity čínské ekonomiky od počátku 80. let. Konstatuje, že zatímco v 80. a 90. letech se pohybovala energetická elasticita HDP (počet jednotek energie potřebný k produkci dodatečné jednotky HDP) v průměru na hodnotě kolem 0,6 a měla tak za následek prudký pokles množství energie potřebné k produkci každé jednotky HDP, v období od 2000 – 2005 se hodnota elasticity více než zdvojnásobila.

Dalším významným faktorem ovlivňujícím poptávkovou stranu trhu jsou opatření vlád v oblasti regulovaných cen a dotací na fosilní paliva. Mnoho rozvíjejících se ekonomik využívá administrativních cenových opatření a dotací jako účinného nástroje kontroly finální ceny energií pro spotřebitele. Tato opatření jsou velmi často nedílnou součástí sociálních politik zaměřených na část populace s nízkými příjmy. Regulované ceny jsou obecně stanoveny pod tržní úrovní ceny a uměle tak zvyšují poptávku po komoditě (OECD 2011). Od období let 2000 – 2008 je takřka celý světový přírůstek spotřeby ropy připsán zemím, které využívají schémata deformující tržní cenu. V takových případech je výrazně snížena citlivost spotřebitelů na vývoj tržní ceny, tj. patrná distorze vztahu cena-spotřeba.

**Graf 48: Dotace na fosilní paliva a OZE, v mld. USD, 2006-2010**



Zdroj: IEA World Energy Outlook 2011, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: \* dotace na fosilní paliva označené jako „elektřina\*“ představují dotace, které vedou k distorzi ceny elektřiny s ohledem na její produkci pomocí fosilních paliv.

Na grafu č. 47 je zobrazen vývoj odhadu celkových světových dotací na fosilní paliva a obnovitelné zdroje energie v období 2006 – 2010. Je patrné, že ropa dotace na ropu a odvozené produkty představují významný podíl na celkových dotacích ve všech zobrazených letech. Pravý panel ukazuje 20 zemí s nevyššími úhrny dotací na fosilní paliva v roce 2007. Jedná se bez výjimky o rozvíjející se ekonomiky stojící mimo OECD, tedy o

země, které stojí za nárůstem světové poptávky po ropě v předkrizovém období. V několika případech dosahují úhrnné dotace v roce 2007 více než 5 % HDP.<sup>84</sup>

Coady a kol. (2015)<sup>85</sup> podrobně zkoumají rozsah cenové distorze na trhu s ropou a odhadují dopady odstranění dotací na konečnou spotřebu. Whitley a van der Burg (2015) dochází k závěrům, že zásadní reforma dotačních schémat může mít ve výhledu zásadní dopad na poptávku po fosilních palivech s příznivými dopady na životní prostředí a rozpočty jednotlivých zemí. Dodávají rovněž, že k účinnějším opatřením s cílem odstranit dotace v rozvíjejících se ekonomikách je zapotřebí podrobná analýza národních dotačních schémat, zajištění srovnatelných transparentních dat a zvýšená mezinárodní spolupráce.

### 5.1.2 Strana nabídky

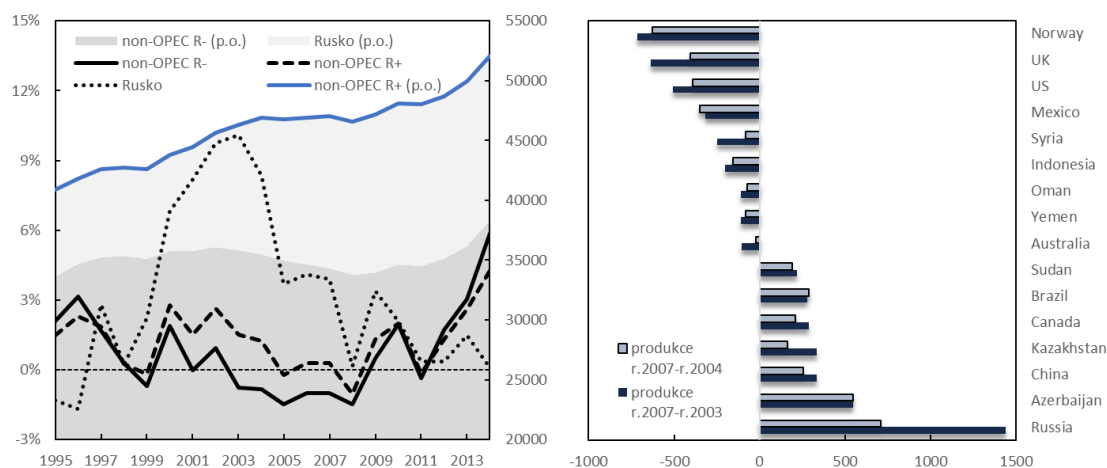
Po stručném zhodnocení vývoje poptávky na trhu s ropou se nyní zaměříme na stranu nabídky. Obecně lze konstatovat, že nabídková strana trhu nebyla schopna reflektovat dynamický vývoj ve světovém hospodářství. Podíváme-li se na produkci zemí mimo sdružení OPEC, je patrné výrazné zpomalení tempa růstu výstupu v letech 2003-2007 (graf č. 48). Pokud z této skupiny zemí vyjmemme Rusko, je možné na levém panelu pozorovat meziroční propady produkce mezi roky 2003 a 2008. Se zohledněním Ruska dochází po roce 2003 k faktické stagnaci produkce zemí mimo sdružení OPEC. Tu je možné pozorovat na celkových úrovních produkce vyznačených modrou křivkou. Podíl Ruska na celkové produkci této skupiny se od roku 2001 pohybuje nad hodnotou 20 %.

---

<sup>84</sup> Poměry dotací na fosilní paliva k HDP (běžné ceny, v USD): Iran 17.4 %, Saudi Arabia 8.3 %, Russia 2.6 %, India 1.3 %, China 0.4 %, Egypt 9.3 %, Venezuela 7.3 %, UAE 6.4 %, Indonesia 2.1 %, Uzbekistan 30.8 %, Iraq 8.2 %, Mexico 0.9 %. Zdroj: IEA World Energy Outlook 2011, SB a MMF.

<sup>85</sup> <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp15105.pdf>

**Graf 49: Produkce zemí mimo OPEC a rozdíl produkce ropy, v tis. barelů/den**



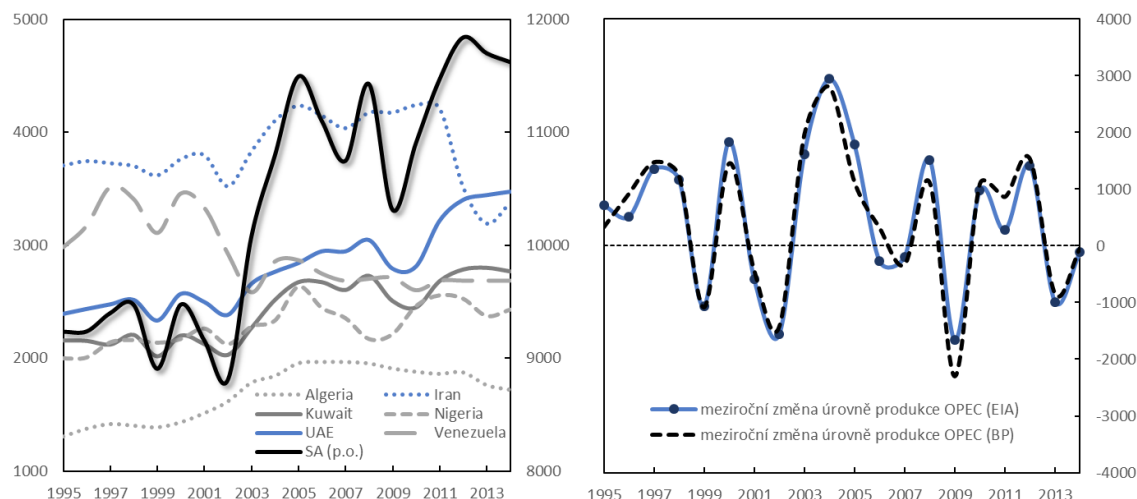
Zdroj: BP Statistical Review 2015, EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Levý panel – meziróční růst produkce (levá osa) a produkce ropy zemí mimo OPEC (pravá osa). Non-OPEC R-/ + představuje země mimo OPEC bez (se) zahrnutí Ruska. S ohledem na rozpad SSSR a sníženou důvěryhodnost statistik kolem roku 1990 jsou časové řady zobrazeny od roku 1995. Právý panel – difference úrovně produkce ropy mezi rokem 2007 a roky 2004 a 2003 v tis. barelů/den (např. produkce 2007 mínus produkce 2004). Právý panel – rozdíly v produkci jednotlivých zemí mezi rokem 2007 a roky 2003 (resp. 2004).

Právý panel grafu ukazuje rozdíly v produkci jednotlivých zemí mezi rokem 2007 a roky 2003, resp. 2004. Na panelu je zobrazeno 16 producentů se skupiny zemí mimo OPEC s nejvýznamnějšími rozdíly produkce v pozorovaném období. Z panelu je patrné, že bilance nárůstů a poklesů je zhruba vyrovnaná. Zatímco za nejvýraznějším příspěvkem k nárůstu produkce stojí zcela jasně Rusko, na druhé straně je možné pozorovat výrazný propad produkce v Severním moři.

Z výše uvedených skutečností je patrné, že růst světové poptávky po ropě v předkrizovém období, přesněji od roku 2003, znatelně převyšoval růst produkce zemí mimo organizaci OPEC. Tato nerovnováha měla za následek zvýšený tlak na produkci zemí OPEC a rovněž zvýšené čerpání zásob ropy. Produkce zemí OPEC v předkrizovém období však rostla mnohem pomaleji, než by vyžadovalo tzv. vyčištění trhu, tj. situace, kdy se nabídka rovná poptávce.

**Graf 50: Produkce ropy OPEC a její meziroční změna, v tis. barelů/den, 1995-2014**



Zdroj: BP Statistical Review 2015, EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Levý panel – produkce ropy v tis. barelů/den, SA - Saudská Arábie, UAE – Spojené arabské emiráty. Pravý panel – meziroční difference produkce organizace OPEC.

Úrovně produkce ropy sedmi nejvýznamnějších producentů organizace OPEC jsou vykresleny na levém panelu grafu č. 49. Výrazný nárůst dodávek na trh je patrný zejména v případě Saudské Arábie mezi roky 2003 a 2005. Saudská Arábie zde plní úlohu tzv. swing producenta<sup>86</sup>, tedy dodavatele komodity, který zajišťuje určitou rovnováhu trhu. V úhrnu nicméně celková produkce zemí OPEC po roce 2005 spíše stagnuje. Tato skutečnost je patrná pro roky 2006 a 2007 z pravého panelu grafu, kdy celková produkce sdružení OPEC dokonce klesá.

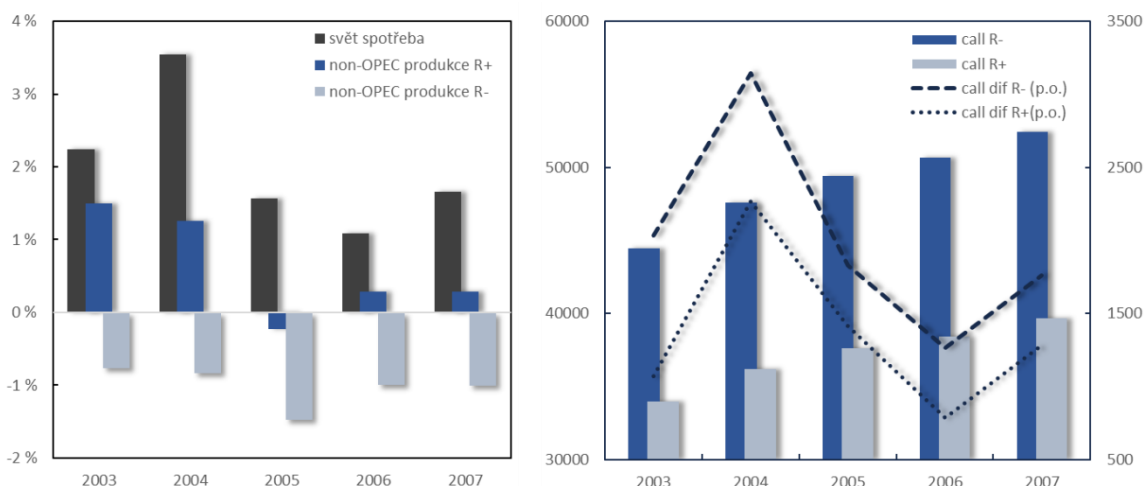
Je nutné podotknout, že roli swingového producenta plnila Saudská Arábie již v období let 1983-1985. Snaha stabilizovat cenu komodity tehdy vyústila ve stanovení kvót pro jednotlivé země sdružení OPEC v čele se Saudskou Arábií, která výrazně omezila produkci komodity. Mnohé ze zemí sdružení však limity těžby nedodržovaly, v roce 1985 od kvót tak odstoupila i Saudská Arábie a výrazně navýšila produkci komodity, což vedlo k propadu ceny ropy na světových trzích pod 10 USD/barel v polovině roku 1986 (Baláž 2001). Strategie Saudské Arábie od konce roku 2014 jasně ukazuje, že se tento producent snaží již pouze obhájit svou individuální pozici na světovém trhu.

<sup>86</sup> Vlivný výrobce v rámci kartelu, tzv. swing producer, je dodavatel, který má významnou pozici (oligopol) na trhu komodity, kontroluje velkou část jejích zásob a disponuje značnou volnou výrobní kapacitou (spare capacity). Takový subjekt je schopen flexibilně zvýšit či snížit nabídku komodity za minimální dodatečné náklady a může tak velmi účinně ovlivňovat cenu komodity a stabilitu trhu. Zdroj: EIA. Více na např. [www.oilprice.com](http://www.oilprice.com), [www.oxfordenergy.org](http://www.oxfordenergy.org).

I přes výrazný růst produkce ze strany Saudské Arábie se organizaci OPEC mezi roky 2003 - 2006 podařilo zvyšovat produkci za celé sdružení ročně v průměru o pouhých 1,55 mil. barelů/den. Nicméně tzv. call on OPEC<sup>87</sup> narostl v tomto období na úroveň 4,43 mil. barelů/den a výrazně se tak zvýšila závislost světové spotřeby na dodávkách tohoto uskupení.

Rostoucí závislost světové spotřeby na organizaci OPEC lze pozorovat na grafu č. 50. Na levém panelu jsou zobrazeny růsty světové spotřeby komodity spolu s meziročními procentními změnami produkce ze strany zemí mimo OPEC. I když odhlédneme od skutečnosti, že úroveň světové spotřeby je obecně mnohem vyšší, než úroveň produkce zemí mimo OPEC, lze pozorovat značnou nerovnováhu mezi tempy růstu. V pozorovaném období 2003-2007 růst světové spotřeby jednoznačně a výrazně převyšuje tempa růstu produkce zemí mimo OPEC.

**Graf 51: Zvyšující se závislost na produkci OPEC, 2003-2007**



Zdroj: BP Statistical Review 2015, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: R+/-: s(bez) zahrnutí Ruska. Levý panel – meziroční růsty. Pravý panel – call on OPEC v tis. barelů/den (levá osa), změna úrovně call on OPEC v tis. barelů/den (pravá osa).

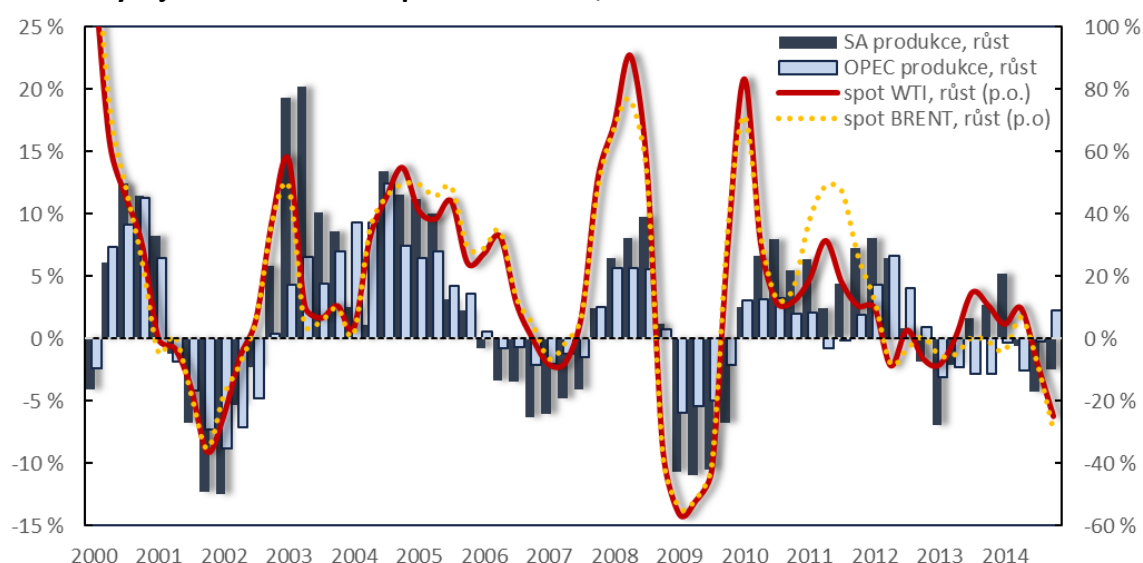
Rostoucí „call on OPEC“ je možné sledovat na pravém panelu. Sloupce představují úroveň tohoto ukazatele, zatímco křivky ukazují meziroční rozdíl v úrovních. Růst ukazatele lze opět pozorovat v celém sledovaném období. Tlak na zvyšování produkce organizace OPEC tak v předkrizovém období jasně sílil, organizace však nebyla schopna pokrýt citelný nedostatek komodity na trhu v důsledku bezprecedentní dynamiky růstu její spotřeby. Vezmeme-li v úvahu fakticky stagnující produkci zemí mimo OPEC popsanou výše a jen

<sup>87</sup> Tzv. „call on OPEC“ je běžně v literatuře a v odvětví používán, je definován jako rozdíl mezi světovou spotřebou ropy a produkcí zemí mimo sdružení OPEC.

mírně rostoucí produkci zemí OPEC, lze konstatovat, že reakce na rychle rostoucí poptávku po ropě byla ze strany producentů celkově neadekvátní.

Organizace OPEC, především pak Saudská Arábie jako její nejvýznamnější subjekt, do nedávna dlouhodobě zastávaly velmi důležitou roli v cenotvorném procesu na trhu s ropou. Rozhodnutí o těžebních kvótách mají historicky velmi silný vztah s cenou komodity. Na grafu č. 51 je možné pozorovat vliv změn tržního podílu<sup>88</sup> organizace OPEC (rovněž Saudské Arábie) na meziroční změny cen ropy. Fáze růstu tržního podílu organizace (resp. Saudské Arábie) následují období poklesu cen komodity a naopak.

**Graf 52: Zvyšující se závislost na produkci OPEC, 2003-2007**



Zdroj: EIA Spot Prizes, EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Produkce (Production of Crude Oil, NGPL, and Other Liquids) v tis. barelů/den, změna oproti odpovídajícímu období předchozího roku. Spotová cena ropy WTI, meziroční růst. Čtvrtletní data.

Důležitá je přitom míra, do jaké organizace OPEC využívá souhrnné dostupné těžební kapacity svých členů. Ta je jednak rozhodujícím indikátorem pro zhodnocení tzv. napětí/těsnosti trhu<sup>89</sup>, zároveň však nabízí cenné informace o míře intervence organizace OPECu v cenotvorném procesu, tj. např. v jaké míře vyvíjí OPEC tlak na ceny při omezení/zvýšení těžby.

EIA definuje volnou výrobní kapacitu (tzv. spare capacity) jako množství ropy, které může být na trh dodáno do 30 dní a jehož úroveň lze poté udržet nejméně po dobu 3 měsíců.<sup>90</sup>

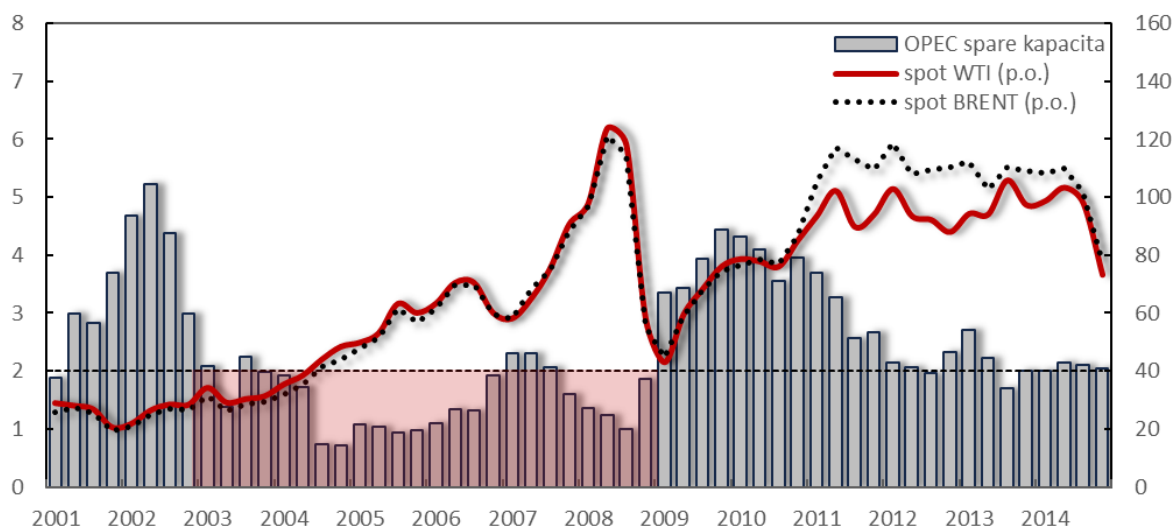
<sup>88</sup> Produkce zemí OPEC představuje zhruba 40 % celkové světové produkce komodity a zhruba 60 % světových exportů ropy. Zdroj: EIA.

<sup>89</sup> V literatuře je používán často termín „market tightness“.

<sup>90</sup> EIA, Short Term Energy Outlook.

Úroveň volné výrobní kapacity organizace OPEC je rozhodujícím ukazatelem schopnosti organizace OPEC zakročit v případě výpadků dodávek popř. výrazného růstu poptávky. Pokud tato volná kapacita klesne pod určitou úroveň, bývá v ceně ropy promítnuta určitá riziková přírážka, kterou trh reflektuje sníženou schopností organizace OPEC v případě potřeby účinně zasáhnout (EIA, Short term Energy Outlooks).

**Graf 53: Volná produkční kapacita OPEC a ceny ropy, 2001-2014**



Zdroj: EIA Spot Prices, EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Volná výrobní kapacita v mil. barelů/den (levá osa). Cena ropy v USD (pravá osa). Čtvrtletní data.

Na grafu č. 52 je zobrazen vývoj volné výrobní kapacity organizace OPEC spolu s cenami ropy WTI a BRENT.<sup>91</sup> Je patrné, že v předkrizovém období dosáhla úroveň volných kapacit velmi nízkých úrovní, mezi roky 2003 a 2008 se opakovaně pohybovala výrazně pod hranicí 2 mil. barelů/den (hranice vyznačena). Rezervní kapacita ve zvýrazněném období dosahovala v průměru pouze 1,8 % celkové světové produkce ropy, přičemž ve dvou posledních čtvrtletích roku 2004 a v roce 2005 klesla hodnota kapacity na historické minimum okolo 1 % světové produkce. Schopnost vyrovnat tlak rychle rostoucí světové poptávky tak byla v tomto období výrazně omezena. Jakékoli neočekávané výpadky (např. v důsledku geopolitických

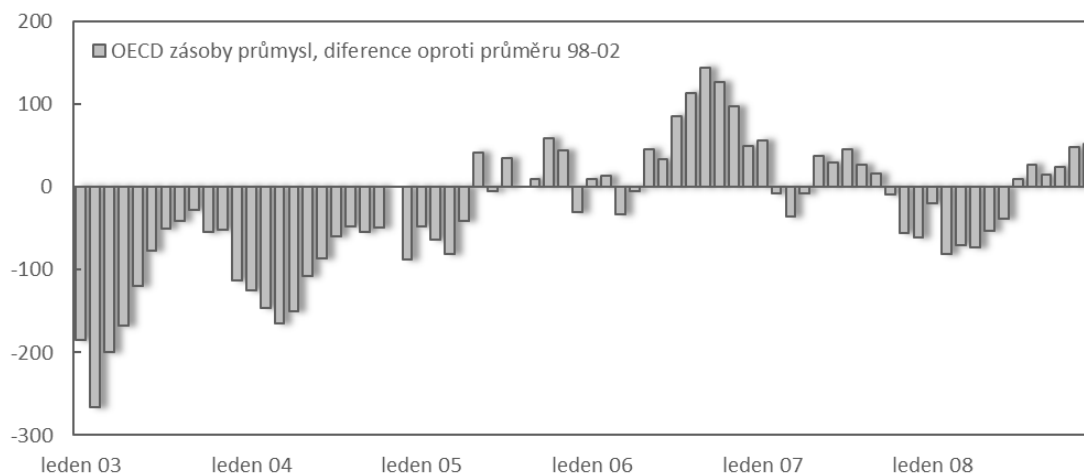
<sup>91</sup> Na grafu č. 52 si lze rovněž povšimnout výrazné difference mezi cenami ropných benchmarků WTI a BRENT v období 2011 – 2014. Pokud se na chvíli vrátíme ke grafu č. 1 v úvodu práce, který zobrazuje vývoj cen jednotlivých benchmarků od roku 1980, můžeme konstatovat, že tato difference je v kontextu několika posledních dekád zcela výjimečná. K rozpojení cenového vývoje těchto dvou benchmarků dochází především v důsledku rozvoje hydraulického štepení (tzv. *hydraulic fracturing* zkráceně *fracking*) jako způsobu těžby ropy na severoamerickém kontinentě. Tamější rozvodná infrastruktura ropovodů nebyla připravena na prudce rostoucí produkci komodity a vznikl tak dočasně výrazný přebytek nabídky nad poptávkou.

konfliktů), tak mohly vést ke značné fluktuaci cen s nepříznivým dopadem na trhy (viz silně konvexní křivka poptávky na obrázku č. 2).

Vývoj cen není odvislý pouze od současné poptávky a nabídky, ale rovněž od jejich očekávaného vývoje. OPEC při stanovování těžebních kvót nehodnotí pouze stávající situaci na trhu s komoditou, ale také jeho výhled. Odhady vývoje poptávky a nabídky jsou však velmi složité, pokud světová ekonomika čelí významným nejistotám. Zároveň je zapotřebí vzít v úvahu tradiční problém hospodářských rozhodnutí, kterým je zpoždění jejich dopadů. Nastavení těžebních cílů tak nemusí nutně odrážet stávající situaci na trhu a může tak výrazně přispívat k cenovým výkyvům.

Dopad vývoje světové poptávky a nabídky na zásoby komodity je zobrazen pomocí difference měsíčních stavů zásob v období 2003-2008 proti dlouhodobé průměrné měsíční úrovni zásob z let 1998-2002 na grafu č. 53. Je patrné, že zejména v letech 2003 a 2004 došlo ke značnému poklesu průmyslových zásob zemí OECD ve srovnání s předchozím obdobím. Průběh grafu je plně v souladu s vývojem zásob naznačeným v předchozí části práce, jinými slovy v zobrazeném období nedochází ke kumulaci zásob z důvodu odsunutí prodeje komodity za vyšší cenu.

**Graf 54: OECD zásoby průmysl, difference v mil. barelů/den, 2003-2008**



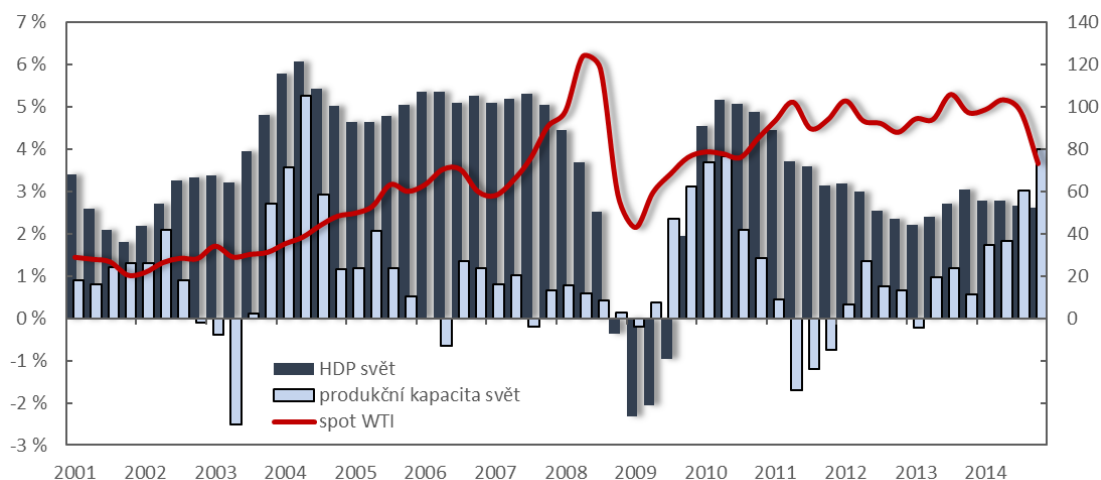
Zdroj: EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: OECD průmyslové zásoby jako rozdíl mezi měsíci zobrazeného období a průměrem stavu zásob v letech 1998 – 2002 v mil. barelů/den. Měsíční data.

Část věnovanou globální nabídce a poptávce lze uzavřít dvěma shrnujícími grafy, zobrazující zásadní veličiny v přímém vzájemném vztahu. V grafu č. 54 jsou zobrazeny ceny ropy WTI spolu s dynamikou světového HDP, jako indikátorem růstu poptávky po komoditě. V období 2004 – 2007 lze pozorovat vysokou dynamiku světového hospodářského růstu, která byla přerušena finanční a hospodářskou krizí v letech 2008 a 2009. Oživení růstu se dostavilo

poměrně rychle, nicméně bylo velmi nerovnoměrné a po několika čtvrtletích se ustálilo na zhruba polovičních tempích ve srovnání s předkrizovým vývojem.

**Graf 55: Svět - výrobní kapacita a HDP, cena ropy WTI, 2001-2014**



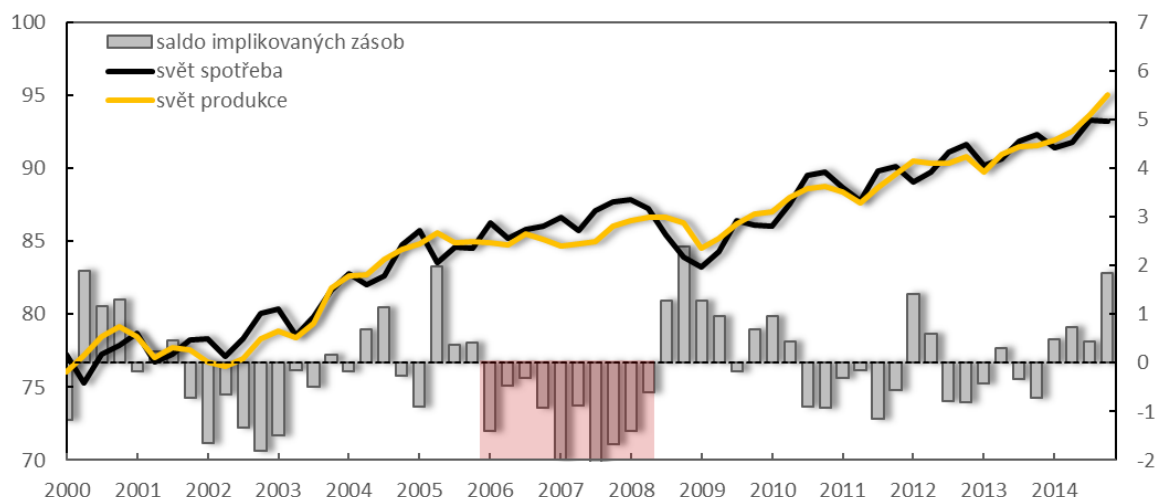
Zdroj: EIA Spot Prizes, EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Svět - celková výrobní kapacita (ropa) a HDP, růsty v %, změna oproti odpovídajícímu období předchozího roku (levá osa), celková výrobní kapacita = výrobní kapacita OPEC + produkce non-OPEC. Cena ropy v USD (pravá osa). Čtvrtletní data.

Zároveň graf ukazuje vývoj celkové světové výrobní kapacity v odvětví produkce ropy. Tento ukazatel je v souladu s metodikou EIA vypočten jako součet celkové produkční kapacity zemí organizace OPEC a celkové produkce ropy zemí mimo toto sdružení, slouží tak jako vhodný indikátor růstu světové nabídky. Zatímco růst světového HDP vykazoval historicky nejvyšší dynamiku, celková produkční kapacita od roku 2005 spíše stagnovala a v některých čtvrtletích vykazovala dokonce pokles. Tyto podmínky bezesporu přispěly k nárůstu napětí/těsnosti na trhu a k tlakům na růstu cen komodity. Na pravé straně grafu je pak patrná akcelerace tempa růstu světové výrobní kapacity v souvislosti s rozvojem nových nalezišť a technologií, především pak v Severní Americe.

Vývoj celkové bilance nabídky a poptávky v období 2000 – 2014 je možné shlédnout na grafu č. 55. Křivky celkové světové spotřeby a produkce ropy jsou doplněny o saldo tvorby implicitních zásob, tedy rozdílu mezi celkovou produkcí a spotřebou, který je v případě přebytku produkce nutné uskladnit, nebo v případě převisu spotřeby čerpat z dostupných zásob. Saldo však nezohledňuje předchozí stav zásob, jedná se pouze o kladné (resp. záporné) přírůstky, nelze jej tedy porovnávat s celkovou úrovní zásob.

**Graf 56: Světová produkce a spotřeba ropy, saldo zásob, 2000-2014**



Zdroj: EIA International Statistics, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Světová produkce a spotřeba ropy v mil. barelů/den (levá osa). Saldo implicitních zásob v mil. barelů/den (pravá osa). Čtvrtletní data.

Z průběhu křivky celkové světové produkce je patrná stagnace její úrovně od druhého kvartálu roku 2005. Světová produkce na této úrovni zůstává až do první poloviny roku 2007. Tento časový interval se shoduje s obdobím faktické stagnace úrovně celkové světové výrobní kapacity na předchozím grafu a také s obdobím velmi nízkých úrovní volné produkční kapacity organizace OPEC v grafu č. 55.

Ve stejném období však registrujeme růst světové spotřeby ropy, která se od začátku roku 2004 do konce roku 2007 zvýšila více než o 4 mil. barelů/den, na straně produkce však dosáhl přírůstek pouhých o 0,5 mil. barelů/den. V důsledku převisu spotřeby na produkce tak v tomto období docházelo k čerpání implicitních zásob, v grafu výše je tento interval vyznačen červeným stínováním. S krizí přichází útlum světové hospodářské aktivity a sní spojený výrazný pokles spotřeby komodity. Od roku 2014 je pak opět patrná tvorba zásob v důsledku převisu produkce nad spotřebou. V dnešní době dosahuje úroveň světových zásob rekordních úrovní.

### **Reálná hodnota investic**

Jedním z dalších důvodů nerovnováhy na trhu byla i slabá (reálná) investiční aktivita v odvětví. V předkrizovém období sice investice nominálně rostly, zároveň se však výrazně zvyšovaly i náklady na průzkum a těžbu, jelikož se část produkce přesouvala směrem k nekonvenčním zdrojům ropy (EIA, Monthly reports). Zvýšené investiční náklady tak měly za následek, že reálné investice do odvětví v předkrizovém období stagnovaly. Ve značné

míře pak tyto investiční prostředky nahrazovaly klesající produkci ze stávajících nalezišť spíše, než že by zvyšovaly výrobní kapacitu (Carney 2008).<sup>92</sup>

### **Výpadky produkce**

Dalším faktorem snižující schopnost adekvátně reagovat na rostoucí poptávku na trhu s ropou je existence geopolitických konfliktů či přírodních jevů, které prakticky nelze předvídat, stejně jako rozsah jejich dopadů na úroveň výstupu produkce. Značná část světové produkce se stále nachází v politicky nestabilních regionech s omezeným přístupem pro soukromý kapitál, který by zajistil přístup k technologiím a expertíze. V předkrizovém období více než polovina světové produkce pocházela z regionů se zvýšenou mírou (geo)politického napětí. Od roku 2000 lze pozorovat řadu výpadků dodávek ve spojitosti s válečnými konflikty (Irák), sociálními nepokoji a stávkami (Irán, Venezuela, Nigérie) a přírodních katastrof (USA) (EIA, STEO).

EIA od roku 2013 pravidelně publikuje odhady výpadků dodávek ropy u vybraných zemí, data pro námi sledované období nejsou bohužel k dispozici. Z dobových odhadů výpadků je však patrné, že v krátkodobém horizontu mohou mít neplánované výpadky výrazný vliv na cenu komodity.

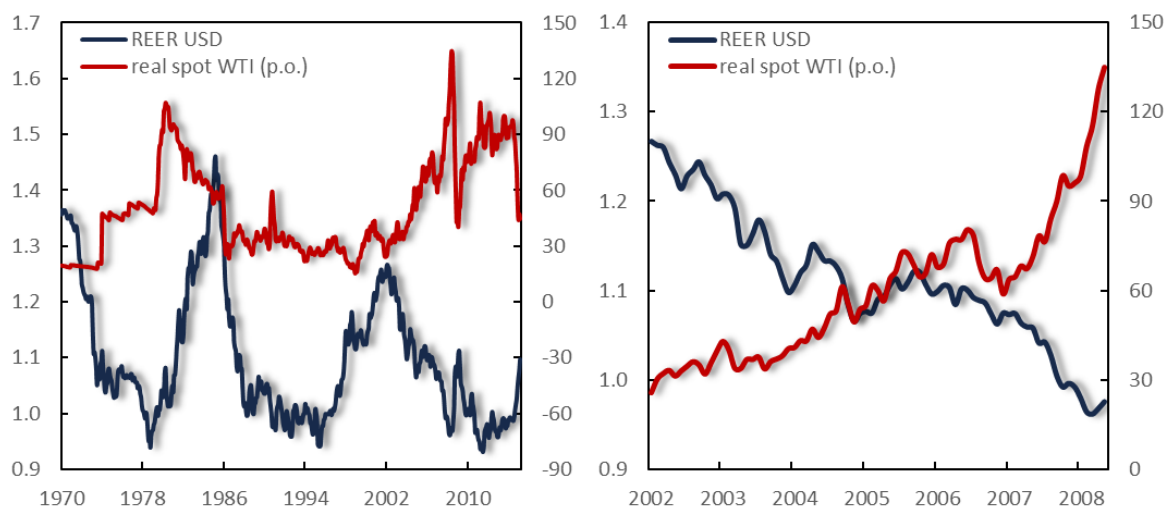
#### **5.1.3 Makroekonomické proměnné**

Odborná literatura se ve vztahu k předkrizovému vývoji trhu s ropou zmiňuje i o vazbě mezi měnovými kurzy a cenou komodity, hodnotí však tuto vazbu s nejednoznačnými závěry. Vztah těchto proměnných je velmi důležitý, neboť ropa se obchoduje prakticky pouze v USD. Kauzalita mezi těmito proměnnými je proměnlivá, zpravidla však oboustranná (IMF, World Economic Outlooks). K analýze vztahu těchto proměnných vede dlouhodobý vztah naznačený v grafu č. 56. Lze v něm pozorovat negativní vztah mezi cenou ropy a kurzem USD, především pak po roce 2000, kdy slabý USD koresponduje s vysokými cenami ropy a naopak. Pravý panel pak zobrazuje detail na námi sledované období.

---

<sup>92</sup> Carney (2008) konstatuje, že 70% nominální nárůst investic do odvětví pouze mezi lety 2003 a 2007 vedlo pouze k nahrazení klesající produkce ze stávajících vrtů. Zároveň odkazuje na studii CAPP (Canadian Association of Petroleum Producers), která dokládá dramatický nárůst nákladovosti investic do těžby na nových nalezištích.

**Graf 57: Měnový kurz USD a cena ropy, 1970-2014**



Zdroj: OECD, Fred, MMF, vlastní výpočty a zobrazení.

Pozn.: Levý panel – reálný efektivní kurz (REER), index 2010=1. Spot cena ropy WTI deflovaná CPI (v cenách roku 2008). Pravý panel – detail období 2003 – 2008H1.

Shrnující studie ECB autorů Fratzscher a spol. (2014) zkoumá vztah mezi cenami ropy, kurzem USD a cenami aktiv. Mezi cenami ropy a kurzem USD nachází po roce 2001 obousměrnou kauzální vazbu. Autoři rovněž konstatují, že vývoj obou těchto proměnných je výrazně ovlivněn vývojem výnosů a rizika na akciových trzích. V souladu s předchozími částmi této práce však uvádějí, že cena ropy před rokem 2000 nereflektovala vývoj cen akciových titulů. Studie tuto změnu vysvětluje zvýšeným využíváním ropných derivátů, dle autorů vede využívání těchto nástrojů k posílení vztahu mezi cenou ropy a dalšími finančními aktivy. Posilující negativní korelace mezi cenou ropy a kurzem USD je dle autorů do značné míry vysvětlena financializací trhu s ropou.

Dalším kanálem, který může měnový kurz přispívat k fluktuacím ceny ropy, je reflexe vývoje kurzu na straně klíčových exportérů. Při depreciaci dolaru dochází na straně exportérů k oslabení kupní síly prostředků utržených z vývozu komodity. Ti pak mohou krátit dodávky na trh s cílem posílit pozici dolaru a zvýšit kupní sílu dolaru v mezinárodním prostředí. Rozsah v jakém tato skutečnost mohla přispět ke stagnaci produkce komodity v předkrizovém období, kdy USD výrazně oslabil, je však nejasný. Na straně spotřebitelů pak působí opačná dynamika, klesající hodnota dolaru zlevňuje import ropy v domácí měně a působí tak příznivě na spotřebitelský sentiment a hospodářskou aktivitu. Dynamika těchto interakcí je však odvislá od celkové makroekonomické situace a fáze hospodářského cyklu jednotlivých zemí a regionů.

V poslední řadě je na místě zmínit i vztah cen ropy a úrovně úrokových sazeb. Tato vazba je podobně jako v předchozím případě kurzů odvislá od mnoha dalších proměnných. Pokles

úrokových sazeb (resp. nákladů na kapitál) je příznivým faktorem pro hospodářskou aktivitu a může tak vést přes posílení poptávky k růstu ceny komodity (*ceteris paribus*). Předpokládá se tak obecně negativní vztah cen ropy a úrokových sazeb. Pokud je však pokles sazeb důsledkem výrazného zpomalení nebo poklesu výkonu hospodářství, lze často pozorovat i pokles cen ropy a tudíž pozitivní korelaci mezi proměnnými.

Pokles úrokových sazeb lze také interpretovat jako snížení nákladů na uskladnění komodity, jak bylo zmíněno v předchozích částech této práce. Důsledkem tohoto předpokladu je zvýšení úrovně zásob při klesajících úrokových sazbách. Tento vztah však nelze na základě dostupných dat o zásobách pozorovat (viz část věnující se zásobám).

## 5.2 Shrnutí

V kapitole zabývající se fundamenty trhu s ropou bylo snahou osvětlit vývoj nabídky a poptávky na trhu s ropou s cílem upozornit na významné skutečnosti, jež mohly přispět k nárůstu cen komodity v předkrizovém období. Nejprve je vývoj produkce komodity uveden do kontextu bezprecedentního růstu světového HDP mezi roky 2003 a 2008, kdy růst světové produkce ostře nekoresponduje s dynamikou hospodářské aktivity. Ta je ovlivněna především energeticky náročným růstem rozvíjejících se ekonomik, který se odráží v akcelerující poptávce po komoditách včetně ropy. Stagnující úroveň produkce zemí mimo organizace OPEC a jen v průměru mírně rostoucí produkce ze strany samotného OPECu, vedly k růstu tržního napětí a nerovnováh. Snížená schopnost OPECu, patrná z historicky nízkých úrovní volné výrobní kapacity, neumožňovala výraznější intervenci. Spolu s dalšími makroekonomickými faktory tato situace vedla k posílení tlaku na růst cen komodity. **Hypotézu č. 3 se tak podařilo na základě uvedených skutečností potvrdit, nárůst ceny v předkrizovém období je způsoben především interakcí nabídky a poptávky na trhu s ropou.**

## Závěr

Cílem této disertační práce je analýza **dopadu spekulativní aktivity na ropných trzích na cenotvorný proces komodity a na volatilitu její ceny**, podrobněji lze tento cíl popsat jako snahu prozkoumat vztah spekulativní aktivity na trhu termínových kontraktů futures a vývoje cen samotné komodity na spotovém a termínovém trhu a cenové volatility.

V první kapitole práce vyplývá z teoretického přehledu základních statistických vlastností časových řad ropy a vybraných rovnovážných vztahů skutečnost, že ceny ropy jsou velmi obtížně předvídatelné. Praktické využití rovnovážných vztahů je omezeno nesouladem s reálným vývojem na trhu. Zpožděné hodnoty samotné ceny ropy ani relevantní makroekonomické veličiny nejsou vhodnými proměnnými pro dlouhodobější predikce cen. Podobně je omezená i výpovědní hodnota cenového vývoje na termínovém trhu. Predikci cen dále znesnadňují nepředvídatelné události v podobě geopolitických konfliktů či proměn politiky těžebních limitů u vybraných producentů.

V následujících částech práce jsme se pak pokoušeli zjistit, zdali dění na termínovém trhu komodity, aproximované mírou/rozsahem expozice různých skupin jeho účastníků, ovlivňuje cenotvorný proces. Analytické části práce hodnotí předkrizový vývoj na termínových trzích s ropou a pokoušejí se objasnit, zdali financializace trhu futures vedla k rozpojení ceny komodity od fundamentů trhu a distorzi cenotvorného procesu. Zároveň jsme zkoumali dopad zvýšené spekulativní aktivity na míru volatility cen komodity.

Výrazný nárůst cen komodity v námi pozorovaném období a současný prudký nárůst spekulativních pozic na termínovém trhu, které ukazujeme v prvních dvou kapitolách práce, vedly k formulaci hypotéz o roli spekulace v cenotvorném procesu a o vlivu spekulace na míru volatility ceny ropy. Spekulace v těchto případech vystupuje jako tzv. „obvyklý podezřelý“. První dvě hypotézy práce tedy předpokládají určitý vztah mezi spekulativní aktivitou a pohybem cen ropy a jejich volatilitou:

- **H1:** Aktivita spekulantů na termínových trzích významně ovlivňuje cenotvorný proces a způsobuje nárůst cen komodity
- **H2:** Aktivita spekulantů na termínových trzích s ropou se promítá do zvýšené volatility cen komodity.

Tyto hypotézy jsou určitými logickými východisky, která lze předpokládat na základě skutečností uvedených v prvních dvou kapitolách práce. Následná kvantitativní analýza ve třetí a čtvrté kapitole práce má za cíl tyto domněnky ověřit.

Poslední hypotéza práce, která je ověřována v kapitole č. 5, pak postihuje vztah mezi cenovým vývojem ropy a fundamenty trhu, přičemž se zaměřuje na interakci poptávky a nabídky na trhu s ropou:

- **H3:** Za cenovým vývojem ropy ve sledovaném období lze spatřovat především interakci tržní nabídky a poptávky.

Metodický přístup práce je založen na postupu od výběru a popisu dat k jejich analýze a následné syntéze poznatků z jednotlivých částí. V závěru tak práce nabízí odůvodnění pozorovaných jevů. Základními metodami práce s daty jsou korelační analýza, modely vektorové autoregrese, testy kauzality proměnných a modely kvantifikace volatility.

Definici spekulace a popis vývoje spekulativní aktivity na termínovém trhu s ropou následuje snaha kvantifikovat míru spekulace v čase. Nejprve jsme tak v třetí kapitole přistoupili ke kvantifikaci míry spekulativní aktivity pomocí tzv. T-indexu, který umožňuje popsat situaci na trhu na základě míry expozice odlišných skupin obchodníků. Z výsledných hodnot indexu pro trh termínových kontraktů futures a z hodnot jeho korelací k spotové a termínové ceně ropy nelze usuzovat přímý dopad spekulací na cenu komodity. Míru spekulace kvantifikovanou s pomocí T-indexu nelze v předkrizovém období označit za nadbytečnou.

Dále v třetí části práce provádíme sofistikovanější rozbor vztahu proměnných a provádíme analýzu kauzálních vazeb mezi cenami ropy na spotovém trhu a na trhu s termínovými kontrakty a mírou expozice komerčních a nekomerčních obchodníků. Obchodní aktivita je přitom aproximována počtem otevřených pozic účastníků trhu. Grangerovy testy kauzality **nepotvrzují hypotézu č. 1** o vlivu spekulace na cenový vývoj v předkrizovém období. Kauzální vazba nebyla ve směru  $\Delta \text{pozice} \rightarrow \Delta \text{ceny}$  u spekulantů prokázána. Výsledky jasně hovoří o absenci jednoznačného *lead* a *lag* vztahu mezi pozicemi (obou skupin) obchodníků a cenami (spot a futures) ropy. Nepodařilo se tak prokázat, že by pozice obchodníků přinášely významné informace pro vysvětlení cen komodity. V ojedinělých případech, kdy testy statistickou vazbu v tomto směru potvrdily, dochází k potvrzení vazby i v opačném směru, výsledky testů jsou tak neprůkazné.

Naopak silná kauzální vazba ve směru  $\Delta \text{ceny} \rightarrow \Delta \text{pozice}$  byla Grangerovými testy potvrzena ve všech zkoumaných obdobích pro obě skupiny obchodníků, a to jak s využitím spotových

cen, tak cen termínových kontraktů. Je tak možné konstatovat, že změny cen předcházejí změnám pozic, nikoliv obráceně. Komerční i nekomerční obchodníky lze v takovém případě označit za subjekty, které upravují pozice na základě vývoje ceny, jinými slovy následují trend. Očekávání, že by komerční obchodníci mohli změnou svých pozic přinášet na trhy nové informace a ovlivňovat tak svým chováním cenový vývoj, se nepotvrdila.

Pro ucelenost analýzy kauzálních vazeb jsme zohlednily i skutečnost, že ropa je uskladnitelnou komoditou. Zkoumali jsme tak i možné dopady spekulativní aktivity na zásoby komodity. Nepodařilo se však prokázat statistický vztah mezi financializací trhu a motivací k uskladnění komodity u tržních subjektů. Očekávání růstu ceny komodity, které by vytvářelo tlak na odložení prodeje do budoucna navíc nelze pozorovat ani na cenové struktuře termínových kontraktů s různou délkou splatnosti. Tuto skutečnost jsme ukázali na základě vývoje spreadu mezi kontrakty s krátkou a dlouhou dobou splatnosti.

Pozornost jsme poté ve čtvrté části zaměřili na vývoj volatility ceny ropy v čase. Pomocí vybraných metod jsme provedli kvantifikaci míry volatility cen ropy v čase. Snahou bylo najít odpověď na otázku, zdali financializace trhu s termínovými kontrakty vedla ke zvýšené proměnlivosti cen. Výsledky kvantifikace s využitím směrodatné odchylky a podmíněného rozptylu (GARCH) prokázaly existenci jevů, které jsou s pozorováním volatility v čase často spojovány. Výsledky analýzy však **rozporují tvrzení hypotézy č. 2**, že by v předkrizovém období docházelo v důsledku financializace trhu k růstu cenové volatility ropy. Ukázali jsme, že míra volatility se v námi zkoumaném období, tj. mezi roky 2003 a 2008, drží na historicky nízkých úrovních.

Uvedené přístupy kvantifikace volatility zachycují mezi denní dynamiku vývoje cen komodity. Pro zohlednění intradenních pohybů cen na termínových trzích jsme provedli technickou analýzu volatility pomocí tzv. indikátoru ATR. Na základě jednotlivých cenových ukazatelů *open*, *close*, *high* a *low* jsme měřili volatilitu pomocí základního rozpětí a rovněž pomocí tzv. pravého rozpětí „true range“ (TR), s jehož pomocí lze zohlednit existenci obchodovacích pásem a mezer. Výsledná míra volatility a její vývoj v čase potvrdily závěry předchozích částí s využitím směrodatné odchylky a modelů GARCH, tj. příliv nového kapitálu na termínové trhy v předkrizovém období nevedl ke zvýšené míře volatility.

Poznatky z předchozích částí práce umožnily posoudit význam spekulativní aktivity pro vývoj cen na trzích komodity, neposkytly však dostatečné informace pro identifikaci hlavních příčin cenového vývoje. V závěru práce jsme se tak zaměřili tržní fundamenty a právě zde

nacházíme mnoho zajímavých a podstatných skutečností, s pomocí kterých lze předkrizovému vývoji cen ropy lépe porozumět.

Analýze jsme podrobili obě strany trhu s ropou, snahou je zde identifikovat významné skutečnosti na straně klíčových producentů komodity a zároveň osvětlit povahu tehdejších spotřebních trendů. Analýzu nabídkové strany trhu jsme provedli v kontextu bezprecedentního růstu světového HDP mezi roky 2003 a 2008, tj. v období, kdy vývoj světové produkce komodity ostře kontrastoval s dynamikou hospodářské aktivity. Na příznivém vývoji světové ekonomiky v předkrizovém období se do značné míry podílel dynamický růst rozvíjejících se ekonomik, který se díky jeho energetické náročnosti odrazil v prudce akcelerující poptávce po komoditách včetně ropy.

Z analýzy nabídkové strany trhu je patrné, že producentům se nedařilo dynamiku vývoje světového HDP dostatečně reflektovat. Stagnující úroveň produkce zemí mimo organizaci OPEC a v průměru jen mírně rostoucí produkce ze strany samotného sdružení, vedly k růstu tržního napětí a nerovnováh. Spolu s dalšími makroekonomickými faktory tato situace vedla k výraznému tlaku na růst cen komodity v předkrizovém období.

Závěrečná kapitola tak nabízí pohled na klíčové příčiny nárůstu cen ropy v předkrizovém období. Na základě uvedených skutečností se tak **podařilo potvrdit hypotézu č. 3**. Právě interakce nabídky a poptávky v kontextu předkrizového vývoje stojí za bezprecedentním nárůstem cen komodity.

## Seznam literatury:

1. Alquist R., Gervais, O. (2011). The Role of Financial Speculation in Driving the Price of Crude Oil. *Bank of Canada Discussion Papers*, No. 2011-6.
2. Alquist, R. a kol. (2011). Forecasting the Price of Oil. *International Finance Discussion Papers*, Number 1022.
3. Alquist, R. a kol. (2011). Forecasting the Price of Oil. *International Finance Discussion Papers*, No. 1022.
4. Alquist, R., Kilian, L. (2010). What Do We Learn from the Price of Crude Oil Futures? *Journal of Econometrics*, 25: 539–573, Wiley InterScience. DOI: 10.1002/jae.1159.
5. Artl, J. (1999). *Moderní metody modelování ekonomických časových řad*. Praha, Grada Publishing, 1999.
6. Baláž, P. (2001). *Ropa a svetové ropné hospodárstvo v období globalizácie*. Bratislava, Sprint.
7. Baláž, P., Londarev, A. (2006). *Ropa a jej postavenie v globalizácii svetového hospodárstva*. Politická ekonomie, Vol. 54, No. 4. DOI: 10.18267/j.polek.571
8. Beidas-Strom, S., Pescatori, A. (2014). Oil Price Volatility and the Role of Speculation. *IMF Working Paper, Research Department*. WP/14/218
9. Belgacem, A. (2014). Volatility spillovers and macroeconomic announcements: evidence from crude oil markets. *Working Papers Series, IPAG*. 2014-050.
10. Bhardwaj, G., Dunsby, A. (2013). The Business Cycle and the Correlation between Stocks and Commodities. *SummerHaven Investment Management*, DOI: 10.2139/ssrn.2005788
11. Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, No. 31, str. 307-327.
12. Boyd, N. a kol. (2009). The Prevalence, Sources and Effects of Herding. *CFTC Working Paper, Series of Research Papers*.
13. Brunetti, C., a kol., (2010). Speculators, Prices and Market Volatility. *CFTC Working Paper, Series of Research Papers*.
14. Büyüksahin B., Harris J.H. (2011). Do Speculators Drive Crude Oil Futures Prices? *The Energy Journal*, Vol. 32, No. 2, str. 167-202.

15. Carney, M. (2008). Capitalizing on the commodity boom – the role of monetary policy. *Remarks by Mr Mark Carney, Governor of the Bank of Canada, to the Haskayne School of Business, Calgary, Alberta.*
16. Cheng, I. H., Xiong W. (2013). The Financialization of Commodity Markets. *NBER Working Papers Series*, Working Paper no. 19642.
17. Cheung, C., Morin, S. (2007). The Impact of Emerging Asia on Commodity Prices. *Bank of Canada, Working Papers*, No. 55.
18. Cho, D. (2008). A Few Speculators Dominate Vast Market for Oil Trading. *Washington Post, Business*. Thursday August 21, 2008.
19. Cipra, T. (2009). *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress. ISBN: 978-80-86929-43-9.
20. Coady, D. a kol. (2015). How Large Are Global Energy Subsidies? *IMF Working Papers, Fiscal Affairs Department*, WP/15/105.
21. De Long, J. B. a kol. (1990). Positive Feedback Investment Strategies and Destabilizing Rational Speculation. *Journal of Finance, American Finance Association*, vol. 45(2), str. 379-95.
22. Ebrahim, Z. a kol. (2014). Macroeconomic impacts of oil price volatility: mitigation and resilience. *Frontiers in Energy*, Vol. 8, Issue 1, str. 9-24.
23. Engle, R. F., Patton, A. J. (2001). What good is a volatility model? *Quantitative Finance*, Vol. 1, str. 237–245.
24. Engle, R. F., Patton, A. J. (2007). *What good is a volatility model?* Knight, John and Satchell, Stephen, (eds.) *Forecasting Volatility in the Financial Markets*. Elsevier, str. 47-63. ISBN 9780750669429.
25. Epstein, G. (2001). *Financialization, Rentier Interests, and Central Bank Policy*. Manuscript, Department of Economics, University of Massachusetts, Amherst, MA, December 2001.
26. Erten, B., Ocampo, A. (2012). Super-cycles of commodity prices since the mid-nineteenth century. *DESA Working Paper*, No. 110 ST/ESA/2012/DWP/110.
27. Fama, E.F. (1965). The behavior of stock-market prices. *Journal of Business*, Vol. 38, Issue 1.
28. Fattouh, B. (2007). The Drivers of Oil Prices: The Usefulness and Limitations of Non-structural Model, the Demand–Supply Framework and Informal Approaches. *EIB Papers*, 6/2007.
29. Fattouh, B. (2010). Oil Market Dynamics through the Lens of the 2002-2009 Price Cycle. *Oxford Institute for Energy Studies*, WPM 39.

30. Fattouh, B. a kol. (2012). The Role of Speculation in Oil Markets: What Have We Learned so Far? *CEPR Discussion Paper*, No. DP8916.
31. Foster, B. a Magdoff, F. (2009). *Velká finanční krize*. Grimmus. ISBN 978-80-902831-1-4.
32. Fournier, J. a kol. (2013). *The Price of Oil – Will it Start Rising Again?* OECD Economics Department Working Papers, No. 1031, OECD Publishing.
33. Fratzscher, M. a kol. (2014). Oil Prices, Exchange Rates and Asset Prices. *ECB Working Paper Series*, No. 1689.
34. Gabillon, J. (1991). The Term Structures of Oil Futures Prices. *Oxford Institute for Energy Studies*, WPM 17.
35. Gorton, G., Rouwenhorst, K. G. (2004). Facts and fantasies about Commodity Futures. *NBER Working Papers*, Working Paper 10595.
36. Hamilton, J. D. (2008). Understanding Crude Oil Prices. *The Energy Journal*, *International Association for Energy Economics*, vol. 0(Number 2), str. 179-206.
37. Hamilton, J. D. (2009). Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007–08. *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. Spring 2009.
38. Hamilton, J. D. (2011). Historical Oil Shocks. *Routledge Handbook of Major Events in Economic History*, str. 239-265. *NBER Working Paper*, No. 16790.
39. Hoffman, R. (2012). Estimates of Oil Price Elasticity. *International Association for Energy Economics*, First Quarter 2012.
40. Hotelling, H. (1931). The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, No. 39(2), str. 137-75.
41. Hunt, B. (2015). The Potential Macroeconomic Impact of the Unconventional Oil and Gas Boom in the United States. *IMF Working Paper*, WP/15/92.
42. Hušek, R. (1999). *Ekonometrická analýza*. EKOPRESS, Praha. ISBN 80-86119-19-X
43. Irwin S.H. a kol. (2009). Devil or Angel? The Role of Speculation in the Recent Commodity Price Boom (and Bust). *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol. 41, No. 02.
44. Irwin, S. H., Sanders D.R. (2010). The Impact of Index and Swap Funds on Commodity Futures Markets: Preliminary Results. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers*, No. 27, OECD Publishing. DOI: 10.1787/5kmd40wl1t5f-en.
45. ITF, (2008). Interagency Task Force on Commodity Markets, Interim Report on Crude Oil 2008. Washington D.C.

46. Iwarson T. (2012). *Reflections on the causes of Commodity market price changes and volatility*. Global Forum on Competition, Session I. DAF/COMP/GF(2012)5.
47. *Joint report by IEA, OPEC, OECD and World Bank on fossil-fuel and other energy subsidies: An update of the G20 Pittsburgh and Toronto Commitments*. G20 Meeting of Finance Ministers and Central Bank Governors (Paris, 14-15 October 2011) and the G20 Summit (Cannes, 3-4 November 2011).
48. Khan, M. (2009). The 2008 Oil Price Bubble. *Peterson Institute for International Economics Policy Brief*, No. PB09-19.
49. Kilian, L., Murphy, D. P. (2014). The Role of Inventories and Speculative Trading in the Market for Crude Oil. *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 29, Issue 3, str. 454–478. DOI: 10.1002/jae.2322.
50. King, B. (2005). *Investing in Oil: A History*. The Daily Reckoning. <http://dailyreckoning.com/investing-in-oil-a-history/>
51. Knittel Ch.R., Pindyck, R.S. (2013). The Simple Economics of Commodity Price Speculation. *NBER Working Papers*, No. 18951.
52. Korda, J. (2007). Kauzalita jako metodologický problém ekonomie. *E-Logos Electronic Journal for Philosophy*. ISSN 1211-0442.
53. Krugman, P. (2008). More on oil and speculation. *New York Times*, May 13.
54. Lagos G. (2012). *Competition and commodity price volatility*. Global Forum on Competition, Session I. DAF/COMP/GF(2012)4.
55. Lardy, R. N. (2006). China: Toward a Consumption-Driven Growth Path. *Policy Briefs in International Economics*, No. PB06-6. Institute for International Economics.
56. Lombardi, M. J., Van Robays, I. (2011). Do Financial Investors Destabilize the Oil Price? *ECB Working Papers Series*, no. 1346.
57. Magdoff, H. a Sweezy, P. M. (1972). *The Dynamics of U.S. Capitalism*. New York: Monthly Review Press.
58. Mandelbrot, B. (1963). The variation of certain speculative prices. *Journal of Business*, Vol. 36, No. 4
59. Manescu, C., Van Robays, I. (2014). Forecasting the Brent Oil Price Addressing Time-Variation in Forecast Performance. *ECB Working Papers Series*, no. 1735.
60. Masset, P. a kol. (2015). *Red obsession: the ascent of fine wine in China*. Proceedings of American Association of Wine Economics Annual Meeting (AAWE) 2015.
61. Masters, M. (2008). Testimony before the Committee on Homeland Security and Governmental Affairs, United States Senate. Washington, D.C., 20 May.

62. Peck, A. E. (1985). The Economic Role of Traditional Commodity Futures. *Futures Markets: Their Economic Role*. American Enterprise Institute for Public Policy Research.
63. Reeve, T. A., Vigfusson, R. J. (2011). Evaluating the Forecasting Performance of Commodity Futures Prices. *Board of Governors of the Federal Reserve System: International Finance Discussion Papers*, No. 1025.
64. Rentschler, J. E. (2013). Oil Price Volatility, Economic Growth and the Hedging Role of Renewable Energies. *Policy Research Working Paper 6603*, World Bank, Washington, DC.
65. Rosen, D. H., Houser, V. T. (2007). China Energy: A Guide for the Perplexed. *China Balance Sheet*. A Joint Project by the Center for Strategic and International Studies and the Peterson Institute for International Economics.
66. Schmidbauer, H., Rosch, A. (2009) OPEC News Announcements and Oil Price Volatility. In: The International Institute of Forecasters (ed.): *Proceedings of the 29th International Symposium on Forecasting ISF2009*. ISSN: 1997-4124.
67. Shleifer, A., Summers, L. H. (1990). The Noise Trader Approach to Finance. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 4(2): 19-33. DOI: 10.1257/jep.4.2.19.
68. Smith, J. (2012). Does Speculation Drive Oil Prices? *Resources for the Future*.
69. Smith, S. L. (2009). World Oil: Market or Mayhem? *Journal of Economic Perspectives*, 23(3), str. 145-64, DOI: 10.1257/jep.23.3.145.
70. Stevens P. (2005). Oil Market. *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 21, no. 1. DOI: 10.1093/oxrep/gri002.
71. Stoll, H. R. Whaley, R. E. (2010). Commodity index investing and commodity futures prices. *Journal of Applied Finance*, Vol. 1, str. 1-40.
72. Svensson, L. E. O. (2005). Oil Prices and ECB Monetary Policy. *Briefing paper for the Committee on Economic and Monetary Affairs (ECON) of the European Parliament for the quarterly dialogue with the President of the European Central Bank*. (EP501.tex).
73. Vansteenkiste, I. (2011). What is Driving Oil Futures Prices? Fundamentals versus Speculation. *ECB Working Papers Series*, no. 1371.
74. White, W. R. (2008). Globalisation and the determinants of domestic inflation. *BIS Working Papers*, No. 250. Bank of International Settlements, Monetary and Economic Department.

75. Whitley, S., van der Burg, L. (2015). Fossil Fuel Subsidy Reform: From Rhetoric to Reality. *The New Climate Economy, Working Paper*. The Global Commission on Economy and Climate
76. Wilder, J. W. (1978). New Concepts in Technical Trading Systems. *Greensboro, NC: Trend Research*. ISBN 978-0-89459-027-6.
77. Williams, J. L. (1996-2016). WTRG Economics. *Analysis, planning, forecast and data services for energy producers and consumers*. (<http://www.wtrg.com>).
78. Working, H. (1960). Speculation on Hedging Markets. *Food Research Institute Studies*, No. 1 (2), str. 185–220.
79. Wright, B. (2009). International grain reserves and other instruments to address volatility in grain markets. *Policy Research Working Paper Series*, No. 5028, The World Bank.
80. Zoua, G., Chaub, K.W. (2006). Short- and long-run effects between oil consumption and economic growth in China, *Energy Policy*, No. 34 (2006) 3644–3655.

**Ostatní zdroje:**

1. BP Statistics (1990-2015). Energy Economics. Statistical Review of World Energy.
2. EIA Monthly Energy Review (2000-2015). U.S. Energy Information Administration
3. EIA Short Term Energy Outlook (2000-2015). U.S. Energy Information Administration
4. EIA This Week in Petroleum (2000-2015). U.S. Energy Information Administration
5. IEA Agreement on Energy International Program (As amended 9 May 2014), OECD, <https://www.iea.org/media/aboutus/iep.pdf>
6. IEA WEO (2000-2015). Paris, OECD. World Energy Outlook. Organization of Economic and Cooperation and Development.
7. IMF WEO (1990-2015). World Economic Outlook. Washington D.C. International Monetary Fund.

## Přílohy

**Příloha 1:** Srovnání reálných cen ropy WTI, úroveň a změna úrovně, v USD/barel.



Zdroj: EIA, Fred, vlastní výpočty a úprava.

## Příloha 2: Podrobné výsledky testu jednotkového kořene, růst reálné ceny ropy WTI.

### 1. Test ADF s konstantou a trendem (*change* = růst reálné ceny ropy WTI)

Null Hypothesis: CHANGE has a unit root  
Exogenous: Constant, Linear Trend  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

|                                        | t-Statistic | Prob.* |
|----------------------------------------|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -10.16191   | 0.0000 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -4.009271   |        |
| 5% level                               | -3.434706   |        |
| 10% level                              | -3.141318   |        |

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(CHANGE)  
Method: Least Squares  
Sample: 1970Q1 2015Q2  
Included observations: 182

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.    |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| CHANGE(-1)         | -0.970838   | 0.095537              | -10.16191   | 0.0000   |
| D(CHANGE(-1))      | 0.176766    | 0.076155              | 2.321130    | 0.0214   |
| C                  | 1.425497    | 2.063656              | 0.690763    | 0.4906   |
| @TREND("1970Q1")   | -0.009377   | 0.019702              | -0.475930   | 0.6347   |
| R-squared          | 0.429256    | Mean dependent var    |             | 0.100649 |
| Adjusted R-squared | 0.419636    | S.D. dependent var    |             | 18.30485 |
| S.E. of regression | 13.94493    | Akaike info criterion |             | 8.129842 |
| Sum squared resid  | 34614.06    | Schwarz criterion     |             | 8.200259 |
| Log likelihood     | -735.8156   | Hannan-Quinn criter.  |             | 8.158388 |
| F-statistic        | 44.62448    | Durbin-Watson stat    |             | 1.976414 |
| Prob(F-statistic)  | 0.000000    |                       |             |          |

### 2. Test ADF uvedený v textu práce (*change* = čtvrtletní růst reálné ceny ropy WTI)

Null Hypothesis: CHANGE has a unit root  
Exogenous: None  
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=13)

|                                        | t-Statistic | Prob.* |
|----------------------------------------|-------------|--------|
| Augmented Dickey-Fuller test statistic | -10.17702   | 0.0000 |
| Test critical values:                  |             |        |
| 1% level                               | -2.577730   |        |
| 5% level                               | -1.942584   |        |
| 10% level                              | -1.615541   |        |

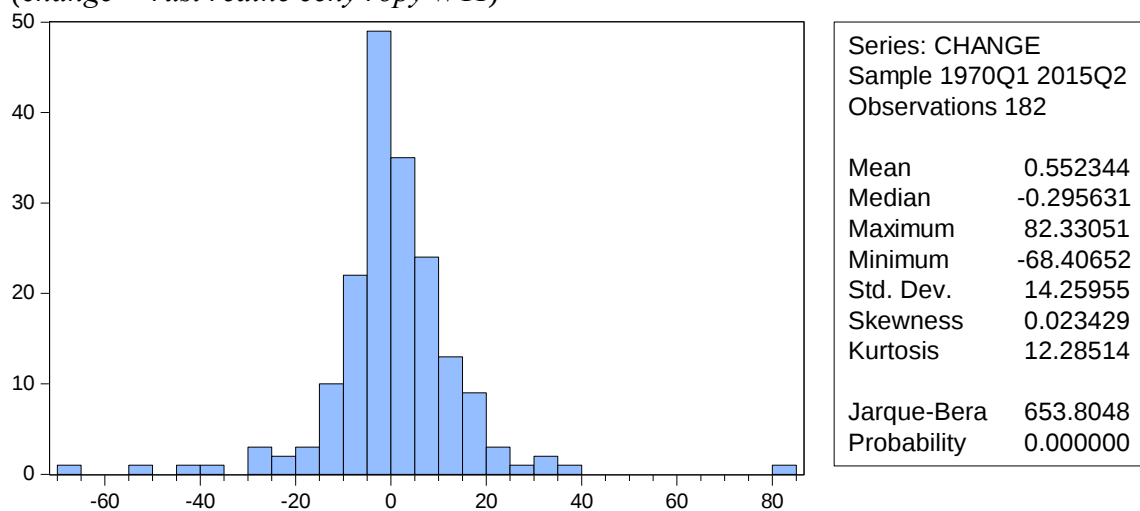
\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(CHANGE)  
Method: Least Squares  
Sample: 1970Q1 2015Q2  
Included observations: 182

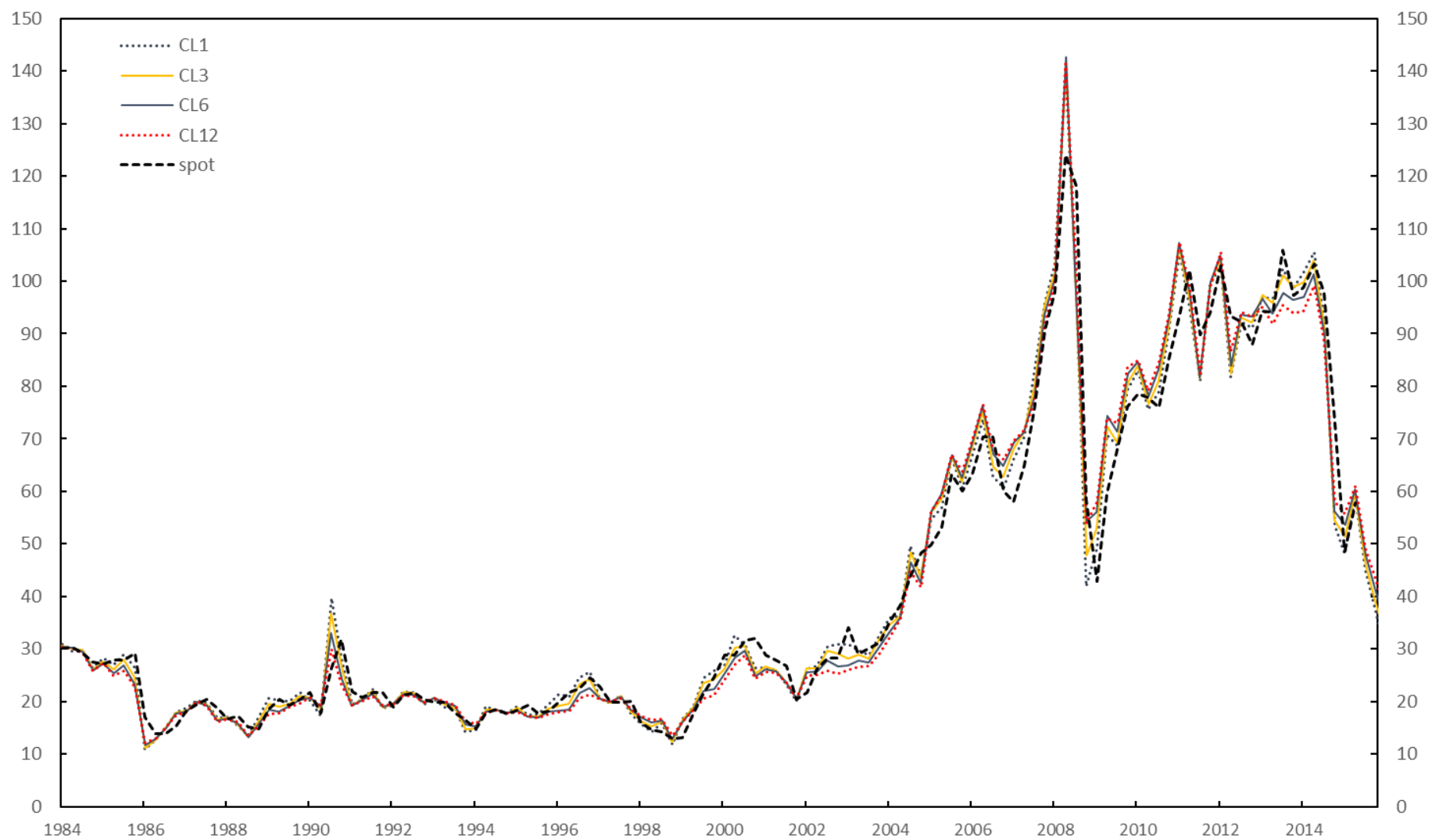
| Variable           | Coefficient | Std. Error            | t-Statistic | Prob.    |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|----------|
| CHANGE(-1)         | -0.965939   | 0.094914              | -10.17702   | 0.0000   |
| D(CHANGE(-1))      | 0.174492    | 0.075770              | 2.302923    | 0.0224   |
| R-squared          | 0.427537    | Mean dependent var    |             | 0.100649 |
| Adjusted R-squared | 0.424357    | S.D. dependent var    |             | 18.30485 |
| S.E. of regression | 13.88810    | Akaike info criterion |             | 8.110870 |
| Sum squared resid  | 34718.28    | Schwarz criterion     |             | 8.146079 |
| Log likelihood     | -736.0892   | Hannan-Quinn criter.  |             | 8.125143 |
| Durbin-Watson stat | 1.975726    |                       |             |          |

### Příloha 3: Histogram mezičtvrtletních změn a základní statistické údaje

(*change = růst reálné ceny ropy WTI*)

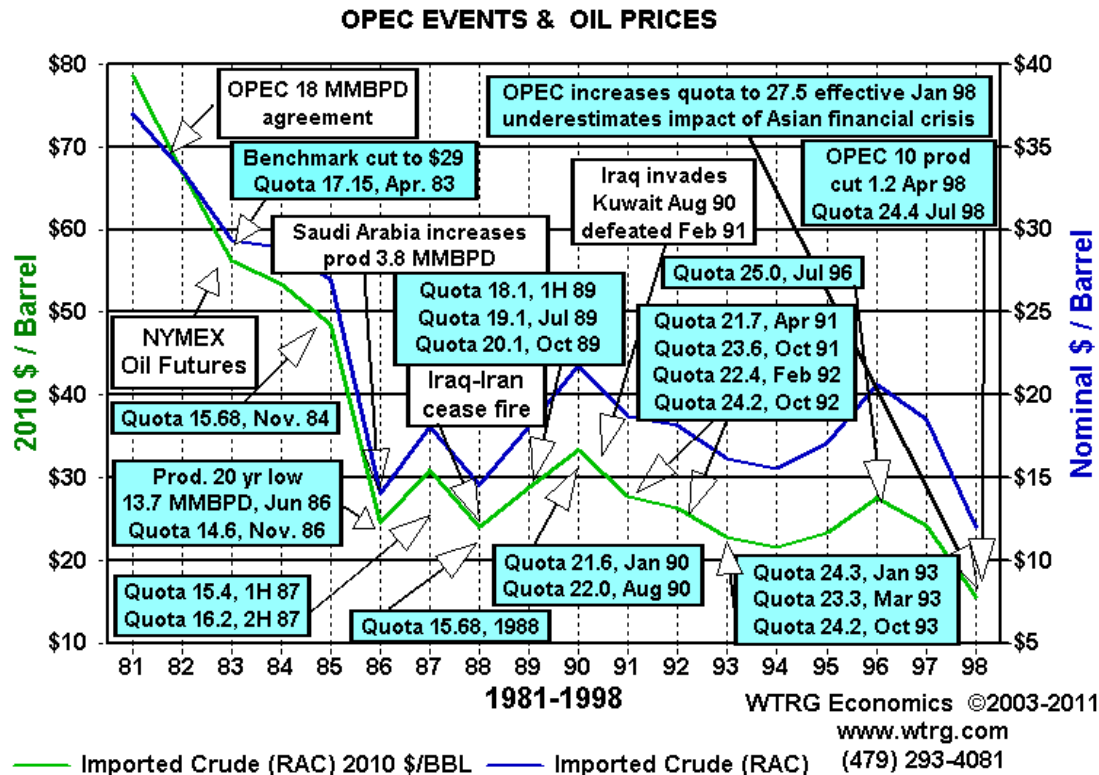
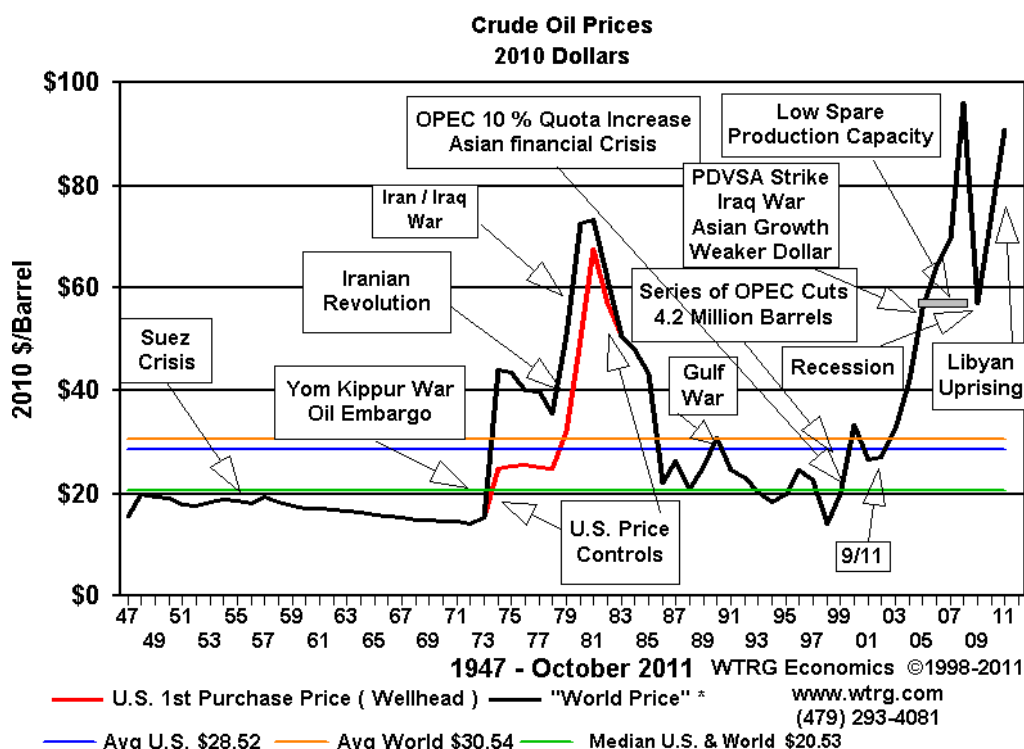


**Příloha 4:** Ceny ropy na fyzickém a termínovém trhu, v USD/barel, 1984-2015



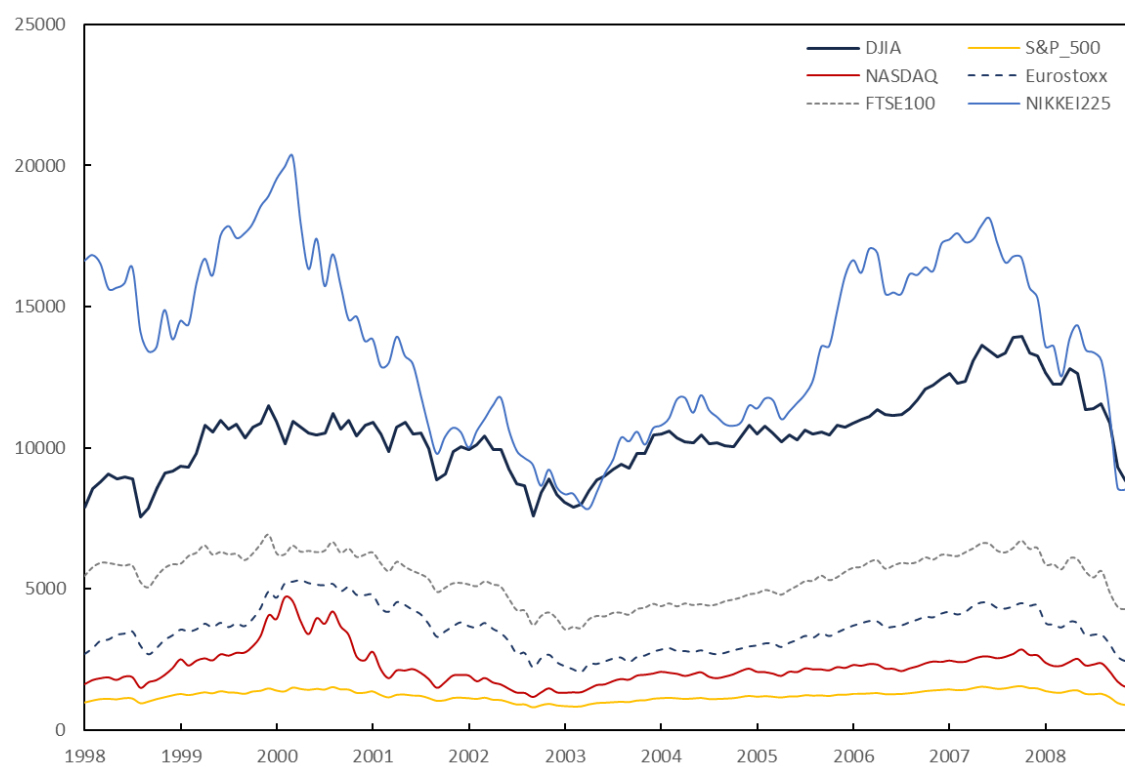
Zdroj: EIA, Stevens Continuous Futures Database (prostřednictvím databázového nástroje Quandl), vlastní výpočty a úprava.

**Příloha 5: Nepredikovatelné faktory a reálná cena ropy**  
(geopolitické konflikty a stanovení kvót)



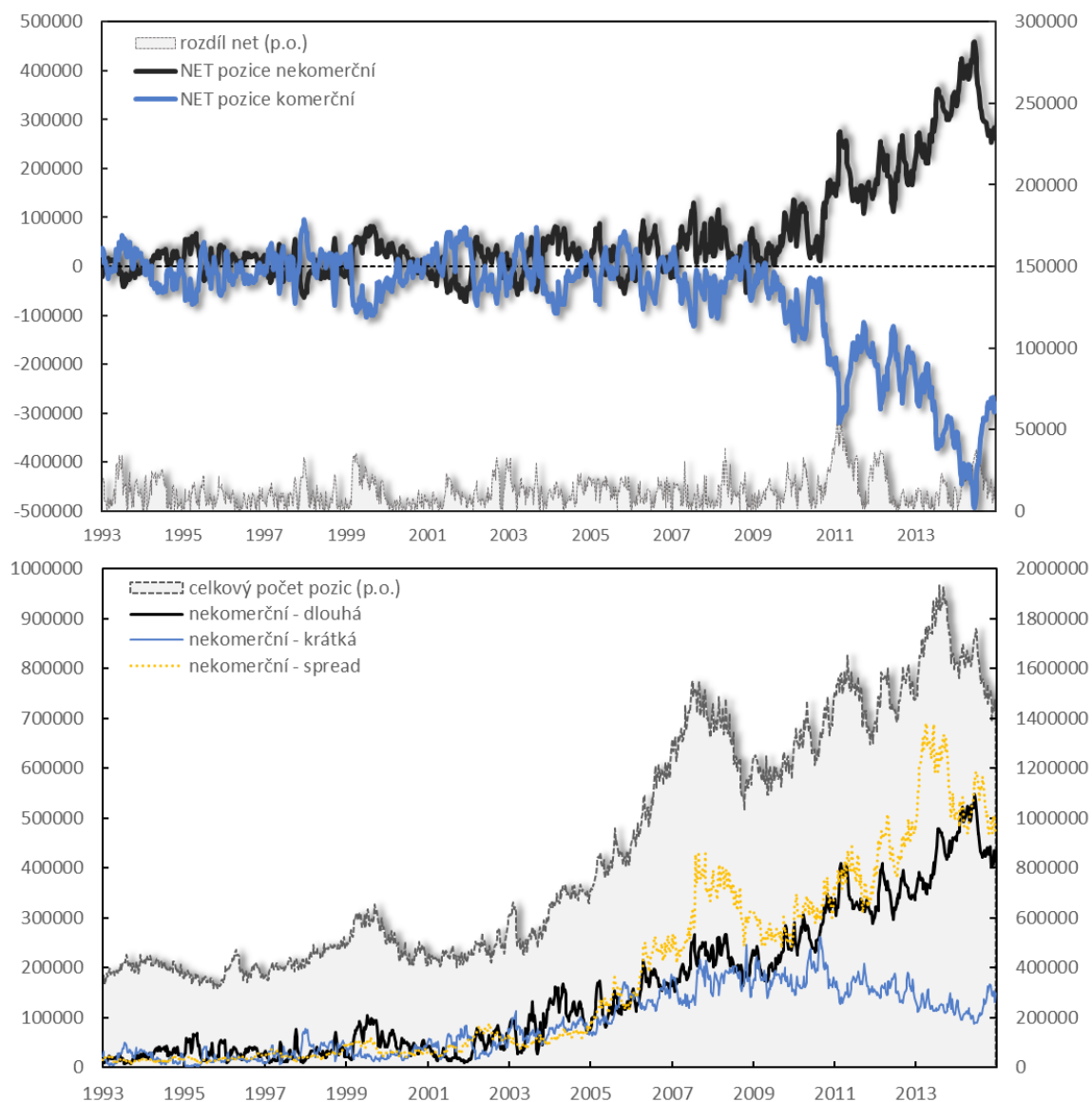
Zdroj: převzato z www.wtrg.com.

## Příloha 6: Bodové úrovně vybraných akciových indexů.



Zdroj: FRED, Quandl, Nikkei database, vlastní výpočty a zobrazení.

## Příloha 7: Expozice na termínových trzích v post krizovém období, počet pozic



Zdroj: CFTC

**Příloha 8:** ADF testy proměnných*nulová hypotéza:* existence jednotkového kořene

|                                                              | <b>1993-1999</b> |              | <b>2000-2008</b> |              | <b>2003-2008</b> |              |
|--------------------------------------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
|                                                              | <i>stat.</i>     | <i>prob.</i> | <i>stat.</i>     | <i>prob.</i> | <i>stat.</i>     | <i>prob.</i> |
| $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br><b>nekomerčních</b> subjektů | -17.032          | 0.0000       | -20.052          | 0.0000       | -16.512          | 0.0000       |
| $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br><b>komerčních</b> subjektů   | -17.485          | 0.0000       | -18.637          | 0.0000       | -15.087          | 0.0000       |
| $\Delta$ ceny <b>spot</b>                                    | -17.970          | 0.0000       | -17.902          | 0.0000       | -14.544          | 0.0000       |
| $\Delta$ ceny <b>futures</b>                                 | -16.969          | 0.0000       | -17.359          | 0.0000       | -14.023          | 0.0000       |

|                                                              | <b>2005-2008</b> |              | <b>2009-2014</b> |              | <b>1993-2014</b> |              |
|--------------------------------------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
|                                                              | <i>stat.</i>     | <i>prob.</i> | <i>stat.</i>     | <i>prob.</i> | <i>stat.</i>     | <i>prob.</i> |
| $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br><b>nekomerčních</b> subjektů | -13.269          | 0.0000       | -14.836          | 0.0000       | -30.008          | 0.0000       |
| $\Delta$ čisté dlouhé pozice<br><b>komerčních</b> subjektů   | -11.924          | 0.0000       | -12.844          | 0.0000       | -28.275          | 0.0000       |
| $\Delta$ ceny <b>spot</b>                                    | -11.886          | 0.0000       | -14.493          | 0.0000       | -27.728          | 0.0000       |
| $\Delta$ ceny <b>futures</b>                                 | -11.422          | 0.0000       | -14.180          | 0.0000       | -27.233          | 0.0000       |

## Příloha 9: Podrobné výsledky GARCH(1,1) modelů

Časová řada: LSPOTD, difference logaritmů ceny na fyzickém trhu

Dependent Variable: LSPOTD

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Sample (adjusted): 2 6550

Included observations: 6549 after adjustments

Convergence achieved after 14 iterations

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | z-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C                  | 0.000151    | 0.000209              | 0.724675    | 0.0687    |
| Variance Equation  |             |                       |             |           |
| C                  | 4.77E-06    | 6.46E-07              | 7.391989    | 0.0000    |
| RESID(-1)^2        | 0.078533    | 0.003423              | 22.93946    | 0.0000    |
| GARCH(-1)          | 0.917665    | 0.003800              | 241.5036    | 0.0000    |
| R-squared          | -0.008030   | Mean dependent var    |             | 8.10E-05  |
| Adjusted R-squared | -0.008030   | S.D. dependent var    |             | 0.024900  |
| S.E. of regression | 0.024900    | Akaike info criterion |             | -4.834956 |
| Sum squared resid  | 4.059866    | Schwarz criterion     |             | -4.830811 |
| Log likelihood     | 15836.06    | Hannan-Quinn criter.  |             | -4.833523 |
| Durbin-Watson stat | 2.022756    |                       |             |           |

## Korelogram (standardized residuals squared)

| Autocorrelation | Partial Correlation |    | AC     | PAC    | Q-Stat | Prob* |
|-----------------|---------------------|----|--------|--------|--------|-------|
|                 |                     | 1  | 0.013  | 0.013  | 1.0617 | 0.303 |
|                 |                     | 2  | 0.013  | 0.013  | 2.1584 | 0.340 |
|                 |                     | 3  | 0.023  | 0.023  | 5.7523 | 0.124 |
|                 |                     | 4  | -0.001 | -0.002 | 5.7618 | 0.218 |
|                 |                     | 5  | -0.001 | -0.002 | 5.7755 | 0.329 |
|                 |                     | 6  | -0.019 | -0.020 | 8.1542 | 0.227 |
|                 |                     | 7  | -0.021 | -0.020 | 10.947 | 0.141 |
|                 |                     | 8  | -0.012 | -0.011 | 11.832 | 0.159 |
|                 |                     | 9  | -0.025 | -0.023 | 15.949 | 0.068 |
|                 |                     | 10 | -0.005 | -0.003 | 16.105 | 0.097 |
|                 |                     | 11 | -0.026 | -0.025 | 20.413 | 0.040 |
|                 |                     | 12 | -0.018 | -0.016 | 22.423 | 0.033 |
|                 |                     | 13 | -0.000 | 0.000  | 22.423 | 0.049 |
|                 |                     | 14 | -0.007 | -0.006 | 22.751 | 0.064 |
|                 |                     | 15 | -0.003 | -0.003 | 22.803 | 0.088 |
|                 |                     | 16 | -0.008 | -0.009 | 23.220 | 0.108 |
|                 |                     | 17 | -0.017 | -0.018 | 25.161 | 0.091 |
|                 |                     | 18 | -0.008 | -0.010 | 25.598 | 0.109 |
|                 |                     | 19 | 0.009  | 0.008  | 26.114 | 0.127 |
|                 |                     | 20 | 0.015  | 0.014  | 27.618 | 0.119 |
|                 |                     | 21 | 0.002  | 0.000  | 27.644 | 0.151 |
|                 |                     | 22 | -0.001 | -0.004 | 27.657 | 0.187 |
|                 |                     | 23 | -0.005 | -0.008 | 27.849 | 0.222 |
|                 |                     | 24 | -0.015 | -0.017 | 29.381 | 0.206 |

## Časová řada: LFUTD, difference logaritmu ceny futures

Dependent Variable: LFUTD

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Sample (adjusted): 2 6546

Included observations: 6545 after adjustments

Convergence achieved after 12 iterations

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

| Variable           | Coefficient | Std. Error            | z-Statistic | Prob.     |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------|
| C                  | 0.000225    | 0.000219              | 1.028914    | 0.0315    |
| Variance Equation  |             |                       |             |           |
| C                  | 4.31E-06    | 6.08E-07              | 7.081920    | 0.0000    |
| RESID(-1)^2        | 0.073639    | 0.003847              | 19.14272    | 0.0000    |
| GARCH(-1)          | 0.921930    | 0.004284              | 215.2266    | 0.0000    |
| R-squared          | -0.001129   | Mean dependent var    |             | 9.19E-05  |
| Adjusted R-squared | -0.001129   | S.D. dependent var    |             | 0.024188  |
| S.E. of regression | 0.024189    | Akaike info criterion |             | -4.893880 |
| Sum squared resid  | 3.828834    | Schwarz criterion     |             | -4.889733 |
| Log likelihood     | 16019.22    | Hannan-Quinn criter.  |             | -4.892446 |
| Durbin-Watson stat | 2.024211    |                       |             |           |

## Korelogram (standardized residuals squared)

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC    | Q-Stat | Prob*  |       |
|-----------------|---------------------|----|--------|--------|--------|-------|
|                 |                     | 1  | 0.009  | 0.009  | 0.5758 | 0.448 |
|                 |                     | 2  | 0.027  | 0.027  | 5.4748 | 0.065 |
|                 |                     | 3  | 0.008  | 0.008  | 5.9337 | 0.115 |
|                 |                     | 4  | -0.006 | -0.006 | 6.1388 | 0.189 |
|                 |                     | 5  | 0.002  | 0.001  | 6.1540 | 0.292 |
|                 |                     | 6  | -0.010 | -0.009 | 6.7691 | 0.343 |
|                 |                     | 7  | -0.018 | -0.018 | 8.9860 | 0.254 |
|                 |                     | 8  | -0.017 | -0.017 | 10.952 | 0.204 |
|                 |                     | 9  | -0.025 | -0.024 | 15.199 | 0.086 |
|                 |                     | 10 | -0.011 | -0.009 | 15.924 | 0.102 |
|                 |                     | 11 | -0.018 | -0.016 | 18.022 | 0.081 |
|                 |                     | 12 | -0.024 | -0.023 | 21.655 | 0.042 |
|                 |                     | 13 | -0.018 | -0.017 | 23.695 | 0.034 |
|                 |                     | 14 | -0.008 | -0.007 | 24.077 | 0.045 |
|                 |                     | 15 | -0.001 | -0.001 | 24.085 | 0.064 |
|                 |                     | 16 | 0.000  | -0.001 | 24.085 | 0.088 |
|                 |                     | 17 | -0.005 | -0.006 | 24.240 | 0.113 |
|                 |                     | 18 | -0.003 | -0.005 | 24.315 | 0.145 |
|                 |                     | 19 | -0.011 | -0.012 | 25.052 | 0.159 |
|                 |                     | 20 | 0.013  | 0.011  | 26.094 | 0.163 |
|                 |                     | 21 | 0.010  | 0.008  | 26.720 | 0.180 |
|                 |                     | 22 | 0.005  | 0.002  | 26.854 | 0.217 |
|                 |                     | 23 | -0.017 | -0.020 | 28.806 | 0.187 |
|                 |                     | 24 | 0.002  | 0.001  | 28.834 | 0.226 |

## Seznam příloh

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Příloha 1: Srovnání reálných cen ropy WTI, úrovně a změna úrovně, v USD/barel. ....     | 138 |
| Příloha 2: Podrobné výsledky testu jednotkového kořene, růst reálné ceny ropy WTI. .... | 139 |
| Příloha 3: Histogram mezičtvrtletních změn a základní statistické údaje.....            | 140 |
| Příloha 4: Ceny ropy na fyzickém a termínovém trhu, v USD/barel, 1984-2015.....         | 141 |
| Příloha 5: Nepredikovatelné faktory a reálná cena ropy .....                            | 142 |
| Příloha 6: Bodové úrovně vybraných akciových indexů.....                                | 143 |
| Příloha 7: Expozice na termínových trzích v post krizovém období, počet pozic .....     | 144 |
| Příloha 8: ADF testy proměnných.....                                                    | 145 |
| Příloha 9: Podrobné výsledky GARCH(1,1) modelů.....                                     | 146 |

## Seznam grafů

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Graf 1: Nominální ceny hlavních typů ropy, v USD, 1980-2015 .....                     | 11 |
| Graf 2: Nominální a reálná cena ropy WTI, v USD/barel, 1960-2015 .....                | 14 |
| Graf 3: Mezičtvrtletní změna ceny reálné ropy, v %, 1970Q1-2015Q2 .....               | 16 |
| Graf 4: Absolutní hodnota spreadu spot-futures, v USD/barel, 1984-2015.....           | 22 |
| Graf 5: Počet obchodovaných kontraktů podle délky splatnosti, 1985-2015 .....         | 24 |
| Graf 6: Historický přehled vývoje reál. a nom. cen, USD/barel, 1950-2015.....         | 26 |
| Graf 7: Cenové indexy komoditních skupin, 2005 = 100, 200M1-2008M6.....               | 33 |
| Graf 8: Spotová cena indexu SP-GSCI a investice do vybraných indexů, 1990-2008 .....  | 34 |
| Graf 9: Počet otevřených pozic a spotová cena ropy, 2000-2010 .....                   | 35 |
| Graf 10: Vybrané indexy akciových trhů, index 2005M6=100 .....                        | 37 |
| Graf 11: Klíčové měnové sazby vybraných centrálních bank, v %, 1998Q1-2008Q4 .....    | 39 |
| Graf 12: Krátkodobé úrokové sazby, 1998Q1-2005Q4 .....                                | 39 |
| Graf 13: Index Liv-ex Wine 50, 2005=100.....                                          | 41 |
| Graf 14: Pozice nekomerčních subjektů a celkové pozice na trhu, 1993-2010 .....       | 44 |
| Graf 15: Čistá pozice nekomerčních subjektů, počet kontraktů, 2000-2010 .....         | 45 |
| Graf 16: Čisté pozice tržních subjektů, počet kontraktů, 2000-2010 .....              | 46 |
| Graf 17: Spotová cena ropy WTI a T-index, 2000-2010 .....                             | 48 |
| Graf 18: Index spekulace a změny cen ropy, v %, 2000-2010.....                        | 49 |
| Graf 19: Spot WTI a čisté pozice nekomerčních subjektů, 2000-2010.....                | 53 |
| Graf 20: Průběh analyzovaných časových řad, 1993-2014.....                            | 58 |
| Graf 21: Vývoj komerčních/průmyslových zásob, 2000-2014 .....                         | 70 |
| Graf 22: Strategické rezervy ropy, vybrané země, v mil. barelů, 1990-2014 .....       | 71 |
| Graf 23: Komerční zásoby v USA a spotová cena ropy WTI, 2000-2015.....                | 72 |
| Graf 24: Situace na trhu termínových kontraktů a cena spot WTI, 2006-2015 .....       | 73 |
| Graf 25: Situace na trhu termínových kontraktů WTI, 1991-2015 .....                   | 74 |
| Graf 26: Zásoby ropy a spread CL12-CL1, meziroční změna v mil. barelů, 1995-2015..... | 74 |
| Graf 27: Komerční zásoby v USA a cena spot, odlišení etap v období 1991-2015.....     | 76 |
| Graf 28: Cena ropy a počet vrtů, 1990-2014.....                                       | 78 |
| Graf 29: Cena ropy a počet nových vrtů (svět), meziroční růsty, v %, 2002-2015 .....  | 79 |
| Graf 30: Výnosy spotové a termínové (3M) ropy, v %, 1990-2015M6.....                  | 84 |
| Graf 31: Míra volatility ceny ropy (SD), spotová a termínová cena, 1990-2015 .....    | 87 |
| Graf 32: Míra volatility, SD a GARCH(1,1), spotová cena ropy WTI, 1990-2015.....      | 90 |

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Graf 33: Míra volatility, SD a GARCH(1,1), cena futures, 1990-2015 .....                                             | 90  |
| Graf 34: Míra volatility dle GARCH(1,1) a cena spot WTI, 1990-2015 .....                                             | 91  |
| Graf 35: Míra volatility GARCH a cena ropy WTI, 2004-2009M6 .....                                                    | 92  |
| Graf 36: Intra-denní volatility pomocí rozpětí $high_t - low_t$ , v USD/barel, 1990-2015.....                        | 94  |
| Graf 37: Volatilita dle indikátoru ATR, kontrakt 3M, v USD/barel, 2005-2008.....                                     | 99  |
| Graf 38: Svíčkový graf, hodnoty <i>open</i> , <i>close</i> , <i>high</i> a <i>low</i> (3M kontrakt), 2005-2008 ..... | 102 |
| Graf 39: Cena 1M, 3M, 6M, 9M a spot, v USD/barel, 1990-1999 .....                                                    | 105 |
| Graf 40: Světové HDP a produkce ropy, růsty v %, 2002-2008 .....                                                     | 106 |
| Graf 41: Světové HDP a produkce ropy, 2002-2014. 2002Q1=100 .....                                                    | 107 |
| Graf 42: Poptávka po ropě a její rozdělení, 1980-2014 .....                                                          | 108 |
| Graf 43: Podíl Číny na celkovém přírůstku spotřeby ropy, 1990-2014 .....                                             | 109 |
| Graf 44: Energetická intenzita hospodářství a spotřeba ropy/obyv., 1990-2014 .....                                   | 110 |
| Graf 45: Růsty HDP a průměrná tempa růstů, 1991-2014 .....                                                           | 111 |
| Graf 46: Import ropy a podíly na světovém importu, v tis. bbl/den, v %, 1990-2012 .....                              | 112 |
| Graf 47: Celková spotřeba primární energie a podíly vybraných zemí, 1990-2012 .....                                  | 113 |
| Graf 48: Dotace na fosilní paliva a OZE, v mld. USD, 2006-2010 .....                                                 | 114 |
| Graf 49: Produkce zemí mimo OPEC a rozdíl produkce ropy, v tis. barelů/den .....                                     | 116 |
| Graf 50: Produkce ropy OPEC a její meziroční změna, v tis. barelů/den, 1995-2014.....                                | 117 |
| Graf 51: Zvyšující se závislost na produkci OPEC, 2003-2007 .....                                                    | 118 |
| Graf 52: Zvyšující se závislost na produkci OPEC, 2003-2007 .....                                                    | 119 |
| Graf 53: Volná produkční kapacita OPEC a ceny ropy, 2001-2014 .....                                                  | 120 |
| Graf 54: OECD zásoby průmysl, difference v mil. barelů/den, 2003-2008 .....                                          | 121 |
| Graf 55: Svět - výrobní kapacita a HDP, cena ropy WTI, 2001-2014 .....                                               | 122 |
| Graf 56: Světová produkce a spotřeba ropy, saldo zásob, 2000-2014 .....                                              | 123 |
| Graf 57: Měnový kurz USD a cena ropy, 1970-2014 .....                                                                | 125 |

## Seznam tabulek

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabulka 1: p-hodnoty regrese $\Delta p_t$ , 1970Q1-2015Q2 .....                         | 15  |
| Tabulka 2: Test ADF, mezičtvrtletní změna reálné ceny ropy (=change) .....              | 17  |
| Tabulka 3: Vzájemná korelace vybraných akciových indexů, 1998-2009 .....                | 37  |
| Tabulka 4: Pozice dle subjektů a dle rozdělení na krátké a dlouhé, v %, 2000-2008 ..... | 43  |
| Tabulka 5: Korelace mezi indexem spekulace a cenami ropy, 2000-2010 .....               | 49  |
| Tabulka 6: Korelace mezi cenami ropy a pozicemi obchodníků, 1993-2014 .....             | 51  |
| Tabulka 7: ADF testy jednotkových kořenů časových řad, 1993-2014 .....                  | 57  |
| Tabulka 8: Tabulka optimální hodnoty zpoždění podle informačních kritérií .....         | 60  |
| Tabulka 9: Testy Grangerovy kauzality u nekomerčních subjektů, 1993-2014 .....          | 61  |
| Tabulka 10: Testy Grangerovy kauzality u komerčních subjektů, 1993-2014 .....           | 62  |
| Tabulka 11: Tabulka optimální hodnoty zpoždění podle informačních kritérií .....        | 64  |
| Tabulka 12: Testy Grangerovy kauzality u nekomerčních subjektů, 1993-2014 .....         | 64  |
| Tabulka 13: Testy Grangerovy kauzality u komerčních subjektů, 1993-2014 .....           | 65  |
| Tabulka 14: Testy Grang. kauzality u nekom. subjektů (spread f-s), 1993-2014 .....      | 69  |
| Tabulka 15: Maxima míry volatility, anualizovaná míra volatility, 1990-2015 .....       | 88  |
| Tabulka 16: Výchozí rozpětí pro pravé rozpětí (TR), podíly v %, 2005-2008 .....         | 100 |

## Seznam obrázků

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Obrázek 1: Graf autokorelací mezičtvrtletních růstů reálné ceny ropy.....               | 16  |
| Obrázek 2: Konvexní vztah ceny a množství u skladovatelné komodity .....                | 80  |
| Obrázek 3: Ilustrace obchodovacích mezer.....                                           | 95  |
| Obrázek 4: Ilustrace TR v případě mezery mezi obchodovacími dny, náhodný interval ..... | 96  |
| Obrázek 5: Distribuce výchozího rozpětí pro pravé rozpětí (TR), 2005-2008 .....         | 100 |