

Souvislost cen pohonných hmot s vývojem ceny ropy a dalšími faktory v ČR

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Ing. Jakub Šácha, Ph.D

Petra Przybylová

Brno 2015

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu Ing. Jakubu Šáchovi, Ph.D za odborné vedení této práce, za jeho cenné rady, které přispěly k vypracování této práce a v neposlední řadě za trpělivost.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: **Souvislost cen pohonných hmot s vývojem ceny ropy a dalšími faktory v ČR**

vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmetná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 4. ledna 2016

Abstract

Przybylová, P. Context between fuel prices, oil prices and other factors in the Czech Republic. Bachelor thesis. Brno: Mendel University, 2016.

This work deals with analysis of petrol and diesel depending on the oil prices and other factors. For analysis was chosen multiple regression model, which can prove, what factors react on individual fuel.

Furthermore, the analysis of oil prices timeline predicted possible future developments.

Keywords

Fuels, petrol, diesel, oil, multiple regression model, timeline.

Abstrakt

Przybylová, P. Souvislost cen pohonných hmot s vývojem ceny ropy a dalšími faktory v ČR. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016.

Tato práce se orientuje na analýzu cen benzínu a nafty v závislosti na ceně ropy a dalších faktorech. Pro analyzování byla zvolena vícenásobná regresní analýza, která má prokázat jaké faktory působí na jednotlivé pohonné hmoty.

Dále je provedena analýza časové řady cen ropy a následně predikován možný budoucí vývoj.

Klíčová slova

Pohonné hmoty, benzín, nafta, ropa, vícenásobný regresní model, časová řada.

Obsah

1	Úvod	13
2	Cíl práce	14
3	Literární přehled	15
3.1	Ropa.....	15
3.1.1	Jednotky.....	15
3.1.2	Charakteristiky ropy.....	15
3.1.3	Výskyt a zásoby ropy.....	16
3.1.4	Vliv na cenu ropy.....	17
3.2	Zásobování ČR ropou.....	18
3.2.1	Ropa v ČR (Česká ropa).....	18
3.2.2	Ropovod Družba.....	20
3.2.3	Ropovod IKL.....	21
3.3	Náhled do historie ropy.....	21
3.3.1	Rockefeller a Sedm sester.....	22
3.3.2	OPEC.....	22
4	Metodika	24
4.1	Regresní analýza.....	24
4.2	Vícenásobná regresní analýza.....	24
4.3	Postup ekonometrického modelování.....	25
4.3.1	Specifikace modelu.....	25
4.3.2	Kvantifikace modelu.....	26
4.3.3	Verifikace modelu.....	26
4.4	Časová řada.....	27
4.4.1	Členění časových řad.....	27
4.4.2	Dekompoziční metoda analýzy časových řad.....	28
4.4.3	Trendové funkce.....	28
4.4.4	Volba vhodného modelu trendu.....	29

4.4.5	Predikce časových řad	30
5	Charakteristika proměnných	31
5.1	Cena pohonných hmot	31
5.2	Hrubý domácí produkt	31
5.3	Míra inflace	31
5.4	Kurz amerického dolaru	32
6	Vlastní práce	33
6.1	Regresní analýza ceny benzínu	33
6.1.1	Kvantifikace modelu na datech	34
6.1.2	Ekonomická verifikace	35
6.1.3	Statistická verifikace	35
6.1.4	Ekonometrická verifikace	36
6.2	Regresní analýza ceny nafty	37
6.2.1	Kvantifikace modelu na datech	38
6.2.2	Ekonomická verifikace	38
6.2.3	Statistická verifikace	39
6.2.4	Ekonometrická verifikace	39
6.2.5	Model opravené heteroskedasticity	41
6.3	Analýza časové řady ceny ropy	42
6.3.1	Kvantifikace modelu na datech	43
6.3.2	Ekonomická verifikace	44
6.3.3	Statistická verifikace	44
6.3.4	Ekonometrická verifikace	45
6.3.5	Prais-Winstenova metoda	47
6.3.6	Predikce budoucího vývoje	49
7	Závěr	51
8	Literatura	52
9	Seznam obrázků	54
10	Seznam tabulek	55

Obsah	11
A Obrázky	58
B Tabulky	61

1 Úvod

V současné době je společenský rozvoj těsně spjat s využíváním energií. Jedním ze zdrojů důležitých pro tento rozvoj je ropa.

Ropu považujeme za velmi důležitou komoditu ve světě nejen pro hospodářské účely. Už od objevení procesu rafinace bylo jasné, že toto bude velkým mezníkem v historii lidstva. Její význam nyní nalézáme nejen v dopravě, ale také při produkování potravin nebo při výrobě zboží. Poslední dobou můžeme sledovat snahu o vývoj alternativních zdrojů energie, které by vyřešili problém neobnovitelných zdrojů energie. Bohužel, ropa stále není plně nahraditelná.

Spotřeba a závislost na této vzácné komoditě stále roste. Státy s rychlým hospodářským růstem, též nazývané jako Asijští tygři, jsou známí svou čím dál tím větší poptávkou po ropě. Dá se tedy předpokládat, že ropa bude mít velký podíl na rostoucím HDP těchto států.

V současnosti i v minulosti vznikaly kvůli tomuto „černému zlatu“ různé politické rozepře a dokonce i války o území, na kterém se ropa těžila. Boj o ropu je nyní světovými velmocemi považován za boj o moc. Množství této černé kapaliny se stále tenčí, a proto chce mít každá země alespoň její malou zásobu. Toto všechno a ještě spoustu dalších faktorů má nemalý vliv na cenu ropy.

2 Cíl práce

Cílem této práce je zjistit do jaké míry ovlivňuje cena ropy ceny benzínu a nafty a pomocí vícenásobné lineární regrese prozkoumat další faktory, které by mohly mít na tvorbu cen pohonných hmot vliv.

Při této analýze zohledňuji makroekonomické faktory, jako jsou DPH a inflace, které poukážou na to, zda cena pohonných hmot souvisí s měnící se ekonomickou situací Česka. Dalším faktorem, který bude vstupovat do rovnice je kurz amerického dolaru.

Cena nafty i benzínu je však očištěna od vlivu nepřímých daní, jelikož jejich výše velmi zasahuje do tvorby ceny a tvoří ve většině případu více než polovinu hodnoty.

Doplňkovým cílem je analýza vývoje ceny ropy v letech 2005 až 2014 a následná predikce budoucího vývoje.

3 Literární přehled

3.1 Ropa

V. Cílek a M. Kašík (2008) popisují ropu jako tekutou směs pevných, tekutých a plyných uhlovodíků přirozeného původu. Dle nových vědeckých poznatků se usuzuje, že ropa vznikla před miliony let z organické hmoty. Jejím hlavním zdrojem byly vrstvy odumřelých mořských organismů - planktonu.

Plankton byl na Zemi nejvíce rozšířen v minulých geologických periodách, kdy kontinenty a oceány nebyly na stejném místě, jako dnes. Vyskytoval se nejčastěji ve vodách klimaticky příznivých a bohatých na anorganické a biogenní živiny. Hlavním geologickým prostředím pro jeho výskyt a následný vznik ropy byla mělká šelfová moře. Následně odumřelé schránky bohaté na uhlík klesaly do větší hloubky zemské kůry a po miliónech let čekání, působení teploty a vysokého tlaku se organická složka postupně změnila na ropu a zemní plyn. (Petroleum, 2015)

3.1.1 Jednotky

Měrnou jednotkou ropy je sud neboli barel (anglicky barrel). Někdy se též setkáváme s jednotkou, zvanou galon, kdy 1 barel = 42 amerických galonů = 35 britských galonů = 158,97 litrů. (Ďurica a kol., 2010)

Základní zkratkou pro barel bylo *bbl* (blue barrel), jelikož právě barvou se odlišovala nafta od nezpracované suroviny. V současné době se světová produkce měří v miliónech či miliardách barelů. Často se tedy používají zkratky k denní produkci *bd* (barrel/day) a roční produkci *by* (barrel/year). (V. Cílek a M. Kašík, 2008)

3.1.2 Charakteristiky ropy

Mezi základní charakteristiky ropy se řadí hustota a obsah síry.

Hustota se měří ve stupních API (American Petroleum Institute), které počítají z hustoty ropy při 15,6 °C (60 °F). Hustota ve stupních API je nepřímo úměrná běžně používané hustotě, vyjadřované v g/cm³.

Tab. 1 Typy ropy dle stupnice API

Typ ropy	Hustota ve °API	Hustota v g/cm ³
Těžká	Do 20 °API	0,93 – 1,05
Běžná	20 – 35 °API	0,85 – 0,93
Lehká	Více než 35 °API	0,61 – 0,85

Zdroj: CÍLEK a KAŠÍK (2008)

Další charakteristikou ropy je její **sladkost či kyselost**. Toto se měří dle obsahu síry. Lehké ropy bývají sladké a těžké naopak kyselé. Síra je následně v rafinériích odstraněna, aby nezpůsobovala korozi na zdejších strojích či v motorech u vozidel.

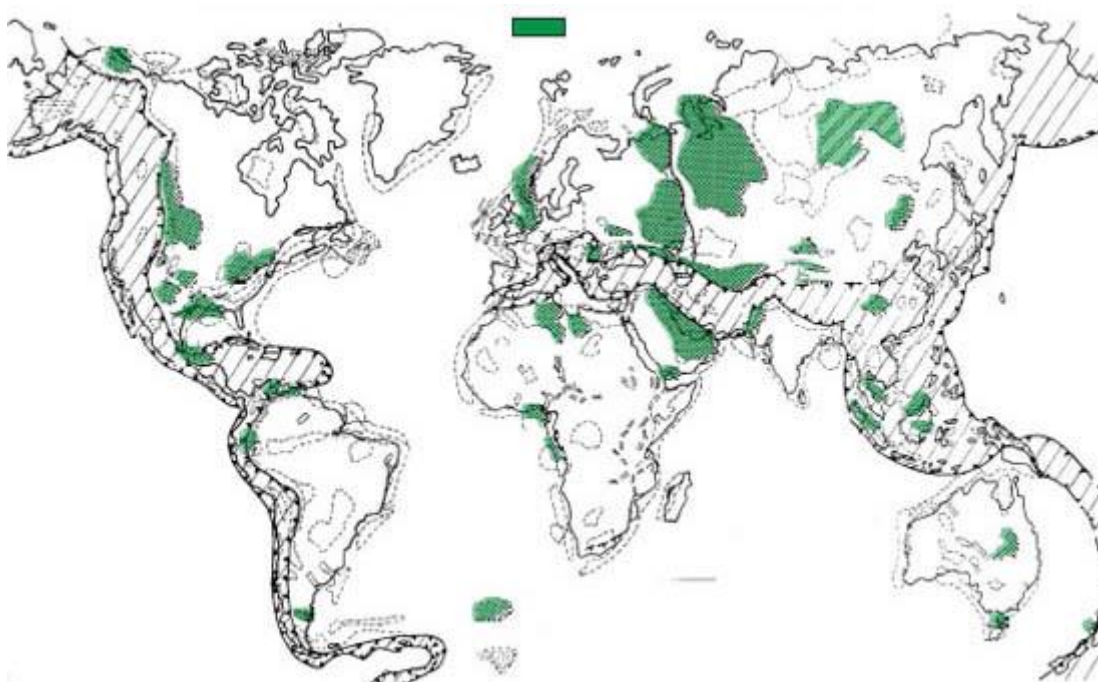
Tab. 2 Typy ropy dle hmotnostního procenta síry v ropě

Typ ropy	Obsah síry	Hmotnostní % síry
Sladká	Malý	0 – 0,6
Střední	Střední	0,6 – 1,7
kyselá	Vysoký	Nad 1,7

Zdroj: CÍLEK a KAŠÍK (2008)

3.1.3 Výskyt a zásoby ropy

Ropa se nachází pod povrchem země v obvyklé hloubce 0,6 – 2,4km. Je uložena v pórech hornin, jako jsou pískovec nebo vápenec. Při následné těžbě ropa buď vyvěrá tlakem, nebo je čerpána. (J. Blažek a V. Rábl, 2006)



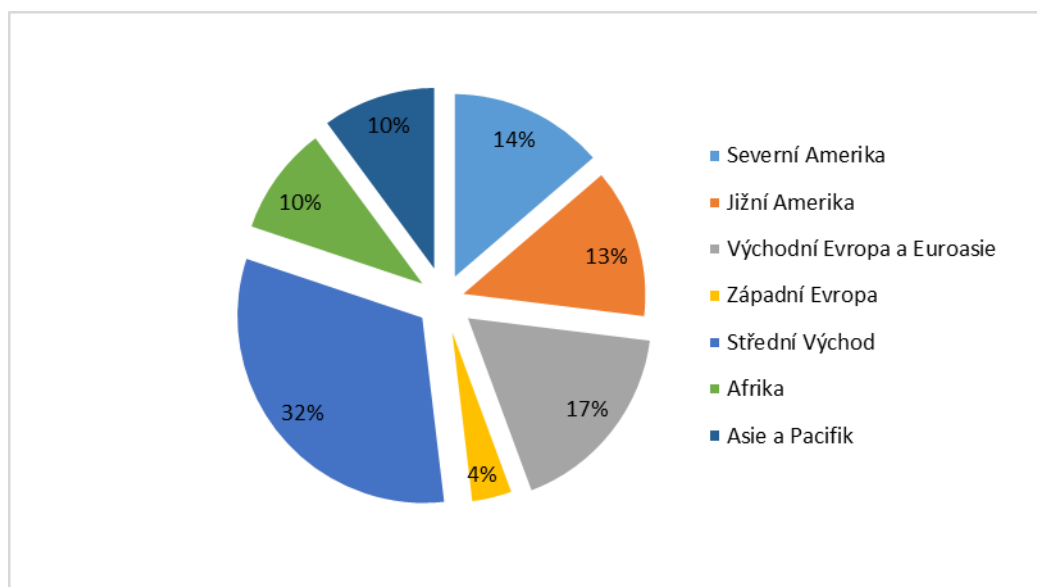
Obr. 1 Ropná naleziště
zdroj: Petroleum, 2015

Na obrázku nahoře můžeme vypožorovat, že nejvíce ropných nalezišť se nachází v Rusku a Středním Východě. Konkrétně Střední Východ je na tom z hlediska zásob nejlépe. Jeho ložiska byla objevena na začátku minulého století a těžba z nich je plánována na dalších několik desítek let dopředu. (Petroleum, 2015) V současné době si Střední Východ připisuje zásoby ropy ve velikosti 802,5 mld. barelů. Saudská Arábie se v roce 2014 opět ukázala jako země s největšími zásobami ropy

v tomto regionu. Celosvětově ale Saudskou Arábii předčí země z jiného světadílu. Venezuela má v současné době největší prokázané zásoby ropy na světě a to konkrétně 299,9 mld. barelů, čímž převyšuje Saudskou Arábii o 33,4 mld. barelů ropy.

Z aktuálně dostupných dat OPEC (Organization of the Petroleum Exporting Countries) odhaduje světové zásoby ropy na 1 493 mld. barelů. I přes rostoucí těžbu tedy sledujeme oproti loňskému roku nárůst světových zásob ropy o 0,2 %. Podle IEA (International Energy Agency) je světová spotřeba ropy 93 miliónů barelů denně, což nám dává přibližně 34 mld. barelů ročně. Při současném tempu spotřeby by stávající světové zásoby vydržely přibližně 44 let.

Na schématu (viz.Obr. 2) můžeme vyčíst, že nejproduktivnějším regionem v oblasti těžby ropy je Střední Východ, a to konkrétně s 23514,6 mld. barelů za den. Nejpřínosnější zemí v tomto regionu je Saudská Arábie. Její produkce převyšuje 9 mld. barelů ropy denně a stává se tak největším světovým producentem. Naopak je na tom Západní Evropa, která s produkcí 2752 mld. barelů ropy denně výrazně zaostává za ostatními regiony. Je tedy přirozené, že tento region je z velké části závislý na dovozu ropy.



Obr. 2 Podíl na celkové produkci ropy v jednotlivých regionech světa
zdroj: OPEC, 2015

3.1.4 Vliv na cenu ropy

Ropné standardy

Každá vytěžená ropa se srovnává s nějakým regionálním standardem, který stanovuje její cenu. Kvalita se posuzuje velice podobně jako u vína – válením ve sklenici a oceňováním její vůně (sirnaté páchnou, sladké voní). (Cílek a Kašík, 2008)

Nejcennější jsou lehké, tekuté a světlé typy ropy, ze kterých se dá získat velké množství benzínu. Lehké ropy jsou obvykle sladké. Rafinerie za tento typ ropy platí těžaři jeden až tři dolary premii za barel.

Mezi nejznámější standardy patří:

- West Texas Intermediate (WTI) – pro USA, který má 30-40°API a obsah síry 0,3 hmotnostního %
- Brent – pro Severní moře, podobné složení jako WTI
- Dubaj – Blízký východ, obsahuje 31°API a 2 hmotnostní % síry

(Cílek a Kašík, 2008)

Zásoby ropy

Od objevení způsobu zpracování ropy se svět dívá na ropu jinak. Je jí všude zapotřebí, většina lidí si bez ní nedokáže představit život. Množství ložisek ropy se výrazně zmenšilo a mnoho z nich je nyní buď vyčerpáných, nebo jsou pod zemským povrchem a ještě čekají na vytěžení. Některá z nich jsou dokonce v současné době technicky nevytěžitelná, nebo příliš nákladná na těžbu. Je však nutné si uvědomit, že se snižujícími se zásobami se zvyšuje možnost, že cena ropy stále poroste.

Měnový kurz

Vývoj cen ropy je častokrát přisuzován změnám v kurzu dolaru. V prvopočátcích se dokonce s ropou obchodovalo pouze v amerických dolarech. Závislost je udávána jako negativní, čili při zhodnocení koruny vůči dolaru dochází k zvýšení cen ropy v České republice.

Poptávka a nabídka

Poptávka se vyvíjí podle větového hospodářského růstu. Jeho pokles snižuje i poptávku po ropě. Díky velkým spotřebitelům ropy, jako je např. Čína nebo Rusko, roste celosvětová poptávka po ropě. Na straně nabídky hraje významnou roli OPEC, která kontroluje cca 75% zásob. Vliv na cenu tedy může mít oznámení o navýšení či snížení těžby OPEC. (Ropa.cz, 2015)

3.2 Zásobování ČR ropou

Nedostatek ropy by v dnešním světě ochromil řadu důležitých sektorů ekonomiky. Největší dopad bychom nejspíše nacházeli v dopravě a energetice. V případě nekontrolovaného a nebezpečného zásobování ropou by k tomuto stavu mohlo rychle a jednoduše dojít. Proto si většina států pro tyto případy buduje strategické zásoby ropy a ropných produktů.

3.2.1 Ropa v ČR (Česká ropa)

Za průkopníka v těžbě ropy v bývalém Československu je považován Jan Medlen, který před více než 100 lety náhodou narazil na ložisko zemního plynu při odvodňování strouhy na svém pozemku ve slovenské obci Gbely. Po následných průzkumných vrtech byla objevena i ropa. Z počátku byla těžena ropa pouze z nižší hloubky a zpracovávána zejména do podoby petrolejového oleje. Ložisko v Gbelech v té době pokrývalo až polovinu produkce celého Rakousko-Uherska. (E. Majling, 2015)

V současné době je největším tuzemským těžářem společnost Moravské naftové doly (dále jen MND), která je členem investiční skupiny KKCG. Společnost podniká v těžbě uhlovodíků v České republice, Ukrajině, Německu, Rusku a Gruzii a

je přítomna nejen na českém, ale také na rakouském, německém, slovenském, rumunském a italském trhu. (Moravské naftové doly, 2015)

Ropa těžená v České republice je obvykle kvalitní, má malý obsah síry (0,1 - 0,3 % hm.) a kovů (vanadu a niklu). (Blažek a Rábl, 2006)

V České republice je podle České geologické služby k roku 2014 evidováno 39 ropných ložisek z toho 30 těžených. Z toho většina z nich se nachází v oblasti vídeňské pánve (viz. Obr. 3).



Obr. 3 Ložiska ropy na území ČR
zdroj: Česká geologická služba, 2014

V současné době tato ložiska na tuzemskou spotřebu nestačí a pokrývají jen zhruba 3%. Proto jsme téměř zcela závislí na dovozu ze zahraničí. V roce 2014 bylo do České republiky dovezeno 7 370,4 tis. tun ropy a vytěženo pouhých 140,5 tis. tun.

V následující tabulce můžeme sledovat přehled množství dovezené ropy do ČR podle zemí původu.

Tab. 3 Množství dovezené ropy do ČR podle zemí původu

Země původu	Dovoz [tis. t]	Podíl [%]
Rusko	4163958	56,50
Ázerbájdžán	2316982	31,44
Kazachstán	816694	11,08
Alžírsko	36061	0,49
Libye	31310	0,42
Maďarsko	5424	0,07

Zdroj: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2014

Ropa poté proudí do českých rafinérských společností Česká rafinérská v Litvínově a Kralupech nad Vltavou a společnosti PARAMO v Pardubicích, ve kterých bylo v roce 2014 zpracováno 7 495,8 tis. tun ropy. Část dodávek nemíří přímo do rafinérií, ale je skladována pro Správu hmotných rezerv jako takzvané strategické zásoby pro případ krizových situací. (J. Zaplatílek, 2007)

Dovoz ropy do České republiky je realizován dvěma ropovodními systémy, které jsou součástí evropského ropovodního systému (viz. Obr. 4).



Obr. 4 Ropovodní systém České republiky
zdroj: Česká televize, 2014

3.2.2 Ropovod Družba

Ropovod Družba je nejen nejdelším ropovodem na světě, ale také prvním ropovodem vedoucím přes československé území. Spojuje státy bývalého RVHP se státy bývalého SSSR. Jeho výstavba v ruském městě Samara začala roku 1960 a do poloviny 60. let minulého století byl prodloužen do českého města Záluží u Mostu. Od

tohoto roku je k nám dovážena středněsirná ropa typu Ruská exportní smět (REB). Díky mezinárodní smlouvě, podepsané vládou České republiky a Ruské federace dne 4. prosince 1994, jsou stanoveny podmínky dovozu ropy do ČR. Díky této dohodě jsou předpokládány dodávky ropy v objemu 5–7 mil. tun/rok s tím, že každý rok 30. září bude skutečný objem dodávek Ministerstvem průmyslu a obchodu upřesněn na jednotlivá čtvrtletí. (MERO, 2015) (Zaplatílek, 2007)

V současné době je délka ropovodu na českém území, včetně všech zdvojení a odboček, 505,7 km a rychlost proudění ropy v potrubí cca 1,0–1,4 m/s. Převážná kapacita je 9 mil. tun ropy ročně a v roce 2014 bylo tímto ropovodem dovezeno 50,6 % z celkového objemu dovezené ropy. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2015) (MERO, 2015)

3.2.3 Ropovod IKL

Do roku 1989 bylo ropovodem Družba dováženo z tehdejšího SSSR do Československa až 18 mil. tun ropy ročně. Po pádu „železné opony“ v roce 1989 měla ČSSR šanci se odpoutat ze závislosti na dovozu ropy z Ruska a využila tak šanci pro vybudování ropovodu Adria, vycházejícího z chorvatského přístavu Omišalj, který byl zprovozněn roku 1990. V letech 1990–1992 se bývalá ČSFR obávala vznikajících problémů ruských ropných společností a s tím možných nedostatečných dodávek ropy ropovodem Družba. Navíc kvůli zvyšujícím se nárokům na odběr ropy Slovenska a Maďarska hrozilo vyloučení České republiky z odběru ropy ropovodem Adria. Myšlenka na výstavbu nového ropovodu přišla vzápětí. Tuto ideu následně podpořilo Německo a plán na výstavbu nového ropovodu se začal realizovat. (MERO, 2015)

Samotná výstavba ropovodu IKL netrvala dlouho, nejdéle se čekalo na udělení stavebního povolení bavorskou vládou. Původně plánovaná trasa ropovodu byla změněna na dnešní podobu trasy Vohburg an der Donau–Nelahozeves (u Kralup nad Vltavou), nicméně jméno ropovodu IKL (Ingolstadt–Kralupy nad Vltavou–Litvínov) bylo z nostalgických důvodů zachováno. Provoz ropovodu byl slavnostně zahájen 13. března 1996. (MERO, 2015)

V roce 2014 bylo ropovodem IKL do České republiky převedeno 49,4% celkového objemu ropy.

Oba uvedené ropovody na českém území spravuje společnost MERO ČR, jejím jediným akcionářem je stát. Tato společnost také spravuje a provozuje Centrální tankoviště ropy, kde jsou uskladněny zásoby pro správu hmotných rezerv. (Zaplatílek, 2007)

3.3 Náhled do historie ropy

Počátky využívání ropy člověkem jsou datovány již před 6000 lety. O tom jak ropa vznikla kolovala různá tvrzení. Jedno z nejstarších tvrzení pochází z Mezopotámie. Podle Starého zákona dostal Noe od Boha úkol postavit ze dřeva loď a zevnitř i zevně ji vysmolit tzv. nafaťou, značící prosakující kapalinou ze země. (Petroleum, 2015)

Také ve středověku můžeme narazit na systematické využívání ropy. Nejvíce pozornosti se jí dostalo zejména ve vojenských kruzích. Znamé využití je např. v podobě Řeckého ohně, který nebylo možné uhasit vodou. Našla se však i řada důstojnějších využití. V 16. století našli mnichové z kláštera Tegern skálu, ze které kapala ropa. Tu pak sbírali a následně prodávali proti dně, bolestem uší a kožním onemocněním. Menší zajímavostí je, že se o toto území zajímala i firma SHELL. (Volf, 2001)

3.3.1 Rockefeller a Sedm sester

Jak uvádí A. Sampson, poprvé vytěžil ropu v roce 1859 „plukovník“ Edwin Drake v městě Titusville v Pensylvánii. Několik málo let poté si Ameriku bez nafty už neu-měl nikdo představit. Lidé se hrnuli do naftových oblastí s očekáváním, že přijdou k bohatství. Ovšem zanedlouho se zjistilo, že v tomto průmyslu dochází k vysoké nad-produkci, což mělo za příčinu rychlý pokles cen. Rok po Drakeovu objevu stál barel ropy 20 dolarů, za další rok jen 10 centů a někdy byl dokonce levnější než barel vody.

Pouhých šest let po prvním vytěžení ropy se objevil John D. Rockefeller. Uvě-domoval si, že jedinou cestou, jak ovládnout ropný průmysl, bylo ropu zpracovávat a dále prodávat. Díky blízkosti železnice a partnerstvím s Henrym Flaglerem, mu přepravování ropy vyšlo velmi levně. V roce 1870 se mu podařilo založit akciovou společnost Standard Oil Company, která v roce 1883 dosáhla již celokontinentál-ních rozměrů.

Roku 1871 došlo v ruském Baku k objevu ropných ložisek schopných těžít asi třetinu americké produkce. To způsobilo náraz Rockefellerova monopolu. Těžbu a zpracování ropy zprostředkoval tzv. ruský Rockefeller, Ludwig Nobel. Rusko pro ropné výrobky nenacházelo využití, a proto se Nobel spojil s francouzskou větví Rotschildů, aby expandoval na evropské trhy. (Cílek a Kašík, 2008)

Jak říká V. Cílek a M. Kašík, Rockefeller a jeho rázná taktika mu nadělala velké množství nepřátel. Toto vyvrcholilo v květnu roku 1911, kdy Nejvyšší soud rozhodl, že se Standard Oil musí do šesti měsíců zříci všech svých pobočných společnos-tí, jejichž akcie vlastní. Vlastníkem 38 společností však zůstala stále tatáž skupina mužů v čele s Rockefellerem, který vlastnil čtvrtinový podíl.

Některé z osmatřiceti společností svou původní společnost brzy překonaly a podílely se na naftové expanzi. Tři z nich se brzy dostaly mezi tzv. sedm sester.

Pěti americkým se přezdívalo Naftové království – The Kingdom of Oil. Největ-ší z nich byla společnost New Jersey Corporation, dnes známá jako Exxon, dále Chevron, Mobil, Gulf a Texaco. V britském impériu se dále jednalo o společnosti Shell a British Petrole-um, neboli BP. Tyto sestry měly pod kontrolou světové ceny ropy až do roku 1950. (Cílek a Kašík, 2001)

3.3.2 OPEC

V 60. letech 20. století začal být svět zaplavován ruskou ropou. Toto mělo za následek, že společnost Exxon byla nucena snížit směnné ceny Blízkému Východu o 10

centů za barel (Samson, 1980). Závislost mezi sestrami nabyla takové úrovně, že museli rozhodnutí Exxon následovat. Následovala nespokojenost arabských producentů ropy, kteří byli nespokojeni se snížením příjmů a vše vyvrcholilo v září 1961 na Bagdádské konferenci, kdy byla založena Organizace zemí vyvážejících ropu, známá jako OPEC.

Zakládající země – Írán, Irák, Kuvajt, Saúdská Arábie a Venezuela – si daly za cíl „ko-ordinovat a sjednotit ropné politiky členských zemí za účelem zajištění spravedlivých a stálých cen ropy; efektivní, hospodárné a pravidelné zásobování dovážejících zemí; přiměřený výnos kapitálu pro ty státy, které investují do ropného průmyslu“ (OPEC,2015). V současné době k původním pěti zakládajícím zemím přibylo ještě dalších sedm, a to Alžírsko, Angola, Ekvádor, Katar, Libye, Nigérie a Spojené arabské emiráty.

Mezi hlavní nástroje, které OPEC používala k plnění svých cílů, patřily kvóty, které omezovaly množství vyvezené ropy v jednotlivých zemích. Tyto kvóty měly za úkol zajistit spravedlivou cenu ropy.

4 Metodika

4.1 Regresní analýza

Regresní analýza se zabývá jednostrannými závislostmi, kdy stojí proti sobě vysvětlující (regresor) proměnná a vysvětlovaná proměnná (regresand). Jejím hlavním úkolem je přispět k poznání příčinných vztahů mezi statistickými znaky. K popisu statistických závislostí jsou zapotřebí statistické údaje, které se dosazují do regresní funkce. Tato musí co nejlépe vyjadřovat charakter závislosti a nejdůležitěji zdůrazňovat změny proměnných. (Hindls a kol., 2007)

4.2 Vícenásobná regresní analýza

V hodně případech se nepodaří vysvětlit změny vysvětlované proměnné pouze jednou vysvětlující proměnnou. Zkoumáme tedy, jak závisle proměnná Y závisí nejen na nezávislé proměnné X_1 , ale také na dalších vysvětlujících proměnných X_2, X_3, \dots, X_k . (Hindls a kol., 2007)

Pro zjištění závislosti se využívá regresní model, který se skládá z vysvětlované a vysvětlujících proměnných, regresních parametrů a chybového členu.

Regresními parametry se nazývají koeficienty β . Tyto koeficienty znázorňují závislost mezi jednotlivými proměnnými.

Stochastický chybový člen znázorňujeme jako ε . Ten reprezentuje náhodné vlivy působící na vysvětlovanou proměnnou, které nebyly popsány vysvětlující proměnnou. Odhadujeme ho jako rozdíl pozorovaných (empirických) a vyrovnaných (filtrovaných) hodnot. (Adamec a kol., 2014)

Klasický lineární regresní model musí podle Adamece a kol. splňovat tyto předpoklady:

1. Model je lineární v parametrech, je správně specifikován a má aditivně připojen chybový člen.

V praxi to znamená, že model nesplňuje klasický lineární předpoklad I pokud je nesprávně specifikován. Zkoušíme tedy několik ekonometrických modelů, které se liší například počtem zahrnutých proměnných nebo funkční formou. Mezi nejčastější chyby patří vynechání proměnné, zahrnutí nadbytečné proměnné, chybný funkční tvar nebo forma připojení stochastického chybového členu. (Hampel a kol., 2012)

2. Chybový člen má nulovou střední hodnotu.
3. Vysvětlující proměnné jsou nekorelovány s chybovým členem.

Jestliže dojde k porušení tohoto předpokladu, pak metoda nejmenších čtverců chybně přisoudí nezávislým proměnným část variability v závislé proměnné. Ta však pochází z chybového členu. (Adamec a kol., 2014)

4. V modelu nedochází k sériové korelaci.

5. Chybový člen má konstantní rozptyl (homoskedasticita).

Porušení tohoto předpokladu se nazývá heteroskedasticita, což znamená, že rozptyl se v jednotlivých úsecích pozorování mění. (Adamec a kol., 2014)

Pro testování heteroskedasticity se nejčastěji využívá Whiteův nebo Breusch-Paganův test, kdy nulová hypotéza tvrdí, že se v modelu nachází homoskedasticita.

V případě heteroskedasticity se nejčastěji využívá například tzv. metoda opravené heteroskedasticity nebo metoda vážených nejmenších čtverců. (Hušek, 2007)

6. V modelu se nevyskytuje perfektní multikolinearita.

K porušení tohoto předpokladu nastává, když jedna proměnná je perfektní lineární kombinací jiné proměnné. (Adamec a kol., 2014)

Jedna z mnoha variant při zjišťování multikolinearity je posuzování hodnot VIF (variance inflation factors), které vypočteme pro každou vysvětlující proměnnou. Multikolinearovaná proměnná je ta, jejíž hodnota VIF je vyšší než 10. (Hampel, 2012)

7. Chybový člen má normální rozdělení.

Testování se provádí např. Chí-kvadrát testem, kdy nulová hypotéza předpokládá normální rozdělení. Bez splnění tohoto předpokladu bude mít většina statistických testů nižší vypovídací hodnotu.

4.3 Postup ekonometrického modelování

Podle Huška (2007) se dá modelování shrnout do několika fází a to specifikaci, kvantifikaci a verifikaci modelu.

4.3.1 Specifikace modelu

V této fázi je důležité, zda data, která máme k dispozici, skutečně odpovídají proměnným zahrnutým do modelu a zda jsou v souladu s teoretickými předpoklady. Nejvhodnější je vybírat jednodušší model spíše než složitý. (Adamec a kol., 2014)

Kroky specifikace ekonometrického modelu uvádí Hušek (2007):

- Určení a klasifikace proměnných zahrnutých do modelu.
- Stanovení předpokládaných znamének regresních koeficientů.
- Volba matematického a analytického tvaru modelu.

Při tvorbě matematického tvaru se rozhodujeme, zda lze popsat problém jednorovnicovým, víceroovnicovým nebo simultánním modelem. (Hušek, 2007)

Jednorovnicový model vyjadřuje jednu vysvětlovanou proměnnou v závislosti na jedné nebo několika vysvětlovaných proměnných a na náhodné složce. Víceroovnicový model zkoumá každou nezávislou rovnici odděleně jako jednorovnicový model. Simultánní model je tvořen vzájemně závislými stochastickými nebo nestochastickými rovnicemi. V tomto případě nezpožděné endogenní proměnné vystupují v modelu jak vysvětlované tak vysvětlující veličiny. (Adamec a kol., 2014)

4.3.2 Kvantifikace modelu

Aplikováním vhodných postupů získáme numerické hodnoty parametrů modelu. K tomuto jsou potřebná statistická data, která dělíme na primární a sekundární. Primární data jsou zpracována analytikem a po dalším zpracování se z nich stávají sekundární data. (Adamec a kol., 2014)

Statistická data mohou být dále různého druhu. Časová řada poskytuje informace o hodnotách proměnných v několika po sobě jdoucích obdobích různé délky. Průřezová data představují pozorování ve stejném období. Panelová data pak vznikají opakovaným měřením u stejného souboru v různých obdobích.

Nejnámějším postupem pro odhad numerických hodnot parametrů rovnice je metoda nejmenších čtverců (OLS), kdy minimalizujeme sumu kvadrátů odchylek teoretických a empirických hodnot. (Hušek, 2007)

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i) \Rightarrow \min \quad (1)$$

4.3.3 Verifikace modelu

Verifikace spočívá v ověření, zda ekonomická hypotéza je v souladu s odhady koeficientů, testování statistické významnosti parametrů i regresního modelu a hodnocení hypotéz o vlastnostech modelu a náhodné složky. (Adamec a kol., 2014)

Ekonomická verifikace vychází z ekonomických kritérií a spočívá v ověření správnosti znamének s teoretickými ekonomickými předpoklady. (Hušek, 2007)

Statistická verifikace posuzuje charakteristiky odhadnutých parametrů i celého modelu pomocí t-testů a F-testů, koeficientu determinace nebo intervalů spolehlivosti.

Testem pro statistickou průkaznost parametrů modelu je t-test, jehož nulová hypotéza předpokládá, že je parametr roven nule, tudíž je statisticky neprůkazný.

F-test umožňuje testování několika regresních parametrů současně. Nulová hypotéza říká, že žádný z regresních parametrů není odlišný od nuly, neboli model je neprůkazný. (Adamec a kol., 2014)

F-test je založen na podílu středního čtverce pro testovanou hypotézu (MSR) a středního čtverce pro chybu (MSE).

$$F = \frac{MSR}{MSE} \sim F(p-1; n-p) \quad (2)$$

Výpočet testovací statistiky vychází tabulky analýzy rozptylu (ANOVA), která obsahuje celkovou proměnlivost vysvětlované proměnné (TSS), proměnlivost vysvětlenou regresním modelem (RSS) a proměnlivost nevysvětlenou regresním modelem (ESS).

Tab. 4 Tabulka analýzy rozptylu (ANOVA)

Zdroj variability	Sumy čtverců	Stupně volnosti	Střední čtverce	F_{vyp}	F_{krit}	p-hodnota
Regrese	RSS	$p - 1$	$MSR = \frac{RSS}{p - 1}$	$\frac{MSR}{MSE}$	$F_{1-\alpha}(p-1; n-p)$	$P(F \geq F_{\text{vyp}})$
Chyba	ESS	$n - p$	$MSE = \frac{ESS}{n - p}$			
Celkem	TSS	$n - 1$	$s_y^2 = \frac{TSS}{n - 1}$			

Zdroj: Adamec a kol., 2014

Dalším kritériem kvality modelu je koeficient determinace, který vysvětluje proměnlivost vysvětlované veličiny. Je stavěn na intervalu $R^2 \in \langle 0; 1 \rangle$, což znamená, že čím je hodnota koeficientu blíží k jedné, tím lépe regresní model popisuje empirická data.

$$R^2 = \frac{RSS}{TSS} \quad (3)$$

Posledními testy specifikace jsou RESET test a LM test. RESET test ověřuje, zda se vhodnost modelu nezlepší přidáním druhých a třetích mocnin do rovnice. LM test naopak testuje přidání zlogaritmované proměnné. U obou těchto testů platí nulová hypotéza o správné specifikaci modelu. (Hampel a kol., 2012)

Ekonometrická verifikace zkoumá vhodnost podmínek k úspěšné aplikaci ekonometrických metod. Příkladem můžeme uvést testy heteroskedasticity, sériové korelace, výskytu multikolinearity a ověření náhodné složky. (Hušek, 2007)

4.4 Časová řada

Hindls (2007) formuluje časovou řadu jako posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování, která jsou uspořádána z minulosti do přítomnosti. Předtím než použijeme odpovídající statistické metody k prognóze údajů v časové řadě, musíme se přesvědčit, zda jsou srovnatelné z věcného, prostorového a časového hlediska. Věcná srovnatelnost poukazuje na to, aby ukazatele byly obsahově vymezené. Prostorově srovnatelné údaje se vztahují ke stejným geografickým územím. Časová srovnatelnost je problémem u intervalových ukazatelů. (Hindls a kol., 2007)

4.4.1 Členění časových řad

Artl a Artlová (2007) rozlišují časové řady následovně:

- Podle časového hlediska
 - Intervalové časové řady

- řada intervalového ukazatele, který závisí na délce intervalu, za který je sledován
- můžeme je sčítat a využívat aritmetický průměr
- Okamžikové časové řady
 - Vztahují se k okamžiku, jehož délka je nulová (např. počet zaměstnanců k poslednímu dni v měsíci)
 - Nelze sčítat a při průměrování se používá chronologický průměr
- Podle periodicity
 - Krátkodobé časové řady
 - Jsou zaznamenávány v týdenních, měsíčních, čtvrtletních a ročních periodách.
 - Roli zde hrají sezónní vlivy.
 - Dlouhodobé časové řady
 - Periodicita větší než jeden rok

4.4.2 Dekompoziční metoda analýzy časových řad

Pomocí klasického modelu se vychází z dekompozice časové řady na čtyři složky. Hindls a kol. (2007) tyto složky definuje.

- Trendová složka (Tt) představuje dlouhodobou tendenci vývoje analyzovaných hodnot v čase. Trend může být rostoucí, klesající nebo konstantní.
- Sezónní složka (St) je pravidelná odchylka od trendu, vyskytující se u časových řad s periodicitou rovnou nebo kratší než jeden rok. K těmto odchylkám dochází například změnou ročního období.
- Cyklická složka (Ct) způsobuje oscilaci okolo trendu v důsledku dlouhodobého cyklického vývoje s cyklem delším než jeden rok.
- Náhodná složka (εt) je veličina, která zbývá po vyloučení trendu, sezónní a cyklické složky. Nelze popsat žádnou funkcí času.
Tvar dekompozice může být podle Hindlse a kol. (2007) dvojího typu:
- Aditivní, v němž se jednotlivé složky sčítají a jsou vyjádřeny ve stejných jednotkách.

$$Y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

- Multiplikativní, kdy se hodnoty časové řady určují jako součin složek. Cyklická, sezónní a náhodná složka jsou zde v relativním vyjádření.

$$Y_t = T_t S_t C_t \varepsilon_t, t = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

4.4.3 Trendové funkce

Trend se snažíme popsat jednoduchou křivkou. Po jejím odhadu pak lze konstruovat předpovědi za předpokladu, že se charakter trendové funkce nemění. (Adamec a kol., 2014)

Mezi nejpoužívanější trendové křivky se podle Hindlse a kol. (2007) řadí:

- Lineární trend

Nejčastěji používaný typ. Jeho největší klad spočívá v tom, že jej můžeme využít i jen v případě zjištění základního směru vývoje časové řady.

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t \quad (6)$$

kde β_0 a β_1 jsou neznámé parametry a $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

- Parabolický trend

Prokládáme časovou řadu parabolou.

$$T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 \quad (7)$$

kde β_0 , β_1 a β_2 jsou neznámé parametry a $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

- Exponenciální trend

$$T_t = \beta_0 \beta_1^t \quad (8)$$

kde β_0 a β_1 jsou neznámé parametry a $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

4.4.4 Volba vhodného modelu trendu

Při porovnávání modelů se stejně jako u regresní analýzy díváme na koeficient determinace, který ukazuje, kolik procent proměnné model vysvětluje.

Mezi míry přesnosti vyrovnání náleží tyto charakteristiky reziduí, které popisuje Adamec a kol. (2007):

1. Průměrné reziduuum (M.E. – střední chyba)

$$M.E. = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t \quad (9)$$

2. Průměrná absolutní reziduální odchylka (M.A.E. – střední absolutní chyba)

$$M.A.E. = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |e_t| \quad (10)$$

3. Průměrná čtvercová reziduální odchylka (M.S.E. – střední čtvercová chyba)

$$M.S.E. = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t^2 \quad (11)$$

4. Směrodatná odchylka (R.M.S.E.)

$$R.M.S.E. = \sqrt{M.S.E.} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t^2} \quad (12)$$

4.4.5 Predikce časových řad

Jedním z hlavních cílů analýzy časových řad je predikce hodnot mimo interval pozorování. Ekonometrická předpověď je reprezentována ekonomickou teorií, statistickými daty a odhadnutým ekonometrickým modelem. Rozlišuje se bodová předpověď, která predikuje jednu budoucí hodnotu proměnné pro dané období, a intervalová předpověď, která představuje interval spolehlivosti odhadu obsahující hodnotu predikované proměnné s předem stanovenou pravděpodobností. (Hušek, 2007)

5 Charakteristika proměnných

Ropou jsme se zabývali téměř ve všech předchozích kapitolách. Nyní jsou na řadě další proměnné, které vstupují do regresních funkcí.

5.1 Cena pohonných hmot

Je jasné, že cena nafty a benzínu se vyvíjí nezávisle na sobě. Nedá se říct, které z těchto paliv je dražší, jelikož za poslední léta se jejich ceny několikrát změnila a vzájemně předskakovaly. Jedna z prognóz je taková, že cena benzínu se odvíjí jinak, jelikož se využívá ve velkém množství pouze v osobních automobilech, kdežto nafta většinou v nákladních. Dalším faktorem jsou daně, konkrétně spotřební daň, která je u naftových paliv nižší, než u benzínových. Současná cena benzínu je cca 26,50 Kč/litr. Nafta je výrazně nižší, 23,90 Kč/litr.

5.2 Hrubý domácí produkt

Domácí produkt je tok zboží a služeb, vyrobených na území určité země za určité období. Dělíme jej na nominální a reálný. Nominální je vyjádřený v běžných cenách, čili cenách běžného roku. Reálný je naopak vyjádřen ve stálých cenách, tedy cenách minulého období. Tím se „očisťuje“ od růstu cen. Nominální růst produktu odráží růst produkce i cen, zatímco reálný jen produkce. (Holman, 2005)

Tento ukazatel může také ovlivnit růst cen pohonných hmot. Jeho růstem se zvyšuje výkon ekonomiky a rostou příjmy obyvatelstva, to může zapříčinit zvýšení poptávky po pohonných hmotách.

V regresní analýze využívám HDP v běžných cenách, které jsou vyjádřeny v mil. Kč.

5.3 Míra inflace

Inflace způsobuje snižování kupní síly peněz. Způsobuje, že si za stejnou peněžní jednotku koupíme méně zboží a služeb. Pro měření inflace se využívají cenové indexy, index spotřebitelských cen (CPI) a index cen výrobců (PPI). Pro výpočet CPI se konstruuje tzv. spotřební koš, který udává spotřebu průměrné domácnosti. Spotřební koš se skládá z několika statků, mezi kterými je i doprava. Index cen výrobců (PPI) vypovídá hlavně o tom, jak působí domácí inflace na konkurenceschopnost domácích výrobců. (Holman, 2005)

Inflace ovlivňuje cenu pohonných hmot stejně, jako cena pohonných hmot ovlivňuje inflaci. Při zvýšení jednoho dochází ke zvýšení druhého a naopak.

5.4 Kurz amerického dolaru

Měnový kurz je cena měny vyjádřená v měně zahraniční. Když po určité měně vzroste poptávka oproti její nabídce, dojde k apreciaci – zhodnocení měny. Pokud však nabídka vzroste oproti poptávce po měně, dochází k depreciaci – znehodnocení měny. (Holman, 2015)

Obchodování s ropou jde ruku v ruce s kurzem dolaru, jelikož téměř na všech burzách se s ní v jiných měnách neobchoduje. Toto se pak odráží i v cenách pohonných hmot. Pokud rafinérie jeden měsíc koupí ropu za cenu, která je příští měsíc vyšší kvůli apreciaci měny, musí zdražovat.

6 Vlastní práce

Vlastní práce bude věnovaná analýze vlivu ceny ropy a jiných faktorů na cenu pohonných hmot v letech 2005 až 2014. Pro naše potřeby budeme zkoumat dva typy pohonných hmot, a to motorovou naftu a natural 95. Vstupní data proměnných nafta a benzín byla zpracována společností CCS a zprůměrována pro celou Českou republiku na denní data. Obě proměnné jsou vyjádřeny v jednotkách Kč/litr.

Místo jednoduché regresní analýzy byla zvolena vícenásobná regrese, kde mezi vysvětlující proměnné patří, kromě ceny ropy, také hrubý domácí produkt a inflace v ČR a kurz amerického dolaru. Proměnné HDP a inflace jsou dostupné ve čtvrtletních intervalech, proto jsou všechna data čtvrtletního charakteru. Každá proměnná tedy obsahuje 40 záznamů.

Dalším bodem bude analýza vývoje cen ropy opět v letech 2005 až 2014. Popíší zde hlavně uplynulý vývoj, kde nejsou zahrnuty cenové šoky, a který se vztahuje k regresivní analýze. Zkoumáme ropu typu Brent, která je vyjádřena v jednotkách USD/barel.

Pro přesnější výpočty byly proměnné nafta a benzín očištěny o nepřímé daně, které jejich cenu velmi ovlivňují. Konkrétní porovnání lze nalézt v příloze A s názvem Obrázky.

Všechny výpočty a grafy byly výstupem softwaru Gretl.

6.1 Regresní analýza ceny benzínu

Na začátku je nutné model specifikovat. Vytvoříme si tedy vícenásobný regresní model, kde na ose Y bude cena benzínu.

Při posuzování, které regresory mají na námi vybraný model vliv, se nám většina ukázala, jako nevýznamná. Do modelu nebyly zahrnuty proměnné HDP a inflace, můžeme tedy předpokládat, že cena benzínu nesouvisí s makroekonomickou situací České republiky.

Vysvětlující proměnné budou tedy reprezentovány kurzem amerického dolaru ku české koruně a cenou ropy. Oba tyto faktory jsou víceméně logické, jelikož ropa je základní složkou při výrobě benzínu, nemůže se ani náš model chovat jinak. S ropou se celosvětově obchoduje výhradně v amerických dolarech, proto jeho kurz také ovlivňuje cenu benzínu.

Očekávaný směr závislosti je zachycen v Tab. 5.

Tab. 5 Očekávaný směr závislosti

Regresor	Popis regresoru	Očekávané znaménko
X ₁	Cena ropy	kladné
X ₂	Kurz dolaru	kladné

Zdroj: vlastní zpracování

Je očekáván nárůst cen benzínu spolu s nárůstem ceny ropy nebo zvýšením kurzu amerického dolaru.

Tab. 6 Srovnání modelů při analýze cen benzínu

Kritéria kvality modelu	Lineární forma	LIN-LOG forma	Kvadratická forma
R^2	0,912097	0,943648	0,945447
R_{adj}	0,907345	0,940602	0,940901
Akaikovo kritérium	96,31841	78,53383	79,23568
Schwarzovo kritérium	101,3850	83,60047	85,99120
Hannan-Quinnovo kritérium	98,15035	80,36577	81,67826

Zdroj: Gretl

Na základě testování a posuzování koeficientů determinace a informačních kritérií, byla za nejlepší řešení vybrána semilogaritmická funkční forma. Konkrétně forma LIN-LOG, kdy zlogaritmovanou proměnnou je cena ropy. Kurz amerického dolaru zůstává lineární.

6.1.1 Kvantifikace modelu na datech

Pro číselný odhad jednotlivých parametrů rovnice byla využita metoda nejmenších čtverců (OLS). Parametry byly odhadnuty z následující rovnice:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (13)$$

V následující tabulce můžeme vidět odhady jednotlivých koeficientů a jejich konfidenční intervaly neboli také intervaly spolehlivosti, které byly sestaveny s 5% rizikem.

Tab. 7 Odhady koeficientů a konfidenční intervaly

Proměnná	Odhad koeficientu	95% konfidenční interval	
konstanta	-43,0359	-48,6915	-37,3803
ropa	10,3589	9,48472	11,2331
kurz	0,579606	0,461395	0,697818

Zdroj: Gretl

Po připsání hodnot koeficientů vypadá regresní model následovně:

$$Y = -43,0359 + 10,3589 \ln X_1 + 0,579606 X_2 \quad (14)$$

6.1.2 Ekonomická verifikace

Podle výše zmíněné rovnice můžeme vidět, že námi předpokládaná závislost je správná. Při jednocentní změně ceny ropy se cena benzínu zvýší o 10,36 Kč za podmínky, že kurz dolaru zůstane konstantní. Naopak díky konstantní ceně ropy se při jednotkové změně kurzu dolaru zvýší cena benzínu o 0,58 Kč.

6.1.3 Statistická verifikace

V následujícím testování se podíváme na jednotlivé parametry regresního modelu a jejich t-testy. T-testy byly prováděny na hladině významnosti 0,01. Výsledky jsou obsaženy v Tab. 8 a obsahují také p-hodnoty testu.

Tab. 8 Výsledky t-testu

Koeficient	t-stat	p-hodnota
β_0	-15,42	1,09e-017
β_1	24,01	3,68e-024
β_2	9,935	5,48e-012

Zdroj: Gret

Všechny výše zmíněné koeficienty se ukázaly, jako statisticky průkazné, jelikož p-hodnota je menší, než hladina významnosti. Tento výsledek si můžeme potvrdit i díky konfidenčním intervalům z Tab. 7, které neobsahují nulu. Nejvíce významným se jeví koeficient β_1 , který připadá proměnné ropa.

Dalším statistickým testováním si prokážeme průkaznost celého modelu. Pro testování byl použit F-test, který byl získán z analýzy rozptylu.

Tab. 9 Analýza rozptylu (ANOVA)

Zdroj variability	Sumy čtverců	Stupně volnosti	Střední čtverce	F-test	p-hodnota
Regrese	240,442	2	120,221	309,792	7,8e-024
Chyba	14,3586	37	0,38807		
Celkem	254,801	39	6,53335		

Zdroj: Gretl

Z výše vypočtené p-hodnoty F-testu je zřejmé, že je mnohonásobně menší, než zvolená hladina významnosti 0,05. Proto nulovou hypotézu o nevýznamnosti modelu zamítáme.

Dalším kritériem kvality modelu je koeficient determinace. V našem případě koeficient determinace vysvětlil 94% proměnlivosti závislé proměnné.

Pro zhodnocení správné specifikace modelu se také používá RESET test. V našem případě nulová hypotéza o správné specifikaci modelu zamítnuta nabyla, jelikož p-hodnota 0,793 je větší než hladina významnosti 0,05.

Trochu horšího výsledku se mi dostalo při vyhodnocování LM testu založeném na druhých mocninách a na logaritmech vysvětlujících proměnných. Při p-hodnotách 0,06 a 0,04 první test nezamítáme a druh nezamítáme. LM test založený na logaritmech vysvětlujících proměnných upozornil na možnost zavedení zlogaritmované proměnné kurzu dolaru. Kvůli nepříliš velkému rozdílu ve výsledcích koeficientu determinace jsem se rozhodla nezařadit tuto proměnnou do výpočtu.

6.1.4 Ekonometrická verifikace

V poslední části verifikace provedeme testy, které nám prokáží předpoklady více-rozměrné regresní analýzy.

V následující tabulce se setkáme se třemi testy. Breusch-Paganův a Whiteův test jsou zaměřeny na heteroskedasticitu chybového členu a Chí-kvadrát test na jeho normální rozdělení.

Tab. 10 Testy reziduí

Model	Testová statistika	p-hodnota
Breusch-Paganův test	1,423666	0,490744
Whiteův test	6,208489	0,286457
Chí-kvadrát test	1,475	0,47820

Zdroj: Gretl

U všech výše zmíněných testů můžeme vypořádat, že p-hodnota je vyšší, než hladina významnosti, tudíž nezamítáme nulovou hypotézu. Pracujeme tedy s reziduem, které nepostihuje heteroskedasticita a má normální rozdělení.

Analýzou reziduí pokračujeme, a to konkrétně oscilaci kolem nulové střední hodnoty. Na obrázku dole můžeme sledovat, že některá pozorování se odchyľují více než jiná. V konečném výsledku můžeme ale považovat střední hodnotu za nulovou.



Obr. 5 Graf reziduí podle regresantu benzín
zdroj: Gretl

Posledním krokem je testování multikolinearity. V našem případě využijeme VIF faktoru, který při hodnotě vyšší než 10 varuje před problémem s multikolinearitou. V našem případě vyšel VIF 1,647, takže problém se závislostí ceny ropy a kurzu dolaru se nás netýká.

6.2 Regresní analýza ceny nafty

Při posuzování, jaké vysvětlující proměnné budou vstupovat do regresního modelu, se ukázalo, že mimo cenu ropy a kurz dolaru, jsou významné i proměnné inflace a HDP. Makroekonomické faktory na cenu nafty vliv mají, toto může být způsobeno tím, že na naftu jezdí zejména nákladní doprava. Dalším důvodem může být větší obliba naftových vozů v posledních letech. Jan Sůra ve svém článku uvádím, že v roce 2010 byla prodejnost benzínových vozů 58% všech prodejů, letos to je 54%.

Očekávaný směr závislosti bude velice podobný jako u benzínu. Při zvýšení kurzu i cen ropy předpokládám zvýšení ceny nafty. U HDP očekávám také kladnou závislost. Čím líp se ekonomika bude mít, tím více budou lidé jezdit a tím víc budou pohonné hmoty stát. Inflace bude velice podobná, jelikož zapříčiňuje nárůst cen, tak na cenu nafty nepředpokládám jinou závislost, než kladnou.

Tab. 11 Srovnání modelů při analýze cen nafty

Kritéria kvality modelu	Lineární forma	LIN-LOG forma	Kvadratická forma
R^2	0,964112	0,971047	0,971408
R_{adj}	0,960011	0,967738	0,967203
Akaikovo kritérium	69,18172	60,59260	62,09113
Schwarzovo kritérium	77,62612	69,037	72,22441
Hannan-Quinnovo kritérium	72,23495	63,64583	65,75501

Zdroj: Gretl

Po testování kvality jednotlivých modelů, které je znázorněno výše, bylo také zjištěno, že pro model s cenou nafty je nejvhodnější model LIN-LOG se zlogaritmovanou cenou ropy.

6.2.1 Kvantifikace modelu na datech

Opět pomocí metody OLS byla provedena kvantifikace modelu. V následující tabulce proběhl nejen odhad velikosti parametrů, ale také jejich 95% konfidenční intervaly.

Tab. 12 Odhady koeficientů a konfidenční intervaly pro cenu nafty

Proměnná	Odhad koeficientu	95% konfidenční interval	
konstanta	-53,1335	-58,9223	-47,3448
ln ropa	10,9451	10,1134	11,7767
kurz	0,716131	0,601996	0,830266
HDP	5,42491e-06	1,84404e-006	9,00579e-006
inflace	0,417843	0,293686	0,542

Zdroj: Gretl

Hodnoty z Tab. 12 jsou následně přepsány do rovnice.

$$Y = -53,1335 + 10,9451 \ln X_1 + 0,716131 X_2 + 5,42491 \times 10^{-6} X_3 + 0,417843 X_4 \quad (15)$$

6.2.2 Ekonomická verifikace

Očekávaný směr závislosti byl předpokládán správně. Pokud budeme chtít interpretovat jednotlivé parametry, pak musíme uvažovat konstantní ostatní parametry. Například při jednoprocenním nárůstu ceny ropy se cena nafty zvedne o 10,95 Kč, ale jen při konstantním kurzu dolaru, HDP a inflaci. Stejně tak i při jednotkovém zvýšení kurzu dolaru se cena nafty zvýší o 0,72 Kč. Cena nafty se zvýší i při

jednotkovém nárůstu HDP a inflace, konkrétně o částku $5,42491 \times 10^{-6}$ Kč u HDP a 0,42 Kč u inflace.

6.2.3 Statistická verifikace

Statistická významnost jednotlivých konstant byla posuzována podle t-testů a konfidenčních intervalů v tabulce nahoře. T-testy byly vyhodnocovány na hladině významnosti 5%. Jak můžeme pozorovat v Tab. 13, všechny koeficienty se ukázaly jako statisticky průkazné, jelikož p-hodnota je menší, než hladina významnosti a v konfidenčním intervalu koeficientů se nenachází nula.

Tab. 13 Výsledky t-testů analýzy ceny nafty

Koeficient	t-stat	p-hodnota
β_0	-18,63	9,49e-020
β_1	26,72	7,18e-025
β_2	12,74	1,06e-014
β_3	3,076	0,0041
β_4	6,832	6,30e-08

Zdroj: Gretl

Také v tomto modelu je důležité dokázat celkovou průkaznost modelu pomocí F-testu, jehož výsledek získáme pomocí analýzy rozptylu. dole můžeme vidět tabulku ANOVY, kde je jasně vidět, že p-hodnota je menší, než hladina významnosti, proto zamítáme nulovou hypotézu o nevýznamnosti modelu.

Tab. 14 Analýza rozptylu pro model ceny nafty

Zdroj variability	Sumy čtverců	Stupně volnosti	Střední čtverce	F-test	p-hodnota
Regrese	278,25	4	69,5624	293,464	2,16e-026
Chyba	8,29636	35	0,237039		
Celkem	286,546	39	7,34734		

Zdroj: Gretl

RESET test ukazuje, že náš model je také správně specifikován, s p-hodnotou 0,975 nezamítáme hypotézu H_0 . LM test nám potvrdil to samé, že nulovou hypotézu o správné specifikaci modelu nezamítáme, díky p-hodnotě 0,577.

6.2.4 Ekonometrická verifikace

V poslední etapě verifikace testujeme na datech multikolinearitu. Pomocí hodnot z tabulky dole zjistíme, zda vypočtený VIF je větší nebo menší než 10.

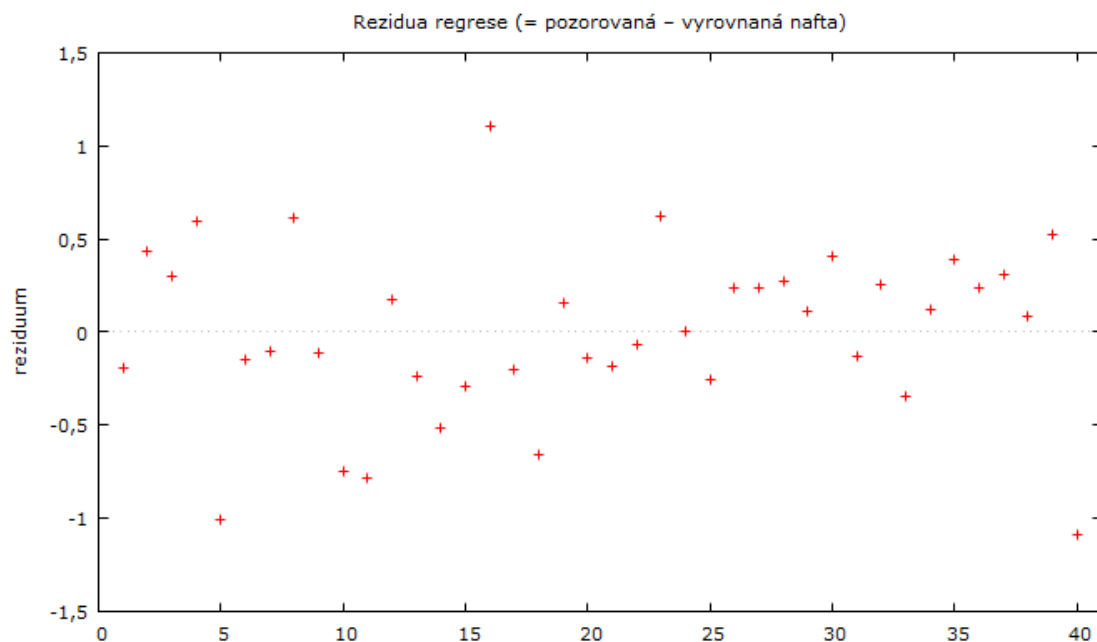
Tab. 15 Hodnoty VIF

Proměnná	VIF
Ropa	2,431
Kurz	2,505
HDP	2,641
inflace	1,28

Zdroj:Gretl

Hodnoty VIF prokázaly, že žádná z proměnných multikolinearitou netrpí, jelikož nedosáhly hodnoty vyšší než 10.

Na základě Obr. 6 jsou v reziduích patrné výkyvy, i přes to lze považovat jejich střední hodnotu za nulovou, jelikož kolem ní stále oscilují.

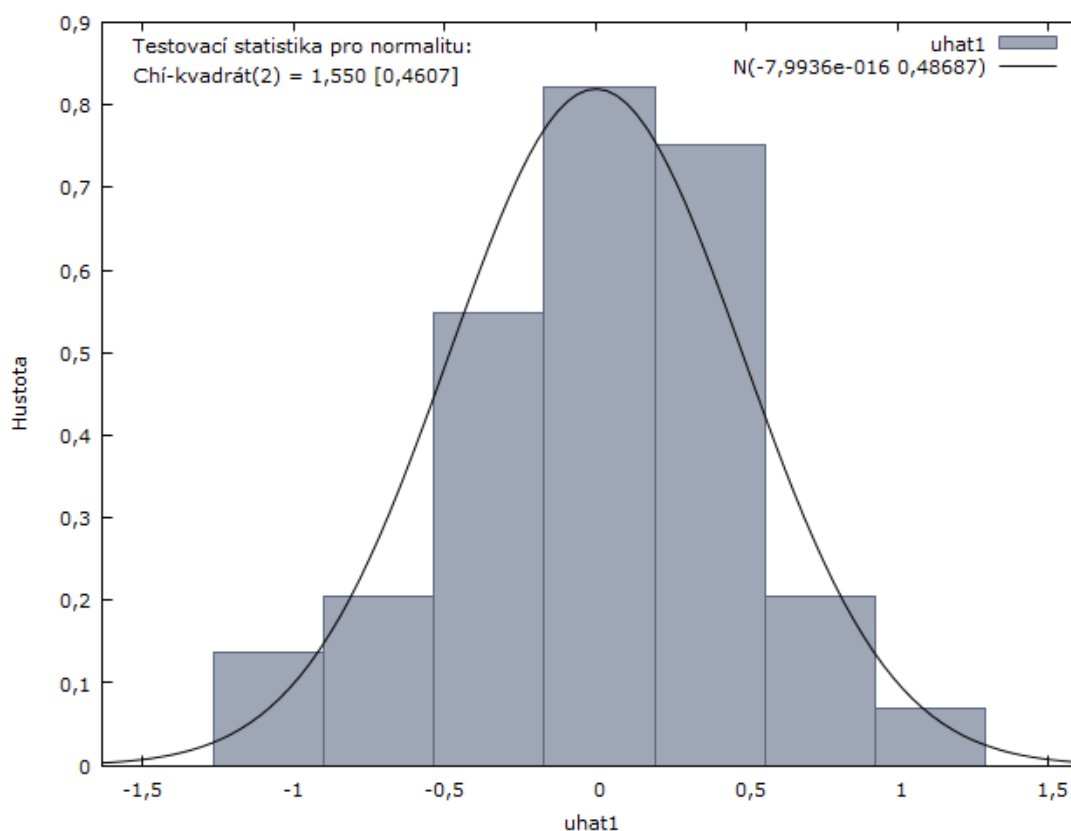


Obr. 6 Graf rezidujů podle regresantu nafta

Zdroj: Gretl

Verifikaci zakončíme testováním normality reziduí a heteroskedasticity. Pomocí Chí-kvadrát testu byla zjištěna p-hodnota 0,46067, díky které nulovou hypotézu o normálním rozdělení nezamítáme. Pro větší důvěryhodnost můžeme výsledek porovnat s grafem normálního rozdělení (Obr. 7), na němž je výsledek zřejmý.

Testy heteroskedasticity dopadly následovně. Whiteův test s p-hodnotou 0,034593 nezamítá nulovou hypotézu o heteroskedasticitě. Podobně dopadl i Breusch-Paganův test, který má p-hodnotu 0,029628. Tento stav je pro model nepříznivý. Mohl být způsoben nepřítomností některých proměnných v modelu, např. marže ropných společností, které nejsou statisticky sledované. V následující kapitole se pokusíme problém heteroskedasticity odstranit.



Obr. 7 Graf normálního rozdělení
Zdroj: Gretl

6.2.5 Model opravené heteroskedasticity

Odstranění heteroskedasticity mělo pozitivní vliv na koeficient determinace, který se zvýšil na 0,9842. Takto sestavený model vysvětluje tedy 98,42% proměnlivosti. Adjustovaný koeficient determinace se zvýšil také a to na 0,9823.

Tab. 16 Opravená heteroskedasticita

Koeficient	Odhad	p-hodnota
β_0	-55,3810	7,68e-025
β_1	11,2175	1,17e-026
β_2	0,740569	1,51e-018
β_3	6,06034e-06	0,0023
β_4	0,394715	7,86e-08

Zdroj: Gretl

Po provedení metody nedošlo k žádným zásadním změnám v oblasti významnosti regresních koeficientů i ve směrech závislosti koeficientů, jak můžeme vidět v Tab. 16.

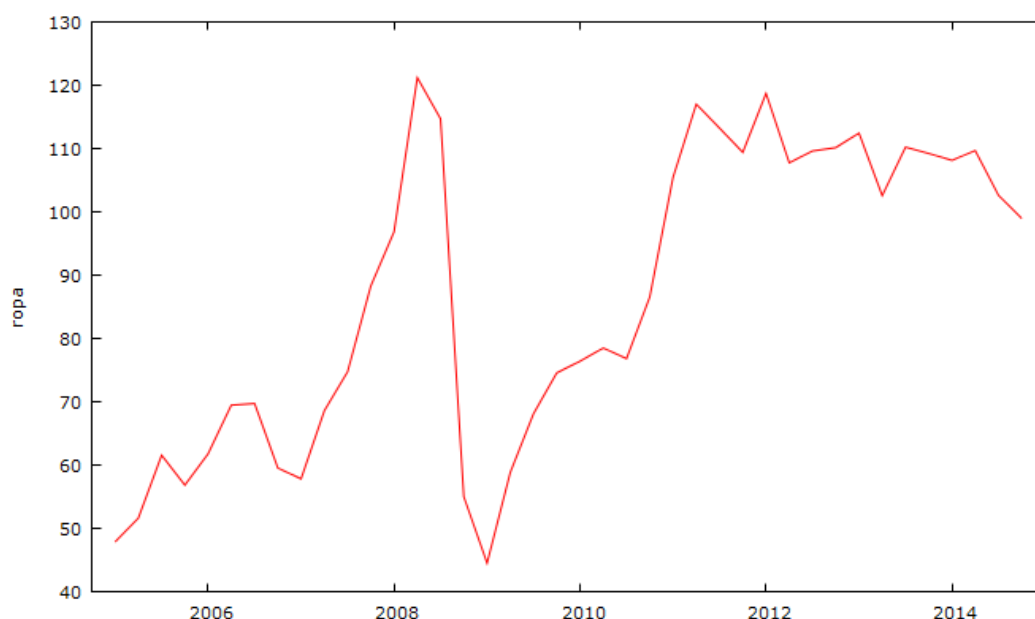
Výsledný model má rovnici:

$$Y = -55,381 + 11,2175 \ln X_1 + 0,740569 X_2 + 6,06034 \times 10^{-6} X_3 + 0,394715 X_4 \quad (16)$$

6.3 Analýza časové řady ceny ropy

Poslední část vlastní práce je věnována analýze časové řady podle dekompoziční metody. Po porovnávání měsíčních dat se čtvrtletními jsem došla k závěru, že model nejlépe vychází s daty čtvrtletními. Je to logické, jelikož není zaznamenáno tolik výkyvů a řada je tak vyrovnanější.

Na Obr. 8 je zobrazena časová řada výše zmíněných dat.



Obr. 8 Spojnicový graf časové řady
Zdroj: Gretl

V modelu se nadále vyskytují 2 zlomy, které byly vyhodnoceny pomocí QLR testu.¹ První je ve čtvrtém čtvrtletí 2008. Můžeme předpokládat, že tento zlom má za příčinu ekonomická krize, která se v tomto období projevila. Další zlom se nachází v prvním čtvrtletí 2011. Tento strukturální zlom může být způsoben snížením poptávky po ropných produktech koncem roku 2010, tím zapříčiněné snížení produkce a následné prudké zvýšení kvůli tzv. arabskému jaru, což je vlna nepokojů, povstání a revolucí v islámských zemích.

V následující tabulce můžeme posoudit, který z navrhovaných modelů je nejvhodnější.

¹ Výsledné grafy QLR testů se nacházejí v příloze A.

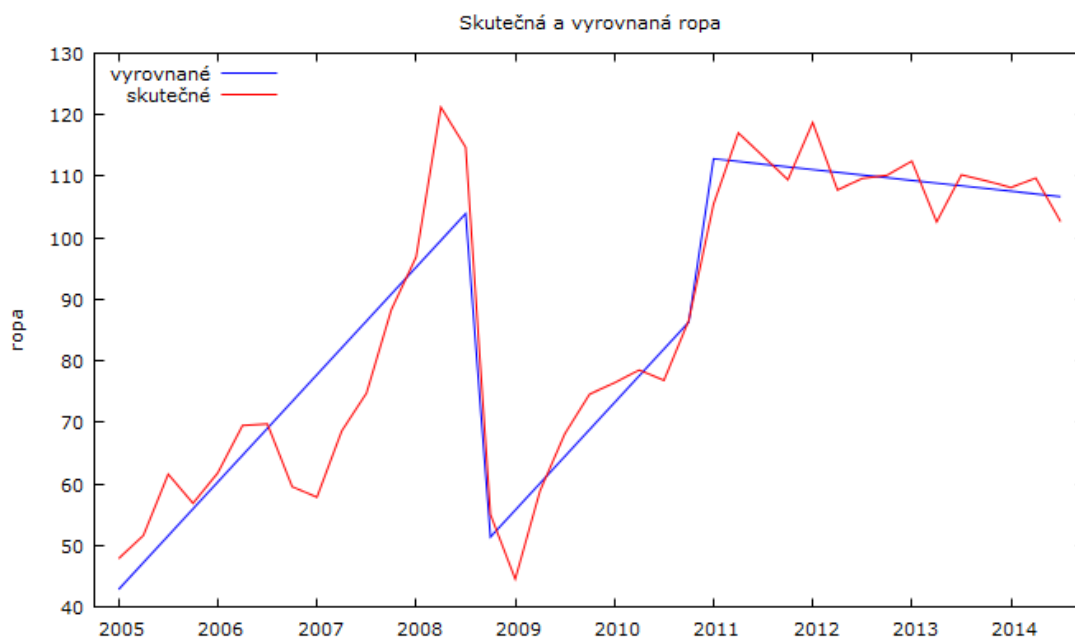
Tab. 17 Výpočty míry přesnosti

	Model bez zlomu a bez dummy	Model se zlomem a bez dummy	Model se zlomem a s dummy	Model bez zlomu a s dummy
M.E.	1,4211e-014	2,9488e-014	6,7502e-015	5,5067e-015
M.A.E.	11,948	5,323	5,4327	11,605
M.S.E.	245,81	54,124	52,371	237,57
R.M.S.E.	15,678	7,3569	7,2368	15,413

Zdroj: Gretl

Nejlépe dopadl model, který obsahuje jak zlomy, tak dummy proměnné, čili připojenou sezónní složku. Podle spojnicového grafu můžeme soudit, že se v našem modelu žádná sezónnost nenachází. Toto potvrzuje i t-statistika dummy proměnných, která všechny označuje jako statisticky nevýznamné. Po následném zhodnocení adjustovaných koeficientů determinace, které vyšly pro model jen se zlomem 0,891849 a se zlomem a sezónní složkou 0,885541, jsem se rozhodla sezónní složku z modelu vyloučit.

Konečný graf dopadl následně:



Obr. 9 Graf skutečných a vyrovnaných hodnot

Zdroj: Gretl

6.3.1 Kvantifikace modelu na datech

Jelikož je model založen pouze na trendové složce, rovnice dopadla následovně:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1.t + \beta_2.zlom + \beta_3.zlom_2 + \beta_4.zlom_2.t \quad (17)$$

Po prvním zlomu nedošlo ke změně trendu, proto se zde nevyskytuje proměnná *zlom.t*. Po druhém zlomu ale můžeme vidět změnu trendu v podobě poklesu.

Po zjištění obecné rovnice byl proveden odhad parametrů pomocí metody OLS.

$$Y = 38,4846 + 4,36182.t - 56,8986.zlom + 146,979.zlom_2 - 4,96145.zlom_2.t \quad (18)$$

6.3.2 Ekonomická verifikace

Regresní parametry u zlomů nám představují změnu po zlomu. Po prvním zlomu ropa zlevnila o 57 amerických dolarů. Parametr β_3 nemá téměř žádnou vypovídací hodnotu, abychom zjistili, o kolik se po zlomu snížila cena ropy, museli bychom odečíst vyrovnané hodnoty před a po zlomu. A nakonec parametr β_4 ukazuje, o kolik se nám parametr β_0 po zlomu změní. Po odečtení získáme hodnotu 33,52 dolarů.

6.3.3 Statistická verifikace

V prvním kroku otestujeme, stejně jako u regresní analýzy, statistickou významnost parametrů modelu a jejich konfidenční intervaly.

Tab. 18 Intervaly spolehlivosti a t-testy koeficientů

Koeficient	Odhad	t-stat	p-hodnota	1 - α = 0,95	
				Horní limit	Dolní limit
β_0	38,4846	9,692	1,91e-011	30,4235	46,5458
β_1	4,36182	10,23	4,71e-012	3,49592	5,22773
β_2	-56,8986	-9,330	5,05e-011	-69,2796	-44,5176
β_3	146,979	8,852	1,86e-010	113,273	180,686
β_4	-4,96145	-8,225	1,08e-09	-6,18603	-3,73688

Zdroj: Gretl

Z tabulky výše můžeme vypožorovat, že všechny námi zadané parametry jsou statisticky významné, jelikož všechny spadají do konfidenčních intervalů, díky p-hodnotě zamítáme nulovou hypotézu o nevýznamnosti parametrů a v žádném konfidenčním intervalu se nevyskytuje nula, která by znamenala nevýznamnosti parametru.

Tab. 19 Analýza rozptylu časové řady ceny ropy

Zdroj variability	Sumy čtverců	Stupně volnosti	Střední čtverce	F-test	p-hodnota
Regrese	20140,7	4	5035,17	81,4021	3,15e-017
Chyba	2164,95	35	61,8556		
Celkem	22305,6	39	571,94		

Zdroj: Gretl

Při hodnocení F-testu nám vyšla p-hodnota menší než námi zvolená hladina významnosti α . Nulovou hypotézu o nevýznamnosti modelu proto zamítáme.

Následně koeficient determinace, který porovnává empirická data s regresním modelem, nám vyšel 0,9029. Náš model je tedy vysvětlen z 90,29%. Adjustovaný koeficient bude ale statisticky průkaznější, jelikož jsou do jeho výpočtu zavedeny i stupně volnosti a zohledňuje tak přidávání nebo ubírání proměnných. Adjustovaný koeficient vyšel 0,8918.

6.3.4 Ekonometrická verifikace

V případě ekonometrické verifikace testujeme předpoklady klasického regresního modelu.

Tab. 20 Testy reziduí

Model	Testová statistika	P - hodnota
ARCH (q) test	5,22795	0,264698
DW test	1,01692	2,10933e-005
Ljung - Boxův test	17,0073	0,00193
Chí-kvadrát test	8,040	0,01795

Zdroj: Gretl

V případě ARCH se testuje heteroskedasticita chybového členu. Nulovou hypotézu o homoskedasticitě v tomto případě nezamítáme, jelikož p-hodnota je větší, než hladina významnosti. Variabilita chybového členu se tedy v jednotlivých úsecích nemění.

Durbin-Watsonův test zjišťuje korelaci 1. řádu. P- hodnota vyšla menší, než hladina významnosti. Korelace prvního řádu se v našem modelu nachází.

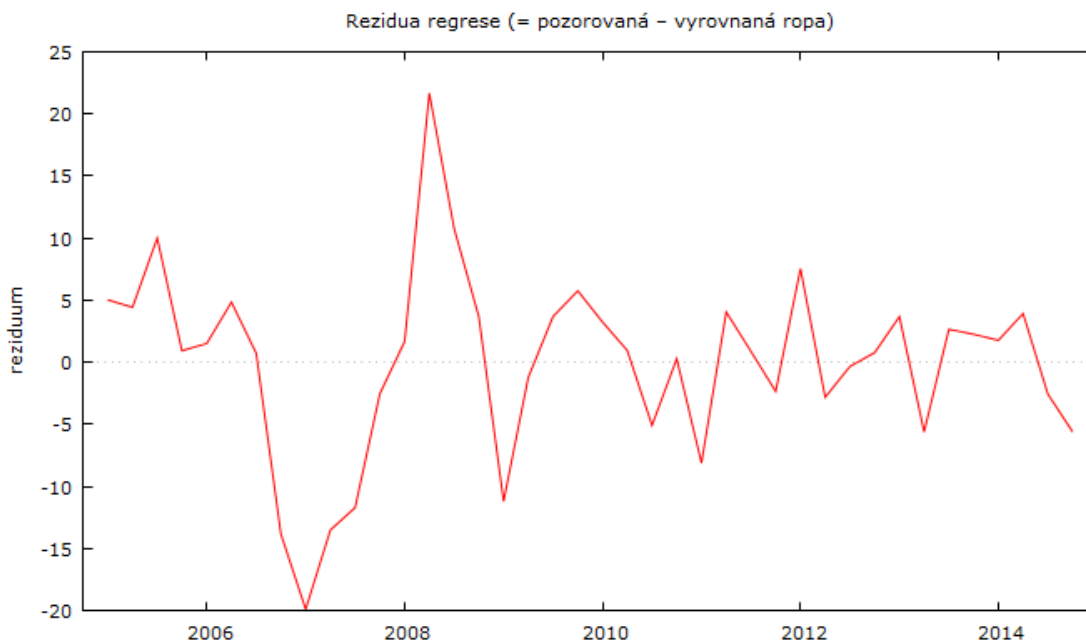
Dalším testováním autokorelace se zabývá Ljung - Boxův test, tentokrát pro změnu korelací vyššího řádu. P-hodnota nám opět vyšla nižší, takže i autokorelace vyššího řádu se v našem modelu nachází.

Pomocí Chí-kvadrát testu zjišťujeme normalitu chybového členu. Díky p-hodnotě můžeme nulovou hypotézu o normálním rozdělení vyvrátit, jelikož je menší, než hladina významnosti.

Předpoklady pro bílý šum:

1. Střední hodnota náhodné složky musí být nulová.

Z následujícího obrázku můžeme vidět, že se náhodná složka přibližně kolem nulové hodnoty pohybuje. První předpoklad můžeme považovat za splněný.



Obr. 10 Graf reziduí analýzy časové řady
Zdroj: Gretl

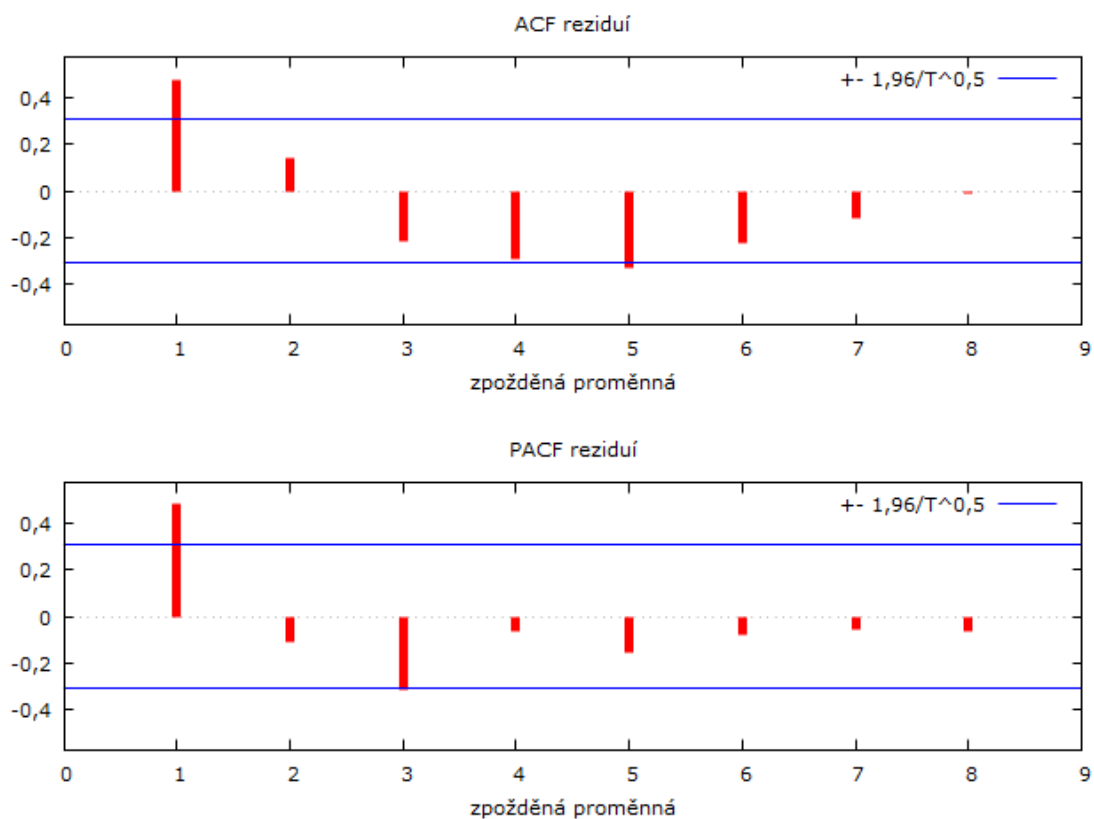
2. Náhodná složka musí mít konstantní rozptyl

Podle výsledku ARCH testu vyšlo, že se v náhodné složce vyskytuje homoskedasticita. Druhý předpoklad je opět splněn.

3. V modelu se nesmí vyskytovat sériová korelace

Na základě DW a LB testu se potvrdila autokorelace prvního i vyššího řádu, poslední předpoklad tedy splněn není.

Výskyt sériové korelace si můžeme dokázat i pomocí obrázku níže. Výkyv se vyskytuje nejen v prvním, ale i ve vyšším řádu.



Obr. 11 Korelogram reziduí
Zdroj: Gretl

6.3.5 Prais-Winstenova metoda

Pro napravení autokorelace v modelu byla využita Prais-Winstenova metoda, která je založena na odhadu korelačního koeficientu ρ , díky kterému je vytvořen odhad regresní rovnice. Tato metoda pak zpětně odhaduje hodnoty prvního pozorování regresoru i závislé proměnné. (Studenmund, 2011)

Tab. 21 Parametry nového modelu časové řady

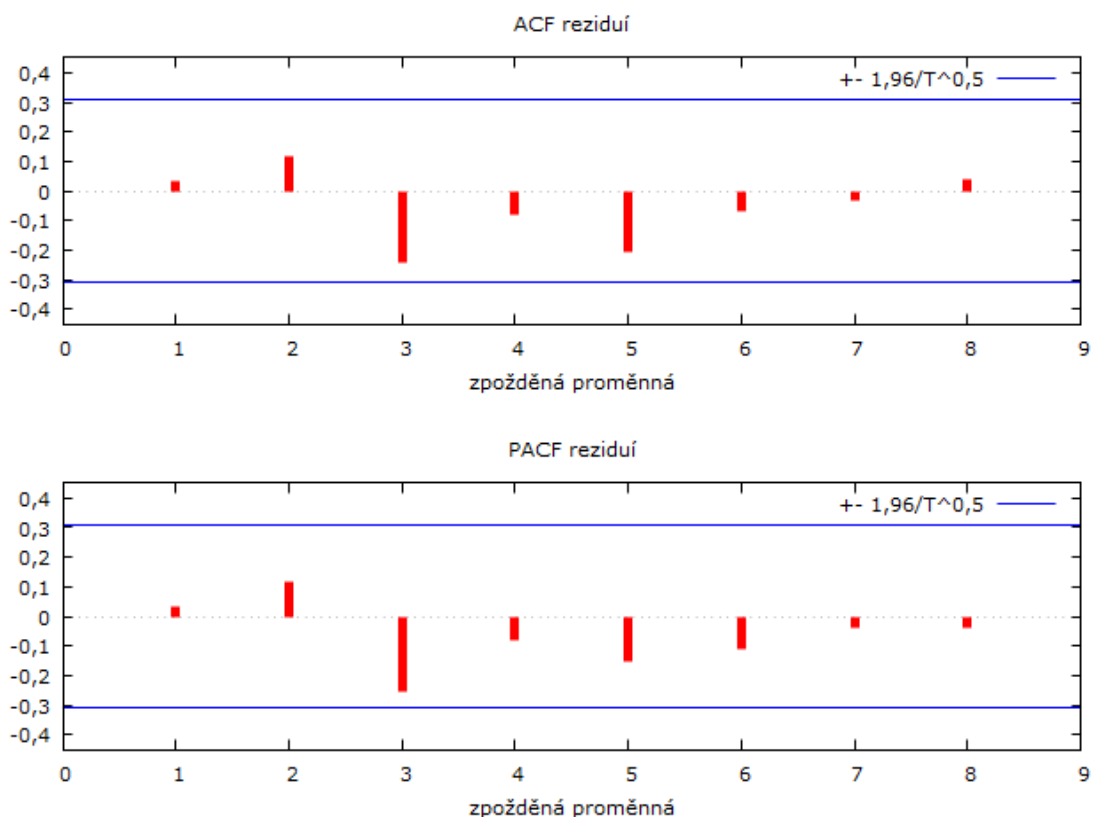
Koeficient	Odhad	t-stat	p-hodnota	1 - α = 0,95	
				Horní limit	Dolní limit
β_0	37,4460	6,510	1,65e-07	25,7684	49,1235
β_1	4,61189	8,621	3,54e-010	3,52590	5,69788
β_2	60,5321	-8,433	6,00e-010	-75,1044	-45,9598
β_3	146,599	6,275	3,36e-07	99,1693	194,030
β_4	-5,08881	-5,876	1,12e-06	-6,84688	-3,33074

Zdroj: Gretl

V Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Tab. 21 můžeme vidět, že všechny parametry regresní rovnice zůstaly statisticky významné. Celkovou významnost modelu nám potvrzuje i F-test, který tentokrát vyšel 33,15 s p-hodnotou $1,85 \times 10^{-11}$.

Zlepšení potvrzují u koeficientu determinace, který se zvýšil na 0,9273. Adjustovaný koeficient determinace pak vyšel 0,9189.

Podle Obr. 12 můžeme tvrdit, že problém s autokorelací prvního i vyšších řádů vyřešen.



Obr. 12 Nový korelogram časové řady

Zdroj: Gretl

Konečný model tedy splňuje předpoklady bílého šumu. Prais-Winterova metoda bohužel nevyřešila problém s normálním rozdělením modelu, proto nemůžeme tvrdit, že námi vytvořený model splňuje předpoklady i pro normální bílý šum.

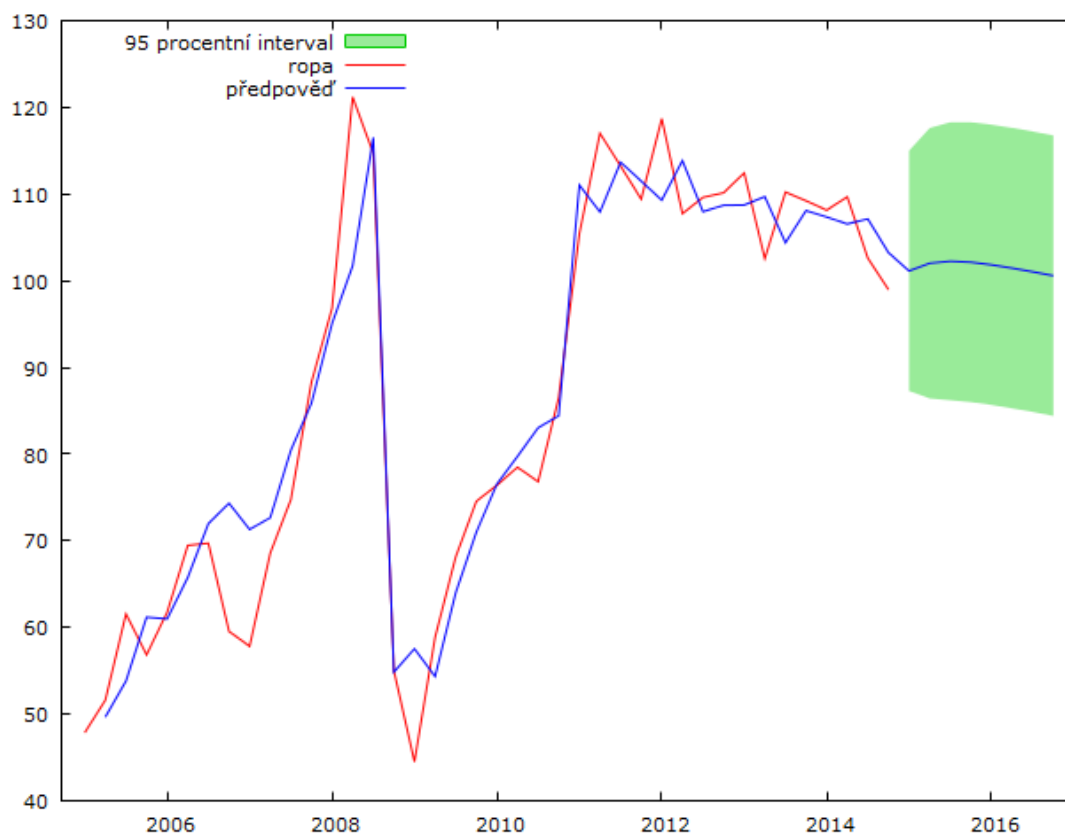
6.3.6 Predikce budoucího vývoje

Na základě vytvořeného modelu jsme schopni vymodelovat předpokládaný budoucí vývoj ceny ropy, který je naznačen v Tab. 22 a následně graficky znázorněn na Obr. 13. Podle předpovědi bude cena ropy v roce 2015 a 2016 stále klesat. Předpověď hodnot musíme brát se značnou rezervou, jelikož můžeme pozorovat, že konfidenční interval pro jednotlivé hodnoty je velmi široký. Pro změření kvality předpovědi se používá tzv. Theilův koeficient, který udává procentní chybu předpovědi. Počítá se na základě skutečných hodnot, které jsou uvedeny v příloze B s názvem Tabulky. V našem případě vyšel 0,6117. Můžeme tedy říct, že předpověď je z 61,17% chybná.

Tab. 22 Hodnoty predikce pro rok 2015 a 2016

Pozorování	Předpověď	Pozorování	Předpověď
2015:1	101,138575	2016:1	101,851854
2015:2	102,026967	2016:2	101,471732
2015:3	102,254564	2016:3	101,044761
2015:4	102,141183	2016:4	100,593615

Zdroj: Gretl



Obr. 13 Graf předpovědi pro rok 2015 a 2016

Zdroj: Gretl

7 Závěr

Ropa byla, je a bude stále diskutovaným tématem. Její původ je stále víceméně nejasný a její budoucnost taktéž. Cena této černé kapaliny stále fluktuuje, není možné s dostatečným předstihem předpovědět její cenový průběh. Pokusila jsem se však o to v kapitole Predikce budoucího vývoje. Podle sestaveného modelu vychází, že s 39% pravděpodobností bude cena ropy v prvních třech čtvrtletích 2016 stagnovat a v posledním mírně klesat s tím, že cena ropy se bude pohybovat okolo 101 amerických dolarů za barel.

Předpověď se nám nepodařila, jelikož podle nejnovějších průzkumů U. S. Energy Information Administration (EIA), byla cena ropy v roce 2015 49,08 dolarů/barel. Pro rok 2016 předpokládají mírný nárůst na 50,89 dolarů/barel. Sami jsme si v našich peněženkách mohli všimnout, že nám zbývá více peněz. Jelikož toto snížení ceny ropy vedlo samozřejmě ke snížení cen benzínu a nafty. Někteří spekulanti uvádějí, že toto snížení cen má za následek nadprodukce ropy, konkrétně v USA, kde přišli na nový způsob těžby ropy, a to z břidlic.

Avšak na snížení cen pohonných hmot neměla vliv jen nízká cena ropy. Jak jsme mohli zjistit, v kapitole Regresní analýza ceny nafty a Regresní analýza ceny benzínu, na cenu benzínu má vliv také kurz amerického dolaru. Kurz dolaru je ale stále vysoký, toto může být důvod, proč je nynější cena benzínu o něco dražší, než cena nafty, jelikož na ní, mimo cenu ropy a cenu dolaru, má vliv i hrubý domácí produkt a inflace. V roce 2015 docházelo k mírnému snižování inflace.

Je opravdu diskutabilní, proč nemají vybrané faktory stejný vliv jak na cenu benzínu, tak na cenu nafty. Jedním z důvodů může být to, že nafta je z valné většiny využívána v nákladní dopravě a je po ní čím dál tím větší poptávka.

8 Literatura

- ADAMEC V., STŘELEČ L. A HAMPEL D. *Ekonometrie I: učební text*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014, 162 s. ISBN 978-80-7375-703-8.
- ANNUAL STATISTICAL BULLETIN 2015. *OPEC* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/ASB2015.pdf
- ARTL, J. A ARTLOVÁ M. *Ekonomické časové řady: vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 285 s. ISBN 978-80-247-1319-9.
- BLAŽEK, J., RÁBL V. *Základy zpracování a využití ropy*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2006, 254 s. ISBN 80-7080-619-2.
- CENY POHONNÝCH HMOT ON-LINE. *Finance.cz* [online]. [cit. 2015-12-02]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/makrodata-eu/pohonne-hmoty/>
- CÍLEK, V., KAŠÍK M. *Nejistý plamen: Průvodce ropným světem*. 2. vyd. Praha: Dokořán, 2008, 239 s. ISBN 978-80-7363-218-2.
- ČESKO POSILUJE ENERGETICKOU BEZPEČNOST, ZÍSKALO PODÍL V ROPOVODU TAL. *Česká tele-vize* [online]. [cit. 2016-01-04]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/ekonomika/1133522-cesko-posiluje-energetickou-bezpecnost-ziskalo-podil-v-ropovodu-tal>
- ĐURICA, D., SUK M. A CIPRYS V. *Energetické zdroje včera, dnes a zítra*. Vyd. 1. Brno: Moravské zemské muzeum, 2010, 165 s. ISBN 978-80-7028-374-5.
- EUROPE BRENT SPOT PRICE FOB. *U.S. Energy Information Administration* [online]. [cit. 2015-12-02]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=RB RTE&f=D>
- HAMPEL D., BLAŠKOVÁ V. A STŘELEČ L. *Ekonometrie 2*. 2. přeprac. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2012, 144 s. ISBN 978-80-7375-664-2.
- HINDLS R., HRONOVÁ S. A SEGER J. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007, 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
- HOLMAN, R. *Ekonomie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: C.H. Beck, 2005, xxii, 709 s. ISBN 80-7179-891-6.
- HRUBÝ DOMÁČÍ PRODUKT ČR. *Český statistický úřad* [online]. 2015 [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/hdp_cr
- HUŠEK, R. *Ekonometrická analýza*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 2007, 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3.
- KURZY DEVIZOVÉHO TRHU. *Česká národní banka* [online]. 2015 [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/denni_kurz.jsp

- OIL. IEA [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://www.iea.org/aboutus/faqs/oil/>
- O SKUPINĚ MND. *Moravské naftové doly* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <https://www.mnd.cz/plynzprvnikruky/o-spolecnosti/o-skupine-mnd>
- ROPA A ROPNÉ PRODUKTY ZA ROK 2014. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument157142.html>
- ROPOVOD DRUŽBA. *MERO ČR* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://www.mero.cz/provoz/ropovod-druzba/http://www.ropa.cz/ropa-a-ekonomika/>
- ROPOVOD IKL. *MERO ČR* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://www.mero.cz/provoz/ropovod-ikl/>
- SAMPSON, A. *Sedm sester: Velké naftové společnosti a svět, který vytvořily*. Praha: Svoboda, 1980. ISBN 73/510-21-8,5.
- SAZBY DANĚ Z PŘIDANÉ HODNOTY. *Účetní kavárna* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://www.ucetnikavarna.cz/uzitecne-tabulky/sazby-dane-z-pridane-hodnoty/>
- STUDENMUND, A. *Using econometrics*. 6. vyd. Boston: Addison-Wesley, 2011. 616 s. ISBN 978-0-13-136773-9.
- SŮRA, J. *Češi více jezdí, pumpy hlásí nárůst tržeb*. Rychle roste podíl nafty [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/pumpy-jako-barometr-ekonomiky-lide-i-firmy-letos-jezdi-vyrazne-vice-11w-/eko-doprava.aspx?c=A150915_001716_eko-doprava_suj
- VOLF, V. *Ropa, ropa, ropa.. MERO ČR* [online]. [cit. 2016-01-1]. Dostupné z: http://www.mero.cz/files/ropa_ropa_ropa.pdf
- VÝSKYT ROPY V SOUČASNOSTI. *Petroleum.cz* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa/vyskyt-ropy-soucasnost.aspx>
- TĚŽBA ROPY A ZEMNÍHO PLYNU V ČESKÉ REPUBLICE – HISTORIE A SOUČASNOST. *OEnergetice.cz* [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/ropa/tezba-ropy-a-zemniho-plynu-v-ceske-republice-historie-a-soucasnost/>
- ZPRÁVY O INFLACI. *Česká národní banka* [online]. 2015 [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/zpravy_o_inflaci/
- Zákon č. 235/2004 Sb., o dani z přidané hodnoty, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů.
- ZAPLATÍLEK, J. *Zásobování České republiky ropou*. PRO-ENERGY magazín [online]. [cit. 2016-01-01]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/novinky/obsah-pro-energy-magazinu-2-2007>

9 Seznam obrázků

Obr. 1	Ropná naleziště zdroj: Petroleum, 2015	16
Obr. 2	Podíl na celkové produkci ropy v jednotlivých regionech světa zdroj: OPEC, 2015	17
Obr. 3	Ložiska ropy na území ČR zdroj: Česká geologická služba, 2014	19
Obr. 4	Ropovodní systém České republiky zdroj: Česká televize, 2014	20
Obr. 5	Graf reziduí podle regresantu benzín zdroj: Gretl	37
Obr. 6	Graf rezidujících podle regresantu nafta Zdroj: Gretl	40
Obr. 7	Graf normálního rozdělení Zdroj: Gretl	41
Obr. 8	Spojnicový graf časové řady Zdroj: Gretl	42
Obr. 9	Graf skutečných a vyrovnaných hodnot Zdroj: Gretl	43
Obr. 10	Graf reziduí analýzy časové řady Zdroj: Gretl	46
Obr. 11	Korelogram reziduí Zdroj: Gretl	47
Obr. 12	Nový korelogram časové řady Zdroj: Gretl	49
Obr. 13	Graf předpovědi pro rok 2015 a 2016 Zdroj: Gretl	50
Obr. 14	Konečná cena nafty se zohledněním nepřímých daní	58
Obr. 15	Konečná cena benzínu se zohledněním nepřímých daní	58
Obr. 16	QRL graf s maximem v 2008:4 zdroj: Gretl	59
Obr. 17	QRL graf s maximem v 2011:1 Zdroj: Gretl	60

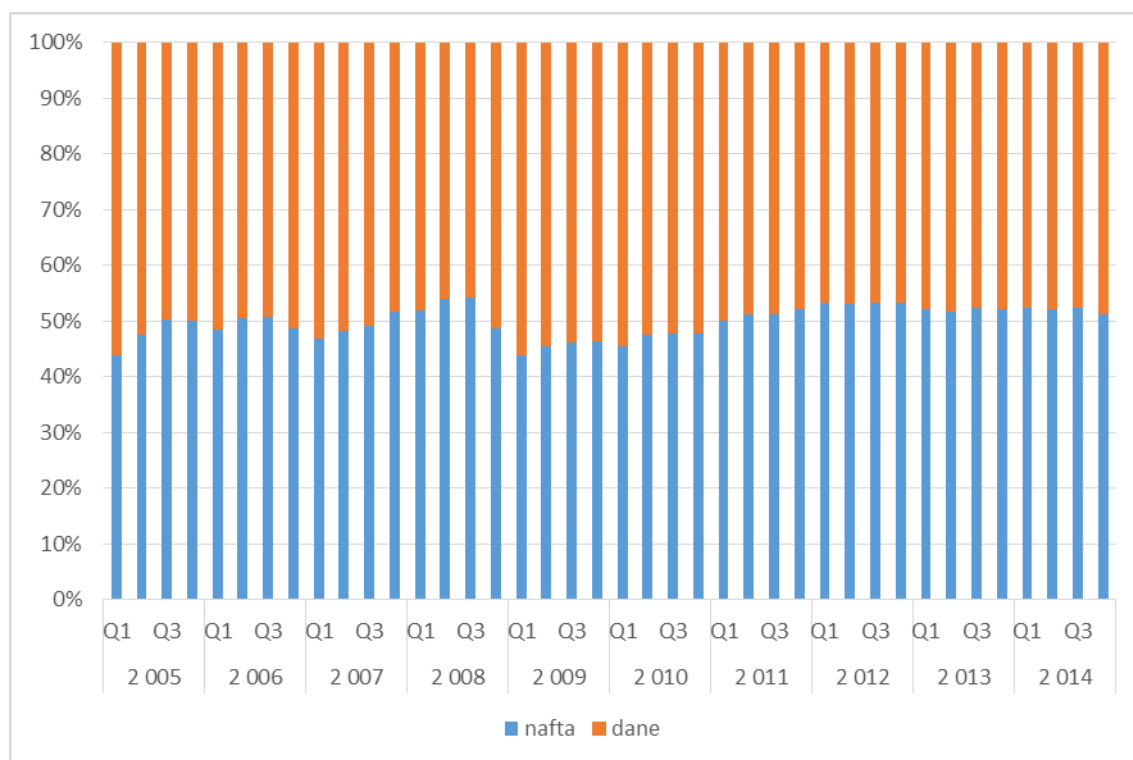
10 Seznam tabulek

Tab. 1	Typy ropy dle stupnice API	15
Tab. 2	Typy ropy dle hmotnostního procenta síry v ropě	16
Tab. 3	Množství dovezené ropy do ČR podle zemí původu	20
Tab. 4	Tabulka analýzy rozptylu (ANOVA)	27
Tab. 5	Očekávaný směr závislosti	33
Tab. 6	Srovnání modelů při analýze cen benzínu	34
Tab. 7	Odhady koeficientů a konfidenční intervaly	34
Tab. 8	Výsledky t-testu	35
Tab. 9	Tabulka 8 Analýza rozptylu (ANOVA)	35
Tab. 10	Testy reziduí	36
Tab. 11	Srovnání modelů při analýze cen nafty	38
Tab. 12	Odhady koeficientů a konfidenční intervaly pro cenu nafty	38
Tab. 13	Výsledky t-testů analýzy ceny nafty	39
Tab. 14	Analýza rozptylu pro model ceny nafty	39
Tab. 15	Hodnoty VIF	40
Tab. 16	Opravená heteroskedasticita	41
Tab. 17	Výpočty míry přesnosti	43
Tab. 18	Intervaly spolehlivosti a t-testy koeficientů	44
Tab. 19	Analýza rozptylu časové řady ceny ropy	45
Tab. 20	Testy reziduí	45
Tab. 21	Parametry nového modelu časové řady	48
Tab. 22	Hodnoty predikce pro rok 2015 a 2016	50
Tab. 23	Použitá data u inflace, HDP a kurzu	61

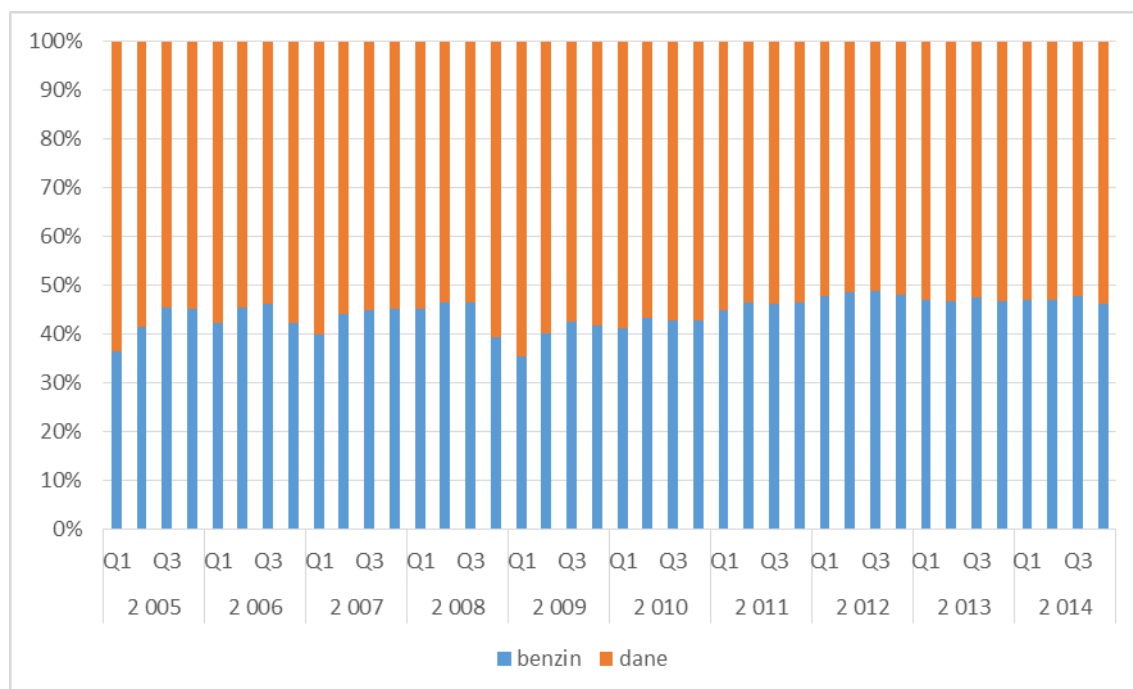
Tab. 24	Použitá data u ropy, benzínu a nafty	62
Tab. 25	Skutečné a predikované hodnoty	63

Přílohy

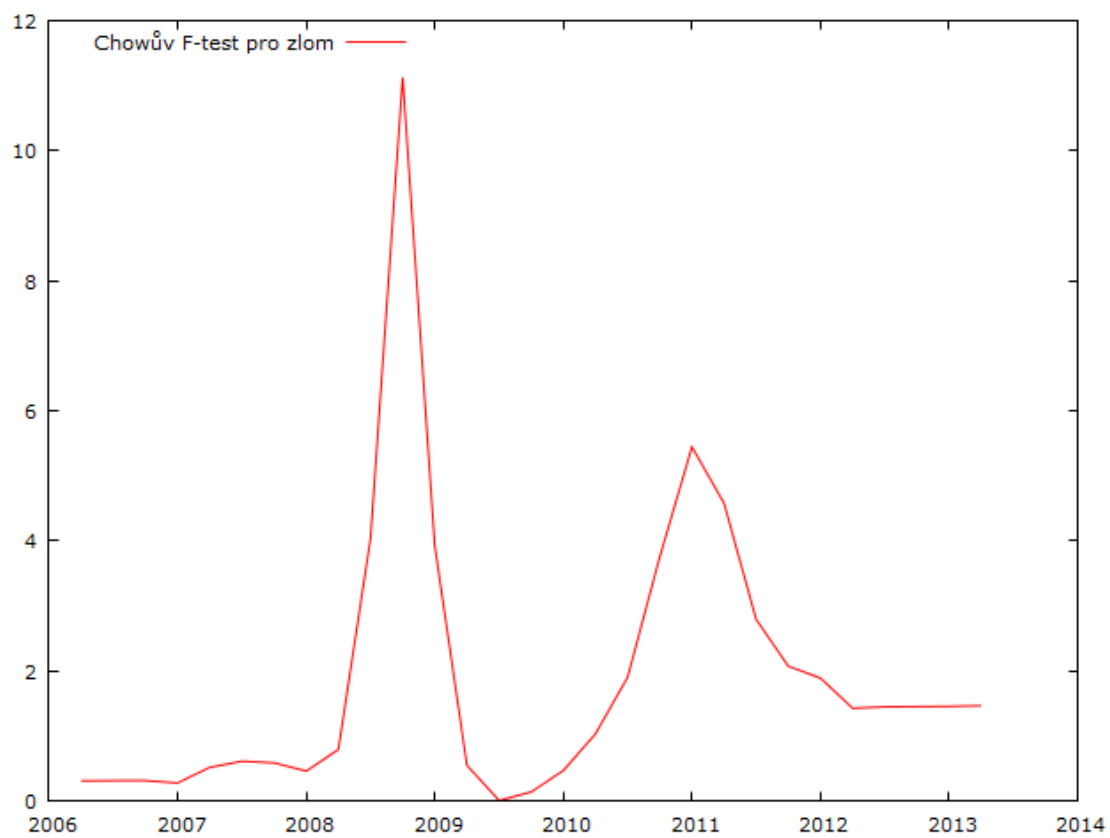
A Obrázky



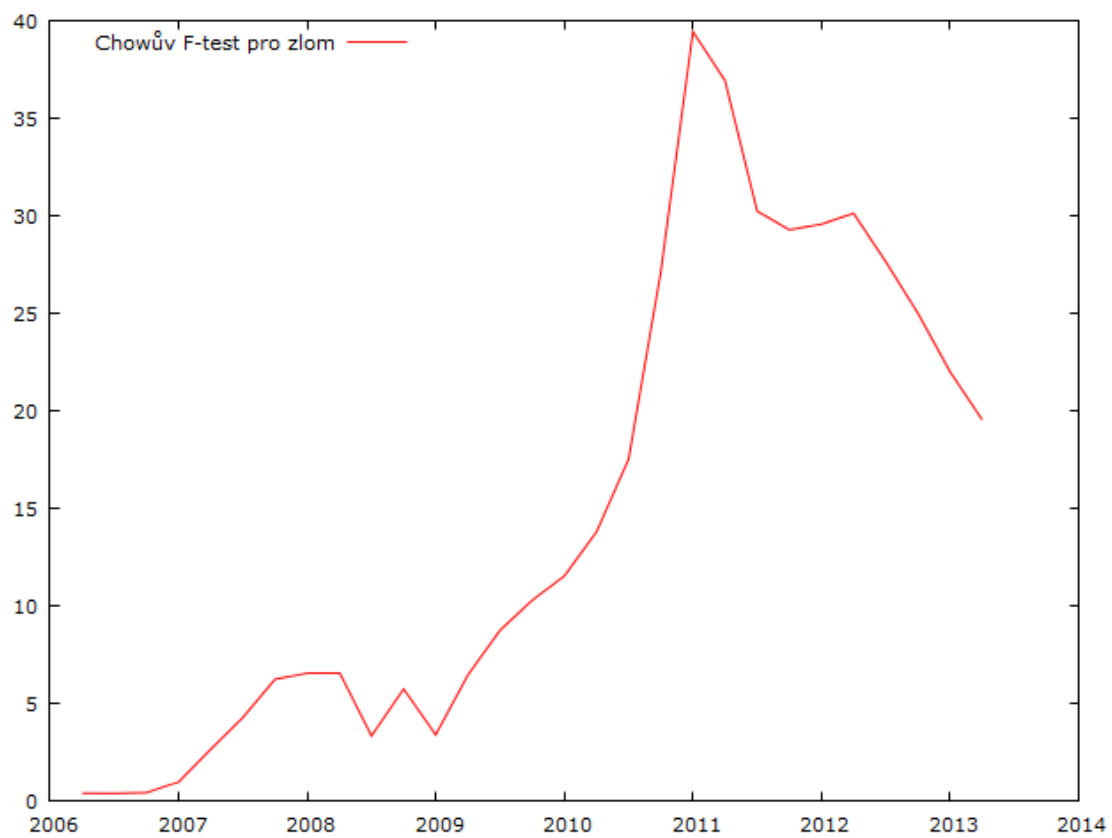
Obr. 14 Konečná cena nafty se zohledněním nepřímých daní



Obr. 15 Konečná cena benzínu se zohledněním nepřímých daní



Obr. 16 QRL graf s maximem v 2008:4
zdroj: Gretl



Obr. 17 QRL graf s maximem v 2011:1
Zdroj: Gretl

B Tabulky

Tab. 23 Použitá data u inflace, HDP a kurzu

Čtvrtletí	HDP	Inflace	USD kurz	Čtvrtletí	HDP	Inflace	USD kurz
2005:1	801 457	2,6	22,897	2010:1	978 048	0,7	18,711
2005:2	804 939	2,4	23,938	2010:2	989 660	0,6	20,158
2005:3	813 550	2	24,309	2010:3	993 026	1,1	19,302
2005:4	835 486	1,9	24,657	2010:4	989 873	1,5	18,256
2006:1	849 432	2,2	23,788	2011:1	995 501	1,7	17,827
2006:2	866 996	2,5	22,587	2011:2	1 001 725	1,9	16,901
2006:3	889 052	2,8	22,233	2011:3	1 006 285	1,8	17,273
2006:4	905 110	2,5	21,771	2011:4	1 016 277	1,9	18,778
2007:1	941 974	2,2	21,394	2012:1	1 014 591	2,4	19,143
2007:2	945 362	2,1	20,971	2012:2	1 011 880	2,7	19,728
2007:3	968 313	2	20,333	2012:3	1 007 429	3,2	20,067
2007:4	979 366	2,8	18,528	2012:4	1 008 022	3,3	19,417
2008:1	991 670	4,3	17,077	2013:1	1 006 674	2,8	19,375
2008:2	1 006 972	5,4	15,887	2013:2	1 011 144	2,3	19,778
2008:3	1 017 752	6,4	16,046	2013:3	1 017 289	1,8	19,519
2008:4	995 754	6,3	19,245	2013:4	1 042 152	1,4	19,593
2009:1	993 815	5	21,206	2014:1	1 051 264	1	20,038
2009:2	975 985	3,7	19,591	2014:2	1 061 647	0,7	20,023
2009:3	972 278	2,1	17,9	2014:3	1 070 840	0,5	20,845
2009:4	982 571	1	17,533	2014:4	1 077 388	0,4	22,104

Zdroj: ČSÚ, ČNB

Tab. 24 Použitá data u ropy, benzínu a nafty

Pozorování	Benzín	Nafta	Ropa	Pozorování	Benzín	Nafta	Ropa
2005:1	24,87	24,75	47,87	2010:1	30,56	28,91	76,42
2005:2	27,87	27,29	51,62	2010:2	32,09	30,67	78,49
2005:3	30,67	29,59	61,57	2010:3	31,75	30,76	76,82
2005:4	30,46	29,30	56,85	2010:4	31,71	30,86	86,54
2006:1	28,36	27,97	61,79	2011:1	33,47	32,91	105,45
2006:2	30,78	29,76	69,49	2011:2	34,90	34,21	117,01
2006:3	31,45	29,86	69,73	2011:3	34,70	34,07	113,24
2006:4	28,31	28,21	59,55	2011:4	34,78	35,09	109,42
2007:1	26,86	26,73	57,84	2012:1	36,13	36,51	118,71
2007:2	29,63	27,81	68,59	2012:2	37,04	36,23	107,75
2007:3	30,36	28,45	74,75	2012:3	37,18	36,33	109,63
2007:4	30,47	30,68	88,29	2012:4	36,39	36,34	110,15
2008:1	30,57	30,99	96,86	2013:1	36,08	35,89	112,44
2008:2	31,64	33,21	121,20	2013:2	35,90	35,36	102,56
2008:3	31,62	33,46	114,69	2013:3	36,74	36,21	110,23
2008:4	26,47	28,09	55,03	2013:4	35,87	35,93	109,23
2009:1	24,33	24,78	44,52	2014:1	36,02	36,13	108,14
2009:2	27,02	25,74	58,88	2014:2	36,19	35,95	109,69
2009:3	28,47	26,35	68,14	2014:3	36,84	36,27	102,61
2009:4	28,06	26,38	74,57	2014:4	35,22	34,90	98,97

Zdroj: EIA, Finance.cz

Tab. 25 Skutečné a predikované hodnoty

Pozorování	Cena ropy	Předpověď'	Pozorování	Cena ropy	Předpověď'
2005:1	47,8706	nedefinované	2010:1	76,418	77,0828
2005:2	51,624	47,819	2010:2	78,4892	80,4226
2005:3	61,5685	52,1598	2010:3	76,8234	83,8777
2005:4	56,8531	59,7608	2010:4	86,54	85,365
2006:1	61,7872	59,6423	2011:1	105,45	110,596
2006:2	69,4886	64,6049	2011:2	117,012	108,056
2006:3	69,7322	71,0247	2011:3	113,235	113,898
2006:4	59,5476	73,5174	2011:4	109,421	111,662
2007:1	57,8384	70,5191	2012:1	118,711	109,407
2007:2	68,5945	71,9835	2012:2	107,75	114,052
2007:3	74,7511	80,0118	2012:3	109,628	108,034
2007:4	88,2878	85,6182	2012:4	110,148	108,776
2008:1	96,8554	95,1106	2013:1	112,443	108,803
2008:2	121,204	101,987	2013:2	102,565	109,765
2008:3	114,685	117,172	2013:3	110,229	104,317
2008:4	55,0284	53,3323	2013:4	109,226	108,106
2009:1	44,5221	57,3371	2014:1	108,142	107,331
2009:2	58,8775	54,1693	2014:2	109,694	106,514
2009:3	68,138	64,0928	2014:3	102,613	107,084
2009:4	74,5658	71,3336	2014:4	98,9696	103,109

Zdroj: Gretl