

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Diplomová práce**

**Statistická analýza a modelování vývoje cen ropy**

**Bc. Tomáš Hercík**

© 2021 ČZU v Praze



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tomáš Hercík

Hospodářská politika a správa  
Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

**Statistická analýza a modelování vývoje cen ropy**

Název anglicky

**Statistical Analysis and Modeling of Crude Oil Price Development**

---

### Cíle práce

Ropa je jednou ze strategických energetických surovin a patří mezi nejobchodovanější komodity na globálním trhu. Poptávka po ropě velmi závisí na globální makroekonomické situaci a vývoj cen ropy je významným faktorem cenového vývoje. Uvádí se, že až 95 % veškerého vyráběného zboží potřebuje pro svou výrobu právě ropu.

Student bude specifikovat hlavní determinanty ovlivňující cenu ropy na světovém trhu a podrobněji specifikovat ropný průmysl Saúdské Arábie a Venezuely.

Hlavním cílem diplomové práce je statistická analýza a modelování dlouhodobého vývoje cen ropy. Dílčím cílem je posouzení závislosti vývoje vybraných ekonomických ukazatelů (dvou vybraných zemí – Saúdské Arábie a Venezuely) na ceně ropy.

### Metodika

K analýze sekundárních dat bude využito vybraných statistických metod analýzy časových řad. S ohledem na vývoj vybraných ukazatelů budou zvoleny vhodné interpolační a extrapolační metody.

Statistická analýza dat bude provedena s využitím specializovaného statistického softwaru.

## Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

## Klíčová slova

Ropa, trh s ropou, ropné šoky, burza, OPEC, časové řady, trend, prognóza.

---

## Doporučené zdroje informací

- ARLT, J. – ARLTOVÁ, M. *Finanční časové řady*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0330-0.
- BRČÁK, J. – SEKERKA, B. *Makroekonomie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-245-5.
- CÍLEK, V., KAŠÍK, M.: *Nejistý plamen: průvodce ropným světem*. 2. dopl. a aktualiz. vyd. Praha: Dokořán, 2008. 239 s. ISBN 978-80-7363-218-2.
- HINDLS, R. a kol.: *Statistika v ekonomii*. Praha: Professional Publishing, 2018. 395 s. ISBN 978-80-88260-09-7.
- JÍLEK, J. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3696-9.
- KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L.: *Statistické nástroje ekonomického výzkumu*. 1. vydání. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., Plzeň. 2012. 176 s. ISBN 978-80-7380-359-9.
- LU-TAO ZHAO, SHUN-GANG WANG, ZHI-GANG ZHANG: *Oil Price Forecasting Using a Time-Varying Approach*. *Energies* 2020, 13, 1403. ISSN 1996-1073.
- MONTGOMERY, D., C.: *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, John Wiley & Sons Inc. 2015. 672 s. ISBN 978-11-187-4511-3.
- PINKA, J.: *Ekonomika ropy a zemního plynu*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 2015. 201 s. ISBN 978-80-248-3872-4.

---

## Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Radka Procházková, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 2. 10. 2020

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2021

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Statistická analýza a modelování vývoje cen ropy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2021

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Radce Procházkové, Ph.D. za cenné připomínky, odborné rady a zároveň velkou míru ochoty, kterou přispěla k vypracování této diplomové práce. Také děkuji přátelům a blízkým, díky kterým jsem mohl diplomovou práci dokončit.

# Statistická analýza a modelování vývoje cen ropy

## Abstrakt

Diplomová práce se zabývá komplexní problematikou ropného trhu a zaměřuje se především na dlouhodobý vývoj cen ropy. Cílem práce bylo pomocí matematicko-statistických metod popsat tento cenový vývoj a zároveň vývoj vybraných ekonomických ukazatelů Saúdské Arábie a Venezuely. Jde o země s největšími zásobami ropy na světě, mezi kterými se však ukazují obrovské rozdíly. Saúdská Arábie patří mezi největší producenty ropy a prokazuje dominantní pozici v kartelu OPEC a vlivu na cenu ropy na trhu. Venezuelská produkce naopak klesá k historickému minimu a země čelí největší hospodářské krizi ve své historii. Popisovány jsou dále hlavní determinanty působící na cenový vývoj této komodity. Vybranými kvantitativními metodami byla analyzována měsíční časová řada ceny ropy v období 2000–2020 a na jejím základě provedena krátkodobá predikce na následující období. Vhodným se ukázal být model ARIMA, skrze něhož se krátkodobá predikce Theilovým indexem prokázala jako úspěšná. Práce rovněž vyhodnocuje z dostupných ročních dat závislost ekonomických ukazatelů zmíněných zemí právě na ceně ropy. K tomu jsou využity vhodné regresní modely. Spolu s fluktuující cenou ropy je v mnoha případech pozorovatelná souvislost s řadou ekonomických ukazatelů, což se v některých případech podařilo statisticky prokázat. V případě Venezuely se tyto souvislosti prolínají se současnou enormní krizí v zemi.

**Klíčová slova:** ropa, trh s ropou, ropné šoky, burza, OPEC, časové řady, trend, prognóza

# Statistical Analysis and Modeling of Crude Oil Price Development

## Abstract

The diploma thesis deals with complex oil market matters and focuses, mainly, on the long-term development of crude oil prices. The thesis aimed to use mathematical and statistical methods to describe this price development and at the same time the development of selected economic indicators of Saudi Arabia and Venezuela. These are the countries with the largest oil reserves in the world between which are immense differences. Saudi Arabia is one of the largest oil producers and demonstrates a dominant position in the OPEC cartel and its impact on the oil price in the market. Venezuelan production, on the other hand, is falling to an all-time low and the country is facing the biggest crisis in its history. The main determinants influencing the price development of this commodity are also described. Specific quantitative methods were used to analyse the monthly time series of oil prices from 2000 till 2020 and on this basis, a short-term prediction of the following period was made. The ARIMA model proved to be suitable, through which the short-term prediction by Theil's index confirmed to be successful. The thesis also evaluates, from available annual data, the dependence of economic indicators of the mentioned countries on the price of oil. Suitable regression methods were used for this. Along with the fluctuating price of oil, there is an observable connection with several economic indicators, which in some cases, has been statistically proven. In the case of Venezuela, these links are intertwined with the country's current enormous crisis.

**Keywords:** crude oil, crude oil market, oil shocks, exchange, OPEC, time series, trend, forecast



# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>15</b>
<b>2 Cíl práce a metodika</b> .....	<b>17</b>
2.1 Cíl práce.....	17
2.2 Metodika.....	17
2.2.1 Zdroje dat a sledované ukazatele .....	17
2.2.2 Definice časových řad a vybrané elementární charakteristiky .....	20
2.2.3 Dekompozice časových řad a popis trendu .....	21
2.2.4 Interpolační a extrapolační kritéria .....	23
2.2.5 Kritéria regresních modelů .....	24
2.2.6 Korelace časových řad.....	26
2.2.7 Náhodná složka .....	27
2.2.8 Stacionarita časových řad .....	27
2.2.9 Box-Jenkinsova metodologie.....	28
<b>3 Teoretická východiska</b> .....	<b>31</b>
3.1 Klasifikace ropy .....	31
3.1.1 Ropné standardy a jejich vliv na cenu ropy.....	32
3.2 Ropa jako strategická surovina .....	35
3.3 Využití ropy .....	36
3.4 Specifika ropného trhu a cenové determinanty.....	37
3.4.1 Ropné burzy a deriváty.....	39
3.4.2 Ceny spotové, ceny futures a stav zásob .....	40
3.4.3 Koncepce neobnovitelných zdrojů v ekonomické teorii .....	42
3.4.4 Hotellingův princip .....	44
3.5 Aktuální složení zemí organizace OPEC .....	46
3.6 Světové zásoby ropy.....	47
3.7 Ropný průmysl Saúdské Arábie.....	48
3.8 Ropný průmysl Venezuely .....	51
3.9 Vývoj cen ropy od 2. pol. 20. století .....	54
3.9.1 První a druhý ropný šok .....	54
3.9.2 Přelom tisíciletí a válka v Iráku .....	55
3.9.3 Prudké změny na trhu po roce 2008.....	58
3.9.4 Cenová válka a pandemie koronaviru .....	61
<b>4 Analytická část</b> .....	<b>63</b>
4.1 Souhrn a porovnání ropných statistik v letech 2009/2019 .....	63
4.1.1 Spotřeba a produkce ropy .....	63
4.1.2 Světové zásoby ropy .....	65

4.2	Predikce vývoje ceny ropy na následující období .....	67
4.2.1	Výsledky testu autokorelace a výsledné grafy ACF a PACF.....	71
4.3	Analýza ceny ropy a dalších ekonomických ukazatelů .....	73
4.3.1	Cena ropy .....	73
4.3.2	Produkce ropy.....	74
4.3.3	HDP.....	76
4.3.4	Příjmy z ropy (% z HDP).....	78
4.3.5	Vládní dluh (% z HDP).....	80
4.3.6	Export.....	82
4.3.7	Devizové rezervy .....	84
4.3.8	Inflace (CPI) .....	88
4.4	Vliv ceny ropy na ekonomické ukazatele Saúdské Arábie .....	89
4.4.1	Vliv ceny ropy na HDP Saúdské Arábie.....	89
4.4.2	Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Saúdské Arábie .....	93
4.4.3	Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Saúdské Arábie.....	95
4.4.4	Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Saúdské Arábie.....	98
4.4.5	Vliv ceny ropy na devizové rezervy Saúdské Arábie .....	101
4.4.6	Vliv ceny ropy na míru inflace Saúdské Arábie.....	103
4.4.7	Vliv ceny ropy na produkci ropy Saúdské Arábie.....	105
4.5	Vliv ceny ropy na ekonomické ukazatele Venezuely .....	106
4.5.1	Vliv ceny ropy na HDP Venezuely.....	106
4.5.2	Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Venezuely .....	108
4.5.3	Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Venezuely .....	110
4.5.4	Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Venezuely .....	111
4.5.5	Vliv ceny ropy na devizové rezervy Venezuely.....	113
4.5.6	Vliv ceny ropy na míru inflace Venezuely.....	115
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuse.....</b>	<b>118</b>
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>123</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>125</b>
<b>8</b>	<b>Přílohy.....</b>	<b>133</b>

## Seznam grafů

Graf 1: Poměr hustoty a sirnatosti u některých druhů ropy .....	34
Graf 2: Hlavní obchodní trasy trhu s ropou 2019 .....	35
Graf 3: Podíl organizace OPEC na světové produkci ropy, 2009/2019 .....	65
Graf 4: Roční vývoj prokázaných ropných rezerv – svět, 1980–2019 .....	65
Graf 5: Roční vývoj prokázaných ropných rezerv – TOP 5, 1980–2020 .....	66
Graf 6: Podíl organizace OPEC na světových zásobách ropy, 2018 .....	66
Graf 7: Měsíční vývoj nominálních a reálných cen ropy (USD/barel), 1974–2020 .....	67
Graf 8: Měsíční vývoj reálných cen ropy (USD/barel), 01/2000–12/2020 .....	67
Graf 9: Autokorelační funkce – reálná cena ropy .....	68
Graf 10: Parciální autokorelační funkce – reálná cena ropy .....	68
Graf 11: Autokorelační funkce – reálná cena ropy, diference prvního řádu .....	69
Graf 12: Parciální autokorelační funkce – reálná cena ropy, diference prvního řádu .....	69
Graf 13: RMSE autokorelační a parciální autokorelační funkce, ARIMA (0,1,1) .....	70
Graf 14: RMSE autokorelační a parciální autokorelační funkce, ARIMA (1,1,0) .....	70
Graf 15: Výsledná predikce modelem ARIMA (1,1,0) .....	72
Graf 16: Roční vývoj ceny ropy (USD/barel) .....	73
Graf 17: Vývoj relativních přírůstků ceny ropy .....	73
Graf 18: Roční vývoj vysvětlované proměnné produkce ropy (tis. barelů/den) v Saudské Arábii, 1973–2019 .....	74
Graf 19: Roční vývoj vysvětlované proměnné produkce ropy (tis. barelů/den) ve Venezuele, 1973–2019 .....	75
Graf 20: Roční vývoj vysvětlované proměnné HDP (USD) v Saudské Arábii, 1968–2019 .....	76
Graf 21: Roční vývoj vysvětlované proměnné HDP (USD) ve Venezuele, 1968–2014 .....	77
Graf 22: Roční porovnání vývoje HDP na obyvatele (USD) mezi Saudskou Arábií a Venezuelou .....	78
Graf 23: Roční vývoj vysvětlované proměnné příjmy z ropy (% z HDP) v Saudské Arábii .....	79
Graf 24: Roční vývoj vysvětlované proměnné příjmy z ropy (% z HDP) ve Venezuele .....	80
Graf 25: Roční vývoj vysvětlované proměnné vládní dluh (% z HDP) v Saudské Arábii, 1999–2019 .....	81
Graf 26: Roční vývoj vysvětlované proměnné vládní dluh (% z HDP) ve Venezuele, 1994–2017 .....	82
Graf 27: Roční vývoj vysvětlované proměnné export (% z HDP) v Saudské Arábii .....	83
Graf 28: Roční vývoj vysvětlované proměnné export (% z HDP) ve Venezuele .....	84
Graf 29: Roční vývoj vysvětlované proměnné devizových rezerv (včetně zlata, nominálně v mil. USD) v Saudské Arábii .....	85
Graf 30: Vývoj relativních přírůstků devizových rezerv v Saudské Arábii .....	85
Graf 31: Vývoj devizových rezerv v Saudské Arábii, 1968–2019 .....	86
Graf 32: Roční vývoj vysvětlované proměnné devizových rezerv (včetně zlata, nominálně v mil. USD) ve Venezuele .....	87
Graf 33: Roční vývoj vysvětlované proměnné devizové rezervy (včetně zlata, nominálně v mil. USD) mezi Saudskou Arábií a Venezuelou .....	87
Graf 34: Roční vývoj vysvětlované proměnné míra inflace v Saudské Arábii .....	88
Graf 35: Roční vývoj vysvětlované proměnné míra inflace ve Venezuele .....	88
Graf 36: Roční vývoj diferencí prvního řádu ceny ropy (USD/barel) .....	89
Graf 37: Roční vývoj prvních diferencí prvního řádu HDP (USD/barel), Saudská Arábie .....	90
Graf 38: Regresní model – cena ropy a HDP, Saudská Arábie .....	91
Graf 39: Vývoj ceny ropy a HDP Saudské Arábie (reálně v mil. USD) .....	91

Graf 40: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a HDP, Saúdská Arábie .....	92
Graf 41: Reziduální diagnostika – cena ropy a HDP, Saúdská Arábie.....	93
Graf 42: Regresní model – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Saúdská Arábie.....	94
Graf 43: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Saúdská Arábie .....	94
Graf 44: Reziduální diagnostika – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Saúdská Arábie	95
Graf 45: Autokorelační funkce – diferencovaný vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie.	96
Graf 46: Regresní model – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie .....	97
Graf 47: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie .....	97
Graf 48: Reziduální diagnostika – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie...	98
Graf 49: Regresní model – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie .....	99
Graf 50: Regresní model – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie .....	99
Graf 51: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie .....	100
Graf 52: Reziduální diagnostika – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie .....	100
Graf 53: Regresní model – cena ropy a devizové rezervy, Saúdská Arábie .....	101
Graf 54: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a devizové rezervy, Saúdská Arábie .....	102
Graf 55: Reziduální diagnostika – cena ropy a devizové rezervy, Saúdská Arábie .....	102
Graf 56: Regresní model – cena ropy a inflace, Saúdská Arábie .....	103
Graf 57: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a inflace, Saúdská Arábie .....	104
Graf 58: Reziduální diagnostika – cena ropy a inflace, Saúdská Arábie .....	104
Graf 59: Regresní model – cena ropy a produkce ropy, Saúdská Arábie .....	105
Graf 60: Vývoj hodnot diferencí prvního řádu HDP (USD/barel), Venezuela .....	106
Graf 61: Vývoj ceny ropy a HDP Venezuely (reálně v mil. USD) .....	107
Graf 62: Regresní model – cena ropy a HDP, Venezuela.....	107
Graf 63: Autokorelační funkce – příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela .....	108
Graf 64: Regresní model – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela.....	109
Graf 65: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela .....	109
Graf 66: Reziduální diagnostika – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela.....	110
Graf 67: Regresní model – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Venezuela .....	111
Graf 68: Regresní model – cena ropy a export (% z HDP), Venezuela.....	112
Graf 69: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a export (% z HDP), Venezuela	112
Graf 70: Reziduální diagnostika – cena ropy a export (% z HDP), Venezuela.....	113
Graf 71: Regresní model – cena ropy a devizové rezervy, Venezuela .....	114
Graf 72: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a devizové rezervy, Venezuela .	114
Graf 73: Reziduální diagnostika – cena ropy a devizové rezervy, Venezuela .....	115
Graf 74: Autokorelační funkce – diferencovaná řada inflace, Venezuela .....	116
Graf 75: Regresní model – cena ropy a míra inflace, Venezuela .....	116

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Období ročních časových řad pro jednotlivé modely – Saúdská Arábie, Venezuela .....	19
Tabulka 2: Spotřeba ropy, 2009/2019 .....	64
Tabulka 3: Produkce ropy, 2009/2019 .....	64
Tabulka 4: Výsledná predikce modelem ARIMA (1,1,0) .....	72
Tabulka 5: Vliv ceny ropy na pozorované ukazatele v Saudské Arábii.....	122
Tabulka 6: Vliv ceny ropy na pozorované ukazatele ve Venezuele .....	122

## Seznam použitých zkratk

ACF – Autocorrelation Function (autokorelační funkce)
API – American Petroleum Institute (Americký ropný institut)
AR – Autoregressive (autoregresní)
ARIMA – Autoregressive Integrated Moving Average (autoregresní integrovaný klouzavý průměr)
ARMA – Autoregressive Moving Average (autoregresní klouzavý průměr)
BBL – blue barrel (modrý barel/barel)
BD – barrel/day (barel/den)
BFOET – Brent, Forties, Oseberg, Ekofisk, Troll
BIC – Bayesian Information Criterion (Bayesovo informační kritérium)
BLS – Bureau of Labor Statistics (Úřad pro statistiku práce Spojených států amerických)
BMCI – Bureau of Mines Correlation Index
BY – barrel/year (barel/rok)
CPI – Consumer Price Index (index spotřebitelských cen)
DESA – Department of Economic and Social Affairs (Odbor pro ekonomické a sociální otázky OSN)
DME – Dubai Mercantile Exchange
DOE – United States Department of Energy (Ministerstvo energetiky Spojených států amerických)
DOT – United States Department of Transportation (Ministerstvo dopravy Spojených států amerických)
DW – Durbin-Watson
EIA – Energy Information Administration
EIG – Energy Intelligence Group
ERoEI – Energy Return on Energy Invested
ICE – Intercontinental Exchange
IEA – International Energy Agency (Mezinárodní energetická agentura)
IMF – International Monetary Fund (Mezinárodní měnový fond)
IPO – Initial Public Offering (primární veřejná nabídka)
LPG – Liquefied Petroleum Gas (zkapalněný ropný plyn)
MA – Moving Average (klouzavý průměr)
MAE – Mean Absolute Error (střední absolutní chyba)
MAPE – Mean Absolute Percentage Error (střední absolutní procentní chyba)

MBD – million barrels/day (milion barelů/den)  
ME – Mean Error (střední chyba)  
MSE – Mean Squared Error (průměrná čtvercová chyba)  
MSPE – Mean Squared Prediction Error (průměrná čtvercová chyba predikce)  
NGL – Natural Gas Liquid (kapalný zemní plyn)  
NOC – national oil company (národní ropná společnost)  
NYMEX – New York Mercantile Exchange  
OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)  
OOB – Orinoco Oil Belt (ropný pás Orinoko)  
OPEC – Organization of the Petroleum Exporting Countries (Organizace zemí vyvážejících ropu)  
ORB – OPEC Reference Basket (referenční koš OPEC)  
PACF – Partial Autocorrelation Function (parciální autokorelační funkce)  
PDVSA – Petróleos de Venezuela, S.A.  
PPP – Purchasing Power Parity (parita kupní síly)  
PRA – Price Reporting Agency (cenová agentura)  
SA – Saúdská Arábie  
SAE – Spojené arabské emiráty  
SAK – Saúdkoarabské království  
SAMA – Saudi Central Bank (Saúdská centrální banka) – dřívější Saudi Arabian Monetary Authority  
SAR – saúdský rial  
SAR – Seasonal Autoregressive (sezónní autoregresní)  
SARIMA – Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (sezónní autoregresní integrovaný klouzavý průměr)  
SARMA – Seasonal Autoregressive Moving Average (sezónní autoregresní klouzavý průměr)  
SMA – Seasonal Moving Average (sezónní klouzavý průměr)  
SPA – Saudi Press Agency (Saúdská tisková agentura)  
TDNN – Time Delay Neural Network (Neuronová síť s časovým zpožděním)  
UNSD – United Nations Statistics Division (Statistická divize OSN)  
USGS – United States Geological Survey  
VE – Venezuela  
VEF – venezuelský bolívar  
WBG – World Bank Group (Skupina Světové banky)  
WTI – West Texas Intermediate

# 1 Úvod

Ropa se od svého objevení a zejména od zvládnutí destilačního procesu stala ve světě velmi cennou komoditou. Brzy získala přívlastek „tekuté zlato“ a vyvolávala obrovský zájem lidí toužících po rychlém zbohatnutí.

Jako ekonomický produkt se ropa proměnila z 19. století, kdy sloužila především jako světelný zdroj a mazadlo, do 20. století, kdy v tomto směru byla nahrazena elektrickým proudem. Svými vlastnostmi však tato surovina nacházela stále širší využití.

Kromě rostoucího významu z hlediska přímé ekonomické hodnoty se ropa ve 20. století stala nedílnou součástí řady klíčových hospodářských odvětví jako je rozvoj automobilového průmyslu, který se stal důležitým faktorem v hospodářských cyklech po druhé světové válce. Svůj nenahraditelný význam získala v komerční a průmyslové energii a dopravě a její hlavní využití je ve výrobě pohonných hmot. Díky energetickému zisku se ropa stala strategickou surovinou. Řada států je na tržních cenách ropy existenčně závislá.

Cenu této komodity z jednotlivých nalezišť na světovém trhu není možné stanovit univerzálně, jelikož samotné složení suroviny může být velmi různorodé. S ropou se tak obchoduje v podobě několika různých komodit a pro každou se určuje cena na trhu zvlášť.

Cenové pohyby na burzách této komodity jsou v předmětu zájmu takřka celého světa. Její cenový vývoj se historicky ukazuje jako velmi volatilní a složitě predikovatelný. Má na něj vliv celá řada okolností, které působí jak na poptávkovou, tak nabídkovou stranu.

Jedna z definic ekonomie říká, že ekonomie je věda zkoumající, jak lidé uspokojují své neomezené potřeby ve světě omezených zdrojů. Otázka omezenosti zdroje ve velkém zasahuje i ropu. Ač se objevují metody na efektivnější využití nekonvenčních zdrojů ropy a možného zvyšování čerpatelných zásob, dříve či později se lidstvo bude muset připravit na konec ropného věku.

Tato práce navazuje na bakalářskou práci s názvem Trh ropy a jeho vliv na ekonomiku, jež cílila na popis subjektů na ropném trhu, jeho historický vývoj, a především na ekonomicko-politické zhodnocení vlivu ropného trhu na vybrané země – Saúdskou Arábii a Venezuelu. Z výsledků této práce vzešla zřetelná souvislost s ekonomickými ukazateli zkoumaných zemí a situací na ropném trhu. Vznikl tak prostor k přesnějšímu vyjádření těchto závislostí pomocí matematicko-statistických metod a hlubšího náhledu do problematiky ropného světa.

Saúdská Arábie i Venezuela v průběhu času přebraly plnou kontrolu nad ropným průmyslem na svém území vytlačením nadnárodních ropných společností. Ropné bohatství dříve ekonomicky zaostalou Saúdkou Arábií dostalo mezi nejbohatší státy dnešního světa a do čela ropného kartelu OPEC. Venezuelský socialismus 21. století možný hospodářský růst a ropné zisky zcela prohospodařil. Ekonomický potenciál pramenící z obrovského přírodního bohatství se zemi nedaří využít.

Stávající vlády Saúdské Arábie a Venezuely jsou de facto existenčně závislé na výnosech z ropného průmyslu a je možné zde pozorovat paradox tzv. Holandské nemoci (z teorie prokletí přírodních zdrojů). Zisky ze státních ropných podniků pomáhají autoritativním režimům držet se u moci.



## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem diplomové práce byla komplexní analýza problematiky ropného trhu se zaměřením na vývoj cen ropných komodit. Rešerše literatury byla vztažena na globální rovinu s definováním hlavních determinantů ovlivňující tento cenový vývoj a jeho bližší rozbor od 2. pol. 20. století až po současnost s použitím vlastních dat. Práce se postupně zaměřovala na vybrané subjekty, a to Saúdskou Arábii a Venezuelu.

Hlavním cílem práce bylo pomocí matematicko-statistických metod modelování dlouhodobého vývoje ceny ropy na trhu. Dílčím cílem v této souvislosti bylo sestrojení vhodného modelu pro krátkodobou predikci ceny ropy na následující období. Dalším cílem poté byla analýza vybraných ekonomických ukazatelů Saúdské Arábie a Venezuely a v případě splnění statistických předpokladů navazující rozbor závislosti vývoje těchto ukazatelů právě na ceně ropy. Cílem byla také komparace těchto závislostí mezi výše vybranými zeměmi, na jejichž území se aktuálně nachází největší prokázané ropné zásoby, a které však mají zcela odlišný ekonomický vývoj.

### **2.2 Metodika**

#### **2.2.1 Zdroje dat a sledované ukazatele**

Jednotlivá data, datasey, byly dohledány a porovnány v řadě databází různých organizací a agentur. K potřebám této práce byly vybrány vždy ty nejrelevantnější.

Hlavním zdrojem dat cen a produkce ropy byla statistická agentura Energy Information Administration – EIA, spadající pod Ministerstvo energetiky federální vlády Spojených států – DOE. K účelům práce byly použity také databáze energetického koncernu BP. Data ekonomických ukazatelů vybraných zemí pocházejí z databází organizací patřících do Skupiny Světové banky – WBG. Z databází WBG pochází i data z Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj – OECD a data ze sesterské organizace – Mezinárodního měnového fondu – IMF. Využity byly také statistiky Odboru pro ekonomické a sociální otázky OSN – DESA.

Data vztahující se k vládnímu dluhu vychází ze Saúdské centrální banky – SAMA, respektive Ministerstva hospodářství a financí (Ministry of Economy and Finance) v případě Venezuely. Některá podrobnější data k mezinárodnímu obchodu byla čerpána také

ze Statistické divize OSN – UNSD. Všechny ceny jsou uváděny v amerických dolarech – USD. K statistickým analýzám byl použit program SPSS od společnosti IBM.

### **Sledované ukazatele:**

**Cena ropy:** průměrné roční hodnoty cen ropy za barel [importovaná cena z databázi EIA]. Pro objektivní posouzení bylo v analytické části pracováno s reálnými cenami přepočtenými podle indexu spotřebitelských cen – CPI. Použité spotřebitelské ceny pochází z amerického federálního Úřadu pro statistiku práce – BLS. Hodnota CPI 1 je mezi lety 1982–1984. Jako základ pro CPI byl použit rok 2010. V kapitole 3.9 o vývoji cen byly popisovány ceny nominální.

**Produkce ropy:** průměrné roční hodnoty produkovaných barelů za den. Do pozorování nebyly zahrnuty kapalné zemní plyny – NGLs [databáze EIA, BP].

**Příjmy z ropy (% z HDP):** podíl příjmů z ropy na hodnotě hrubého domácího produktu [databáze WBG].

**HDP:** pro objektivní porovnání veličin (neovlivněných změnami cenové hladiny) byla brána produkce ve stálých cenách (Mankiw, 1999, s. 471–477). Pro ty se určil jako základ rok 2010. Pro posouzení ekonomického vývoje a porovnání zemí byl dále použit ukazatel přepočtený na počet obyvatel. Přepočet na paritu kupní síly – PPP nebyl použit z důvodu nedostatku dat [databáze WBG a OECD].

**X: export** – vývoz zboží a služeb vyjádřený nominální hodnotou [databáze UNSD].

**M: import** – dovoz zboží a služeb vyjádřený nominální hodnotou [databáze UNSD].

**NX: čistý export** – definován vztahem (Sekerka, 2007, s. 126–129):

$$NX = X - M.$$

[2.1]

**Export (% z HDP):** podíl vývozu zboží a služeb na hodnotě hrubého domácího produktu [databáze WBG a OECD].

**Vládní dluh (% z HDP):** podíl vládního dluhu na hodnotě hrubého domácího produktu [data SAMA a Ministry of Economy and Finance].

**Devizové rezervy:** objem devizových rezerv včetně zlata vyjádřených nominální hodnotou [databáze IMF].

**Míra inflace:** nárůst cenové hladiny zboží a služeb (Sekerka, 2007, s. 259) v meziročním sledování podle CPI. Míra inflace patří mezi citlivé informace, jež může mít značný dopad na chování ekonomických subjektů (Hindls, 2007, s. 386) [databáze IMF].

Dále bylo pracováno s daty **spotřeby ropy** [databáze BP] a **ropnými rezervami** [databáze EIA, OPEC].

**Tabulka 1: Období ročních časových řad pro jednotlivé modely – Saúdská Arábie, Venezuela**

Cena ropy	1968–2019	
	SA	VE
Produkce ropy	1973–2019	1973–2019
HDP	1968–2019	1968–2014
Příjmy z ropy	1970–2018	1970–2014
Inflace	1968–2019	1968–2016
Vládní dluh	1999–2019	1994–2017
Export	1968–2019	1968–2014
Deviz. rezerv	1968–2019	1968–2017

Zdroj: Vlastní zpracování z výše uvedených databází

### Čistý export a čistý import

Zahrnutím zahraničního sektoru vzniká čtyřsektorový model. Brčák a Sekerka (2010, s. 71–72) v následujícím vyjádření předpokládají reálná  $X$  a  $M$ , stálost domácí i zahraniční cenové úrovně a stálost měnových kurzů. Další předpoklady viz níže.

**Export:** změna  $X$  domácí země je nezávislá na domácím produktu.  $X$  je tak považováno za autonomní vůči  $Y$ ,

$$X = X_a. \quad [2.2]$$

**Import:** závislý na  $Y$ .  $M$  lze obecně vyjádřit jako funkci domácího důchodu  $Y$ , cenové hladiny v domácí měně  $P_D$ , cenové hladiny v zahraničí (v zahraniční měně)  $P_F$  a kurzu  $E_{D/F}$ . Za výše zmíněného předpokladu stálosti cenových hladin a kurzu je možné formálně vyjádřit:

$$M = M(Y). \quad [2.3]$$

$m$  – konstanta, mezní sklon k importu,  $m \in (0,1)$ ,

$$m = \frac{\Delta M}{\Delta Y}. \quad [2.4]$$

Výše uvedené vede ke vztahu:

$$M = M_a + mY. \quad [2.5]$$

$M$  tak mimo na  $Y$  autonomní složky  $M_a$  obsahuje i složku indukovanou – s růstem důchodu roste poptávka po zahraničním zboží ( $M_a$  může záviset na dalších veličinách, např. právě na úrovni zahraničních cen či měnových kurzů).

Po dosazení za  $M$  ve vztahu **čistého exportu** [2.1] tak vyplývá:

$$NX = NX_a - mY, \quad [2.6]$$

kde:

$$NX_a = X - M_a. \quad [2.7]$$

**Přírůstek čistého exportu** ( $\Delta NX = \Delta X - \Delta M$ ) lze napsat ve tvaru:

$$\Delta NX = \Delta X - (\Delta M_a + m\Delta Y). \quad [2.8]$$

V případě, kdy je čistý export záporný, používají Brčák a Sekerka (ibid.) pro veličinu  $-NX$  pojem **čistý import**.

## 2.2.2 Definice časových řad a vybrané elementární charakteristiky

Jak připomínají Hindls a kol. (2007, s. 245–246), chování jevů, které má své věcné faktorové příčiny, je mnohdy tendenčně vysvětlováno pouze jedinou okolností – faktorem času.

S tímto přístupem k popisu dynamiky obvykle souvisí i snaha o predikci dalšího vývoje právě na základě určité znalosti minulého chování. V prognostické práci je však třeba být velmi obezřetný a posuzovat získané předpovědi v mnohem širším kontextu. A to jak v konfrontaci s jinými v úvahu připadajícími prognostickými technikami, tak především jejich reálným ověřováním s ohledem na věcné znalosti analyzovaných procesů.

Autoři (ibid.) časovou řadu definují jako posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování – dat. Tato data jsou jednoznačně uspořádána z hlediska času ve směru minulost  $\rightarrow$  přítomnost. Analýzou časových řad se rozumí soubor metod sloužící k popisu těchto řad a v případě prognóz k předvídání jejich budoucího chování.

Časové řady ekonomických ukazatelů je třeba určitým způsobem členit, a to nejen kvůli definičnímu vymezení druhů časových řad, ale zejména z důvodu vyjádření rozdílnosti v obsahu sledovaných ukazatelů – mnohdy provázeno i specifickými statistickými vlastnostmi. Z výše uvedeného poté vychází také diferencovaná volba prostředků analýzy sloužící k porozumění mechanismu, kterým je vývoj sledovaného jevu utvářen.

K rychlé a orientační představě o charakteru procesu, který daná časová řada reprezentuje, řadí Hindls a kol. (2007, s. 252–253) vizuální analýzu chování ukazatele využívající grafů spolu s určením elementárních statistických charakteristik. Vizuálním rozborem grafického záznamu průběhu časové řady lze v některých případech rozpoznat dlouhodobou tendenci řady, periodicky se opakující vývojové změny apod. To však nikdy nestačí k zachycení detailnějších souvislostí a mechanismů daného procesu. Není možné tímto způsobem exaktně popsat jeho vlastnosti.

**Absolutní přírůstek:**

$$d_t = y_t - y_{t-1} \quad [2.9]$$

**Průměrný absolutní přírůstek:**

$$\bar{d} = \frac{\sum_{t=2}^T \Delta y_t}{T-1} = \frac{y_T - y_1}{T-1} \quad [2.10]$$

**Koeficient růstu:**

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \quad [2.11]$$

**Průměrný koeficient růstu:**

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{k_1 \cdot k_2 \dots \cdot k_{n-1}} = \sqrt[n-1]{\frac{y_T}{y_1}} \quad [2.12]$$

### 2.2.3 Dekompozice časových řad a popis trendu

K modelování časových řad se obvykle používá aditivní a multiplikatívni dekompozice rozkládající časovou řadu na složky, viz Hindls a kol. (2007, s. 254):

- Trendová (T)
- Sezónní (S)
- Cyklická (C)
- Náhodná ( $\epsilon$ )

Aditivní tvar rozkladu:

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t = Y_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n, \quad [2.13]$$

kde  $Y_t$  se často označuje souhrnně jako systematická (deterministická) složka ve tvaru  $T_t + S_t + C_t$ .

Multiplikativní tvar rozkladu:

$$y_t = T_t S_t C_t \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad [2.14]$$

V praxi se běžně vystačí s aditivní dekompozicí, multiplikativní dekompozici lze pomocí logaritmické transformace převést na aditivní.

K modelování vývoje časové řady se využívají následující trendové funkce (Hindls, 2007):

**Lineární:**  $T_t = a + bt$  [2.15]

**Kvadratická:**  $T_t = a + bt + ct^2$  [2.16]

**Kubická:**  $T_t = a + bt + ct^2 + dt^3$  [2.17]

**Logaritmická:**  $T_t = a + b \log t$  [2.18]

**Exponenciální:**  $T_t = a b^t$  [2.19]

**Mocninná:**  $T_t = a t^b$  [2.20]

**Odmocninná:**  $T_t = a + b\sqrt{t}$  [2.21]

**Kombinovaná:**  $T_t = a + bt + c\sqrt{t}$  [2.22]

**Logistická:**  $T_t = \frac{k}{1+e^{a+bt}}$  [2.23]

Autoři (ibid., s. 254) dále připomínají, že při konstantním trendu, kdy hodnoty ukazatele dané časové řady v průběhu sledovaného období kolísají kolem určité, v podstatě neměnné úrovně, se slangově hovoří o časové řadě „bez trendu“. Z exaktního hlediska je tento výrok nesprávný, neboť neguje samu podstatu fenoménu, jakým je vývoj procesu v čase.

Základem pro rozhodování ohledně typu trendové funkce by měly být krom analýzy grafu především věcně ekonomická kritéria, tj. věcná analýza zkoumaného ekonomického jevu a rozbor empirických údajů (ibid., s. 286–287).

#### 2.2.4 Interpolační a extrapolační kritéria

Vytvořené regresní modely byly posuzovány podle interpolačních kritérií a dle kritérií regresní analýzy.

Interpolační kritéria dle Hindlse a kol. (2007, s. 288–289):

**Mean Error – M.E.** – střední chyba odhadu, vychází se ze vztahu:

$$M.E. = \frac{\sum(y_t - \hat{y}_t)}{n},$$

[2.24]

kde  $y_t$  – naměřená hodnota;  $\hat{y}_t$  – teoretická hodnota;  $n$  – počet měření. Tato míra je rovna nule, pokud model přesně kopíruje měřená data.

**Mean Squared Error – M.S.E.** – průměrná čtvercová chyba odhadu:

$$MSE = \frac{\sum(y_t - \hat{y}_t)^2}{n}.$$

[2.25]

Jedná se o nejčastěji užívanou hodnotu pro vyhodnocení modely. Její hodnoty vychází vždy kladně, a čím více se blíží nule, tím je model vhodnější. Zpravidla se užívá k vyhodnocení vhodnosti trendové funkce.

**Mean Absolute Error – M.A.E.** – střední absolutní chyba odhadu:

$$MAE = \sum \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{n}.$$

[2.26]

**Mean Absolute Percentage Error – M.A.P.E.** – střední absolutní procentní chyba odhadu

$$MAPE = \sum \left( \frac{|y_t - \hat{y}_t|}{y_t} \right) \frac{100}{n}. \quad [2.27]$$

Ideální hodnota MAPE je do 10 %. Udává průměrnou procentní chybu.

**Bayesovo informační kritérium – BIC** (Schwarz, 1978) někdy také jako Schwarzovo informační kritérium (SIC, SBC, SBIC). Lze ho chápat jako pravděpodobnost získání dat, která máme, za předpokladu, že byl dán testovaný model.

$$BIC = -2\ln L + k\ln(n). \quad [2.28]$$

Bayesovo informační kritérium popisuje také Cipra (2008) a slouží k volbě vhodného modelu. Platí, že model s nižší hodnotou BIC je vhodnější.

Predikci lze následně vyhodnotit pomocí Theilova indexu nesouladu.

### **Theilův index nesouladu**

Theilův index nesouladu měří kvalitu prognózy. Porovnává predikované hodnoty se skutečnými. Lze ho tedy vyhodnotit až ve chvíli, kdy jsou známy skutečné hodnoty vývoje.

Pokud je tento index v intervalu mezi 0–10 %, lze prognózu považovat za úspěšnou. Vždy je však potřeba na výsledky koukat i z dalších pohledů, například z vývoje vzniklé nepředvídatelnou situací.

$$T^2 = \frac{\sum (Y_i - y_i)^2}{\sum y_i^2}. \quad [2.29]$$

$$T = \sqrt{T^2}. \quad [2.30]$$

### **2.2.5 Kritéria regresních modelů**

Kvalita regresního modelu a % vysvětlené variability závislé proměnné byly posuzovány pomocí koeficientu determinace. Dále byl proveden celkový F-test o modelu a dílčí t-testy hodnotící významnost jednotlivých koeficientů.



**Koeficient determinace** (Hindls, 2007, s. 204–205):

$$I^2 = \frac{S_T}{S_y}. \quad [2.31]$$

Hodnota koeficientu leží v intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ , čím více se hodnota blíží 1, tím větší % vysvětlené variability. Tzn. vyjadřuje relativní část rozptylu závisle proměnné  $y$ , kterou se podařilo vysvětlit použitou regresní funkcí.

**Upravený koeficient determinace** (Liao, McGee, 2003):

$$I_{ADJ}^2 = R_{ADJ}^2 = 1 - (1 - I^2) \frac{n - 1}{n - p}. \quad [2.32]$$

Upravený koeficient determinace slouží k vyhodnocení, který z regresních modelů je vhodnější. Jedná se o koeficient determinace očištěný o vliv počtu pozorování.

**F-test o modelu** (Hindls, 2007, s. 289–290):

$$F = \frac{\frac{S_T}{p - 1}}{\frac{S_R}{n - p}}, \quad [2.33]$$

$F$ -rozdělení s  $(p - 1)$  a  $(n - p)$  stupni volnosti, kde  $p$  je počet parametrů modelu a  $n$  počet pozorování.

F-test o modelu slouží k vyhodnocení statistické významnosti modelu jako celku. Nulová hypotéza zde hovoří o nevýznamnosti modelu. Závěry byly provedeny dle výsledné  $p$ -hodnoty tohoto testu.

Statistický software **p-hodnotu**, tedy vypočtenou hladinu významnosti vyjadřující minimální hladinu, na které ještě lze danou nulovou hypotézu ( $H_0$ ) zamítnout, přímo poskytuje. Kába a Svatošová (2012, s. 57) připomínají, že velké  $p$ -hodnoty svědčí ve prospěch nulové hypotézy. Při vypočtené hladině významnosti menší nežli zvolená hladina významnosti  $\alpha$  (v práci použita  $\alpha = 0,05$ ) se  $H_0$  zamítá a přijímá alternativní hypotéza  $H_1$ . Tj. v případě  $p \geq \alpha$  se  $H_0$  nezamítá.

### Dílčí t-testy o regresních koeficientech:

$$T = \frac{\hat{\beta}_j}{s_{\hat{\beta}_j}}; \quad T \sim t(n - p). \quad [2.34]$$

T-testy o regresních koeficientech slouží k vyhodnocení statistické významnosti jednotlivých regresních koeficientů (Kába, Svatošová, 2012, s. 97–98).

### 2.2.6 Korelace časových řad

Problematiku korelace časových řad popisují také Kába a Svatošová (2012, s. 112–120). Před provedením výpočtu závislosti je nutné ověřit některé nezbytné předpoklady. Aby se zamezilo tomu, že vývoj vztahu mezi dvěma proměnnými je podobný, a ke zjištění, zda se opravdu jedná o významnou závislost, provede se diagnóza reziduí a ověření vhodnosti použití regresního modelu dle určených kritérií.

Předpoklady regresního modelu:

1. Střední hodnota chybové složky je 0.
2. Rezidua mají konstantní rozptyl.
3. Jednotlivé složky chybového vektoru jsou nekorelované.
4. Rozdělení chyb má normální rozdělení.

Sílu lineární závislosti mezi dvěma veličinami lze měřit pomocí **Pearsonova korelačního koeficientu**:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}, \quad [2.35]$$

kde  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$  je aritmetický průměr prvního měření a  $\bar{Y}$  aritmetický průměr druhého měření.

Reziduální rozptyl lze zapsat ve tvaru:

$$s_{(y-Y)}^2 = \frac{1}{n} \sum (y_i - Y_i - \overline{y - Y})^2 = \frac{1}{n} \sum (y_i - Y_i)^2, \quad [2.36]$$

kde  $y_i$  jsou empirické a  $Y_i$  vyrovnané hodnoty (Hindls, 2007, s. 203).

### 2.2.7 Náhodná složka

Náhodnou složku  $\varepsilon_t$  časové řady lze zapsat (ibid., s. 316–317) ve tvaru:

$$\varepsilon_t = y_t - Y_t. \quad [2.37]$$

Lze ji chápat jako výsledek působení blíže nespecifikovaného souboru stochastických vlivů. Zdrojem náhodné složky jsou nepodchycené a vzájemně nezávislé náhodné vlivy, jež se v rámci časové řady kompenzují. Lze tak předpokládat, že jejich střední hodnoty jsou nulové, tzn. platnost:

$$E(\varepsilon_t) = 0, \quad t = 1, 2, \dots, n. \quad [2.38]$$

Dále za předpokladu, že tyto poruchy mají v čase konstantní rozptyl a jsou vzájemně lineárně nezávislé (hypotéza o homoskedasticitě náhodných poruch):

$$D(\varepsilon_t) = \sigma^2, \quad t = 1, 2, \dots, n, \quad [2.39]$$

$$E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t'}) = 0, \quad t, t' = 1, 2, \dots, n, \quad t \neq t'. \quad [2.40]$$

Při splnění výše uvedených podmínek tvoří řada  $\varepsilon_t$  tzv. **bílý šum**.

### 2.2.8 Stacionarita časových řad

Jak připomínají Arlt a Arltová (2003, s. 30–32, 61–62), pro analýzu časových řad pomocí ARIMA modelů je potřeba mít stacionární časovou řadu. Stacionarita se velmi často vyskytuje u makroekonomických časových řad. Může jít o HDP, peněžní zásobu, vládní dluh, export. Stacionaritu je možné zhodnotit například pomocí grafického znázornění, a to buď samotné časové řady, případně diferencí prvního či druhého řádu. Další možným způsobem vyhodnocení stacionarity je pohled na autokorelační funkci. Pokud její hodnoty postupně klesají, je nutností provést další diferencování.

#### Autokorelace

Autokorelace se může objevit prvního nebo druhého řádu. Autokorelace prvního řádu se zpravidla vyhodnocuje pomocí **DW koeficientu**, který leží v intervalu  $<0;4>$ . DW koeficient popisují dále také Hindls a kol. (2007, s. 320–321).

$$DW = \frac{\sum(\hat{\varepsilon}_t - \hat{\varepsilon}_{t-1})^2}{\sum\hat{\varepsilon}_t^2}.$$

[2.41]

DW statistika má symetrické rozdělení se střední hodnotou  $E = 2$ . Hodnoty v této blízkosti představují sériovou nezávislost náhodné složky. Hodnoty blízké 0 představují pozitivní autokorelaci a hodnoty blízké 4 poté negativní autokorelaci náhodné složky. K posouzení se používají statistické tabulky vymezující patřičné informace. Tyto tabulky rovněž obsahují i intervaly šedé zóny – tzv. zóny neprůkaznosti, ve kterých nelze o autokorelaci rozhodnout.

Dalším možným vyhodnocením je použití autokorelační funkce reziduí sloužící k odhadu autokorelace mezi rezidui s různým časovým posunem. Arlt a Arltová (2003, s. 32–33) popisují dále autokorelační funkci – **ACF**. Ta má v grafickém znázornění podobu sloupce, v němž jsou uvedeny korelační koeficienty mezi analyzovanými řadami  $Y_t$  a  $Y_{t-k}$ , kde  $t = 2, 3, 4, \dots, T$ . V grafu jsou poté i konfidenční intervaly pro autokorelační koeficienty. Pokud hodnota překoná mez tohoto intervalu, znamená to, že je statisticky významná a že rezidua nemusí mít charakter bílého šumu. Ten je jedním z předpokladů pro modelování časových řad. Dalším možným znázorněním je parciální autokorelační funkce – **PACF**. Výsledky této funkce se opět dají znázornit graficky a interpretují se stejně jako u ACF.

**Ljung-Boxův test**, který Arlt a Arltová (2003, s. 103–104) vyjadřují funkcí:

$$Q' = T(T + 2) \sum_{k=1}^K (T - k)^{-1} \hat{p}_k^2,$$

[2.42]

posuzuje autokorelaci nesystematické složky modelu. Nazývá se modifikovaná portmanteau statistika. Při testování autokorelace se její hodnoty porovnávají s příslušnými kvantily rozdělení  $\chi^2(K - p - q)$ .

### 2.2.9 Box-Jenkinsova metodologie

Jak dále rozvíjejí Hindls a kol. (2007, s. 255–256), jedná se o metodu pro konstrukci modelu časových řad využívající jako základní prvek náhodnou složku, která může být tvořena korelovanými náhodnými veličinami. Jádro postupu tak neleží v konstrukci systematické složky jako u klasického modelu, u kterého se v zásadě předpokládá, že jednotlivá pozorování jsou vzájemně nekorelovaná. Hlavním prvkem v této metodě je korelační analýza časové řady v různé míře závislých pozorování. K použití Box-Jenkinsovy

metodologie je zapotřebí dispozice dostatečného množství dat, a to alespoň cca 40–50 pozorování v dané časové řadě.

Nejjednodušším z modelů Box-Jenkinsovy metodologie je model klouzavých průměrů – MA. Další model je autoregresní model – AR. Kombinací těchto dvou modelů vzniká model ARMA.

Model klouzavých průměrů – **MA** (Arlt, Arltová, 2003, s. 46–49):

$$Y_t = \theta_0 + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}, \quad [2.43]$$

kde  $\mu = \theta_0$ .

Autoregresní model – **AR** (ibid., s. 38–41):

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t. \quad [2.44]$$

Smíšený proces – **ARMA** (ibid., s. 53–56):

$$Y_t = \theta_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}. \quad [2.45]$$

V případě analýzy časových řad je klíčová identifikace modelu, odhad parametrů modelu, výběr vhodné transformace a následné ověření modelu. Nutným předpokladem je zjištění stacionarity (např. na základě analýzy grafu), případně pak určení vhodného trendu. Stacionarizace většinou probíhá pomocí první či druhé diference.

### **Sezónnost**

V případě analýzy čtvrtletních, měsíčních nebo i denních časových řad je možné odhalit periodické kolísání – viz Arlt, Arltová (2003, s. 62–67), které má systematický charakter (perioda kratší než 1 rok). Sezónní složka může mít jak deterministický, tak stochastický charakter. V případě výskytu sezónnosti by bylo nutné použít sezónní stacionární procesy (SAR, SMA a SARMA) nebo nestacionární proces SARIMA.

### **Autoregresní modely**

Hindls a kol. (2007, s. 331–336) poukazují na problém zdánlivé korelace. U časových řad se stává, že v nich existuje korelační vztah mezi po sobě jdoucími hodnotami. V takovém případě se jedná o tzv. autokorelované časové řady.

Hodnověrnost vypočteného koeficientu korelace je podmíněna volbou trendové funkce, ze které počítáme odchylky, jež poté korelujeme. Při špatně zvoleném vyrovnávajícím trendu poskytne koeficient korelace zkreslenou představu o skutečné závislosti mezi zkoumanými časovými řadami.

Chybně vystižený trend se může projevit i tím, že odchylky  $(x^t - {}^{(o)}T_x, y^t - {}^{(o)}T_y)$  poté nevystihují správně náhodnou složku dané řady. Tzn. odchylky nebudou v čase náhodně uspořádány a bude mezi nimi existovat autokorelace (korelace mezi sousedními odchylkami od trendu). Prostředkem k ověření náhodnosti uspořádání je **Durbin-Watsonovův – DW** test autokorelace.

Při analýze časových řad je také možné narazit na opožděnou korelací (případ, kdy se jednotlivé vlivy neprojevují ve stejných obdobích).

Konstrukce těchto časových řad se provádí pomocí autoregresních modelů. Tyto modely jsou založeny na předpokladu, že aktuální hodnota časové řady může být modelována jako lineární kombinace určitého počtu předcházejících pozorování. U těchto modelů je možné aplikovat Box-Jenkinsovu metodologii analýzy časových řad.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Klasifikace ropy

Blažek a Rábl (2006, s. 35–36) popisují ropu jako olejovitou kapalinu složenou z plynných, kapalných a tuhých látek, jejíž hustota je nejčastěji mezi hodnotami 800–990 kg/m<sup>3</sup>. Z největší části jsou v ní zastoupeny uhlovodíky. Nachází se zde však také sirné, kyslíkaté a dusíkaté sloučeniny a v menší míře organické a anorganické soli obsahující kovy.

Hlavní prvky v hmotnostním podílu jsou – uhlík (84–87 %), vodík (11–14 %), síra (0,1–4 %), dusík (0,01–1 %) a kyslík (0,05–1 %). Přítomny jsou také organicky vázané kovy, především vanad a nikl.<sup>1</sup>

Podrobný rozbor ropy (ibid., s. 49–50) – Crude Oil Assay – se využívá k analýze vlastností, a tedy i k odhadu výtěžku z jednotlivých frakcí ropy získávaných průmyslovou destilací a procesy zpracování. Její přesnou charakterizaci, vzhledem k proměnným (původ, stáří, frakční a chemické složení, fyzikální vlastnosti), není možné jednoduchou metodou určit. Pro jednodušší klasifikaci ropy je tak nejdůležitějším parametrem hustota, podle jejíž hodnoty lze odhadnout obsah lehkých frakcí. Ta se často vyjadřuje ve stupních API<sup>2</sup>, které se vypočítají z hustoty podle rovnice, v níž je hustota ropy měřena v g/cm<sup>3</sup> při teplotě 15,6 °C.

K charakterizaci ropy a jejích frakcí se používají také korelační indexy, např. Bureau of Mines Correlation Index – BMCI. Ten se počítá z hustoty a středního bodu varu dané frakce.

Cílek a Kašík (2007, s. 22) uvádějí dělení ropy dle metodiky ve stupních API následovně:

- lehká > 35 °API
- běžná 25–35 °API
- těžká < 20 °API

Pro srovnání, voda dosahuje 10 °API, ropa je tedy lehčí. V současné době jsou nejžádanější lehké typy ropy, kterými je možné získat největší množství benzínu. Ropa s větší hustotou poté produkuje kupříkladu asfalt. Současné nekonvenční zdroje (dehtové pisky, ropné břidlice, uhlí) nejsou zatím využívány na takové úrovni jako zdroje konvenční

---

<sup>1</sup> „V dnešní době panuje mezi naprostou většinou vědců názor, že má ropa organický původ.“ (Budín, 2015)

<sup>2</sup> Jinak také zkratka pro Americký ropný institut – American Petroleum Institute

především z ekonomických a ekologických důvodů. Významným faktorem je energetická návratnost (viz 3.2). Vedle minimálního energetického zisku produkují velké množství odpadních uhlovodíků blízkých asfaltu.

Druhou důležitou proměnnou je obsah síry. Ten ropu dělí na sladkou (sweet) a kyselou (sour). Sladká ropa obsahuje méně jak 1 % hmotnosti síry. Kyselé ropy naproti tomu dosahují hodnot 3–4 % hmot. síry. Rafinerie obvykle ropu dále dělí na tu s nízkým obsahem síry (0–0,6 hmot. %), středním obsahem síry (0,6–1,7 hmot. %) a vysokým obsahem síry (více jak 1,7 hmot. %). Lehké ropy bývají sladké, těžké jsou naopak obvykle kyselé.

Těžaři často dostávají od rafinérií prémie za sladkou ropu. Ropa s vyšší sirnou hmotností má další náklady při zpracování. Zejména na odstranění síry, která by při dalším zpracování suroviny způsobovala korozi na zařízeních rafinérie (případně i motorů vozidel u koncových spotřebitelů). Blažek a Rábl (2006, s. 40) popisují, že větší obsah sirných sloučenin nalezneme zpravidla u mladší ropy.

Jako hlavní měrnou jednotku ropy Cílek a Kašík (2007, s. 21) uvádí barel – bbl. Ten má obsah cca 159 litrů, tj. 42 US galonů. Z důvodů rozsahu dnešní produkce se objem vyjadřuje v milionech – mil. či miliardách – mld. barelů. Často se také produkce vyjadřuje v denní – BD nebo roční spotřebě – BY. Kromě barelů je možné setkat se s vyjádřením v tunách.

### **3.1.1 Ropné standardy a jejich vliv na cenu ropy**

Jak dále uvádějí Cílek a Kašík (2007, s. 22), k určení ceny komoditního obchodování s ropou se provádí srovnání s některým z regionálních standardů tzv. benchmark crude oil. V USA je používaným standardem západotexaská ropa WTI (West Texas Intermediate) s hustotou 38–40 °API a obsahem síry 0,3 hmot. %. Podobné složení má ropa těžená v Severním moři – Brent (o něco více síry). Dalším významným zástupcem je ropa z Blízkého východu – Dubai (export zejména pro asijsko-pacifické pásmo). Dubai je oproti dvěma předchozím zástupcům i přes svou vyšší hmotnost tekutější (31 °API) a má též větší podíl síry (2 hmot. %).

Častým standardem, zejména pro ropu z Dálného východu, je dále ropa Tapis z Malajsie a Minas z Indonésie (Feng-bin et al., 2008).



Brent, někdy označován také jako Brent Blend, je jedním z hlavních světových standardů pro určení ceny ropy na trhu.<sup>3</sup> V minulých letech byly na Brent odkazovány až dvě třetiny kontraktů. Byl tak nejvíce využívaným standardem k ocenění světových dodávek ropy (ICE, 2013).

Imsirovic (2019) popisuje, že se původně jednalo pouze o ropné pole Brent v Severním moři. Postupně se však označení Brent rozšířilo o další ropná pole v Severním moři a to – Forties a Oseberg (přidány v roce 2002), Ekofisk (2007) a nejnovější Troll (2018). Seskupení označováno také jako BFOET je tak souhrnné označení lehkých a sladkých druhů ropy.

George a Breul z agentury EIA (2014) uvádí jako hlavní měřítko oceňování ropy v USA již zmiňovaný standard WTI. Americké zásoby z ropných vrtů se scházejí především ve městě Cushing v Oklahomě, odkud se dále distribuují.

Od roku 2001 se standardem Dubai – známý též jako Fateh – oceňuje také ropa Oman (Vassiliou, 2018, p. 151–152). Vassiliou (ibid.) dále připomíná, že v letech 1987 až 2005 byla Dubai součástí ORB.

Významným subjektem na trhu je Organizace zemí vyvážejících ropu – OPEC (z angl. Organization of the Petroleum Exporting Countries). Ta sdružuje producentské země v tzv. koš OPEC – ORB (OPEC Reference Basket), případně pouze OPEC Basket.

ORB aktuálně zahrnuje (OPEC, c2020a):

- Saharan Blend (Alžírsko)
- Girassol (Angola)
- Djeno (Kongo)
- Zafiro (Rovníková Guinea)
- Rabi Light (Gabon)
- Iran Heavy (Írán)
- Basra Light (Irák)
- Kuwait Export (Kuvajt)
- Es Sider (Libye)
- Bonny Light (Nigérie)
- Arab Light (Saúdská Arábie)

---

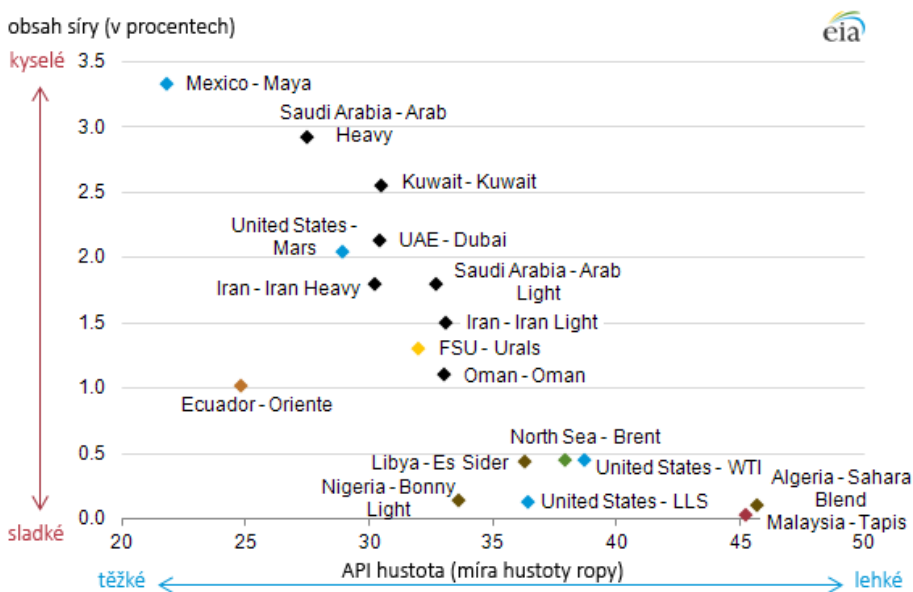
<sup>3</sup> Odborník na historii ropy Marius Vassiliou (2018, p. 89) přibližuje jeho název. Ten pochází z doby, kdy společnost Shell pojmenovávala svá britská ropná pole v Severním moři po vodních ptácích. V tomto případě je název odvozen od Bernešky tmavé – brent goose.

- Murban (Spojené arabské emiráty – SAE)
- Merey (Venezuela)

Výše zmíněný výčet obsahuje jak těžké, tak lehké druhy ropy, a jak dodává Harraz (2016), v průměru je ORB těžší než Brent a WTI. Obsahuje také více síry.

Energy Intelligence Group – EIG – těchto benchmarků, které usnadňují obchodní proces prodejcům a kupujícím, popisuje na 161. Nicméně jako hlavní nástroj k určení ceny jsou v drtivé většině užívány standardy WTI, Brent a případně Dubai.

**Graf 1: Poměr hustoty a sirnatosti u některých druhů ropy**



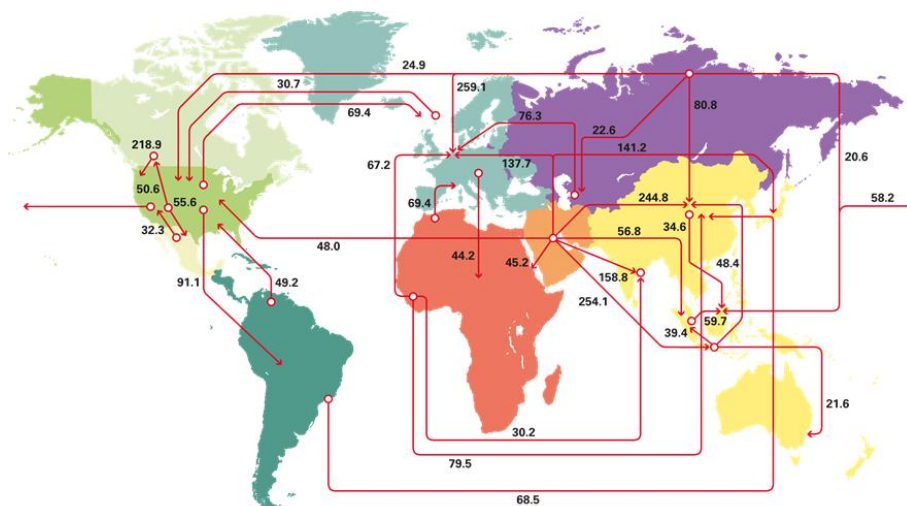
Zdroj: EIA, 2013

Jak uvádí americké ministerstvo dopravy – DOT (2018), kromě složení se na ceně ropy projevuje lokalita těžby. Ta souvisí s možností jejího následného exportu. Těžba na moři má určitě logistické výhody oproti lokalitě na souši. Na pevnině může být její dopravní spojení omezeno a je do velké míry závislé na kapacitě potrubí. Zvyšují se tak náklady k přepravě do vzdálenějších míst.

EIA (2011) připomíná situaci z roku 2010, kdy došlo k relativně velkému cenovému rozpětí mezi ropou WTI a Brent. Produkce WTI se zvyšovala a na trhu rostla obava, že u ní dochází skladovací kapacity. Problémy na straně nabídky a silná asijská poptávka vyvolaly tlak na cenu lépe dostupné ropy Brent a posunuly ji ve srovnání s ostatními standardy nahoru. Ropa WTI byla i kvůli svým logistickým omezením dodávána na trh se slevou.

Podobné problémy vyvolávají potřebu nákladných investic do oblasti skladování a dopravy ropy.

**Graf 2: Hlavní obchodní trasy trhu s ropou 2019**



V milionech tun  
Zdroj: BP, 2020

### 3.2 Ropa jako strategická surovina

Ekonomický význam ropy se ve 20. století značně zvýšil. James D. Hamilton v publikaci Parkera a Whaplese (2013, p. 240–242) to dokládá na příkladu, kdy Spojené státy v roce 1900 vyprodukovaly 63,6 mil. barelů ropy. Při průměrné ceně 1,19 USD za barel ropy to představuje 75,7 mil. USD, to je pouhé 0,4 % z odhadovaného HNP 18,7 mld. USD v roce 1900. Pro srovnání, v roce 2008 Spojené státy měly spotřebu 7,1 mld. barelů ropy za průměrnou cenu 97,26 USD za barel. To je ekonomická hodnota 692 mld. USD, neboli 4,8 % HDP.

Kromě rostoucího významu z hlediska přímé ekonomické hodnoty se ropa začala stávat nedílnou součástí mnoha klíčových hospodářských odvětví. Svůj podíl na její důležitosti měl i rozvoj automobilového průmyslu ve 20. století. Registrace motorových vozidel v USA na 1 tis. obyvatel vzrostla z hodnoty 0,1 v roce 1900 na 87 do roku 1920 až k číslu 816 vozidel na 1 tis. obyvatel v roce 2008.

V otázce energetické návratnosti se často objevuje parametr *ERoEI* (Energy Return on Energy Invested), který dále popisují Cílek a Kašík (2007, s. 16–18). Parametr porovnává energii získanou a vynaloženou. Hodnota nižší než jedna značí, že energie vynaložená je vyšší, než získaná. Zvládnutý proces zpracování ropy učinil z této suroviny velmi cenný

zdroj. Její hodnota *ERoEI* však v průběhu času rapidně klesala. Snadno přístupná ropa v počátcích ropné éry měla návratnost okolo 60–100 (z energetického nákladu vyjádřeného jedním barelem je možno získat 60–100 barelů). Současné hodnoty se pohybují v mezích 10–35. Nejlepšího zisku dosahují starší, s nízkými náklady objevená arabská ložiska (cca 30). Nekonvenční zdroje, jako ropné písky, dosahují maximální hodnoty 3, bituminózní břidlice 1,5.

V této souvislosti uvádí Voříšek (2015) pojem „breakeven price“. Označuje se tak cena ropy, při které těžící společnosti dosahují přiměřených zisků.

Energie, kterou nám poskytují fosilní paliva, pokrývá více než 80 % energie moderní společnosti (Cobb, 2015). Samotná ropa zajišťovala v roce 2008 přibližně 34 % světové energetické potřeby (Mehrabirad, Sadeghi Mojarad, 2014).

### 3.3 Využití ropy

EIA (2012) uvádí, že pro získání jednotlivých produktů je zapotřebí dosáhnout v průběhu destilace určité teploty, která je pro jednotlivé produkty různá. Při nižších teplotách od cca 30 do 175 °C se získávají produkty jako zkapalněný ropný plyn – LPG a benzin. Benzin je vůbec jedním z nejdůležitějších produktů zpracování ropy. Vyšší teplota je poté zapotřebí pro letecké pohonné hmoty, petrolej či motorovou naftu (do zhruba 340 °C). Nejvyšší teploty (někdy až nad 530 °C) produkují topný olej či asfalt.

Zisk rafinerií vychází především z prodeje lehkých frakcí (zejména benzínu a středních destilátů), po kterých je největší poptávka (Blažek, Rábl, 2006, s. 68).

Prokopová (2007, s. 26) jako další rozsáhlou skupinou produktů ropy popisuje syntetické polymery. Ty mají v praxi díky svým mechanickým, elektrickým a optickým vlastnostem pozici cenných materiálů. Tyto vlastnosti, vyznačující se v řadě případů odolností vůči chemicky agresivnímu prostředí nebo povětrnostnímu stárnutí, jsou dány jejich chemickou a fyzikální strukturou.

Některé polymery (ibid., s. 171–173) z řady polyesterů mohou ve výrobcích nahradit ocel, hliník nebo jiné kovy. Další, např. z řady polyamidů, mají své zastoupení v automobilovém a strojním průmyslu. Polymery svým objemem produkce dnes předčí světovou výrobu kovů. (Kerns, 2016).

Chemické složení, struktura a vlastnosti syntetických polymerů se dle Prestona (c2020) během výrobního procesu významně mění. Jsou základní součástí mnoha spotřebních a průmyslových výrobků. Běžně z nich jsou vyráběny nylonové výrobky, oděvy

(košile, šály, punčochy), bytové doplňky (koberce, závěsy). Dále pak také například pneumatiky, izolační vrstvy, hnací řemeny, hadice, stany či neprůstřelné vesty.

Výrobků každodenního užívání, v nichž je tato surovina zastoupena, je nespočet. Nardo (2011, p. 24–25) dále uvádí např.: hnojiva a pesticidy, barvy, čisticí prostředky, konzervační látky do potravin, léčiva (včetně některých léků proti bolesti), make-upy, parfémy, hřebeny, šampony, vosk na svíčky, barvy a laky na vlasy, rybářské pruty, golfové míčky, slunečníky a mnoho dalšího.

Tento seznam moderního využití ropy dokazuje pointu britského geologa a spisovatele Jeremy Leggetta. Ten tvrdí, že lidstvo umožnilo, aby se tato surovina stala naprosto zásadní součástí každodenního života. Dle něho jsou moderní průmyslové společnosti na ropě naprosto závislé. Leggett ve své dřívější publikaci (*Half Gone: Oil, Gas, Hot Air, and the Global Energy Crisis*) shrnuje situaci následujícím způsobem:

*„Devadesát procent veškeré dopravy, ať už po zemi, vzduchem nebo po moři, je zprostředkováno ropnými deriváty. Devadesát pět procent veškerého zboží v obchodech využívá ke své výrobě ropu. Devadesát pět procent všech našich potravinářských výrobků vyžaduje použití ropy. K chovu jediné krávy a jejímu dodání do obchodu je potřeba šest barelů ropy (...).“*

Mezinárodní energetická agentura – IEA (2018, p. 2–4) ve své analýze *The Future of Petrochemicals* odhaduje, že petrochemický průmysl se stane zásadní součástí růstu poptávky po ropě. Na tomto růstu se může čím dál více podílet nejméně do roku 2050. Současné dominantní zdroje poptávky, zejména v oblasti automobilového průmyslu, klesají na významu díky úspornějším spalovacím motorům, růstu využití veřejné dopravy, alternativních paliv a elektrifikaci. Ropné společnosti tak stále více usilují o integraci s petrochemickým průmyslem. Velký projekt – 0,4 MBD (milionu barelů ropy za den) – v tomto směru již oznámila saúdská ropná společnost Saudi Aramco spolu s dceřinou firmou SABIC.

### **3.4 Specifika ropného trhu a cenové determinanty**

Dle Horna (2004) je možné předpokládat, že poptávka po ropě závisí krom růstu HDP také na ceně ropy, strukturální změně a technologickém pokroku. Horn ve své publikaci k vyjádření poptávky využívá Cobb-Douglasovu produkční funkci. Ta předpokládá konstantní cenu a elasticitu příjmu a lze ji tak snadněji interpretovat.

Funkce poptávky by dle Horna vypadala:

$$\frac{C_t}{C_{99}} = \left(\frac{Y_t}{Y_{99}}\right) \left(\frac{P_t}{P_{99}}\right) (1 - AEEI)^{t-1999},$$

[3.1]

kde:

$t$  – čas (rok)

$C$  – spotřeba ropy

$Y$  – HDP

$P$  – cena ropy

$a$  – příjmová elasticita  $C$

$b$  – cenová elasticita  $C$

$AEEI$  – sazba „zlepšení autonomní energetické účinnosti“

Míra elasticity poptávky po ropě, jak dále rozvíjí Konrad (2012), bude odrážet možnosti individuální poptávky jednotlivců v každodenním užívání. V dlouhém období se bude poptávka vyznačovat vyšší mírou elasticity, což jde v souladu s možnostmi snížení spotřeby jednotlivců. Růst cen ropy tak může v dlouhodobém horizontu nasměrovat křivku poptávky výrazně dolů a též negativně ovlivnit hospodářský růst.

Již citovaný odborník na trhy s energiemi, ekonometrii a analýzu časových řad, profesor Hamilton, popisuje ve své práci (2009), jakými způsoby přistupovat ke změnám cen ropy na trhu. Uvádí tři základní aspekty, které cenu ovlivňují.

Prvním z nich je statistické zkoumání základních korelací v historických datech. Druhým je pohled na předpovědi ekonomické teorie, jak by se ceny ropy měly chovat v průběhu času. Třetí je prozkoumání základních determinantů a výhledů poptávky a nabídky.

Pokud jde o statistické zákonitosti, Hamilton (ibid.) konstatuje, že změny reálné ceny ropy mají historickou tendenci být trvalé, obtížně předvídatelné a v různých časových okamžicích řízeny velmi odlišnými režimy. Z pohledu ekonomické teorie zkoumáme tři samostatná omezení časového vývoje cen ropy, která by měla zůstat v rovnováze. První z nich vychází z podstaty arbitrážního obchodu a možnostech skladování, druhá z finančních futures kontraktů a třetí ze skutečnosti, že ropa je vyčerpatelným zdrojem. Uvažujeme také o spekulativní roli komoditních futures.

I samotnými predikcemi vývoje cen ropy se zabývala řada autorů s použitím jak lineárních, tak i nelineárních modelů. Za zmínku jistě stojí predikční model na základě dynamických neuronových sítí (s časovým zpožděním) – TDNN českých autorů Baruníka a Malinské (2016). Neuronové sítě lze obecně považovat za nelineární regresní nástroj

vhodný k předpovědím. Model Baruníka a Malinské se ukazuje jako adaptivní, odolný vůči chybám a relativně signifikantní. Zhao et al. (2020) se ve své práci rovněž zabývají predikčními modely pro odhad cen ropy a provádí jejich porovnání. Uvažovanými modely jsou v jejich případě například modely ARIMA či TV-TD (Time-Varying Trend Decomposition model).

U determinantů poptávky Hamilton (2009) uvádí, že cenová elasticita poptávky je obtížně měřitelná. Dle něho je poměrně nízká a v posledních letech poklesla. Pružnost příjmu z ropy je snadnější odhadnout a dosahuje téměř hodnoty jedna pro země v rané fázi rozvoje. Na amerických datech z minulých let dosahuje ale podstatně méně než právě jedna.

Hamilton (ibid.) ve své práci také zmiňuje možnost ovlivnění spekulacemi. Standardní teorie mikrostruktury finančního trhu (např. Dufour a Engle, 2000) předpovídají, že velký objem nákupů může přinejmenším dočasně způsobit zvýšení ceny. A to do doby, dokud není možnost ověřit, jaká je skutečná hodnota produktu.

Konrad (2012) dodává, že určitá omezení jsou i na straně nabídkové. Kolem roku 2012 potřebovala většina členů organizace OPEC k vyváženému rozpočtu cenu alespoň 100 USD za barel ropy. Jelikož domácí spotřeba členů OPEC v těchto letech rostla rychleji než nabídka, čisté vývozy organizace klesaly a cena ropy se v tomto důsledku zvyšovala. Nová ropná naleziště bývají mimo to také finančně a časově náročnější, což může dále snižovat elasticitu nabídky.

### **3.4.1 Ropné burzy a deriváty**

Obchod s ropou jakožto podkladovým aktivem probíhá prostřednictvím řady derivátů. Jak uvádí EIA (2020), kromě spotového trhu se do popředí dostaly zejména futures kontrakty. S deriváty ropy WTI se obchoduje především na burze New York Mercantile Exchange – NYMEX. Pro futures kontrakty ropy Brent je hlavní burzou Futures Europe provozovaná Intercontinental Exchange – ICE (c2020).

Expert na finanční trhy Jílek (2005, s. 320) datuje obchodování s futures na ropu Brent od roku 1988. V roce 2005 se na něm denně obchodovalo s 40–50 mil. barelů ropy. To představovalo zhruba 50násobek produkce. Obchody jsou v těchto kontraktech uzavírány až na 12 měsíců dopředu.

Ropa Středního východu Dubai, jakožto třetí nejvyužívanější standard, využívá Dubai Mercantile Exchange – DME (c2015).

Nové možnosti obchodu, které by minimalizovaly riziko cenových pohybů, se začaly hledat zejména po ropné krizi koncem z roku 1973 (Medlock III, Jaffe, 2009, p. 6–7). Kanadský profesor Colin A. Carter (2007, p. 63) zmiňuje možnost zmírnění cenového rizika pro obchodníky také opcemi, tedy možností pro kupující koupit komoditu za konkrétní cenu až do vypršení kontraktu.

Dle reportu vybraných společností<sup>4</sup> (2011) jsou nejvlivnějšími společnostmi pro kotaci spotových cen agentury Argus a Platts. Metodika určování cen pro burzu jednotlivých soukromých agentur, tzv. PRAs, je velmi variabilní. Argus a Platts užívají jako metodiku určování cen kombinaci metod subjektivního úsudku jejich pracovníků a analyzování mechanicky zapisovaných účetních dat. Některé ze subjektů působících na ropném trhu (tj. např. velké ropné společnosti, banky, obchodníci, nezávislí producenti, burzovní společnosti) přílišnou moc PRAs kritizují, neboť nad nimi není žádná kontrola. Vystává tak podezření na netransparentnost a manipulaci s takto velkým trhem. Na zmíněný problém upozorňují i vedoucí představitelé summitu G20.

Pro spotové ceny ropy Brent je obchodovací místo Severní moře. Platts každodenně pro trh vydává kótování zvané Platts Dated Brent.

Jílek (2005, s. 234) zmiňuje další finanční derivát, a to komoditní forward. Ten umožňuje výměnu pevné částky hotovosti za komoditu k určitému budoucímu datu. Jedná se primárně o sázku na budoucí cenu ropy. Cena dohodnutá mezi kupujícím a prodávajícím se označuje jako forwardová cena. Na ropných burzách se též užívají swapy, tedy deriváty s vypořádáním podkladových nástrojů ve více okamžicích v budoucnosti (ibid., s. 321). Komoditní swap (ibid., s. 424) slouží k výměně pevných částek hotovosti k budoucím datům. Stejně jako u forwardu jde primárně o sázku na budoucí cenu komodity.

### **3.4.2 Ceny spotové, ceny futures a stav zásob**

Vztahem mezi spotovou a futures cenou se již zabývala řada autorů s použitím různých statistických modelů. Výsledky naznačují, že existuje významný vztah mezi spotovými a futures cenami, viz studie autorů Mehrabirad a Sadeghi Mojarad (2014) s použitím modelu ARCH. Rovněž ve své práci potvrzují nepřímou korelaci vycházející ze základních ekonomických teorií o vlivu množství zásob a rizika<sup>5</sup> na ceny ropy.

---

<sup>4</sup> IEA, IEF, OPEC, IOSCO

<sup>5</sup> Jako riziko byla použita diskontní míra obchodovatelných obligací americké vlády.



Geman a Ohana (2009) ve své publikaci připomínají, že role zásob při vysvětlování tvaru forwardové křivky a volatility spotových cen na komoditních trzích je ústřední tezí v Theory of storage popisované již od 30. let 20. století – viz autoři Working, Kaldor a další. Samotným vztahem mezi zásobami a forwardovou křivkou se jako první zabýval již Keynes, a to v publikaci The Applied Theory of Money. Dospěl k přímé korelaci mezi negativním rozpětím této křivky a stavem zásob.

Od té doby byly tyto vztahy zkoumány a popisovány v mnoha studiích a literatuře nejen o finančních trzích. Geman a Ohana (2009) ověřují vztah sklonu forwardové křivky a zásob právě na případu ropy a zemního plynu. V dalším bodě poté cílí na analyzování vztahu mezi zásobami a volatilitou cen těchto komodit.

V případě ropy autoři prokazují vztah mezi zásobami a sklonem forwardové křivky – tento sklon se dá rovněž využít při kalkulacích zásob. Růst sklonu křivky je doprovázen vyššími rozdíly mezi spotovými a futures cenami, což nastává v situacích výraznějšího nárůstu nabídky na spotovém trhu a potřebě uskladnění. Zvýšení sklonu forwardové křivky je signálem ke zvýšení množství rezerv (v souvislosti s výraznějším poklesem spotových cen).

Autoři (ibid.) prokazují globální signifikantní nepřímou korelaci mezi zásobami ropy a volatilitou její ceny na komoditních trzích<sup>6</sup> v krátkém období.

Během období nízkého stavu zásob nelze náhlé výkyvy v poptávce snadno vyrovnat zásobami a spotové ceny mají tendenci převýšit ceny futures z důvodu promítnutí výnosu tzv. „convenience yield“. Právě v případech výpadku zásob se spotové ceny výrazně mění v reakci na případné výkyvy v poptávce – chybí zásoby k vyrovnávacímu účinku.

Naopak při dostatečné úrovni zásob lze změnu poptávky řešit právě těmito zásobami. Convenience yield je poté nižší a ceny futures převýší ceny spotové v souvislosti s náklady na skladování. Sklon forwardové křivky (upravený viz dále) je tak při vysokých zásobách kladný.

Zmíněná Theory of storage tvrdí, že držitel zásoby určité komodity získává tento convenience yield, protože zásoby mu umožňují efektivněji reagovat na neočekávané šoky nabídky a poptávky (nedojde tak k nákladným přerušením výrobního procesu).

---

<sup>6</sup> V případě ropy je korelace významná bez ohledu na nedostatek komodity. V případě zemního plynu autoři prokazují, že převládá nepřímá korelace pouze v zimě a zároveň v obdobích, kdy jsou zásoby pod svým historickým průměrem (nedostatkem). V ostatních případech je korelace nevýznamná. V obdobích dostatku se naopak korelace jeví jako mírně pozitivní.

V literatuře je convenience yield obvykle značen  $y$  a vychází ze vzorce:

$$f^T(t) = S(t)[1 + (r(t, T) + c(t, T) - y(t, T))(T - t)]. \quad [3.2]$$

kde:

- $f^T(t)$  – forwardová cena komodity k datu  $t$  za dodání k datu  $T$
- $c(t, T)$  – (roční) náklady na skladování
- $r(t, T)$  – (roční) úroková sazba za období  $(t, T)$
- $y(t, T)$  – mezní výtěžek (convenience yield) z dodatečné jednotky zásob

Množství  $s(t, T) = \frac{f^T(t) - S(t)[1 + r(t, T)(T - t)]}{S(t)}$  představuje úrokově upravený sklon forwardové křivky vůči spotové ceně.

[3.3]

Tento upravený sklon odráží náklady na skladování a convenience yield za období  $(t, T)$  (Geman, Ohana, 2009)<sup>7</sup>.

Autoři (ibid.) dále vysvětlují, že J. C. Williams označuje  $s(t, T)$  jako tzv. „cenu přístupu“, to jest „poplatek za užití“. Podobně jako úroková sazba na trhu, jsou kupující připraveni zaplatit za „vypůjčení“ komodity mezi  $t$  a  $T$ . Čím nižší je úroveň zásob, tím vyšší je poptávka po přístupu a poplatek za užívání, tím nižší je upravený sklon forwardové křivky.

Kromě zásob studie (ibid.) poukazuje na další významné aspekty ovlivnění ceny ropy a to v dlouhodobém horizontu. Těmi se jeví stav ropných rafinérií ve světě, informace o celosvětových zásobách ropy a zejména pak geopolitické faktory. Neboť z výsledků práce také vyplývá skutečnost, že v případě ropy korelace zásoby/volatilita významně stoupá, když se místo volatility futures kontraktu použije právě volatilita upraveného sklonu forwardové křivky a také když se počítá pouze se zásobami USA namísto všech zemí OECD.

### 3.4.3 Koncepce neobnovitelných zdrojů v ekonomické teorii

Soukup (1998) se ve své publikaci zabývá pojetím materiálních a energetických zdrojů v ekonomické teorii. Dává v porovnání hlavní rozpor mezi názory představitelů klasické a neoklasické ekonomie – otázku opakovatelnosti ekonomického procesu a úloze zdrojů v něm. Problematika zdrojů je v tomto směru úzce spojena s problematikou výrobních

---

<sup>7</sup> Geman a Ohana tento upravený sklon vyjadřují odlišně v souvislosti zacílení jejich práce (k odfiltrování sezónnosti v případě zemního plynu dále využívají trigonometrické funkce času).

faktorů. Avšak, jak Soukup dodává, výrobní faktory bývají převážně výsledkem lidské činnosti, zdroje nikoliv.

Pojetí některých přírodních zdrojů, jakožto limitujícího činitele ekonomické činnosti lidské společnosti, je možné najít už u A. Smitha. Ten uvažoval o možném vyústění ekonomického vývoje do stacionárního stavu, který historicky trval déle než relativně krátké období rostoucí společnosti.

S myšlenku omezeného množství půdy jako limitujícího faktoru pokračujícího ekonomického růstu a typu společnosti vzniklé po průmyslové revoluci pracuje také D. Ricardo. Podle něho jsou klesající výnosy z půdy příčinou tendence dlouhodobého snižování míry zisku. Rovněž J. S. Mill vychází z předpokladu, že omezenost přírodních zdrojů a technických inovací ekonomický růst zpomalí, a nakonec i zastaví. Případný růst bude možný pouze kapitálovou expanzí do méně vyspělých zemí nebo zaostalejších částí určité země. Mill toto chápe, oproti svým předchůdcům, jako pozitivní perspektivu a ne nežádoucí stav.

Ve všech těchto pojetích se na zdroje růstové ekonomiky nahlíží jako na absolutně omezené. Ekonomika se bere jakožto otevřený systém v podmínkách omezeného růstu. V tomto pojetí klasické teorie, či spíše její části, pokračovali ve svých publikacích např. H. Daly s modelem stacionární ekonomie, K. Boulding nebo N. Georgescu-Roegen. Ekonomický proces není zvrátný či opakovatelný, jak implicitně předpokládá např. neoklasická teorie, ale jednosměrný. Dalého model se odlišuje od tradičních koncepcí nulového růstu tím, že připouští i kvantitativní růst – avšak jen velmi omezeně. V jeho pojetí by byl takovýto stav kapitálu udržován entropickými toky, jejichž velikost by měla být cílově minimalizována (tj. právě spotřeba surovinových a energetických zdrojů). Model předpokládá především změnu kvality stavu kapitálu (technologický pokrok). Avšak na rozdíl od uzavřených systémů, v tomto případě nemůže být výstup použit jako vstup v jiném, navazujícím systému.

Neoklasická teorie pracuje s neobnovitelnými zdroji podstatně jinak. Jedním ze základních pojetí standardní ekonomické teorie je koncepce mezní produktivity J. B. Clarka. Na jeho pojetí navázali v 60. letech J. H. Barnett a Ch. Morse a dalo by se shrnout následujícími body:

1. substituce mezi zdroji
2. motivací k substituci zdrojů (za ty méně vzácné) je cenový mechanismus – růst cen
3. cenový mechanismus dále snižuje tlak na zdroje stimulací recyklací

4. technický rozvoj dlouhodobě snižuje náklady na pořízení zdrojů

Soukup (1998) připomíná, že na relevantnost nedostatku zdrojů navazuje později také W. Beckerman spojující dosažitelnost zdrojů se zvýšením jejich poptávky. Jako relativní charakter efektivnosti zdroje navíc považuje (krom jeho fyzikálních vlastností) i potenciální využití, které prozatím nemusí být známo. Nadměrné vyčerpávání těchto zdrojů a znečišťování životního prostředí nejsou podle Beckermana nutně spojeny s tempem ekonomického růstu a v zásadě ani s technologickou strukturou. Nedostatek určitého zdroje by byl následován růstem jeho ceny a výroba souvisejících statků by se redukovala na ty, jež by bylo možné produkovat recyklací starých zdrojů a jež by byly z tržního hlediska ziskové.

Z jeho závěrů vyplývá, že absolutní nedostatek zdrojů je v podstatě nereálný, uvažovat lze pouze o nedostatku relativním.

### 3.4.4 Hotellingův princip

Hamilton (2009) připomíná v souvislosti s cenotvorbou ropy Hotellingův princip. Harold Hotelling již v roce 1931 poukázal na to, že v případě neobnovitelného zdroje by cena měla překročit mezní náklady i kdyby byl trh s ropou dokonale konkurenční.

K nastolení rovnováhy na trhu neobnovitelného zdroje je dle Hotellingova principu potřeba, aby se růst ceny tohoto zdroje rovnal úrokové míře.

V případě neobnovitelného zdroje se počítá s nevyhnutelnými geologickými limity. Za předpokladu, že následující rok se vyteží a na trh dodá méně ropy nežli v roce stávajícím, čímž bude suroviny na trhu méně a její cena vzroste, by se prodejcům vyplatilo stávající rok ropy na trh nedodat a počkat do roku příštího na její cenový nárůst. Hamilton toto označuje jako Scarcity Rent, tedy nedostatečná ekonomická renta. Dle tohoto principu by se k nastolení rovnováhy měla cena zvýšit právě o úrokovou míru, jež vyrovná tento rozdíl. Při nynějším dodání ropy na trh by tak byl v tomto případě pro prodejce výnos stejný jako v případě prodeje v budoucnu.

Hamilton označuje tuto nedostatečnou rentu v určitém čase ( $t$ ) jako  $A(t)$  vyjádřené rozdílem mezi cenou  $P(t)$  a mezními náklady  $M(t)$ :

$$A_t = P_t - M_t \quad [3.4]$$

Hotellingův princip poté říká, že tato hodnota by se měla zvyšovat o danou úrokovou míru  $i$ :

$$P_{t+1} - M_{t+1} = (1 + i_t)(P_t - M_t)$$

Při pohledu na historická data vývoje ropy však je zřejmé, že u ní v praxi tento princip příliš neplatí. Reálná cena ropy mezi roky 1957–1967 stabilně klesala a poměrně prudce spadla v letech 1982–1986. Dle Hamiltona se lze zamyslet nad úpravou principu tak, aby zahrnoval technologický pokrok, jenž by vyvolal sestupný trend mezních nákladů. Ten by alespoň na čas způsobil pokles  $P(t)$  i v případě, že  $P(t) - M(t)$  roste (podle tohoto předpokladu by technologický pokrok mohl představovat sestupný trend cen ropy v letech 1981–1997, který poté převzala rostoucí nedostatečná ekonomická renta). Mimo to lze uvažovat o neočekávaných objevech zdrojů, které způsobí posun dolů v jinak vzestupné časové tendenci pro  $A(t)$ .

Krautkraemerovy (1998) publikace v této oblasti můžou být shrnutím toho, že vysvětlení vývoje cen ropy tímto principem není v rámci ropné problematiky zcela uspokojivé. Mnozí ekonomové ve výsledku často zastávají názor, že otázka vyčerpání zdroje historicky ovlivnila ceny ropy pouze mírně, či dokonce vůbec.

Hamilton (2009) dodává, že teoreticky není problém z pohledu roku 1997 považovat budoucí zásobování za dostatečně silné a dobu, kdy se projeví vnímání vyčerpatelnosti zdroje na ceně, dostatečně daleko. Zmiňovaná renta  $A(t)$  by se tak mohla zdát zanedbatelná vzhledem k nákladům na těžbu.

Nové informace o překvapivě silných vyhlídkách na růst poptávky a omezeních v rozšiřování produkce by v zásadě mohly způsobit náhlý přechod k režimu, ve kterém je  $A(t)$  kladná a relativně důležitá. I takováto interpretace by však byla v rozporu se situací v říjnu roku 2007 a sestupnou tendencí futures kontaktů v této době. Ty Hamilton rovněž považuje za možný determinant ceny. S počítáním futures by se renta  $A(t)$  v tomto případě obtížně interpretovala jako významná položka ceny  $P(t)$ , navíc s očekáváním, že v průběhu času poroste.

Na druhou stranu drtivou většinu zbývajících ropných rezerv ovládají spíše suverénní vlády než soukromé firmy. A ačkoli se politika ropných cen nemusí dokonale shodovat s principem ve vzorci [3.5] lze pozorovat, že v některých případech již otázka vyčerpatelnosti produkci začala ovlivňovat.

Například zpráva agentury EIA (Country Analysis Brief: Kuwait) z listopadu 2006 popisuje, že Kuvajt čelí rostoucímu domácímu politickému tlaku na snižování tempa produkce, aby si uchoval své zdroje po delší dobu. Oficiální Saúdská tisková agentura – SPA

také uvedla, že saúdský král Abdullah vydal nařízení, aby některé nové objevy ropy zůstaly nevyužité. Chce tak zajistit uchování ropného bohatství pro budoucí generace.

*„Netajím, že u nových nálezů jsem jim řekl, ať to nechají v zemi, s milostí od Boha, naše děti to potřebují“*, uvedla králova slova SPA.

Hamilton (2009) také dodává, že ačkoli prudký nárůst cen do června 2008 může být v souladu s nově uvažovanou nedostatečnou ekonomickou rentou, dramatický cenový kolaps na podzim téhož roku je již obtížnější touto teorií vysvětlit.

### **3.5 Aktuální složení zemí organizace OPEC**

Úkolem mezivládní organizace OPEC je dle jejích vlastních stanov (OPEC, c2020b) koordinace a sjednocení ropné politiky členských zemí a zajištění stability ropného trhu. Dále stanovy uvádějí, že organizace cílí na zabezpečení efektivních a pravidelných dodávek ropy spotřebitelům a stabilních příjmů jejich producentům. Zároveň usiluje o spravedlivý návrat kapitálu investorům do ropného průmyslu.

Ve směru rozšíření ropných zásob se společnost dále zaměřuje na realizaci intenzivního průzkumu možných oblastí bohatých na ropu a zdokonalováním technologií ropného průmyslu (OPEC, c2020c).

Počet členských zemí sdružených v organizaci se relativně často mění. K pěti zakládajícím členům (OPEC, c2020d) ze září 1960 – Íránu, Iráku, Kuvajtu, Saúdské Arábie a Venezuely – se postupně připojovali následující: Katar (1961), Indonésie, Libye (obě 1962), SAE (1967), Alžírsko (1969), Nigérie (1971), Ekvádor (1973), Gabon (1975), Angola (2007), Rovnicková Guinea (2017) a jako doposud poslední Kongo (2018).

Ekvádor své členství pozastavil roku 1992, znovu se k organizaci připojil v roce 2007, ale s účinností počátkem roku 2020 z organizace vystoupil. Indonésie pozastavila členství v roce 2009, začátkem roku 2016 jej znovu aktivovala. Koncem téhož roku však členství opět pozastavila. Gabon ukončil členství v roce 1995. Do organizace se však roku 2016 vrátil. Začátkem roku 2019 ukončil své členství také Katar. Aktuálně tak v OPEC figuruje 13 členských zemí.

Statut organizace (OPEC, 1961) stanovuje, že se každá země s významným čistým exportem ropy, která má shodné zájmy s členskými zeměmi, může stát právoplatným členem. Schválena musí být většinou ze tří čtvrtin tzv. plných členů, přičemž hlasovat pro přijetí musí všech 5 zakládajících členů (stanovy rozlišují mezi zakládajícími členy a plnými,

tedy později přijatými členy). Kromě statutu zakládajících zemí a plného členství je zde také úloha přidružených členů, kteří nesplňují všechny podmínky plného členství.

Jak popisují Jensen a Asmarini (2016), Indonésie měla problémy s produkcí ropy natolik, že od roku 2004 musela ropu dovážet. V roce 2009 byla již čistým dovozcem a nesplňovala tak členské podmínky. To vyústilo v první pozastavení jejího členství. V minulých letech, kdy se organizace snažila zvednout ceny ropy, požadovala po svých členech snížení produkce. Indonésie, jediný čistě asijský člen organizace, měla snížit těžbu o zhruba 5 % své produkce (tedy zhruba o 37 000 barelů za den). Na to vzhledem k obavám o státní příjem nepřistoupila – proto došlo k opětovnému pozastavení jejího členství v roce 2016.

Dle výše zmíněného dokumentu OPEC (1961) jsou rozhodnutí organizace přijímána jednomyslně všemi členskými státy. To značí důležitost každého člena při ochraně jeho politiky a produkce. Avšak, jak připomíná Alweqyan (2020), Saúdská Arábie v rozhodovacím procesu organizace dominuje. Často vyvíjí tlak na ostatní členy, aby souhlasili s její produkční politikou. To je tak v rozporu s uvedeným statutem, kde stojí, že všechny členské státy jsou si rovny právě jedním hlasem.

### **3.6 Světové zásoby ropy**

Odhady, jak dlouho budeme moci ropu čerpat (při ekonomicky přijatelných podmínkách), je podle Cílka s Kašíkem (2007, s. 57–60) velmi těžké predikovat. Pesimistické scénáře předpovídají postupnou paniku, politický a vojenský souboj o tenčící se zásoby. Optimistické předpovědi předpokládají, že případné problémy vyřeší trh a technologický pokrok. Ten může představovat jednak efektivnější využití současných ložisek, tak i kupříkladu přechod na alternativní, obnovitelné zdroje energie. Predikce, které jsou tak kromě zásob odvíjeny i od globální spotřeby ropy, obsahují i tuto neznámou.

Údaje o zásobách jednotlivých zemí, ať už vychází z jakéhokoliv zdroje, je nutné brát s velkou rezervou. Metodika se může často měnit a data jsou jen těžko ověřitelná. Získat realitě odpovídající čísla je takřka nemožné. V některých případech je výše zásob považována za firemní, či státní tajemství. Oficiálně zveřejněná čísla jsou pouze hodnoty, které jednotlivé subjekty uvolní ke statistickým účelům.

Cílek a Kašík (ibid.) dávají za příklad situaci z konce 80. let, kdy OPEC začala rozdělovat těžební kvóty podle výše zásob jednotlivých zemí. Takřka přes noc poté šest zemí

zvýšilo velikost svých ověřených zásob o 42–197 %. To vše bez objevu nového ropného ložiska. Svět tak rázem „získal“ 287 mld. barelů ropy navíc.

Reálná výše celkových světových zásob se dle autorů povětšinou odhadovala v rozmezí 0,95–2,2 biliony barelů. Pravděpodobnější je nejspíše vyšší odhad. Nicméně, pokud se zahrnou do kalkulací i nekonvenční zdroje, výpočet se rozpadne na řadu neznámých a za určitých okolností (nové technologie) možných údajů. Je možné konstatovat, že společnosti či státy uvádějí záměrně nadhodnocená čísla pro lepší postavení na trhu a příznivější pohled investorů.

Jak připomíná EIA (2019), v roce 2010 byly objeveny obrovské ropné zásoby v oblasti venezuelské řeky Orinoko. Venezuela se tak stala zemí s největšími ropnými zásobami na světě (více viz 3.8 Ropný průmysl Venezuely).

Cílek a Kašík (2007, s. 64–66) přibližují i další velké skoky v historii ropných zásob, a to u Saúdské Arábie. Těžko si však v podobné zemi představit, že by ke své strategické surovině připustila vnější kontrolu. Pro světovou ekonomiku, která je na pravidelných dodávkách cenově dostupné ropy závislá, bude klíčové, na kolik jsou skutečné údaje nadhodnoceny. Situaci nepřispívá fakt, že řada největších nalezišť se nachází ve státech s autoritativním zřízením či vypjatou politickou situací.

### **3.7 Ropný průmysl Saúdské Arábie**

Oficiální název: Saúdskoarabské království – SAK

Státní zřízení: absolutní monarchie

Hlavní město: Rijád

Měna: saúdský rial – SAR

(Zastupitelský úřad ČR v Rijádu, 2020)

David G. Victor et al. přibližují ve své knize (2012) národní ropné společnosti – NOCs jako subjekty hrající ve světové ekonomice důležitou roli. NOCs kontrolují většinu ropné produkce a financují vlády po celém světě. Zvenčí se podobají společnostem fungujícím v soukromém sektoru, jejich skutečné fungování je však odlišné. Pod NOCs spadá 73 % světových ropných zásob a 61 % ropné produkce (ibid., p. 3).

Moc vládnoucí dynastie Saúdů vychází zejména z ropného bohatství země (Beránek, 2007, s. 29). Jak připomíná J. Kemp (2019) Saúdská Arábie je označována na ropném trhu jako swing producer – flexibilní producent, který má v rezervě velké čerpací kapacity a je



tak schopný rychle reagovat na změny na trhu pomocí změn produkce. Tím může cenu komodity na trhu podstatně ovlivnit.

Losman (2010) ve své práci označuje Saúdskou Arábii jako rentiérský stát, tedy zemi, která má podstatnou část svých příjmů z vnějších zdrojů, nejčastěji z ropy a zemního plynu. Příjemcem v tomto případě musí být vláda. V oblasti ropy WBG (c2020b) označuje rentu jako rozdíl mezi prodejní cenou ropy na světových trzích a celkovými výrobními náklady. U jednotlivých zemí se počítá jako rozdíl mezi odhadem světových cen jednotek určité komodity a odhadem průměrných jednotkových nákladů na těžbu, včetně běžné návratnosti kapitálu. Výsledné jednotkové renty se násobí těženým množstvím, čímž se stanoví renta pro danou komoditu jako podíl HDP. Luciani (2015) ve své knize tyto státy nazývá jako alokační. Výše jejich renty je dostatečná na to, aby se nemusely spoléhat na výběr daní a podporu hospodářského růstu.

Victor et al. dále zmiňují (2012, p. 173–174), že Saudi Aramco nikdy neměla být NOC Saúdské Arábie. Došlo k tomu historickým vývojem v zemi, zejména s rostoucím arabským nacionalismem počátkem 70. let 20. stol. Určit přesnou strategii a výkonnost společnosti objektivně nelze vzhledem k utajovaným datům. Z dostupně ověřitelných údajů je však patrné, že produktivita společnosti je velmi vysoká. To je dáno mimo jiné tím, že znárodněním nedošlo k výraznému narušení provozu formou státních zásahů (viz případ Venezuely). Saúdská vláda je stabilní s jasně definovanými cíly, což umožňuje Saudi Aramco pracovat na dlouhodobé vizi.

Ropná společnost Saudi Aramco, jak připomíná Beránek (2007, s. 201), byla založena v roce 1933, když zde koncesi na průzkum a těžbu ropy získala americká společnost Standard Oil Company of California. V tu dobu byla Saúdská Arábie velmi izolovanou a ekonomicky zaostalou zemí.

Saudi Aramco (c2018) připomíná, že finanční příslib byl jeden z hlavních důvodů, proč majetné americké těžaře do země někdejší král pustil. Oblast se však zprvu nezdála na ropná ložiska bohatá a 50 % podíl na těžbě zakoupil Texas Oil Company. První úspěšný vrt byl nalezen až v roce 1938 v oblasti Damman a v roce 1948 bylo objeveno dosud největší ropné ložisko světa Ghawar. Těžby v Saudské Arábii se postupně zúčastňovaly i další americké společnosti – Standard Oil of New Jersey a Socony-Vacuum Oil Company. Počátek rozsáhlejší těžby znamenal i změnu ekonomické situace a prestiže království. Po druhé světové válce se země po vzoru Venezuely a hrozbě znárodnění přihlásila k 50 % podílu z ropné těžby. Saúdské vládě se dařilo postupně přebírat moc nad celým ropným

průmyslem v zemi. Již v této době tak začal podíl ropných výnosů značně narůstat. Počátkem 70. let došlo k ochlazení saúdsko-amerických vztahů americkou podporou Izraele v Jomkipurské válce. I vlivem toho Saúdové dosáhli na 60% podíl společnosti. Kompletní převzetí ropného průmyslu saúdská vláda dokončila v roce 1980.

Rania El Gamal a Aziz El Yaakoubi (2018) uvádějí, že vzhledem k velké závislosti rozpočtu na ropném průmyslu se Saúdská Arábie dlouhodobě pokouší o diverzifikaci ekonomiky a snížení závislosti na ropě. S ohledem na to se začátkem roku 2018 Saudi Aramco stala akciovou společností. Plánovala vydat až 5 % akcií, a to z větší části na některé ze světových burz.

Koncem roku 2019 společnost vstoupila na místní burzu Tadawul, jak dále popisují Rashad a Barbuscia (2019). Jednalo se dosud o největší primární veřejnou nabídku – IPO v historii na burzovním světovém trhu. Společnost nakonec vydala pouhých 1,5 % akcií. Z toho většinu saúdským investorům. Saudi Aramco také získala prvenství v tržní kapitalizaci. Stala se první společností na světě, jíž tato hodnota překonala hranici dvou bilionů USD. Na tuto částku dlouhodobě cílil korunní princ Mohamed bin Salmán. V této době je tak Saudi Aramco nejhodnotnější společností světa.

V září 2019 se uskutečnil útok drony na ropná zařízení Abkajk a Churajs, popisuje dále H. Pamuk (2019). Střely z dronů způsobily výpadek zhruba poloviny průměrné denní těžby Saúdské Arábie, 5 % globálních dodávek ropy a krátkodobý růst cen ropných komodit. Země plně obnovila produkci již počátkem následujícího měsíce. K útoku se přihlásila jemenská povstalecká skupina, nicméně obvinění za odpovědnost padlo na Írán. Ten jakékoliv zapojení odmítl.

Zastupitelský úřad ČR v Rijádu (2020) uvedl, že rok 2020 byl ve znamení pandemie SARS-COV-2 a v případě Saúdské Arábie také cenové války na trhu s ropou (viz 3.9.4). Výrazný propad příjmů do státního rozpočtu vláda kompenzovala úspornými opatřeními a rozsáhlými sociálními a ekonomickými programy.

### 3.8 Ropný průmysl Venezuely

Oficiální název: Bolívarovská republika Venezuela – VE

Státní zřízení: federativní republika

Hlavní město: Caracas

Měna: venezuelský bolívar – VEF

(Zastupitelský úřad ČR v Havaně, 2020)

Venezuelský Petróleos de Venezuela, SA – PDVSA se stal za prezidenta Huga Cháveze hlavním zdrojem vlády pro financování sociální politiky a symbolem znárodnění domácího hospodářství (Victor et al., 2012, p. 3).

Victor et al. ve své knize dále připomínají (2012, p. 418), že PDVSA od svého vzniku v roce 1976 až k přelomu století patřila k jedněm z nejlépe vykonávaných NOCs. Společnost však během let 2002–2003 zažila masivní politické stávky proti tehdejšímu prezidentovi Hugo Chávezovi. Ten personální obměnou vytvořil ze společnosti politický nástroj a výrazně ochromil její fungování.

Do roku 1920 země nedisponovala (PDVSA, c2016) žádnou legislativou ohledně ropných aktivit (přičemž ty zde probíhaly již mnoho let). Následný koncept koncesí působil řadu sporů mezi nadnárodními ropnými společnostmi i mezi samotnými státy o dominanci na světovém ropném trhu. Venezuela se jako země, ve které již dříve byly prokázány velké ropné zásoby, stala pro řadu ropných společností prioritním cílem.

Cestu k ovládnutí společnosti státem popisuje Wilpert (2003). Po druhé světové válce se vládě podařilo získat 50 % podíl zisků, což zajistila rozsáhlá reforma z roku 1943. Země ropný průmysl znárodnila v roce 1976 a vznikla společnost PDVSA. Po znárodnění však stávající vrcholní představitelé zůstali ve vedení podniku, společnost tak ve svém rozhodování zůstávala de facto stále nezávislá. Dařilo se jí i nadále udržovat styky se zahraničními investory. Po prvním zvolení prezidenta Huga Cháveze v roce 1998 se vedení PDVSA dostávalo s prezidentem do řady konfliktů. Ten chtěl nad ropnou společností získat plnou kontrolu. Ropný průmysl ve vlastnictví státu zakotvila ústava z roku 1999. Chávezova politika prosazovala řadu kroků (např. změnu zdanění), jež měly přesunout více ze zisku společnosti do státní pokladny a PDVSA zbavit co nejvíce kapitálu. Tehdejší politické zásahy, které mimo jiné zahrnovaly dosazování Chávezových příznivců do vrcholových funkcí ropného průmyslu, zcela odradily zahraniční investice. Stát převzal plnou kontrolu nejen nad ropnou společností, ale i nad celou řadou ostatních firem napříč Venezuelou.

Jak dodává Ulmer (2017), venezuelský ropný průmysl se s následky zpolitizování potýká dodnes. Velký propad v produktivitě přišel po stávce zaměstnanců PDVSA v období 2002–2003. Chávez v reakci na stávku propustil tisíce zaměstnanců a nahradil je nekompetentním, avšak režimu loajálním vedením.

V této době došlo k výraznému propadu produkce, a to nejen u Venezuely. Alkadiri a Mohamedi (2003) připomínají v této době rovněž narušení produkce ropy v Nigérii. V důsledku americko-britské invaze se výrazně propadla i produkce Iráku (viz 3.9.2). Saúdská Arábie tak dostala příležitost, aby opět prokázala svou dominantní roli jako swing producer. Saúdové zvýšili produkci z 8,4 MBD na 9,5 MBD, zatímco ostatní členové OPEC zvýšili produkci na maximální úroveň.

Zpolitizování PDVSA dokládá BBC (2006) také na příkladu z roku 2006, kdy venezuelský ministr energetiky a předseda PDVSA Rafael Ramirez apeloval na zaměstnance, aby podporovali revoluční hnutí prezidenta Cháveze, nebo aby opustili své zaměstnání.

Podle EIA (2019) téměř všechny venezuelské rafinérie chátrají a některé jsou v provozu pouze na 20–30 %. Řada z nich utrpěla během posledních několika let škody způsobené požáry a provozními nehodami. Státu chybí finanční prostředky na jejich opravu či investování dostatečného kapitálu pro udržení provozu zařízení.

V současné době se moc ve vedení PDVSA snaží získat opozice v čele s předsedou parlamentu Juanem Guaidó (Cohen, 2020a).

L. Cohen (2018) připomíná, že Venezuela se jako země procházející v posledních letech největší hospodářskou krizí své historie mimo jiné potýká s hyperinflací. Od pádu cen ropy v roce 2014 se venezuelská ekonomika neustále zhoršovala a nebyla schopna udržet socialistický systém dotací a cenových kontrol. Kolaps ekonomiky vedl k nedostatku potravin, léků a dalšího základního zboží a podnítil exodus obyvatel ze země. Při současném stavu předpovídal IMF inflaci v zemi na rok 2019 až k 10 mil. %.

Socialismus vedl v minulosti k obrovským vládním výdajům na štědré sociální politiku (dotace spotřebního zboží, přímé platby nízkopříjmovým skupinám obyvatel...) (Corrales, 2015).

Samotná vláda již několik let žádná ekonomická data nezveřejňuje, nicméně venezuelské Národní shromáždění v polovině března 2018 oznámilo, že inflace byla v období od února 2017 do února 2018 více než 6 000 % (EIA, 2019).

Venezuelská vláda koncem roku 2018 nečekaně uvolnila přísnou regulaci ekonomiky trvající 15 let, umožnila transakce v dolarech a upustila od kontroly cen (Cohen, 2020b).

Znovuzvolení N. Madura v prezidentské volbě 2018, jak udávají Pons a Cohen (2020), je zpochybňováno řadou zemí, včetně EU a USA. Jako vedoucí představitel je z velké části západních zemí podporován právě opoziční J. Guaidó. Na straně Madura stojí zejména Rusko a Čína.

Saul a Spetalnick (2020) připomínají, že USA se snaží Madura odstranit tvrdými sankcemi na venezuelský ropný průmysl. V návaznosti na sankce se uvádí pokles exportu ropy Venezuely na nejnižší úroveň za téměř 80 let.

Dluh země uvádějí některé odhady až na 150 mld. USD (EIA, 2019).

Venezuele se přičítají velké zásoby ropy také z nekonvenčních zdrojů, které se ve velkém, podobně jako ty konvenční, nachází v povodí řeky Orinoko – OOB (Bauquis, 2007).

United States Geological Survey – USGS zde odhadla, jak dále uvádí Doggett a Marshall (2010), těžitelné zásoby na 513 miliard barelů<sup>8</sup>. Jedná se o největší odhad ropných zásob pro jednu oblast, jaký kdy tato výzkumná vládní agentura učinila. Ložiska obsahují těžkou ropu s vysokou hustotou. Otázkou tudíž je, kolik jí bude možné současnými technologiemi vytěžit a pro jaké množství bude těžba ekonomicky výhodná.

Odhady ostatních organizací o ziskových zásobách ropy v tomto středním regionu Venezuely se pohybují od 100 miliard do 270 miliard barelů. Uvedený odhad USGS je založen na množství ropy, které by bylo možné těžit pomocí stávající technologie a postupů, ať už se ziskem nebo ztrátou, tudíž neodráží ekonomicky využitelné zásoby. Dle vyjádření agentury je tento novější odhad založen na pokroku v technologii a nových poznatkách z geologie.

EIA uvádí (2019), že tento průzkum z roku 2010 učinil z Venezuely zemi s největšími ropnými zásobami na světě. Oblast OOB se rozkládá na ploše 19 000 čtverečních mil a je rozdělena do 36 bloků ve 4 průzkumných oblastech: Boyaca, Junin, Ayachucho a Carabobo. Kromě oblasti OOB má Venezuela rezervy také kolem jezera Maracaibo. Odklon PDVSA od tohoto tradičního ložiska na západě země směrem k těžké ropě v OOB je jednou z dalších příčin poklesu venezuelské ropné produkce v kategorii střední a lehké ropy.

---

<sup>8</sup> Jde o odhadovaný průměr, který by bylo možné těžit. Celkové rozpětí odhadu USGS je 380–652 mld. barelů.

## 3.9 Vývoj cen ropy od 2. pol. 20. století

### 3.9.1 První a druhý ropný šok

Růst ropného průmyslu, jak uvádí Jílek (2005, s. 318–319), byl poměrně výrazný v 50. a 60. letech 20. století, kdy relativně levná ropa podnítila poválečné oživení. Počátkem 60. let se cena pohybovala kolem hodnoty 1,80 USD. Ropné společnosti navyšovaly produkci, a tím i své zisky. O 12 let později se ceny ropy zvýšily 10 až 15krát. Nárůst byl způsoben zejména americkým embargem na cizí ropu a úbytkem amerických ložisek.

Ropná krize přišla v roce 1973, a jak dále popisuje Corbett (2013), je nazývána též prvním ropným šokem. Příčin krize bylo více a byly zejména ekonomického a politického charakteru. Produkce ropy ve Spojených státech dosáhla vrcholu a ekonomika zemí stagnovala. Americký prezident Richard Nixon se pokoušel v roce 1971 hospodářství podpořit odpoutáním dolaru od zlatého standardu – Brettonwoodský měnový systém. Dolar se stal vysoce inflační měnou. Vzhledem k tomu, že cena ropy je určována právě v této měně, jednotlivým vývozcům výrazně klesly zisky. Hamilton (Parker, Whaples, 2013, p. 248–250) dodává, že přispět ke zvýšení relativních cen komodit mohly rovněž záporné reálné úrokové sazby. Nixon také v reakci na zrušení Brettonwoodského systému zavedl kontrolu cen z obav růstu inflace, což zbrzdilo zvýšení podílu importované ropy a zapříčinilo prudký nedostatek benzínu v zemi. Cenová kontrola tak do vývoje cen ropy v tomto období výrazně zasáhla a, jak zjistil Hamilton (ibid., p. 259–260), tyto kontroly komplikují pohled na vývoj cen ropy v souvislosti s danými událostmi. Dle jeho zjištění index cen výrobců ropy měl v této době vyšší korelaci se skutečnými cenami benzínu nežli samotné měřítko WTI či cena pořízení rafinerií.

Corbett (2013) připomíná také geopolitický aspekt, a to Jomkipurskou válku započatou 6. října 1973. Konflikt probíhal mezi Izraelem a koalicií Egypta se Sýrií s podporou dalších arabských zemí. Arabští členové OPEC zavedli embargo dovozu ropy do zemí, které v konfliktu podpořily Izrael, tedy mimo jiné i do USA. I přes to, že válka skončila ještě koncem téhož měsíce, embargo pokračovalo až do března 1974. Ceny v této době vzrostly z 2,90 na 11,65 USD. Embargo způsobilo mnoho krátkodobých i dlouhodobých dopadů na globální ekonomiku.

Hanewald (2017) dodává, že v reakci na tuto ropnou krizi byla v roce 1974 založena agentura IEA. Ta má mimo jiné bránit západní ropné země před kartelovou silou OPEC. Založena byla organizací OECD.

Druhý ropný šok nastal v roce 1979, a jak dále popisuje Graefe (2013), byl stejně jak ten první způsoben událostmi na Blízkém východě. Ovlivněn byl však i silnou poptávkou po ropě. Ceny ropy vzrostly po Íránské revoluci. Ta způsobila snížení o zhruba 7 % světové produkce. Na strmý růst cen zapůsobil především strach, panika a zkušenosti z předešlé krize. Mezi dubnem roku 1979 a téhož měsíce roku 1980 se cena dostala na více než dvojnásobnou hodnotu.

Profesor ekonomie z Harvardu N. G. Mankiw uvádí (1999, s. 336), že mezi členy OPEC byly od roku 1973 do počátku 80. let soustředěny miliardy dolarů. Organizace ale v této době nepostupovala jednotně. Země, jako byly Saudská Arábie a Kuvajt, tlačily produkci pod úroveň svých kapacit a udržovaly tak cenu ropy nad její dokonale konkurenční úrovní. Země udržující cenu nahoře, proto mají z velké části odpovědnost za tehdejší problémy spotřebitelů. Zároveň však díky nim měly ropné mocnosti takové zisky. Nicméně samotná organizace OPEC se na jednotném postupu nedokázala shodnout. Další členové (např. Irák a Libye) snižovali cenu tím, že produkovali na hraně svých možností. Kromě toho se objevili noví producenti a cena ropy v roce 1986 výrazně klesla.

Začátkem 90. let nastal krátkodobý růst cen v důsledku invaze iráckých jednotek Saddáma Husajna do Kuvajtu, kterou ve své knize přibližuje Novák (2010). Následovala válka v Perském zálivu (operace Pouštní štít a operace Pouštní bouře) v letech 1990–1991.

### **3.9.2 Přelom tisíciletí a válka v Iráku**

Hamilton (Parker, Whaples, 2013, p. 256) poté připomíná, že transformace řady zemí, jejichž ekonomika přecházela ze zemědělské na průmyslovou, způsobila krom změny životní úrovně také změny na ropných trzích. A zatímco vývoji cen ropy v první polovině 20. století dominovalo dění na Blízkém východě, nejdůležitějším tématem této doby bylo uspokojení poptávky po ropě v těchto nově industrializovaných oblastech.

Hamilton (ibid.) uvádí, že nově industrializované země spotřebovávaly v roce 1998 pouze 17 % světové ropy. Od této doby však představovaly 69 % nárůstu celosvětové spotřeby. Za zmínku stojí zejména prudký růst spotřeby ropy v Číně. Pokud by její růst pokračoval v tehdejším tempu, dorovnal by americkou spotřebu ropy do roku 2022, a do roku 2033 ji dokonce zdvojnásobil. Čína byla již v roce 2009 největším světovým trhem pro nákup nových automobilů, a to i přes skutečnost, že měla pouze jedno osobní vozidlo na 30 obyvatel (ve srovnání s jedním vozidlem na 1,3 obyvatele ve Spojených státech).

Po období popisovaném jako rozmach tzv. asijských tygrů nastala v letech 1997–1998 asijská finanční krize. Událost, jež destabilizovala světovou a zejména asijskou ekonomiku. Tento obrat způsobil značný pokles poptávky a cena ropy se dostala až na 12 USD. Krize se však ukázala jako krátkodobá a region se brzy vrátil k růstu.

Dle Hamiltona (2009) byla nízká cenová elasticita krátkodobé poptávky a nabídky, zranitelnost dodávek vůči přerušení a vrchol produkce ropy v USA příčinou výkyvů cen ropy v letech 1970–1997. Ačkoli tradiční ekonomická teorie neobnovitelných zdrojů zjevným způsobem nezapadá do tohoto historického vývoje, prudká změna poptávky pocházející z nově industrializovaných zemí a uznání vyčerpatelnosti tohoto zdroje nabízí věrohodné vysvětlení novějšího vývoje. Jinými slovy, nedostatek renty v rámci Hotellingova principu (viz 3.4.4) mohl být do této doby zanedbatelný, nyní se však ukazoval více relevantní.

Přelomem tisíciletí se cena ropy zdvojnásobila, a to z 12 USD v roce 1998 na téměř 24 USD v roce 2002 a vlivem globálních událostí dále rostla (na základě dat EIA). Alweqyan (2020) tvrdí, že zásluhu na tom měla mimo jiné organizace OPEC. Ta snížila svou vlastní těžbu<sup>9</sup> a produkce ostatních zemí se nezvýšila natolik, aby pokryla poptávku. OPEC v této době stanovila cenové pásmo, kterým stabilizovala cenu ropy ORB na trhu v rozmezí 22–28 USD. Jak vyplývá z dat EIA, tuto hranici se dlouho udržet nepodařilo.

Hamilton (Parker, Whaples, 2013, p. 257–259) dále popisuje počátek tisíciletí jako dobu, kdy byla cena ropy ovlivněna americkou ekonomikou v recesi a následnými teroristickými útoky z 11. září 2001. Následovalo zvýšení cen způsobené z velké části globálním ekonomickým růstem. Ten v letech 2004–2005 dosahoval dle IMF až 4,7 %.

Výrazným faktorem ovlivňující vývoj cen ropy na trhu byl v této době rovněž konflikt na v tomto trhu citlivém území, kterým je Perský záliv, a to válka v Iráku. Po invazi vojsk USA do Iráku došlo v následujícím období k výraznému poklesu produkce této země. V roce 2000 Irák produkoval 2,57 MBD, v roce 2003 už téměř o 50 % méně – 1,31 MBD (data EIA).

Alkadiri a Mohamedi (2003) poukazují na možná propojení konfliktu s ropnou politikou (ač toto tvrzení bylo Spojenými státy několikrát odmítnuto). Tato interpretace byla pro mnohé potvrzena po úspěšném tlaku USA na přijetí rezoluce OSN, která dala americko-britské straně kontrolu nad iráckou ropou.

---

<sup>9</sup> Samotná Saúdská Arábie snížila mezi lety 2000–2002 produkci o více jak 9 %, tj. téměř o 0,78 MBD. Rok poté produkci opět prudce navýšila +15 % (data z EIA).



Převzetí kontroly nad iráckými ropnými zásobami zahraničními společnostmi a produkční expanze v zemi, která v té době figurovala se 112 mld. barelů prokázaných zásob (navíc s nízkými produkčními náklady) celosvětově na druhém místě, by Spojeným státům zajistila stabilní import suroviny z oblasti Perského zálivu. Alternativu ke strategickému dodavateli ropy do USA, kterým byla Saúdská Arábie. Mimo to by se tím narušilo dominantní postavení Saúdské Arábie a jejího vlivu na cenotvorbu ropy (rozkol v ropné politice se objevil již před iráckým konfliktem, kdy Saúdové opustili od udržování mírných cen v souladu se zájmy Washingtonu a jasně signalizovali, že jejich ropná strategie je odlišná). Zvýšení ropné produkce Iráku a výraznější snížení cen ropy by také mohlo oslabit autoritativní nedemokratické režimy, u nichž jsou zisky z ropy hlavní položkou příjmové strany rozpočtu, a tím zajistit větší stabilitu regionu, a to mimo jiné i pro zahraniční ropné společnosti. Tyto autoritativní vlády však historicky prokázaly, že jsou na podobné pokusy až nečekaně odolné.

Počáteční nárůst cen ropy nebyl, s ohledem na konflikt na takto citlivém území, překvapivý. Dlouhodobější problém se však pro americko-britské síly projevil v neschopnosti expandovat ropnou produkci a zajistit bezpečnost v zemi, což odrazovalo zahraniční společnosti od investic. Bezprostředně po konfliktu tak okolní země Perského zálivu i díky rostoucím cenám upevnily svou pozici na ropném trhu. Neschopnost chránit nově získané ropné zdroje se projevily v ještě nižší produkci Iráku než před invazí. Vize, kdy by Irák během pěti let produkoval 5–6 MBD, se jevila jako nerealistická.

Privatizace a rekonstrukce iráckého ropného průmyslu nastala až v roce 2009, kdy se prováděly aukce, které nadnárodním ropným společnostem udělovaly práva na rozvoj a těžbu ropy z místních ropných polí (Novák, 2010, s. 339–340). Na faktu, že skutečným vítězem této války jsou soukromé společnosti, se shoduje řada osobností (Yester, 2009).

K hranici 5 MBD se země přibližuje až nyní. Produkce v roce 2019 činila 4,74 MBD (data EIA).

Přelomem tisíciletí také vrcholilo zmíněné znárodnění a zpolitizování venezuelské PDVSA završené stávkou a propouštěním režimu neloajálních pracovníků. Ze zpracovaných dat EIA vyplývá, že v roce 2000 produkovala Venezuela více jak 3 MBD. V následujících letech došlo k poklesu až o 0,8 MBD.

V roce 2019 dosahovala denní produkce Venezuely pouhých 0,88 MB. V září roku 2020 klesla dokonce na hodnotu 0,36 MBD, což je nejméně od roku 1973 (jde o téměř 90 % pokles oproti měsíci s nejlepší produkcí v tomto sledovaném období).

### 3.9.3 Prudké změny na trhu po roce 2008

S růstem HDP, jenž činil v letech 2006–2007 dále 5 %, pokračovala v růstu také poptávka po ropě (ačkoliv produkce ropy v této době začala stagnovat).

Rostoucí poptávku vyvolávala zejména Čína. Ta jen mezi lety 2005–2007 zvýšila spotřebu o 0,95 MBD. Podobně vychází i hodnoty z databází společnosti BP. Tempo růstu spotřeby Číny zůstává vysoké i nadále (viz 4.5.1 Spotřeba a produkce ropy). S ohledem na stagnaci těžby to znamenalo, že další země, i přes silně rostoucí příjmy, musely snížit svou spotřebu.

Krátkodobá cenová elasticita poptávky po ropě nikdy nebyla příliš vysoká, a jak Hamilton (ibid.) odkazuje na studie Hughese, Knittela a Sperlinga z roku 2008, v této době mohla být ještě menší. K nastolení rovnováhy na trhu tak byl nutný velmi vysoký růst ceny.

Hamilton připomíná svou studii z roku 2009 (Causes and consequences of the oil shock of 2007–2008), kde poukazuje na tento značný posun křivky poptávky v souvislosti s omezeným růstem nabídky. Ten by mohl vysvětlit zvýšení ceny ropy mezi lety 2005–2008.

Je možné také uvažovat o tom, že návrat k negativním ex post reálným úrokovým sazbám v srpnu 2007 a velké investice na trzích komoditních futures tyto základy umocnily a vytvořily v ceně ropy a dalších komoditách spekulativní bublinu. V prozatímních empirických studiích však toto tvrzení nikdo nepodložil věrohodnými statistickými důkazy.

Výkyv cen ropy na trhu v letech 2007–2008 byl dle některých měření nejvyšší v poválečné historii, stejně jako dopady finanční krize započaté ve Spojených státech v prosinci roku 2007.

V roce 2008 nastal výrazný propad cen až pod 40 USD. Mezi červencem a prosincem 2008 šlo o 72 % propad, ze 128 na 36 USD (data EIA).

Hlavním faktorem tohoto poklesu byla bez pochyb zmiňovaná finanční krize a globální oslabení ekonomiky než jakákoliv událost na ropném trhu. Dále je také možné uvažovat o výše uvedeném vlivu spekulativní bubliny na komoditních trzích, vzešlé z mimo jiné negativních ex post reálných úrokových sazeb, a vysoké míře investic v komoditních futures.

Obecně se jednalo o největší ekonomickou krizi a recesi od velké hospodářské krize z 30. let 20. století viz zpráva IMF (2009) či databáze IMF (c2020).

Na první pozici ji však s velkou mírou pravděpodobnosti vystřídá ekonomický propad vzešlý z aktuální pandemie koronaviru, alespoň dle odhadů z publikací (IMF, 2020) (IMF,

2021) a dat této organizace (IMF, c2020). Již nyní lze pozorovat obrovské změny ve společnosti.

OPEC v čele se Saúdskou Arábií již tradičně ke stabilizaci globální ceny snížila produkci. Z dat EIA opět vychází, že v absolutním vyjádření meziročního srovnání 2008–2009 výrazně nejvíce snížila produkci Saúdská Arábie, a to o cca 1 MBD, což je relativní pokles téměř o 11 %. Pro porovnání, druhé největší snížení provedly SAE a Kuwait, a to o 0,26 MBD (−9,3 %), resp. 0,24 MBD (−9,1 %). Řada členů naopak nepřistoupila ke snížení produkce vůbec.

S postupným oživením ekonomiky rostla i cena ropy. V dalším období měly na rostoucí ceny vliv zejména nepokoje v oblasti Blízkého východu a severní Afriky (označované jako Arabské jaro) započaté koncem roku 2010 (Vermeulen, 2012). Ceny se opět dostaly přes hranici 100 USD za barel.

Jak dále popisuje energetický analytik Voříšek (2015), vysoké ceny v této době daly impuls k těžbě z nekonvenčních zdrojů v USA a Kanadě, u kterých by se těžba vzhledem k nízké hodnotě *ERoEI* dříve nevyplatila (např. břidlicová ložiska v Severní Dakotě a v Albertě).

V roce 2014 nastal další prudký pád cen. Prvním významným faktorem byl převis zásob na trhu. Světová nabídka ropy značně převýšila aktuální poptávku, která v posledních letech v Evropě, Asii a USA kvůli slabší ekonomice a novým pravidlům ohledně energetické účinnosti zařízení klesala. Druhým faktorem byla skutečnost, že organizace OPEC tentokrát nepodnikla žádné kroky v podobě omezení produkce, aby ceny udržela nahoře.

Postoj organizace, jak také uvádí Alweqyan (2020), opět protlačila Saúdská Arábie. Nízké ceny ropy poškozují řadu těžebních zemí. Nebylo by to poprvé, kdy Saúdská Arábie využila ropu jako vyjednávací nástroj pro svou zahraniční politiku (viz embargo v roce 1973). Vyvstaly tak otázky, jestli záměrem bylo poškodit Írán či Rusko za jejich politiku v regionu, nebo zda se rozhodnutí zakládalo na ekonomických důvodech. Těmi mohlo být zasažení produkce břidlicové ropy v USA, která vyžaduje k ziskové těžbě vyšší ceny. Z dat EIA je patrné, že v únoru roku 2016 cena ropy klesla až pod hodnotu 27 USD. Takto nízko byla po téměř třinácti letech.

Rok 2017 se v USA nesl ve znamení hurikánů. Ty měly ve Spojených státech dle Cunninghama (2017) značný dopad na těžbu ropy v Texasu a v Mexickém zálivu. Velký propad v poptávce, zejména od poškozených rafinerií a amerických řidičů, způsobil další pokles cen.

Bach (2018) připomíná, že rekordně nízké ceny ropy nakonec vedly k dohodě organizace OPEC a dalších producentů v čele s Ruskem na snížení produkce. Následný růst cen však umožnil americkým výrobcům břidlicové ropy opětovnou těžbu. Tyto okolnosti mimo jiné vedly k tomu, že Spojené státy nakročily k prvenství největšího producenta ropy na světě.

IEA ve své každoroční publikaci z roku 2012 uvedla, že USA se stanou největším producentem ropy do roku 2020. V roce 2035 by se země dle téhož dokumentu měla stát soběstačnou na ropě – tedy čistým vývozcem (IEA, 2012).

Z aktuálních dat agentury EIA však vyplývá, že Spojené státy se největším producentem ropy staly již v roce 2018.

Čistým vývozcem ropy se Spojené státy staly v září 2019, což potvrzuje ve zprávě EIA M. Hamilton (2020). Stalo se tak poprvé od roku 1973, kdy se měsíční záznamy začaly uvádět.

Brown a Kahan pro EIA (2019) uvedly, že navýšení produkce v roce 2018 představuje historický rekord v absolutním nárůstu produkce ropy a zemního plynu jediné země. Přírůstek produkce USA činil 2,18 MBD, což je 98 % podíl na globálním nárůstu produkce v daném roce (Rapier, 2019).

Situace na americkém ropném trhu v posledních letech přispěla k tomu, že tamní Kongres zrušil v roce 2015 zákaz exportu ropy (The United States Congress, 2015).

Hamilton (Parker a Whaples, 2013, p. 261–262) nabízí vysvětlení, proč byly v mnoha případech ropné šoky následovány hospodářskými poklesy ve Spojených státech. Upozorňuje na důležitost složení spotřebitelských výdajů. Jednou z hlavních reakcí po zvýšení cen ropy je pokles prodeje automobilů, zejména těch větších, vyráběných v USA (viz studie Edelsteina a Kiliana z roku 2009 a Rameye a Vinea z roku 2010). Dává příklady období, kdy by se po zvýšení cen ropy HDP spíše zvýšilo, než snížilo, pokud by nedošlo k poklesu prodeje automobilů. Kromě toho se zdá, že spotřebitelská nálada významně reaguje na rychlý růst cen energií. Kombinace těchto změn ve výdajích spotřebitelů spolu s tradičními keynesiánskými multiplikačními účinky se podle Hamiltona jeví jako nejpravděpodobnější vysvětlení silné korelace mezi ropnými šoky a ekonomickými recesemi.

### 3.9.4 Cenová válka a pandemie koronaviru

V březnu 2020 nastal největší propad cen ropy od války v Perském zálivu v roce 1991, a to v důsledku „cenové války“ mezi Saúdskou Arábií a Ruskem a následně pandemie nového typu čínského koronaviru.

Jak uvedla S. Kelly (2020) pro agenturu Reuters, OPEC, Rusko a další producenti spolupracovali tři roky na omezení dodávek ropy ve skupině známé jako OPEC+. Dohoda však skončila. Rusko odmítlo snížení produkce ropy, které navrhovala Saúdská Arábie v reakci na propad poptávky způsobeným ekonomickými dopady koronaviru. Obě země následně oznámily zvýšení produkce. Pandemií zesílené obavy z globální recese spustily panický prodej investorů a propad cen na burzovním indexu. Rusko uvádí, že by mohlo produkci ještě zvýšit. S nízkými cenami ropy se údajně dokáže vyrovnávat po dobu 6 až 10 let.

Po jednání Saúdské Arábie s USA se objevily i obavy o vytvoření nového kartelu na ropném trhu (Slav, 2020).

Rusko se v důsledku pádu cen ropy na trhu potýká s prudkým poklesem rublu vůči dolaru, jak dále připomíná Zhdannikov et al. (2020). To však pro něj může mít v cenové válce se Saúdskou Arábií i jednu výhodu. Pokles hodnoty rublu vůči americkému dolaru snižuje výrobní náklady ruské produkce (v USD). Naproti tomu saúdský rial má k dolaru pevný směnný kurz. Produkční náklady největšího ruského producenta ropy Rosneftu jsou tak nižší než náklady společnosti Saudi Aramco. Náklady Rosneftu za barel ropy snížil kolabující rubl z 3,10 USD v roce 2019 na 2,50 USD. Saudi Aramco oproti tomu zůstává náklady na 2,80 USD za barel.

Rania El Gamal et al. (2020) udávají, že celosvětové dodávky pohonných hmot klesly v důsledku koronakrize o 30 % (cca 30 MBD). Saúdská Arábie zvýšila produkci na rekordních 12,3 MBD (chvíli předtím produkovala méně jak 10 MBD). Následovalo zaplnění světových skladů, vysoký převis nabídky a zhroucení poptávky. Již v dubnu tak vznikla nová dohoda uskupení OPEC+ na snížení ropné produkce o více než pětinu – 10 % celosvětové produkce.

S ohledem na třetinový kolaps globální poptávky se tato bezprecedentní dohoda omezující nabídku brzy ukázala jako nedostatečná. Rozhodnutí navíc přišlo příliš pozdě. Brent se po 18 letech dostal pod 20 USD (DiSavino, 2020).

V USA navíc ubývá skladovacích kapacit, jak uvádějí Ngai et al. (2020) pro Bloomberg. Zásoby v americkém Cushingu vzrostly o 48 %. Obchodníci krátkodobé

kontrakty prodávali za každou cenu, aby jim ropa nezůstala. Poprvé v historii se cena ropy krátce dostala do negativních hodnot. Došlo tak ke kuriózní situaci, kdy prodávající musel za ropu odběrateli zaplatit. Na burze NYMEX se v dubnu 2020 cena futures kontraktů WTI s květnovým dodáním propadla až pod -40 USD (i týden před tímto propadem byla v Texasu nabízena s cenou 2 USD). Brent se v této době prodával za 25,57 USD. Podtržení toho, jak vážné jsou obavy nad nedostatkem úložného prostoru, se cena za futures kontrakt splatná o měsíc později ustálila na 20,43 USD. Rozdíl 60 USD mezi smlouvami je zdaleka největší v historii. V asijských zemích se s prohlubující krizí věřitelé obávají dát obchodníkům s ropnými komoditami úvěr. Ti ho nyní nutně potřebují na přežití.

V červnu 2020 těžba ropy OPEC klesla na 22,62 MBD a nacházela se tak na nejnižší úrovni za dvě desetiletí (Lawler, 2020).

Po postupném oživení světové ekonomiky a historicky nejnižším snížení produkce se cena ropy odrazila ode dna. Hlavní energetický zpravodaj pro agenturu Bloomberg J. Blas (2020) připomíná další ojedinělou situaci na ropném trhu v krátké době. Ropa k okamžitému odběru byla v jednu chvíli dražší než komodita na budoucí dodání. Rafinerie, které nedávno musely reagovat na propad poptávky, byly nyní ochotné platit vyšší ceny, aby měly z čeho vyrábět.

Podle Laury Hurst (2020) může současná situace urychlit posun k čistší energii a zapříčinit nižší cenu fosilních paliv v příštích desetiletích. Řada evropských producentů ropy se přidává k názoru, že některé energetické zdroje v hodnotě miliard dolarů se možná nikdy nevytěží. Těžařské společnosti, i kvůli rostoucím nákladům na emise uhlíku, již začínají pozastavovat průzkumy nových ložisek.

## 4 Analytická část

Analyzovaná období jednotlivých ukazatelů byla určena především z dostupnosti dat z relevantních zdrojů. Roční časové řady těchto ukazatelů použité ve statistických modelech jsou uvedeny v metodice (Tabulka 1). Aktuální ekonomická data chybí především u Venezuely, jejíž vláda je s postupující hospodářskou a politickou krizí přestala zveřejňovat. Nutno také podotknout, že některá data za stejné období se z neznámé příčiny liší z dříve zpracované bakalářské práce, ač pochází ze stejného zdroje. Pro tuto práci jsou klíčové ceny ropy, které jsou dále modelovány na základě měsíční časové řady v období 01/2000–12/2020.

Z důvodu složité až nemožné předvídatelnosti a kvantifikovatelnosti nejsou do modelů zahrnuty faktory zmíněné v předešlých kapitolách. Tyto relevantní proměnné se na ceně ropy – často zásadně – podílejí.

### 4.1 Souhrn a porovnání ropných statistik v letech 2009/2019

#### 4.1.1 Spotřeba a produkce ropy

Ve spotřebě ropy vedou jednoznačně Spojené státy. V roce 2019 spotřebovali 19,4 MBD. S 4,3% podílem na světové populaci tak dosahují 19,7 % světové spotřeby ropy. Na druhém místě je Čína s 14,1 MBD<sup>10</sup>. Spotřeba Číny však v posledních letech výrazně rostla, oproti roku 2009 je zde 71 % nárůst (poptávku Čína tlačila již několik let předtím, viz 3.9). Evropská unie jako celek měla ve stejném roce spotřebu 12,9 MBD. Její spotřeba jako jediná z těchto tří celků od roku 2009 klesla (−6,3 %).

Znatelný růst spotřeby je pozorovatelný zejména u asijských zemí a rozvíjejících se ekonomik (dále např. Indie, Vietnam, Katar, Omán, SAE, Saúdská Arábie, Turecko, Kolumbie).

Celkově jen asijsko-pacifický region rostl o 38 % a téměř 10 MBD mezi roky 2009–2019. Na celosvětovém nárůstu (+14,2 MBD) se tak tato oblast ve sledovaném období podílí ze 70 %.

---

<sup>10</sup> USA navíc mají více jak 4x méně obyvatel než Čína. Pokud by Čína měla stejnou spotřebu na obyvatele jako Spojené státy, dosáhla by v roce 2019 na celkovou spotřebu 84 529 MBD. Poměr spotřeby ropy na obyvatele se mezi lety 2009–2019 u Číny zvýšil o 62 %, u Spojených států zůstává cca stejný (na základě statistiky DESA o počtu obyvatel z roku 2019 a údajů o spotřebě ropy koncernu BP).

**Tabulka 2: Spotřeba ropy, 2009/2019**

	2009		2019		Δ 2009/2019
	Spotřeba*	Podíl na světové spotřebě	Spotřeba*	Podíl na světové spotřebě	
<b>Svět</b>	<b>84 083</b>	\	<b>98 272</b>	\	<b>16,9 %</b>
USA	18 030	21,4 %	19 400	19,7 %	7,6 %
Čína	8 240	9,8 %	14 056	14,3 %	70,6 %
EU	13 779	16,4 %	12 913	13,1 %	-6,3 %

\*V tisících barelech denně

Zdroj: vlastní zpracování z dat BP

Významným subjektem na straně nabídky je organizace OPEC. Země v tomto sdružení produkovaly v roce 2019 38,2 % ropné produkce (v roce 2009 41,7 %). V posledních letech se na pozici největší producentké země osamostatnily Spojené státy. Jejich produkce dosáhla v roce 2019 12,2 MBD. To činí 14,7 % světové produkce ropy a nárůst od roku 2009 o 128,3 %. Následují Rusko (11,3 MBD) a Saúdská Arábie (10,1 MBD).

**Tabulka 3: Produkce ropy, 2009/2019**

	2009		2019		Δ 2009/2019
	Produkce*	Podíl na světové produkci	Produkce*	Podíl na světové produkci	
<b>Svět</b>	<b>74 013</b>	\	<b>83 182</b>	\	<b>12,4 %</b>
USA	5 357	7,2 %	12 232	14,7 %	128,3 %
Rusko	9 927	13,4 %	11 292	13,6 %	13,8 %
Sa. Arábie	8 411	11,4 %	10 145	12,2 %	20,6 %

\*V tisících barelech denně

Zdroj: vlastní zpracování z dat BP

Ropa do Spojených států byla v minulosti ve velkém měřítku importována z nestabilních regionů. Takováto závislost na dovozu ropy v souvislosti s mírou spotřeby je strategickou a ekonomickou hrozbou pro USA. Země v tomto směru výrazně zvýšila soběstačnost, což je patrné již z nárůstu produkce v Tabulce 3. Díky tomu se USA staly největším producentem ropy na světě (rok 2018) a jejím čistým vývozcem (rok 2019) – viz 3.9.3. V posledních letech také klesá podíl importu této suroviny ze zemí jako Saúdská Arábie, Irák, Venezuela a roste naopak např. ze sousední Kanady, což dokládají data UNSD a webu OEC. Celková částka importu pak klesá vzhledem k nárůstu produkce z vlastních zdrojů.

Pro doplnění a srovnání s předchozí statistikou spotřeby, podíl produkce EU činí pouze 1,7 % (1,4 MBD).



Velmi výrazný je propad produkce Venezuely, a to v důsledků zpolitizování ropného průmyslu a tvrdých sankcí na Madurův režim vedenými právě USA (viz 3.8 a 3.9.2).

**Graf 3: Podíl organizace OPEC na světové produkci ropy, 2009/2019**

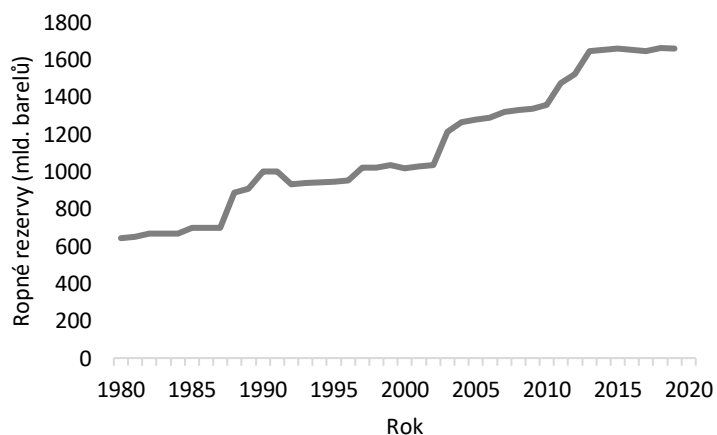


Zdroj: vlastní zpracování z dat BP, Statistical Review of World Energy 2020

#### 4.1.2 Světové zásoby ropy

Získat reálná data ropných zásob od jednotlivých států je v mnoha případech velmi obtížné. Statistiky publikované jednotlivými agenturami, či samotnými ropnými společnostmi se poměrně často rozcházejí. Dostupná data se také mohou statisticky mírně lišit podle zahrnutých druhů ropy a rozdílnému definování prokázaných zásob (viz 3.6).

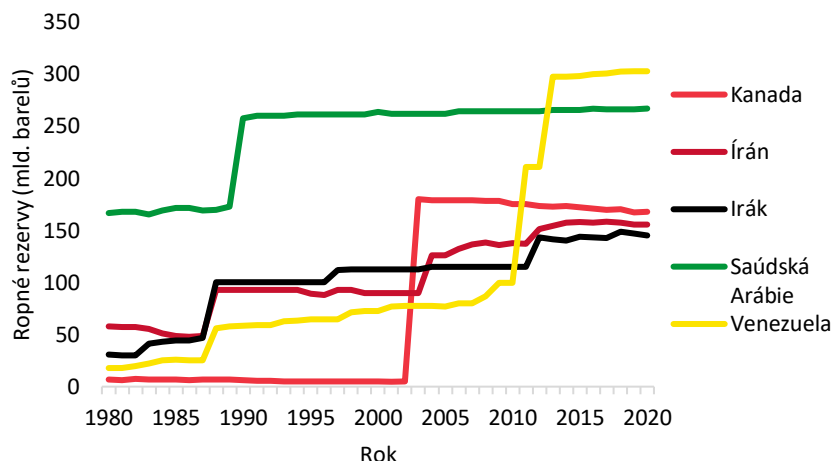
**Graf 4: Roční vývoj prokázaných ropných rezerv – svět, 1980–2019**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA

V následujícím grafu je možné vidět 5 zemí s aktuálně nejvyššími prokázanými ropnými rezervami s vývojem od roku 1980. Na první místo se dostala Venezuela díky nálezům v oblasti OOB (viz 3.8).

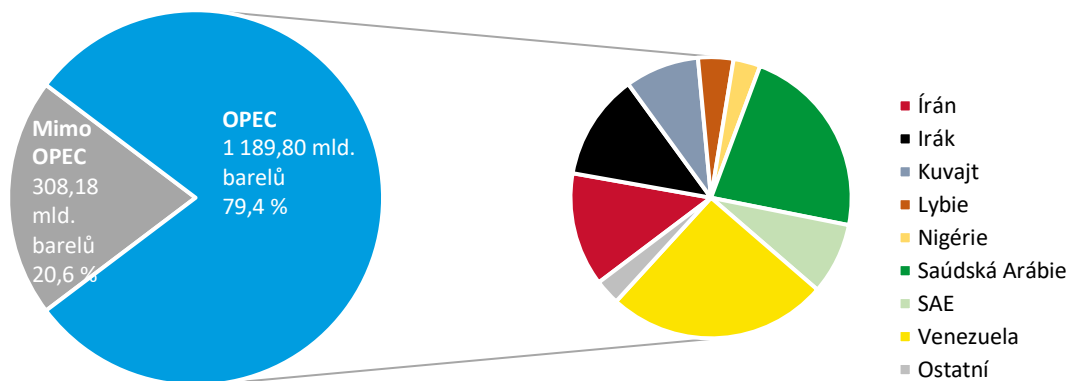
**Graf 5: Roční vývoj prokázaných ropných rezerv – TOP 5, 1980–2020**



Zdroj: vlastní zpracování z dat EIA

V samotné organizaci OPEC je dle výroční statistické zprávy z roku 2019 odhadem 79,4 % prokázaných světových zásob ropy. Podíl zásob na Blízkém východě poté představuje 64,5 % zásob organizace. Celkový počet ropných rezerv OPEC uvádí na více jak 1 189 mld. barelů.<sup>11</sup>

**Graf 6: Podíl organizace OPEC na světových zásobách ropy, 2018**



**Ropné rezervy organizace OPEC, ke konci roku 2018 (mld. barelů, podíl v OPEC)**

Venezuela	302,81	25,5 %	SAE	97,80	8,2 %	Angola	8,16	0,7 %
Saúdská Arábie	267,03	22,4 %	Libye	48,36	4,1 %	Kongo	2,98	0,3 %
Írán	155,60	13,1 %	Nigérie	36,97	3,1 %	Gabon	2,00	0,2 %
Irák	145,02	12,2 %	Alžírsko	12,20	1,0 %	Rov. Guinea	1,10	0,1 %
Kuvajt	101,50	8,5 %	Ekvádor*	8,27	0,7 %			

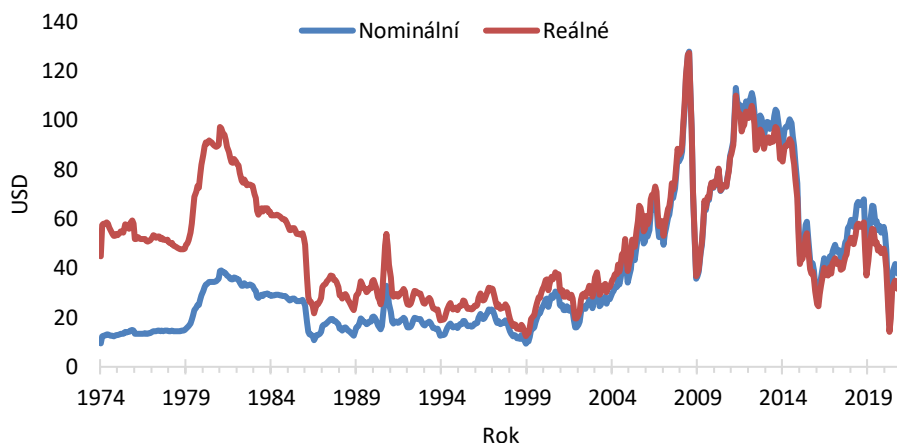
\*V roce 2020 již není členem

Zdroj: Vlastní zpracování dle dat a vizualizace OPEC, 2019

<sup>11</sup> Hodnoty ke konci roku 2018

Více jak čtvrtinový podíl zásob ropy OPEC tvoří Venezuela (302,81 mld. barelů). Následuje Saúdská Arábie (267,03 mld. barelů a 22,4% podíl) a až s větším odstupem ostatní členové organizace.

**Graf 7: Měsíční vývoj nominálních a reálných cen ropy (USD/barel), 1974–2020**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA

## 4.2 Predikce vývoje ceny ropy na následující období

Hodnota predikce ceny ropy je vyhodnocena na základě výsledků empirické měsíční časové řady ceny ropy ve zvoleném intervalu **01/2000–12/2020**. Predikce bude provedena na následující 4 měsíce, tj. **01/2021–04/2021**.

Z grafu měsíčního vývoje ve zvoleném období 2000 až 2020 časová řada cen ropy nevykazuje trendovou složku a působí stacionárně.

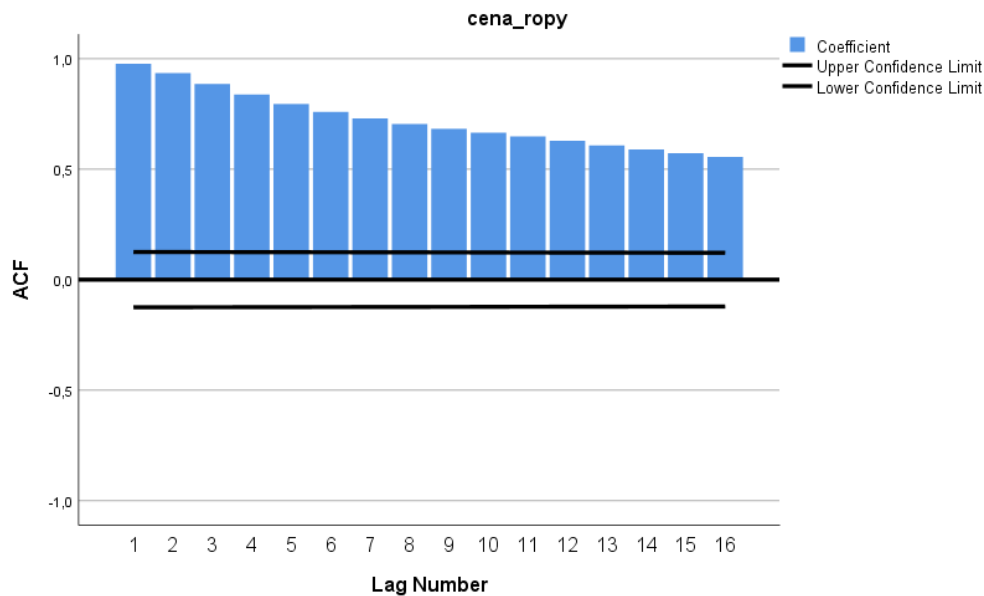
**Graf 8: Měsíční vývoj reálných cen ropy (USD/barel), 01/2000–12/2020**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

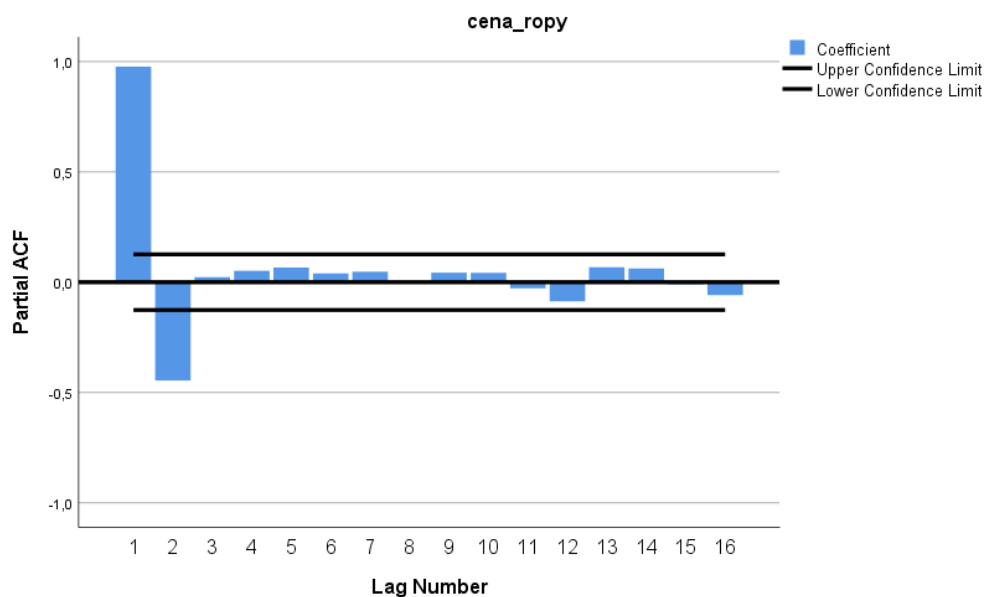
Na dalších grafech lze vidět výstup analýzy autokorelace časové řady pomocí ACF a PACF.

**Graf 9: Autokorelační funkce – reálná cena ropy**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

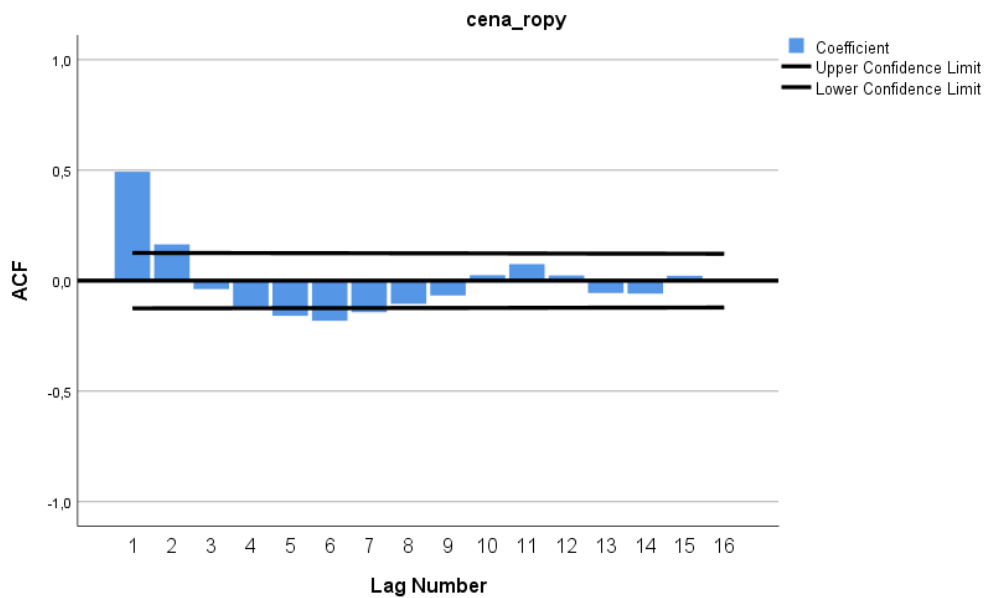
**Graf 10: Parciální autokorelační funkce – reálná cena ropy**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

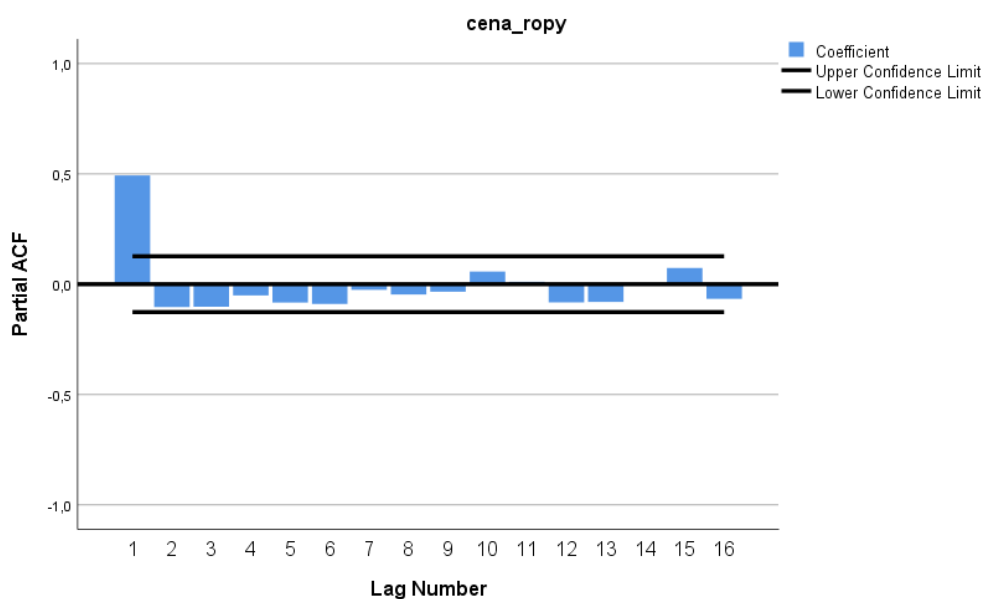
Z důvodu rostoucího průběhu ACF a první hodnotě PACF blízké jedné vyplývá, že se jedná o nestacionární časovou řadu. Je tak nutné provedení diference.

**Graf 11: Autokorelační funkce – reálná cena ropy, difference prvního řádu**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

**Graf 12: Parciální autokorelační funkce – reálná cena ropy, difference prvního řádu**

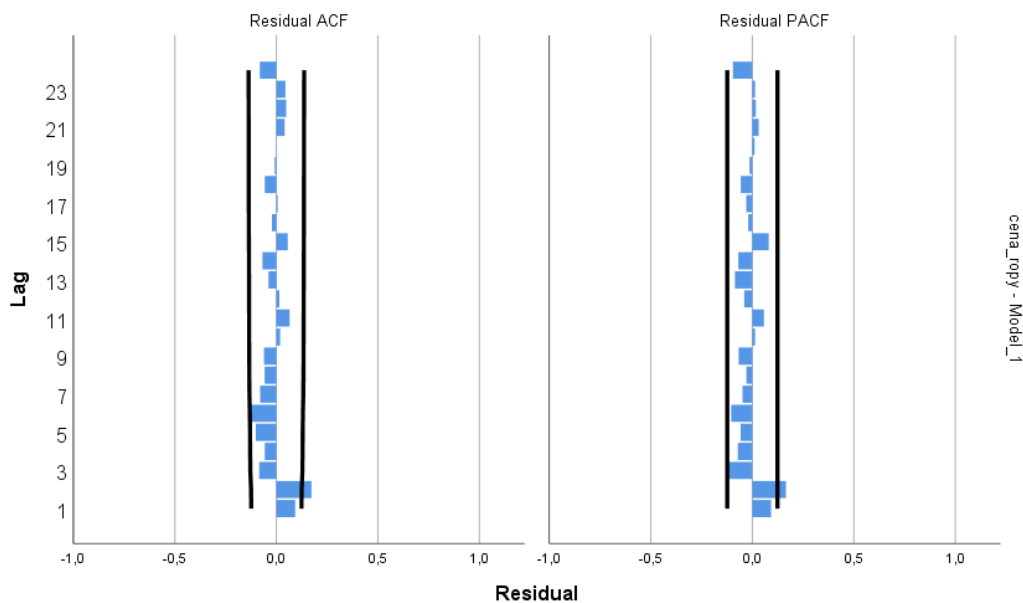


Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

Podle grafu ACF a PACF po první diferenci lze pozorovat, že statisticky významné jsou pouze první hodnoty obou funkcí. Z výsledků tak vyplývá, že je na místě rozhodovat o dvou možných modelech, a to ARIMA (1,1,0) nebo ARIMA (0,1,1).

V příloze č. 1 jsou výsledky modelu ARIMA (0,1,1).

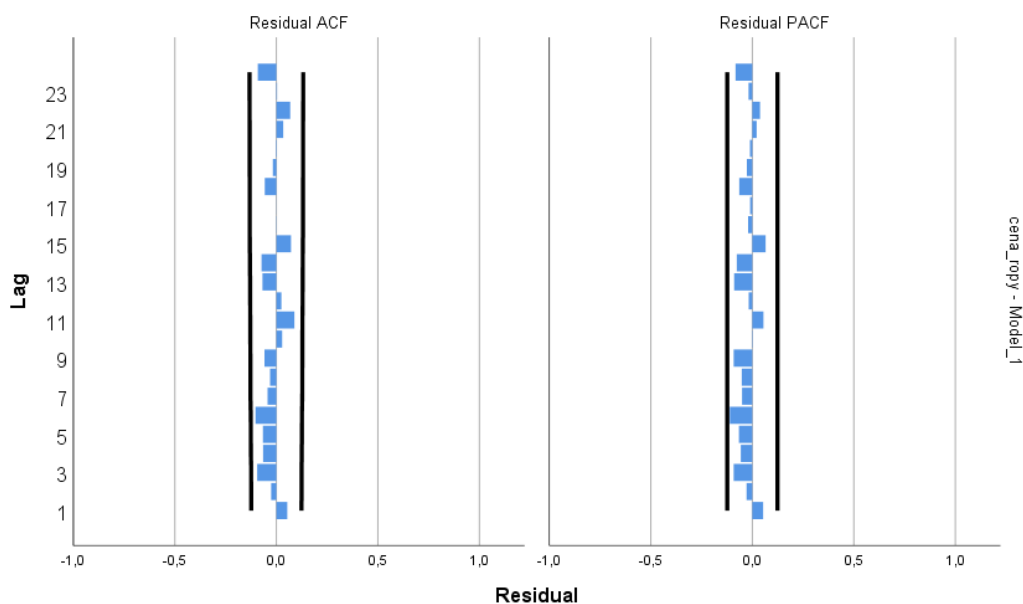
**Graf 13: RMSE autokorelační a parciální autokorelační funkce, ARIMA (0,1,1)**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

Výsledky modelu ARIMA (1,1,0) jsou k dispozici v příloze č. 2.

**Graf 14: RMSE autokorelační a parciální autokorelační funkce, ARIMA (1,1,0)**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

V případě ARIMA (0,1,1) je hodnota RMSE 4,431, u modelu ARIMA (1,1,0) je tato hodnota rovna 4,358. Menší hodnota signalizuje větší přizpůsobivost modelu empirickým hodnotám, a jako vhodnější se tedy ukazuje model ARIMA (1,1,0).

V případě porovnání stacionárních koeficientů determinace má model ARIMA (0,1,1) hodnotu 0,219, u modelu ARIMA (1,1,0) je to 0,244. V tomto případě naopak vyšší hodnota značí vhodnější model a jako vhodnější se opět jeví ARIMA (1,1,0).

MAPE u modelu ARIMA (0,1,1) dosahuje 6,619 %, u ARIMA (1,1,0) je to 6,694 %. Zde tak má menší chybu MAPE model ARIMA (0,1,1).

#### **4.2.1 Výsledky testu autokorelace a výsledné grafy ACF a PACF**

H<sub>0</sub>: autokorelace (sériová korelace) prvního nebo vyššího řádu se nevyskytuje

H<sub>1</sub>: autokorelace (sériová korelace) prvního nebo vyššího řádu se vyskytuje

##### **ARIMA (0,1,1)**

Výsledek Ljung-Boxova testu je 27,489 a jeho p-hodnota je 0,051. P-hodnota není menší než 5% hladina významnosti, a tedy by se H<sub>0</sub> na této hladině těsně nezamítala. Zároveň je možné vidět, že je zde stále výskyt jisté autokorelace, což velmi dobře znázorňují grafy ACF a PACF.

##### **ARIMA (1,1,0)**

Výsledek Ljung-Boxova testu je 17,224, jeho p-hodnota je 0,439. P-hodnota je větší než 5% hladina významnosti, H<sub>0</sub> se tedy nezamítá. Autokorelace se tak zde nevyskytuje, což je opět zřetelné z grafů.

Model ARIMA (1,1,0) má tedy splněný předpoklad autokorelace a pro predikci dat se jeví jako vhodnější.

Jako poslední je vyhodnocena hodnota BIC. Ta je rovna 3,021 u modelu ARIMA (0,1,1) a 2,988 u modelu ARIMA (1,1,0). V tomto případě tak výsledky hovoří opět ve prospěch modelu ARIMA (1,1,0), který tak lze považovat pro další predikci za vhodný. Jeho prostřednictvím je tak provedena predikce na následující 4 období.

**Graf 15: Výsledná predikce modelem ARIMA (1,1,0)**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

**Tabulka 4: Výsledná predikce modelem ARIMA (1,1,0)**

Období	Odhadnutá hodnota	Dolní hranice 95 % IS	Horní hranice 95 % IS
Leden 2021	40,12	31,54	48,70
Únor 2021	41,42	25,99	56,85
Březen 2021	42,09	20,63	63,54
Duben 2021	42,44	15,71	69,17

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

Vzhledem k vývoji zpracování se podařilo získat i naměřenou hodnotu z ledna roku 2021, ta byla **41,58**. Kvalitu odhadu tak lze posoudit pomocí Theilova indexu nesouladu.

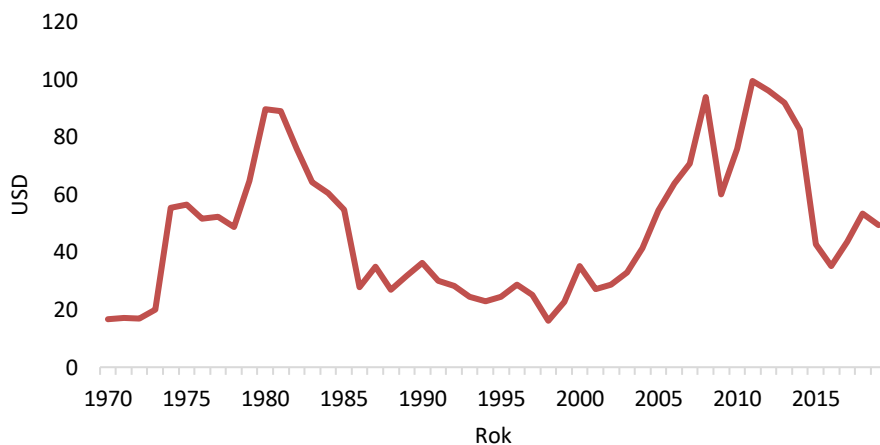
Výsledek Theilova indexu vyšel  $T_2 = 0,001233$ , hodnota  $T\% = 0,035113$ , tedy **3,511 %**. Dle definice jsou hodnoty mezi 0-10 % považovány za vyhovující. V případě intervalu 0-5 % poté jako velmi vyhovující a prognóza je vyhodnocena jako úspěšná. V tomto případě se jedná o velice příznivý výsledek 3,511 % a lze tedy hovořit o tom, že, ačkoli je predikce ropy velmi obtížná a hodí se pro ni spíše metody technické analýzy, byl získán dle Theilova indexu velmi dobrý predikční model.



## 4.3 Analýza ceny ropy a dalších ekonomických ukazatelů

### 4.3.1 Cena ropy

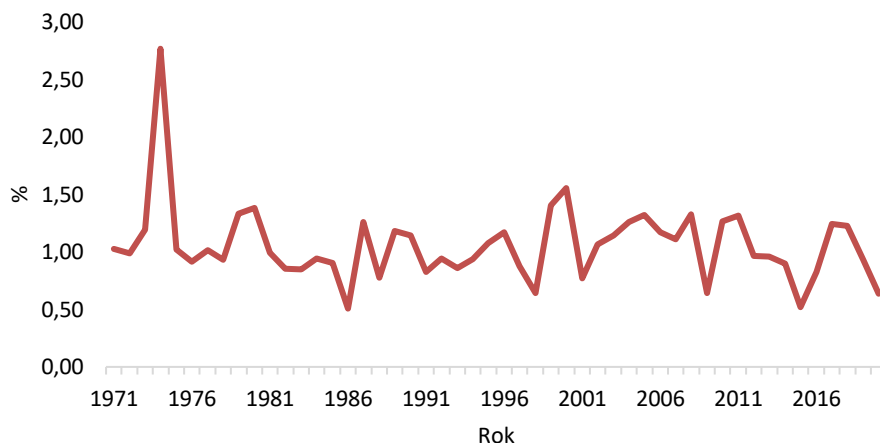
Graf 16: Roční vývoj ceny ropy (USD/barel)



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA

Cena ropy je ve sledovaném období velice volatilní a není zde patrná žádná trendová složka. Roční časová řada působí z vizuálního hlediska stacionárně. Data této proměnné jsou kompletní v rámci 50let, což lze považovat za dostatečně dlouhé období.

Graf 17: Vývoj relativních přírůstků ceny ropy



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA

Meziroční růst vývoje ceny ropy se rovněž chová přibližně stacionárně a není zde žádný viditelný trend. Už z vizuální analýzy je zde patrný prudký nárůst ceny mezi rokem 1973 a 1974. Relativní přírůstek má zde hodnotu 2,76, v roce 1974 byl tedy oproti

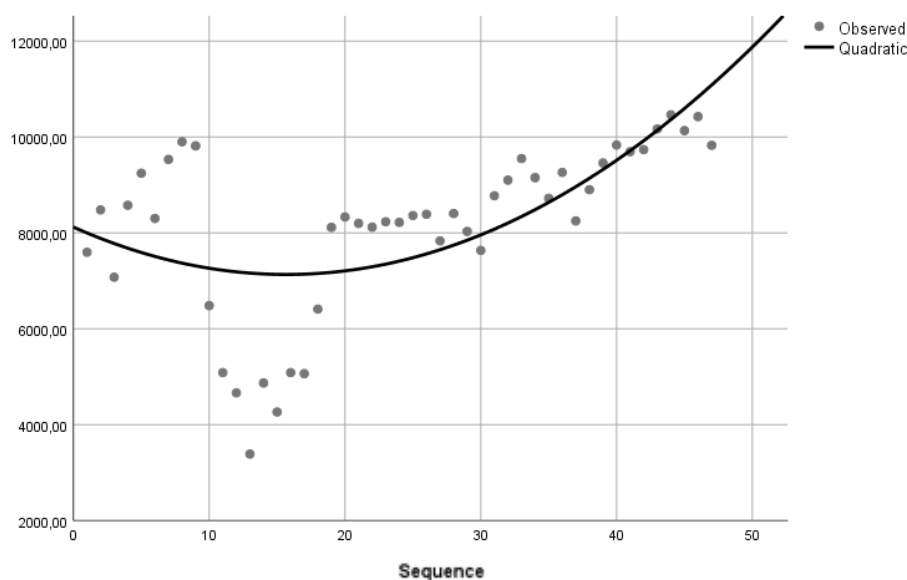
předcházejícímu roku nárůst o 276 %. Toto období je historicky zaznamenáno jako první ropný šok (3.9.1).

Průměrný relativní přírůstek cen ropy mezi roky 1970 až 2019 (tedy geometrický průměr relativních přírůstků) je 1,01275, jde tak o průměrný meziroční růst 1,275 %. V absolutním vyjádření je to hodnota 5,485 USD.

### 4.3.2 Produkce ropy

#### Saudská Arábie

**Graf 18: Roční vývoj vysvětlované proměnné produkce ropy (tis. barelů/den) v Saudské Arábii, 1973–2019**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSSxx

Produkce ropy v Saudské Arábii se vyznačuje kvadratickým trendem. Pomocí trendové funkce se podařilo vysvětlit 41,5 % variability závislé proměnné. F-test dosáhl výsledku 15,611 a jeho p-hodnota  $< 0,001$ , tento model je tak statisticky významný. Na 5% hladině významnosti se zamítá  $H_0$  o nevýznamnosti modelu.

Trendová kvadratická funkce má následující tvar:

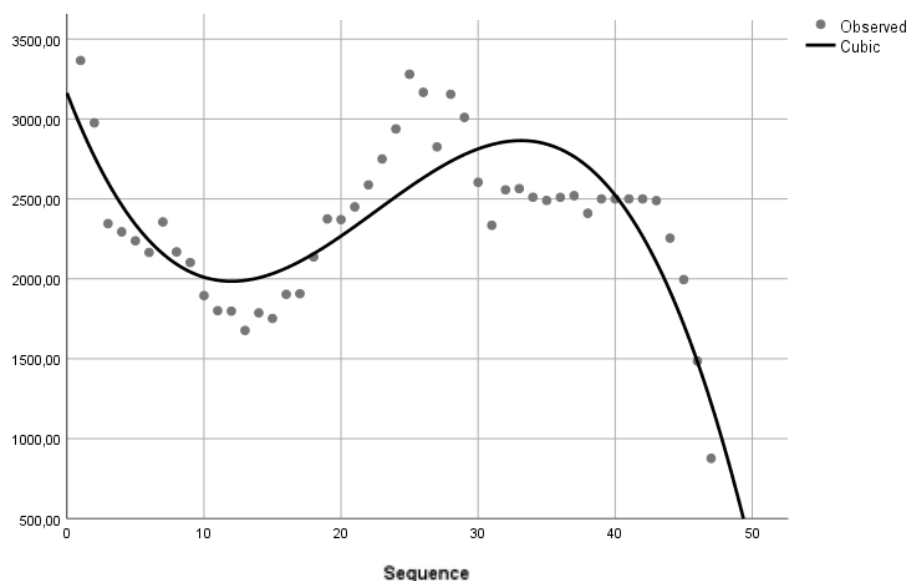
$$T = 8121,203 - 126,190t + 4,026t^2.$$

Průměrný relativní přírůstek je 1,0056, tj. průměrný meziroční růst o 0,56 %. Průměrný absolutní přírůstek je 48,47 tis. barelů/den. V průměru se roční produkce pohybuje okolo 8152,09 tis. barelů/den.

Výrazný propad produkce je patrný v 80. letech 20. stol po druhém ropném šoku, tedy v době, kdy Saúdská Arábie omezila produkci k udržení vysokých cen ropy na trhu. Během následujících let se však opět výrazně navyšovala na hodnoty okolo 8 MBD. Téměř 11% pokles produkce je po hospodářské krizi z roku 2008 a snížení ropné poptávky. V posledních letech se produkce země pohybuje již okolo 10 MBD.

## Venezuela

**Graf 19: Roční vývoj vysvětlované proměnné produkce ropy (tis. barelů/den) ve Venezuele, 1973–2019**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

Produkce ropy ve Venezuele obsahuje kubický trend. Kubická funkce jako jediná dokázala vysvětlit významnou část vývoje variability produkce ropy<sup>12</sup>. Pomocí tohoto trendu se podařilo vysvětlit 66,2 % variability závislé proměnné produkce ropy. Podle F-testu (28,070) a jeho p-hodnoty < 0,001 je tento model statisticky významný. Na 5% hladině významnosti se zamítá  $H_0$  o nevýznamnosti modelu.

Kubická funkce má následující tvar:

$$T = 3163,567 - 223,356t + 12,672t^2 - 0,187t^3.$$

Z grafu je možné pozorovat propad po stávce v PDVSA. Vývoj produkce však poslední roky klesá k nejnižším zaznamenaným hodnotám a výrazně se projevují problémy venezuelských rafinérií (viz 3.8).

<sup>12</sup> Funkce vyššího stupně polynomu zde lze akceptovat, model není dále použit pro predikci hodnot.

Hodnota průměrného koeficientů růstu je 0,97118, tzn. průměrný meziroční pokles 2,88 %. V absolutním vyjádření jde o 54,11 tis. barelů/den.

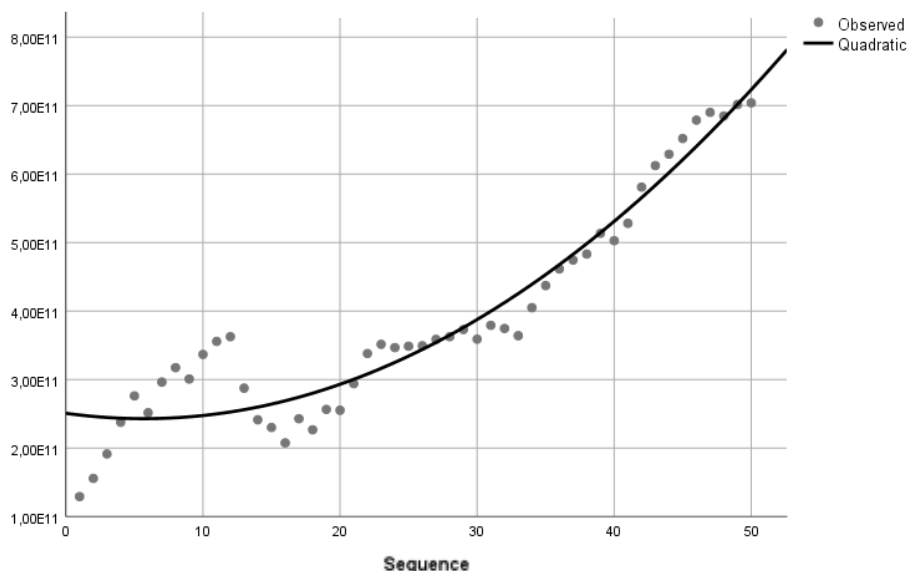
Při srovnání produkce ropy v Saudské Arábii a Venezuele je zřetelná možná korelace. Pearsonův korelační koeficient má hodnotu 0,273 a jeho p-hodnota je 0,064. Mezi produkcí Saudské Arábie a Venezuely se tak jeví slabá přímá síla závislosti, která ale není na standardní hladině významnosti statisticky významná (viz příloha č. 3).

Průměrná produkce ve Venezuele je 2365,54 tis. barelů/den. Saudská Arábie má tak průměrně v analyzovaném období cca 3,44krát vyšší produkci než Venezuela.

### 4.3.3 HDP

#### Saudská Arábie

**Graf 20: Roční vývoj vysvětlované proměnné HDP (USD) v Saudské Arábii, 1968–2019**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

Vývoj HDP v Saudské Arábii opět vykazuje znatelný trend. Pomocí kvadratické trendové funkce se podařilo vysvětlit 91,6 % variability vývoje HDP. F-test o modelu je v tomto případě 256,641 a jeho p-hodnota je  $< 0,001$ . Dle 5% hladiny významnosti se  $H_0$  zamítá a tento model je statistický významný.

Kvadratická funkce má následující tvar:

$$T = 250782,191 - (-2771,056t) + 244,426t^2.$$

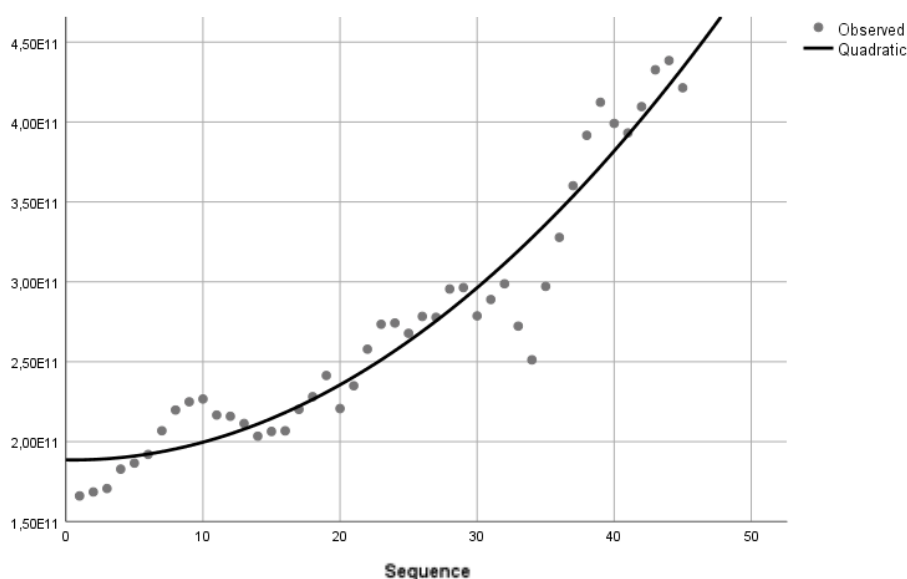
První regresní koeficient zde není statistický významný. To však neovlivňuje kvalitu celkového modelu, který je na základě celkového testu významný. I dle jiných analýz se model s kvadratickou trendovou funkcí jeví jako nejvhodnější.

Pro sledované období je mimo jiné charakteristický rozvoj těžby, objevování nových ložisek a přebírání kontroly země nad ropným průmyslem. Větší propad ukazatele je pouze v 80. letech 20. stol po druhém ropném šoku. Přelomem let devadesátých, kdy se produkce dostávala zpět na předešlou úroveň, se na původní hodnoty dostala i hodnota HDP (přes 300 mld. USD). Od roku 2003 spolu s globálním ekonomickým růstem a rostoucí poptávkou po ropě lze pozorovat také kontinuální růst HDP v Saúdské Arábii (pouze s poklesem o 2,1 % po hospodářské krizi z roku 2008). Mírný pokles (-0,7 %) je také v roce 2017, v tomto případě tedy opět po propadu cen ropy na trhu. Lze také uvažovat o tom, že jednotlivé propady cen ropy se zemi podařilo bez větších problémů přejít i díky rekordně nastřádaným devizovým rezervám (viz dále 4.3.7), a to naopak právě z období, kdy ceny ropy dosahovaly svých vrcholů.

## Venezuela

V případě analýzy HDP ve Venezuele jsou data pouze do roku 2014. Vývoj tohoto ukazatele lze opět uvažovat v souvislosti s cenou ropy (např. při nárůstu cen ropy v 70. letech 20. století a následném propadu obou hodnot). Nicméně z důvodu rozsahu ekonomických problémů (ač data z posledních let nejsou do modelu zahrnuta) a problémů s produkcí se v tomto případě neočekává signifikantní vliv proměnné ceny ropy.

**Graf 21: Roční vývoj vysvětlované proměnné HDP (USD) ve Venezuele, 1968–2014**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

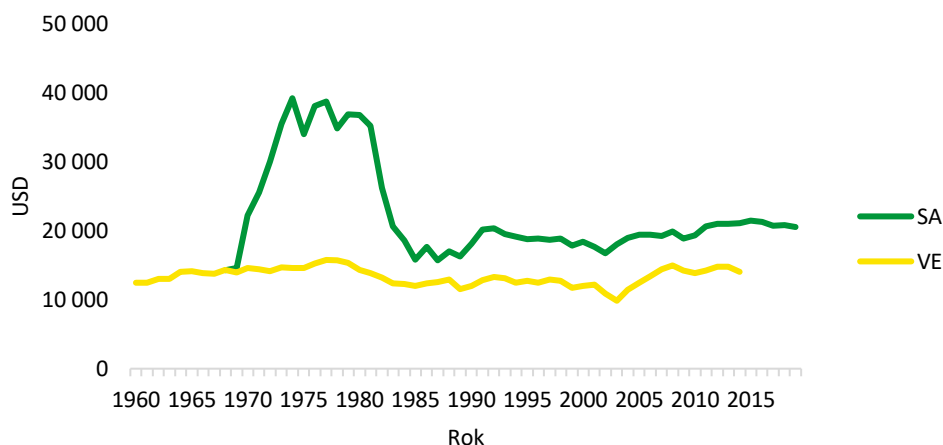
Pro vývoj HDP se opět jeví jako nejvhodnější trendová funkce parabola. Pomocí kvadratické funkce se podařilo vysvětlit 92,6 % variability HDP. Výsledek F-testu je 263,986 a p-hodnota < 0,001. Uvedený model je tedy na 5% hladině signifikantní.

Kvadratická funkce má následující tvar:

$$T = 188591,472 - (-134,874t) + 124,175t^2.$$

Obdobně jako v případě u Saudské Arábie první regresní koeficient zde není statisticky významný. Pro přesnější výsledky je v rámci vysvětlení ceny ropy použito celkové HDP. V následném porovnání vývoje HDP mezi zeměmi byla použita hodnota HDP přepočtena na obyvatele.

**Graf 22: Roční porovnání vývoje HDP na obyvatele (USD) mezi Saúdskou Arábií a Venezuelou**



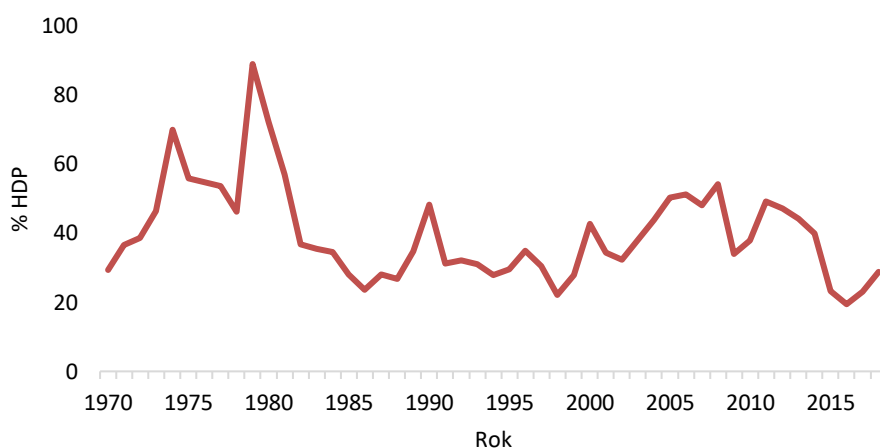
Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG

Na první pohled je patrné, že HDP na obyvatele je v Saudské Arábii po celou dobu sledovaného vývoje (v období dostupnosti dat u obou zemí, kromě prvního roku 1968) vyšší, než ve Venezuele. V posledním Venezuelou uveřejněném období v roce 2014 činila tato hodnota ve Venezuele 14 025,36 a v Saudské Arábii 21 087,36 USD. Jde tedy o rozdíl více než 7 000 USD. Zároveň platí, že je ve vývoji jistá korelace. Pearsonův koeficient korelace vychází 0,697 a jedná se tedy o středně silnou závislost (příloha č. 4).

#### 4.3.4 Příjmy z ropy (% z HDP)

##### Saudská Arábie

**Graf 23: Roční vývoj vysvětlované proměnné příjmy z ropy (% z HDP) v Saúdské Arábii**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG

Na první pohled se rovněž jedná o stacionární časovou řadu, která nevykazuje trend. Průměrný koeficient růstu je 0,99956, lze tedy konstatovat, že v průměru je meziroční tempo zhruba konstantní. V roce 2018 tvořily příjmy z ropy 28,71 % HDP, což je značný pokles oproti předcházejícím letům, kdy se hodnota pohybovala i kolem 50 %.

Podstatně největší podíl příjmů z ropy na HDP měla Saúdská Arábie v období 1978–1979, tedy v době druhého ropného šoku. Saudská Arábie srazila produkci výrazně pod úroveň svých kapacit a udržovala tak vysoké ceny ropy na světových trzích. Vysoké příjmy z ropného průmyslu Saúdské Arábii umožňovaly částečnou transformaci ekonomiky a reformy zajišťující hospodářský růst. V 80. letech 20. stol. však cena ropy na trhu, a s tím také tato proměnná, výrazně klesly.

Snahy o větší diverzifikaci ekonomiky se v Saúdské Arábii stále projevují, nicméně jde i dále o velmi vysokou hodnotu jednoho odvětví na celkovém HDP. Každý propad cen ropy pro zemi znamená výrazný pokles rozpočtu.

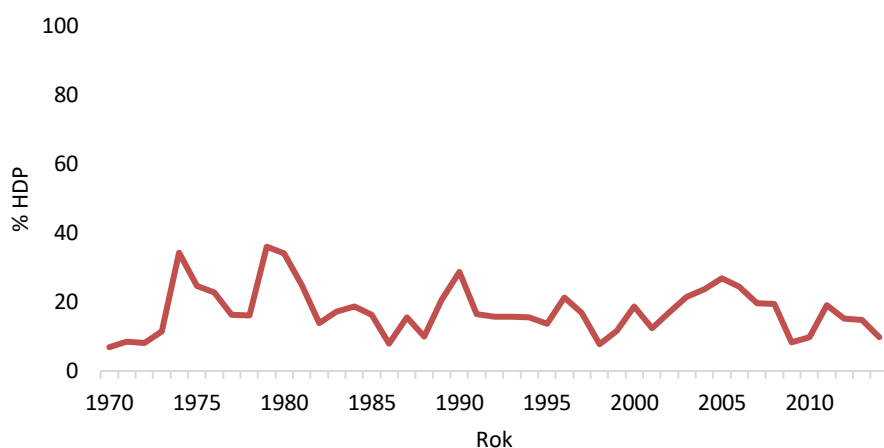
Saudi Aramco ke konci roku 2019 vstoupilo poprvé na akciové trhy (viz 3.7). Šlo o největší IPO v historii. Společnost vydala „pouze“ 1,5 % akcií. Stala se také nejhodnotnější světovou společností dle tržní kapitalizace (více jak dva biliony USD).

## Venezuela

Z vývoje hodnot podílu příjmů z ropy na HDP lze konstatovat, že, ač jsou hodnoty podstatně vyšší než v Saúdské Arábii, stále jde o vysokou závislost na jedné surovině. Je zřejmé, že za socialistické politiky prezidentů Cháveze a Madura se země závislosti výrazněji nezbavila. Současnou krizi v zemi tak lze přičítat také problémům s produkcí ve venezuelských rafinériích a propadech ropných cen. Právě cenový vývoj ropy bude dále

dáván do porovnání s příjmy z ropy. Enormní částky z ropných příjmů, kdy ceny kulminovaly nad hranicí 100 USD, byly využívány převážně na štědré sociální programy k zajištění politické přízně početné chudé části venezuelských obyvatel (viz 3.8), na rozdíl od saúdských investic a zvyšování devizových rezerv.

**Graf 24: Roční vývoj vysvětlované proměnné příjmy z ropy (% z HDP) ve Venezuele**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG

Ani ve Venezuele časová řada tohoto ukazatele nevykazuje znatelný trend a je zde patrná vysoká kolísavost. Na první pohled jsou hodnoty ve sledovaném období podstatně nižší než v případě Saudské Arábie. Průměrný koeficient růstu je v tomto případě opět víceméně konstantní 1,008. Poslední dostupná hodnota je z roku 2014, kdy příjmy z ropy tvořily pouze 9,83 %, u Saudské Arábie to ve stejný rok bylo 40 %. Snižující se hodnota tohoto ukazatele ve sledovaném období se dá přičíst právě problémům s produkcí v tamních rafinériích, což vzhledem k závislosti znásobuje ekonomické problémy země.

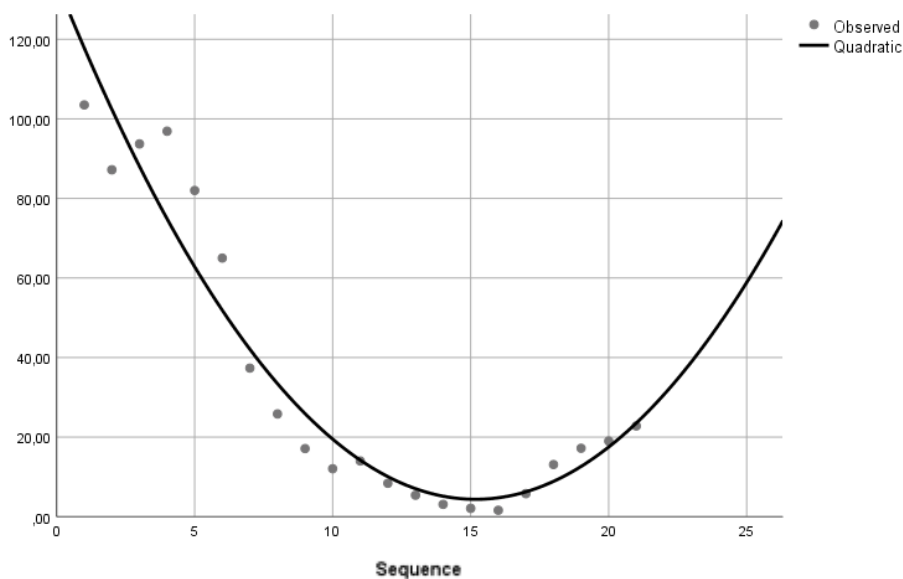
#### 4.3.5 Vládní dluh (% z HDP)

##### Saudská Arábie

Vládní zadlužení země činilo přelomem tisíciletí hodnoty okolo 100 % z HDP. Od této doby však hodnota soustavně klesala až na 1,6 % v roce 2014, což může být pochopitelně v souladu s růstem HDP v zemi. Ač hodnota HDP dále stále mírně rostla, podíl dluhu se opět začal zvyšovat, a to na aktuálních 22,8 %. V další části tak bude analyzováno, zda tento vývoj je možné vysvětlit vývojem ceny ropy.



**Graf 25: Roční vývoj vysvětlované proměnné vládní dluh (% z HDP) v Saúdské Arábii, 1999–2019**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat SAMA, software SPSS

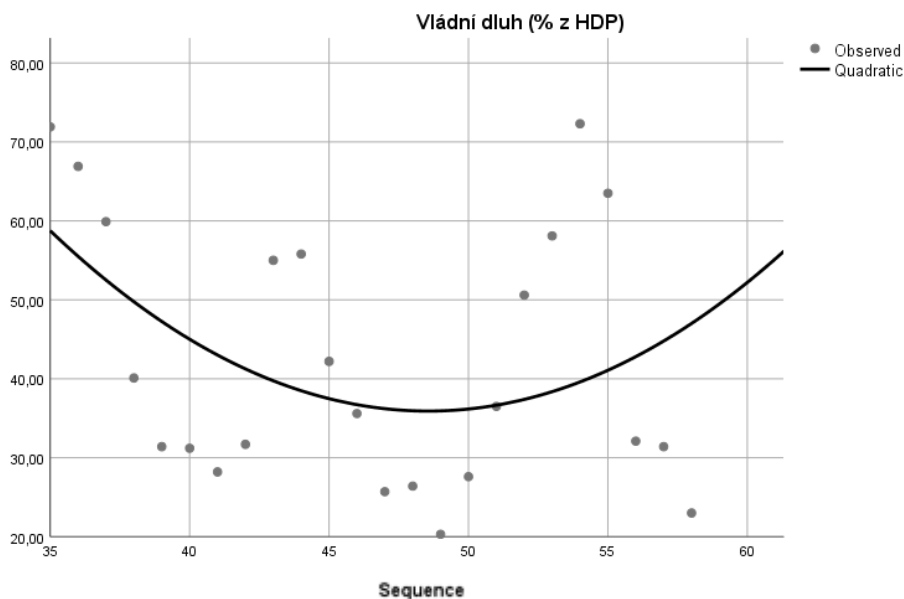
Pomocí kvadratického trendu se podařilo vysvětlit 93,2 % variability vývoje vládního dluhu. F-test o modelu je v tomto případě 123,317 a jeho p-hodnota  $< 0,001$ . Podle 5% hladiny významnosti se tak  $H_0$  zamítá a model je statistický významný.

### Venezuela

Ve vývoji ukazatele vládního dluhu ve Venezuele je zřejmé, že nepřímá úměra růstu cen ropy, a tím snižování vládního dluhu, zde neplatí. Nárůst dluhu od roku 2008 je možné spojovat kromě hospodářské krize také s masivními výdaji na sociální politiku.

Vývoj lze pozorovat v časové řadě, kde je tendence popsána kvadratickým trendem. Ten z možných trendových funkcí vychází nejlépe, přesto však na první pohled není signifikantní.

**Graf 26: Roční vývoj vysvětlované proměnné vládní dluh (% z HDP) ve Venezuele, 1994–2017**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat Ministry of Economy and Finance, software SPSS

Opět se jedná o časovou řadu bez významného trendu. Průměrný koeficient růstu vládního dluhu vychází 0,9517, průměrný meziroční pokles vládního dluhu je tedy meziročně přibližně o 4,83 %. V poslední sledovaném období, kterým je rok 2017 tvořil vládní dluh 23 % z HDP, přitom ještě v roce 2013 tato hodnota dosahovala 72,3 %.

#### 4.3.6 Export

##### Saudská Arábie

V roce 2015 tvořily nerostné suroviny 69 % exportu země v celkové hodnotě 126 mld. USD. Na této hodnotě se největší částí podílela surová ropa, která tvořila 55% podíl exportu v hodnotě 101 mld. USD. Dále pak ropa zpracovaná v rafinériích s podílem 10 % a částkou 18,4 mld. USD. Za zmínku stojí také polymery, ty ve stejném roce dosáhly 10% podílu a částky 18,6 mld. USD. Další položky jsou v tomto ohledu tak téměř „nevýznamné“.<sup>13</sup> Zmiňovanou diverzifikaci ekonomiky v tomto případě pozorovat nelze, i do roku 2019 se podíl ropných produktů pohybuje okolo 70 % na celkovém exportu.

Největšími příjemci saúdského exportu byla v roce 2015 Čína (15 %) a USA (11 %)<sup>14</sup>. Tento podíl značně klesl zejména v roce 2019 u Spojených států, což lze přičítat k

<sup>13</sup> Data čerpána v letech 2017–2018.

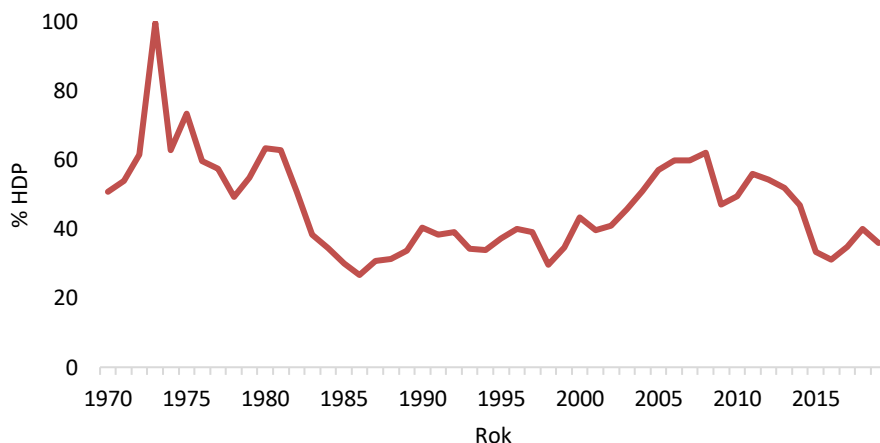
<sup>14</sup> Data čerpána v letech 2017–2018.

velkému nárůstu americké ropné produkce a jejich nové pozici jakožto čistý vývozce ropy. Naproti tomu Čína tak svůj podíl v tomto ohledu navýšila.

Čistý export země dosahoval rekordních hodnot zejména v roce 2012. V následujících letech však výrazně poklesl, a to na téměř třetinovou hodnotu 126 mld. USD v roce 2018.

V následujících modelech bude počítáno s hodnotou podílu exportu na HDP.

**Graf 27: Roční vývoj vysvětlované proměnné export (% z HDP) v Saúdské Arábii**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG

Průměrný koeficient růst exportu zboží a služeb (% z HDP) je 0,993. Export je v průměru za dané období meziročně téměř konstantní. V posledním sledovaném období, kterým je rok 2019, byla hodnota exportu zboží a služeb z HDP 36,05 %. Export tedy tvoří významnou část HDP Saúdské Arábie. Časová řada se prokazuje vysokou volatilitou, cílem tudíž je porovnat ji s vývojem ceny ropy.

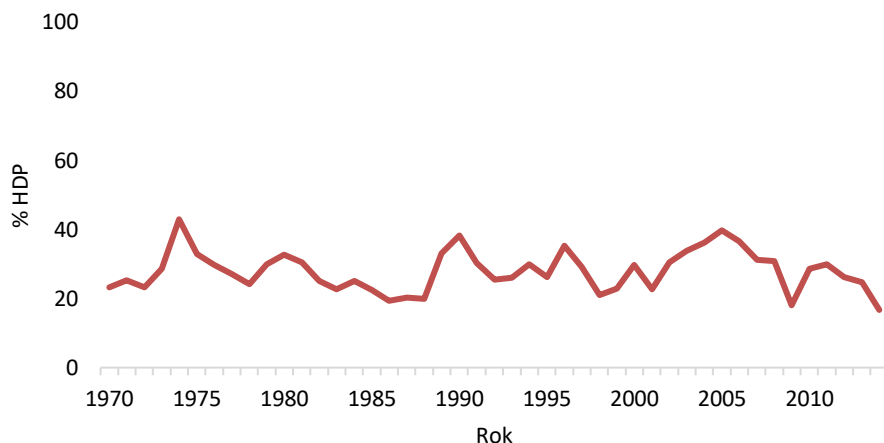
## Venezuela

V souvislosti s venezuelskou ropou se často mluví o tzv. teorii přírodních zdrojů (Holandské nemoci). Tj. situace kdy velký růst zvláště v sekci nerostných surovin způsobí vlivem zahraniční poptávky zhodnocení domácí měny, což však nekoresponduje s vývojem okolních odvětví v ekonomice. Ty se stávají čím dál méně konkurenceschopné a paradoxně dochází k celkovému brždění celého národního hospodářství. Výsledná závislost na tržní ceně dominantní suroviny je tak předmětem další analýzy.

Nerostné suroviny tvořily v roce 2015 91% podíl na exportu a dosahovaly hodnoty 31.3 mld. USD. Samotná ropa pak tvoří 89 % a 30,47 mld. USD. Ve stejném roce byly největšími odběrateli venezuelských nerostných surovin Spojené státy (43 % a 14,6 mld.

USD) a Čína (18 % a 6,07 mld. USD).<sup>15</sup> Zejména však v případě USA tyto hodnoty výrazně klesají v souvislosti s rozvojem americké těžby a uvalenými sankcemi na venezuelský režim.

**Graf 28: Roční vývoj vysvětlované proměnné export (% z HDP) ve Venezuele**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG

Průměrný koeficient růstu je v tomto případě 0,9924, opět jde tak spíše o průměrný konstantní vývoj časové řady. Za povšimnutí stojí, že mezi roky 2013 a 2014 činil koeficient růstu 0,674, tedy pokles o 32,6 %. Poslední známá hodnota je z roku 2014 a jedná se o 16,69 % z HDP.

#### 4.3.7 Devizové rezervy

##### Saúdská Arábie

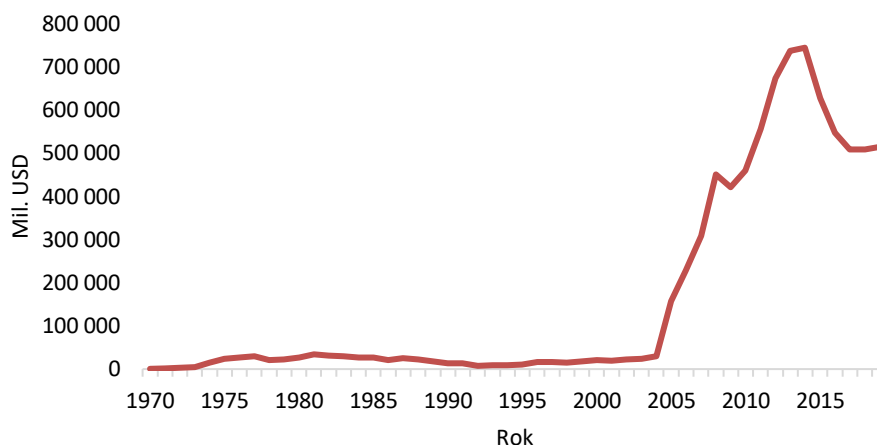
V tomto případě se jedná o depozita zahraniční měny držené centrálními bankami a finančními institucemi včetně zlata<sup>16</sup>.

Od roku 2005 v období hospodářského růstu je patrný prudký nárůst tohoto ukazatele až k 744 mld. USD, poté nastal jeho pokles. Ten je opět v době propadu ropných cen. Je tak možné, že „rozpuštění“ devizových rezerv nastávalo mimo jiné i v souvislosti s propadem cen ropy k narovnání saúdského rozpočtu. Zároveň jde o dobu, kdy saúdská vláda měla rozpracovanou řadu projektů, a také se účastnila finančně nákladného konfliktu v Jemenu. Rezervy mohla rovněž použít ke snižování zadlužení, což, jak se ukázalo, se saúdské vládě ve sledovaném období rychle dařilo.

<sup>15</sup> Data čerpána v letech 2017–2018.

<sup>16</sup> V případě Saúdské Arábie se zlato podílí pouze v jednotkách procent.

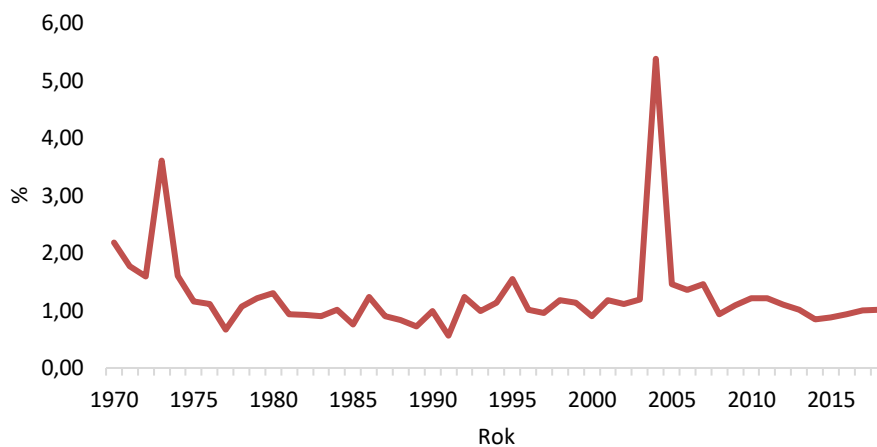
**Graf 29: Roční vývoj vysvětlované proměnné devizových rezerv (včetně zlata, nominálně v mil. USD) v Saúdské Arábii**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF

Ve vývoji relativních přírůstků jsou patrné nárůsty v letech 1973 a zejména právě 2005, kdy došlo meziročně k nárůstu o více jak 437 %.

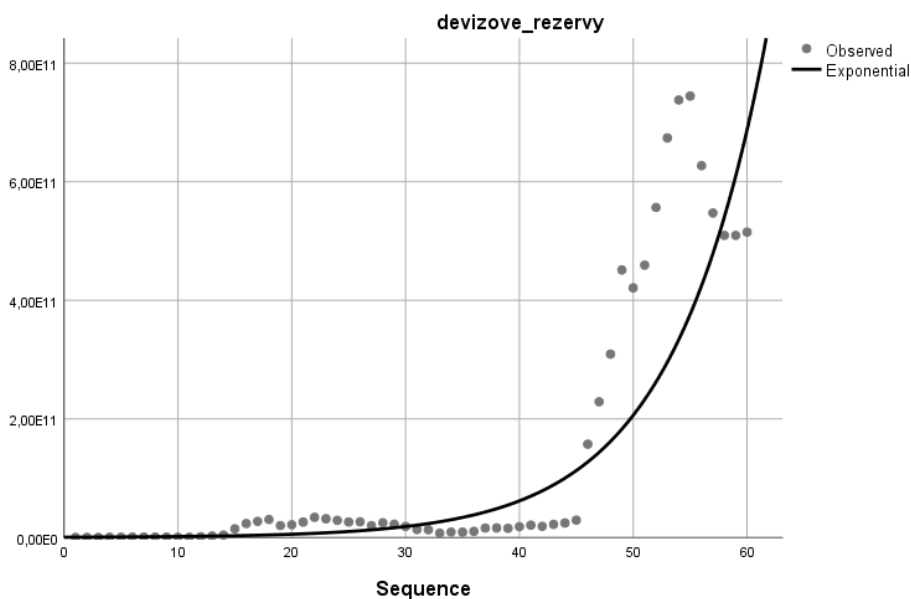
**Graf 30: Vývoj relativních přírůstků devizových rezerv v Saúdské Arábii**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF

Zároveň lze již dle vizuálního zhodnocení vývoje devizových rezerv vidět jistý trend. Jako vhodná funkce zde byla vybrána na základě interpolačních kritérií exponenciální funkce.

**Graf 31: Vývoj devizových rezerv v Saúdské Arábii, 1968–2019**



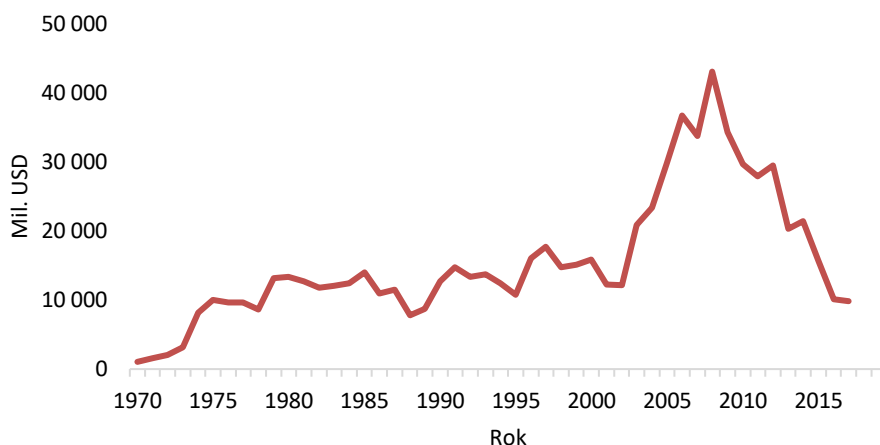
Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF, software SPSS

Pomocí této funkce se podařilo vysvětlit 81 % variability vývoje devizových rezerv, F-test o modelu je v tomto případě 247,025 a jeho p-hodnota  $< 0,001$ . Podle 5% hladiny významnosti se  $H_0$  zamítá a model je statistický významný. Je však zapotřebí podotknout, že posledních 5 období ve sledování se vyznačuje sestupným trendem a exponenciální funkci se tak vymyká. Tento pokles je možno právě uvažovat s propadem cen ropy.

## Venezuela

Ve Venezuele lze pozorovat, že vývoj do roku 2008 měl spíše rostoucí tendenci. V roce 2009 oproti roku 2008 nastal propad devizových rezerv o více jak 20 %, a dále tento ukazatel prudce klesal v souvislosti s hospodářskou krizí a vládními výdaji.

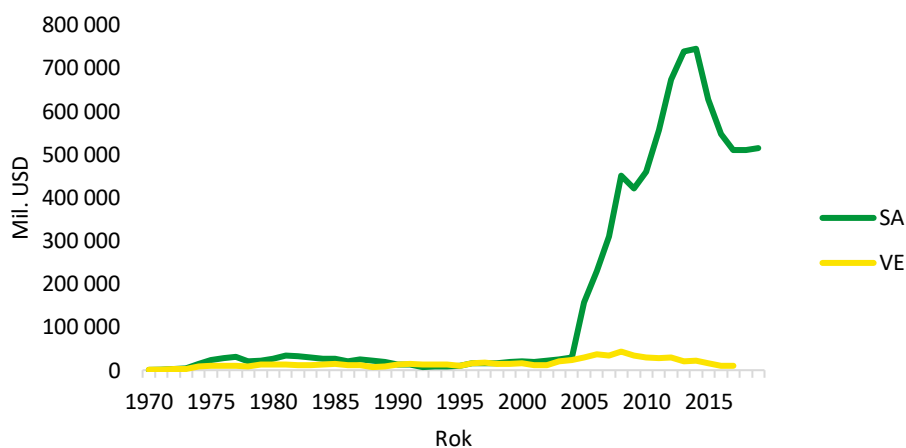
**Graf 32: Roční vývoj vysvětlované proměnné devizových rezerv (včetně zlata, nominálně v mil. USD) ve Venezuele**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF

Ze souběžného porovnání vychází, že přibližně do roku 1990 byly devizové rezervy v Saudské Arábii vyšší než ve Venezuele. Následně se vývoj více synchronizoval a v krátkodobém horizontu od 90. let na tom byla Venezuela i o něco lépe. Výrazná změna v porovnání nastala po rapidním saúdském nárůstu tohoto ukazatele po roce 2004. V posledním zveřejněném období Venezuely, tedy v roce 2017, šlo o více než 50násobný rozdíl.

**Graf 33: Roční vývoj vysvětlované proměnné devizové rezervy (včetně zlata, nominálně v mil. USD) mezi Saúdkou Arábií a Venezuelou**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF

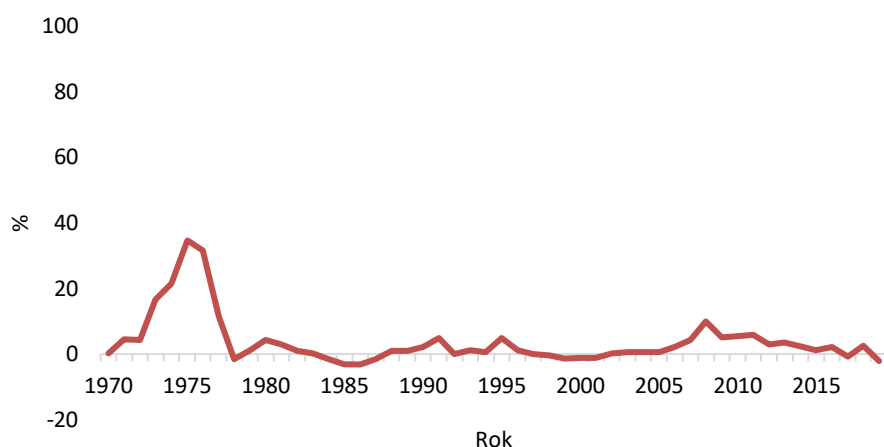
### 4.3.8 Inlace (CPI)

#### Saudská Arábie

Vysoká míra inflace (brána dle CPI) je patrná v letech 1973–1977, nejvyšší hodnoty dosáhla v roce 1975 (34,58 %). O tři roky později již země dosahovala deflaci (−1,58).

V dalším období je tento ukazatel o něco stabilnější a nepřevyšuje hodnotu 10 %, spíše se pohybuje pod hodnotou 5 %. Průměrná inflace země byla v letech 1978–2019 1,35 %.

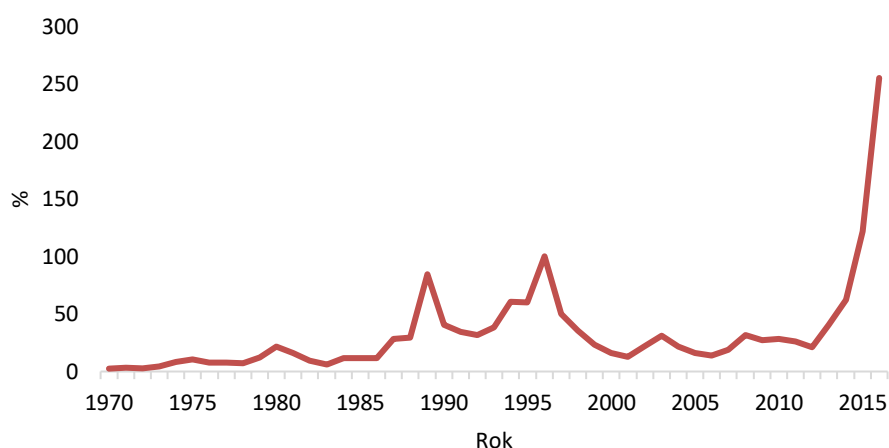
**Graf 34: Roční vývoj vysvětlované proměnné míra inflace v Saúdské Arábii**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF

#### Venezuela

**Graf 35: Roční vývoj vysvětlované proměnné míra inflace ve Venezuele**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF

Velké nárůsty inflace ve Venezuele lze spojovat s jednotlivými hospodářskými problémy země. Nicméně, podobně jako u HDP, tak ani u míry inflace, se v případě Venezuely neočekává signifikantní vliv ceny ropy, a to vzhledem k míře krize v zemi.



Míra inflace, jak již bylo několikrát popsáno, je ve Venezuele v posledních letech extrémně vysoká. Dle zveřejněných statistik v roce 2016 dosahovala hodnoty 254,95 %. Od této doby je její míru v zemi možné spíše jen odhadovat. Venezuelská vláda ekonomická data již několik let nezveřejňuje, nicméně tamní Národní shromáždění v roce 2018 oznámilo, že míra inflace dosahovala v tomto období více než 6 000 %. I před touto krizí se ukazatel pohyboval v dvouciferných hodnotách.

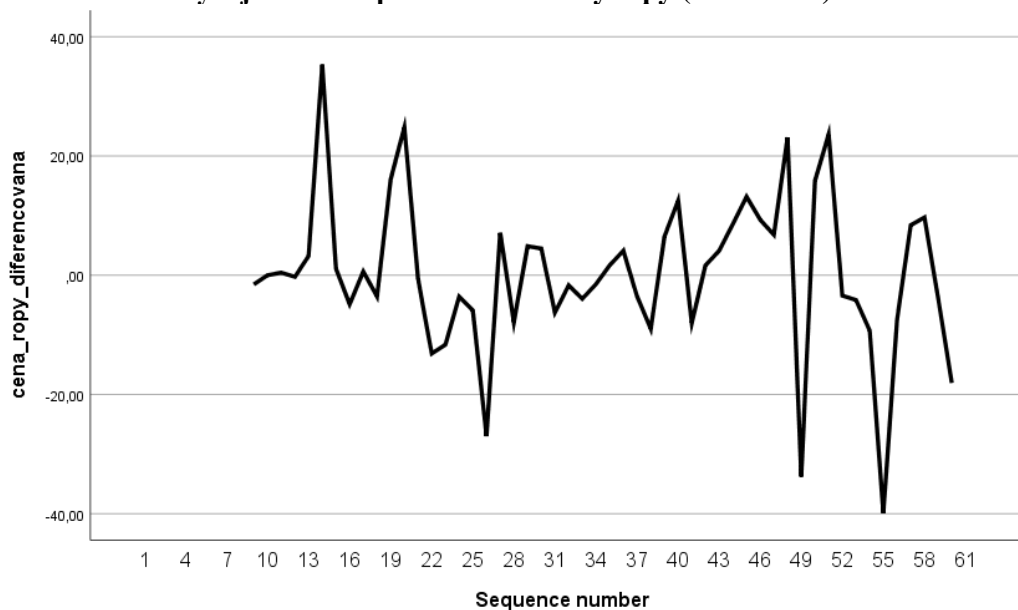
## 4.4 Vliv ceny ropy na ekonomické ukazatele Saúdské Arábie

### 4.4.1 Vliv ceny ropy na HDP Saúdské Arábie

Předpokladem je, že s rostoucí cenou ropy bude růst hodnota saúdského HDP. Proměnná cena ropy trendovou složku nevykazuje, nicméně je nutné otestovat její stacionaritu. V případě HDP v Saúdské Arábii je v časové řadě zřejmý kvadratický trend. Časová řada tak byla převedena na stacionární pomocí prvních diferencí.

V případě ceny ropy je hodnota DW koeficientu rovna 0,322 a vypovídá tedy o pozitivní autokorelaci. Je tedy na místě tuto časovou řadu transformovat. U proměnné HDP Saúdské Arábie je hodnota DW koeficientu 0,153. Rovněž se tak jedná o časovou řadu s autokorelací. V tomto případě je transformace nutná už kvůli evidentnímu kvadratickému trendu.

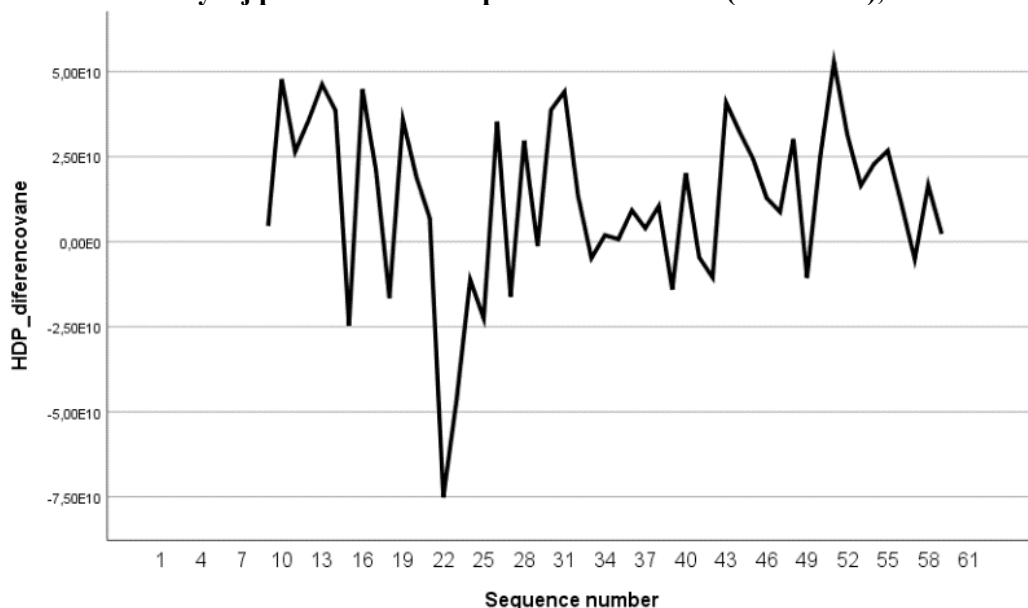
**Graf 36: Roční vývoj diferencí prvního řádu ceny ropy (USD/barel)**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

Hodnota DW koeficient u nezávisle proměnné ceny ropy je poté 1,818. Nulovou hypotézu o neautokorelaci prvního řádu nezamítáme a časovou řadu je možné použít k další analýze. Obdobný výsledek byl získán v případě prvního diferencování HDP Saúdské Arábie (DW koeficient 1,556).

**Graf 37: Roční vývoj prvních diferencí prvního řádu HDP (USD/barel), Saúdská Arábie**

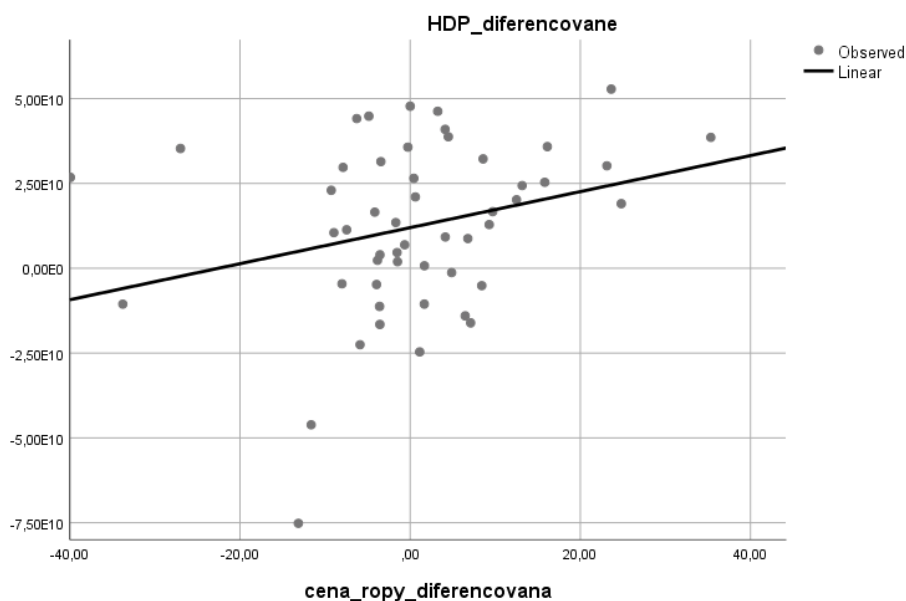


Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

Hodnota korelačního koeficientu mezi cenou ropy a HDP v Saúdské Arábii nabývá 0,278. Značí středně silnou přímou lineární závislost, která je podle p-hodnoty testu o korelačním koeficientu statisticky signifikantní ( $p = 0,048$ ). Mezi cenou ropy a HDP se na základě tohoto testu závislost projevila. Zároveň směr vývoje odpovídá předpokladu, že s rostoucí cenou ropy poroste HDP.

Dle hodnot kritérií MSE a upraveného koeficientu determinace byla pro modelování vývoje použita regresní přímka.

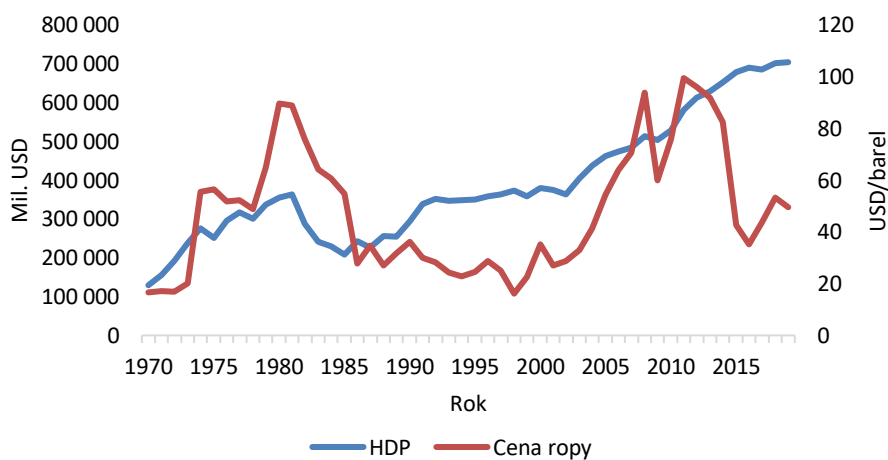
**Graf 38: Regresní model – cena ropy a HDP, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Na grafu 39 lze pozorovat jisté souvislosti mezi těmito dvěma proměnnými.

**Graf 39: Vývoj ceny ropy a HDP Saúdské Arábie (reálně v mil. USD)**



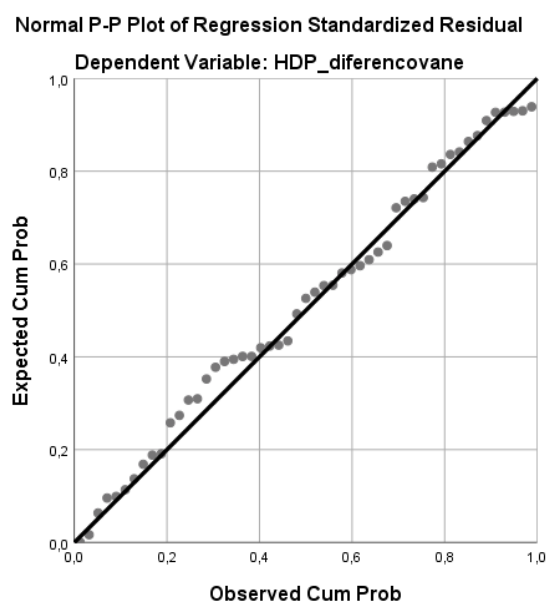
Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG

Výsledky regresní analýzy lze vidět v příloze č. 5. Hodnota koeficientu determinace je zde 0,077. Tzn. vysvětleno pouze 7,7 % vysvětlené variability vývoje HDP pomocí ceny ropy. Podle F-testu je model statistický významný na standardní 5% hladině významnosti (p-hodnota 0,048).

Jelikož se jedná o regresní přímku, lze pozorovat statistickou významnost regresního koeficientu pomocí t-testu a rovněž významnost konstanty. Také hodnota DW koeficientu hovoří ve prospěch neautokorelace a jeden z předpokladů regresního modelu je tak splněn.

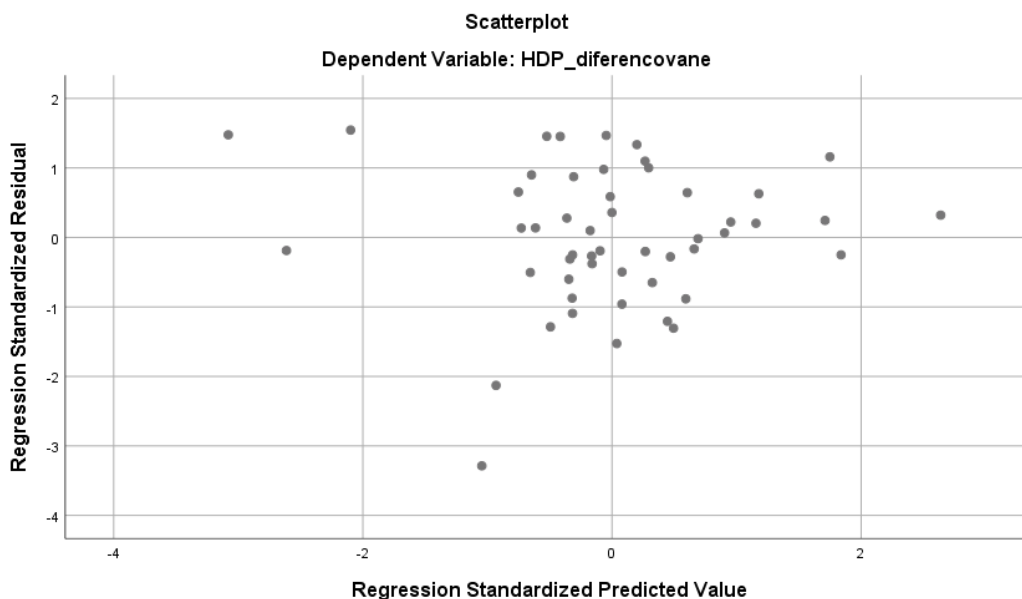
Na základě diagnózy reziduí je patrné, že regresní přímka je velmi blízko skutečné závislosti. Z grafu reziduí vyrovnaných hodnot je zřejmé, že jsou tyto hodnoty rozmístěny přibližně náhodně a většina hodnot leží primárně uprostřed, což může hovořit o jisté nekonstantnosti rozptylu. Z výsledků grafu v nich zároveň není vidět žádný vzor a rozložení bodů v grafu se s rostoucími hodnotami nemění. Rezidua na pohled vykazují přibližně normální rozdělení. Na základě vizuální analýzy je možné konstatovat, že předpoklady jsou splněny.

**Graf 40: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a HDP, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

**Graf 41: Reziiduální diagnostika – cena ropy a HDP, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Z výsledného modelu tak vychází, že cena ropy má pozitivní vliv na růst HDP. Tento vliv je však velmi slabý a na hraně přijatelnosti.

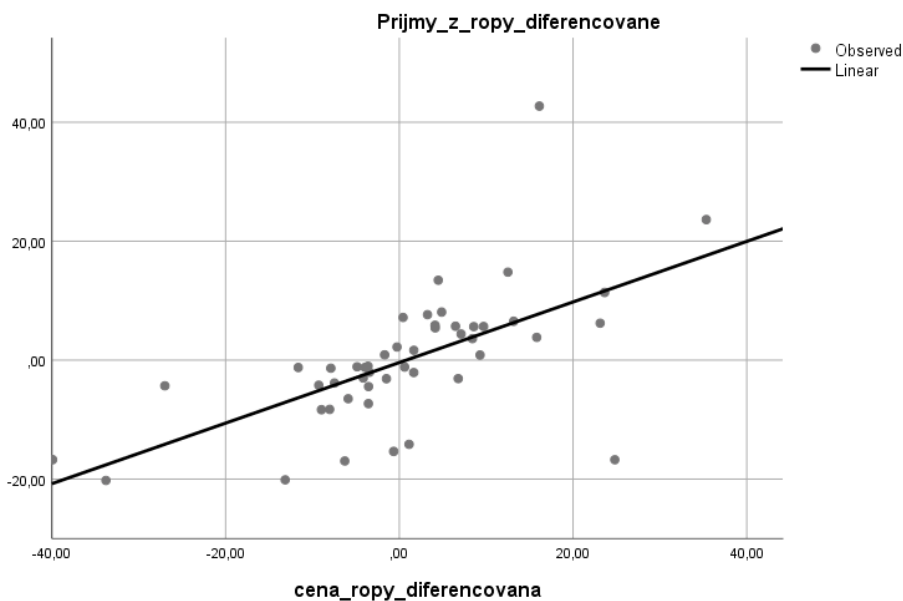
#### **4.4.2 Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Saúdské Arábie**

Přirozeným předpokladem je, že s rostoucí cenou ropy bude růst podíl příjmů z ropy na HDP země (rostoucí cena není zapříčiněná náklady na těžbu či zpracování, ale situací na ropném trhu).

V tomto případě vychází DW test autokorelace 0,692, a tedy byla opět provedena příslušná transformace. Nově diferencovaná časová řada má hodnotu DW koeficientu 2,236 a podmínka autokorelace je splněna. Nyní se tak opět jedná o popis závislosti mezi dvěma stacionárními časovými řadami.

Mezi příjmy z ropy (% z HDP) a cenou ropy je signifikantní střední přímá lineární závislost s korelačním koeficientem 0,620. Základní předpoklad ohledně ceny ropy a příjmů z ropy je tedy potvrzen. Následná regresní analýza modeluje tento vztah.

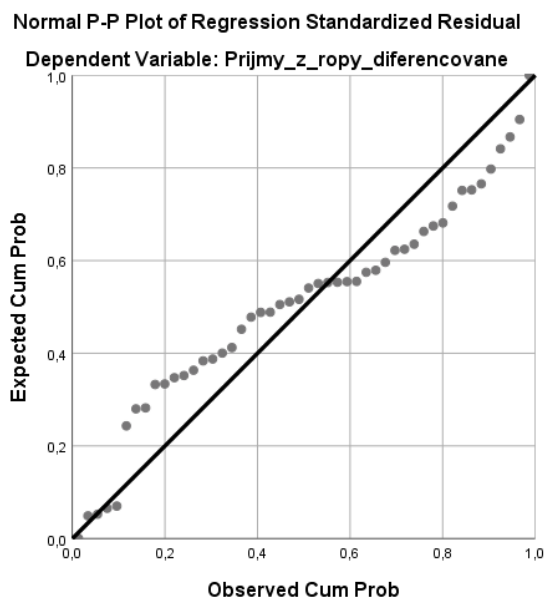
**Graf 42: Regresní model – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

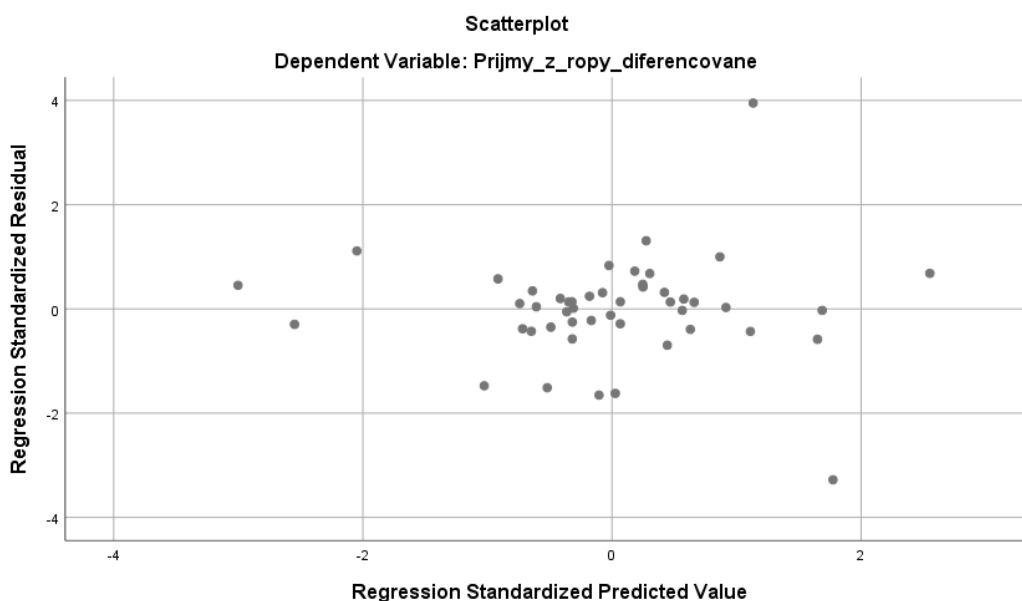
Ve výsledku lze vidět (příloha č. 6), že model vysvětluje 38,4 % variability vývoje proměnné příjmů z ropy na ceně ropy. Dle F-testu je tato závislost signifikantní. Hodnota DW koeficientu je 2,380, podmínka autokorelace je tak splněna.

**Graf 43: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

**Graf 44: Reziiduální diagnostika – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Z grafu 44 je patrné, že rezidua vykazují přibližně normální rozdělení. Ačkoli vývoj naznačuje, že popis chování může připomínat kvadratický trend, při porovnání upravených koeficientů determinace má regresní přímka upravený koeficient roven 0,371, zatímco parabola 0,357. Jako vhodnější model pro popis závislosti vychází tedy přímka.

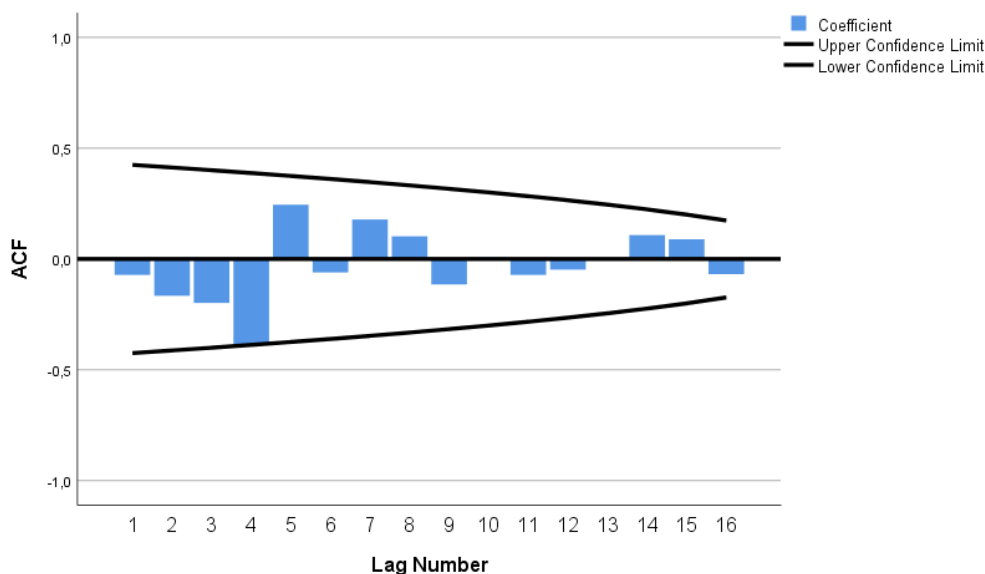
V grafu reziiduální diagnostiky lze pozorovat pár odlehlých hodnot, což opět může svědčit o extrémních hodnotách a nesplnění normality. Použitý model tak má možné nedostatky, ale dle výsledků z regresní analýzy ho lze považovat za dostatečný. Podařilo se prokázat významný pozitivní vztah mezi růstem ceny ropy a příjmy z ropy (v % z HDP).

#### **4.4.3 Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Saúdské Arábie**

Předpokladem je, že pokud roste cena ropy, tak se vládní dluh snižuje (již potvrzena hypotéza o vlivu ceny ropy na HDP). Hodnoty vládního dluhu (% z HDP) Saúdské Arábie jsou k dispozici pouze z období 1999–2019, což i tak lze považovat za dostatečně dlouhé období ke zjištění možné závislosti.

Vzhledem k tomu, že proměnná vládní dluh obsahovala kvadratický trend, byla opět provedena transformace časové řady. Nová hodnota DW koeficientu je 1,242. V tomto případě tak nelze o autokorelaci rozhodnout. Dále se tudíž vychází z výsledků ACF.

**Graf 45: Autokorelační funkce – diferencovaný vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat SAMA, software SPSS

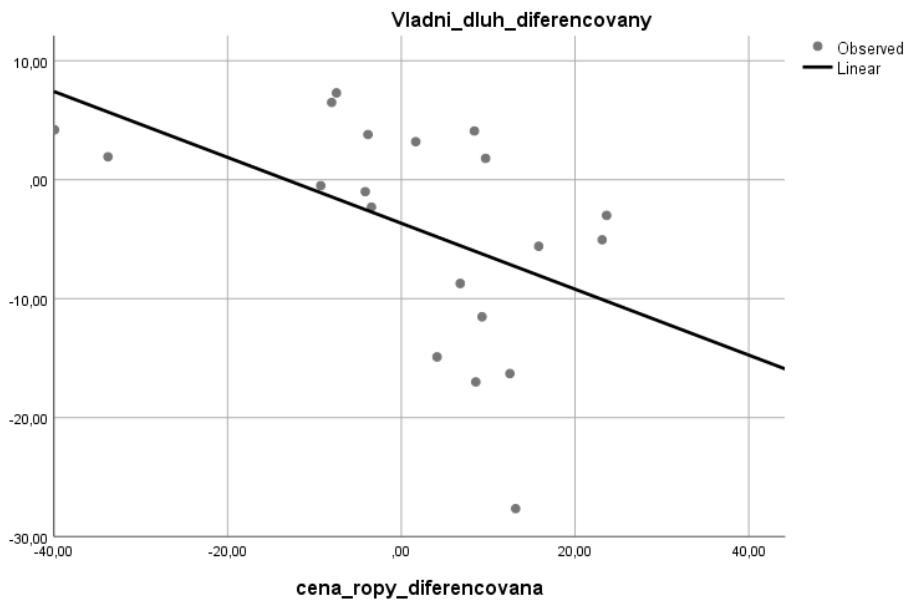
Z výsledků ACF vychází, že hodnoty leží v 95% intervalu a zároveň dle Ljung–Boxova testu jsou všechny nesignifikantní. Lze tedy takto upravenou časovou řadu vládního dluhu použít.

Hodnota korelačního koeficientu je rovna  $-0,482$  a jedná se tedy o středně silnou nepřímou závislost. Výsledek tak zatím hovoří ve prospěch předpokladu. Dle p-hodnoty testu o korelačním koeficientu vychází na 5% hladině významnosti signifikantní.

Z výsledků regresní analýzy (příloha č. 7) dále vyplývá, že se podařilo vysvětlit 23,2 % variability vládního dluhu na ceně ropy. Na základě F-testu je regresní model na 5% hladině statisticky významný a dle t-testů je hodnota konstanty nevýznamná. Hodnota DW koeficientu je blízká jedné, nelze tedy rozhodnout o autokorelaci prvního řádu.

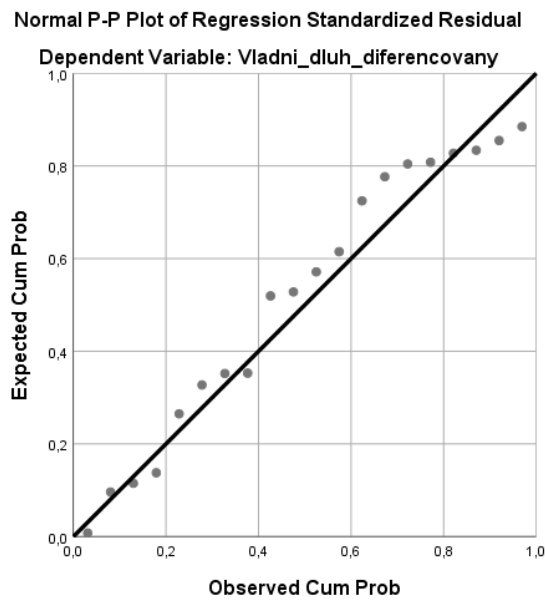


**Graf 46: Regresní model – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie**



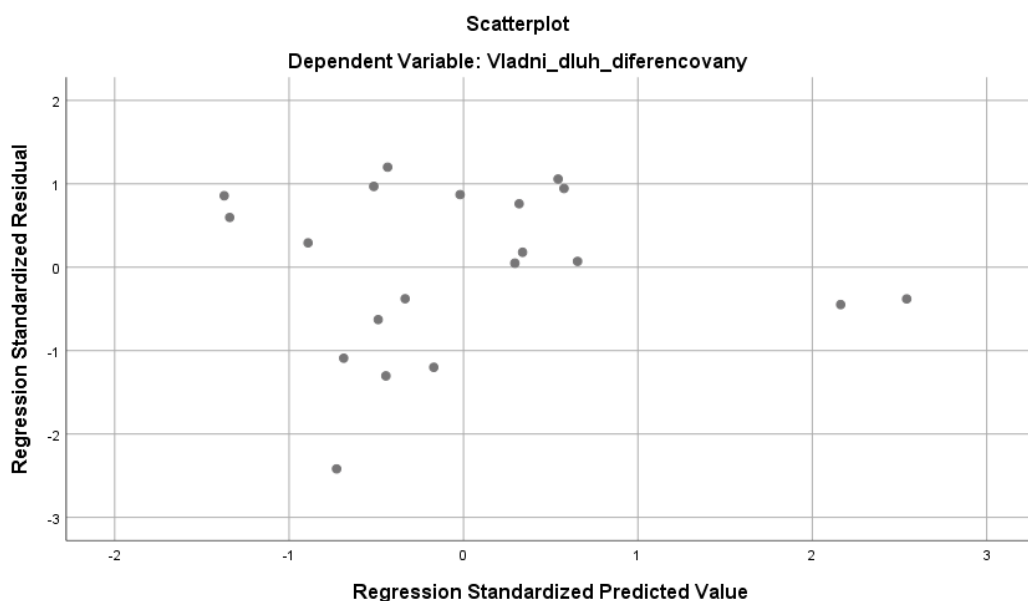
Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a SAMA, software SPSS

**Graf 47: Reziiduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a SAMA, software SPSS

**Graf 48: Reziduální diagnostika – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a SAMA, software SPSS

Na základě regresní diagnostiky lze opět pozorovat náznaky porušení předpokladů. Výsledky svědčí o přítomnosti odlehlých pozorování a o porušení předpokladu normality. Vzhledem k tomu, že nelze rozhodnout ani o autokorelaci, tak lze konstatovat, že model se blíží původnímu předpokladu. Zároveň však tuto závislost nelze považovat za dostatečně potvrzenou, jelikož nejsou splněny předpoklady regresního modelu.

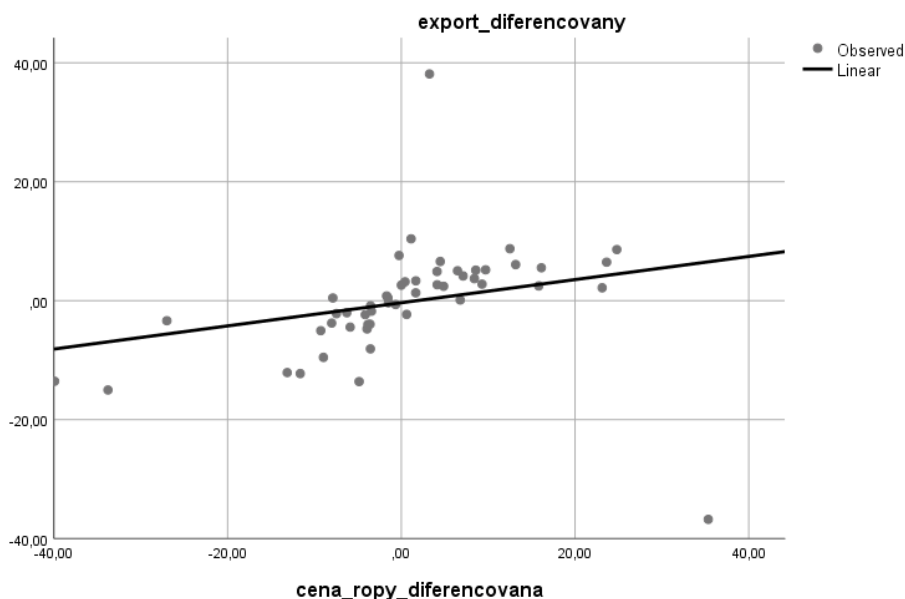
#### 4.4.4 Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Saúdské Arábie

Logickým předpokladem opět je, že s rostoucí cenou ropy na trhu poroste i hodnota exportu země, zejména vzhledem k vysoké hodnotě podílu ropných produktů na exportu v případě Saúdské Arábie (viz 4.3.6). Samotná hodnota exportu se v mnoha případech zdá, že fluktuje současně s cenou ropy. Model se v tomto případě zaměřuje na podíl celkové hodnoty exportu na HDP země.

Původní časová řada exportu má DW koeficient roven 0,553, opět tedy je nutná transformace. Po ní má časová řada hodnotu DW rovnu 2,352.

Mezi cenou ropy a podílem exportu na HDP se podařilo nalézt přímý slabý lineární vztah. Hodnota korelačního koeficientu je 0,265 a dle p-hodnoty je tento vztah statisticky významný na 5% hladině významnosti (0,03).

**Graf 49: Regresní model – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie**

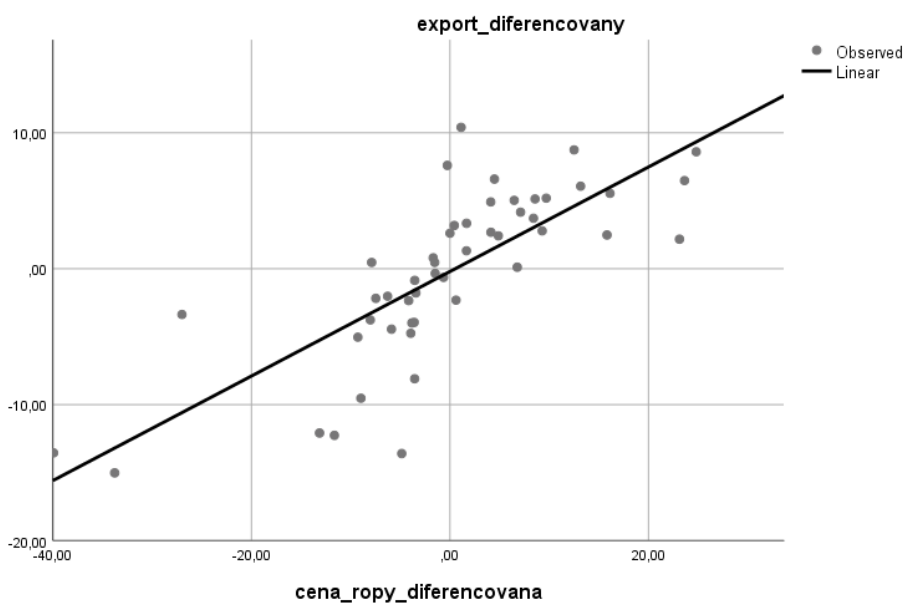


Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

V grafu lze pozorovat výskyt dvou odlehlých hodnot. Ty jsou z let 1973 a 1974 (první ropný šok), kde došlo k výraznému nárůstu a následnému propadu exportu. Lze předpokládat, že tyto dvě odlehlé hodnoty zkreslují výsledek korelačního koeficientu. Nový korelační koeficient je spočítán bez těchto dvou hodnot. Výsledek je v tomto případě 0,768, a jedná se tedy o středně silnou přímou závislost (příloha č. 8).

Dále jsou uvedeny výstupy při vyloučení zmíněných dvou odlehlých hodnot.

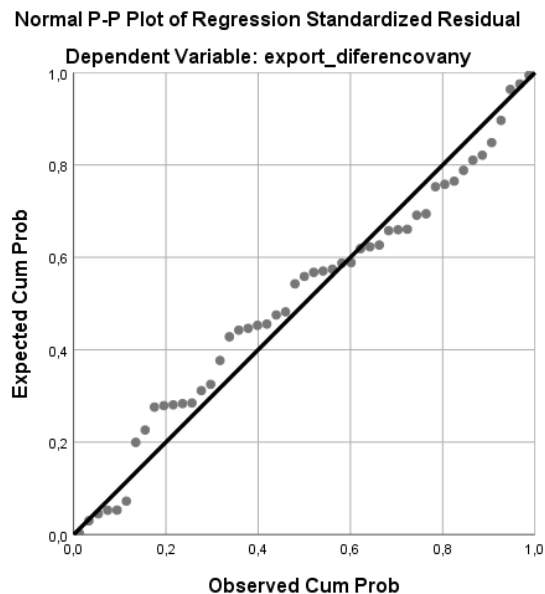
**Graf 50: Regresní model – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

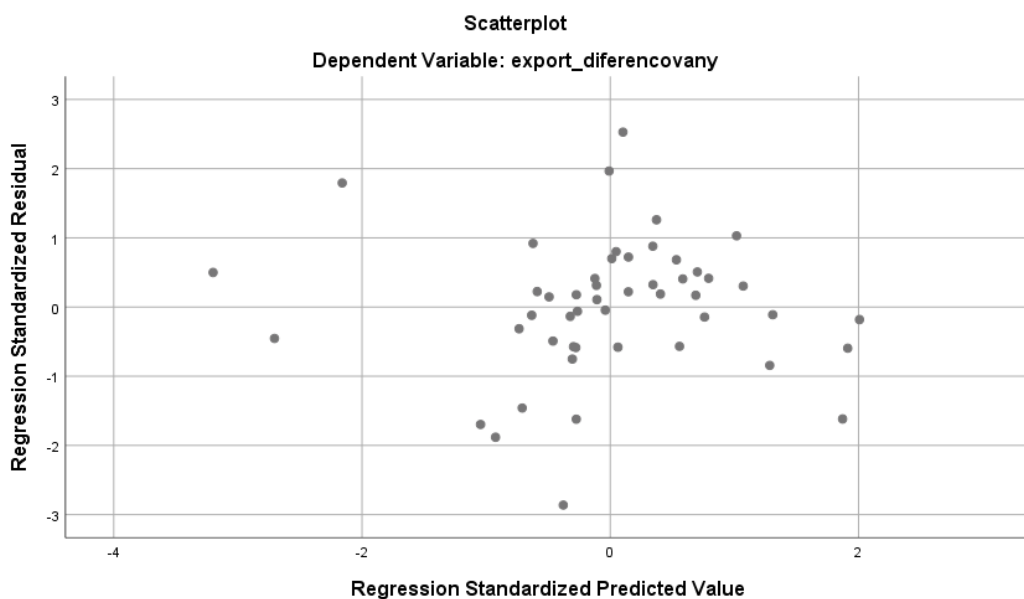
Z výsledků vyplývá, že se podařilo vysvětlit 59 % variability vývoje exportu pomocí ceny ropy. Výsledek F-testu je 67,695 a jeho p-hodnota je  $< 0,001$ .  $H_0$  se tímto zamítá a model lze označit za signifikantní. Hodnota DW koeficientu je 1,523, v časové řadě tudíž není výskyt autokorelace prvního řádu.

**Graf 51: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

**Graf 52: Reziduální diagnostika – cena ropy a export zboží a služeb (% z HDP), Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Lze vidět přibližně normální vývoj reziduí kolem nulové střední hodnoty. I v tomto grafu je viditelných pár odlehlejších pozorování. Ty dle výsledku koeficientu determinace již výsledný model neovlivňují zdaleka do takové míry jako výkyv v letech 1973–1974. V období tohoto šoku se export zachoval zcela opačně, než dokládá dlouhodobý vývoj, a tedy, že s cenou ropy roste i cena exportu.

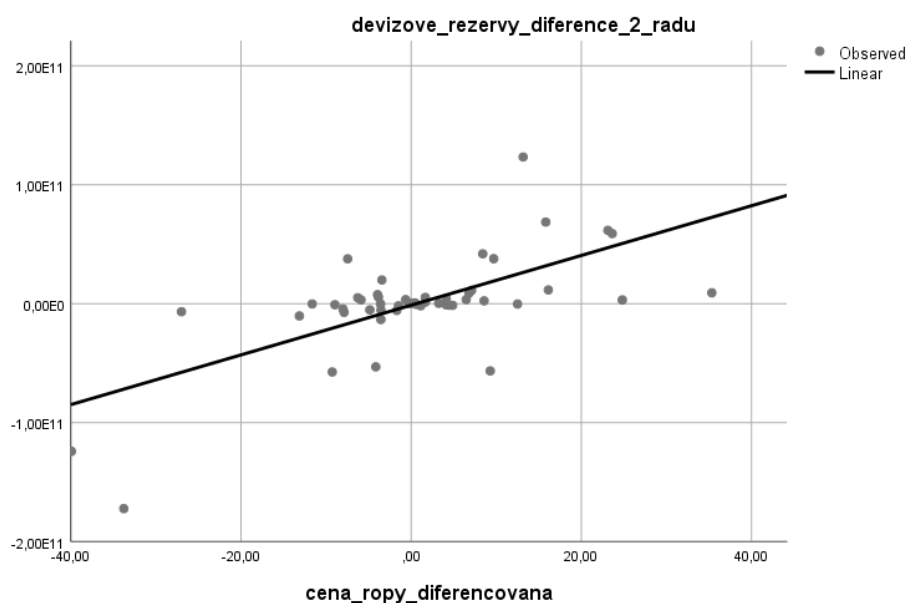
V roce 1973 byla cena ropy 20,04 USD (reálně) a v roce 1974 vzrostla o 176,36 % na hodnotu 55,38 USD. V pozorovaném období se tak jednalo o zcela nejvyšší % růst ceny. Podíl exportu v roce 1973 byl 99,70 (% z HDP) a v roce 1974 klesl na hodnotu 62,94.

#### 4.4.5 Vliv ceny ropy na devizové rezervy Saúdské Arábie

Předpokladem je, že mezi hodnotou devizových rezerv a cenou ropy bude pozitivní přímá závislost. Časová řada devizových rezerv vykazuje trend a pro hodnocení závislosti je tak opět zapotřebí transformace dat. Původní DW koeficient devizových rezerv je roven 0,071. V tomto případě bylo nutné přistoupit k diferencím druhého řádu. Výsledný DW koeficient je 2,376.

Z hodnoty korelačního koeficientu (0,656, viz příloha č. 9) lze uvažovat o středně silné přímé závislosti mezi cenou ropy a devizovými rezervami. Tu lze potvrdit z p-hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu  $< 0,001$ .

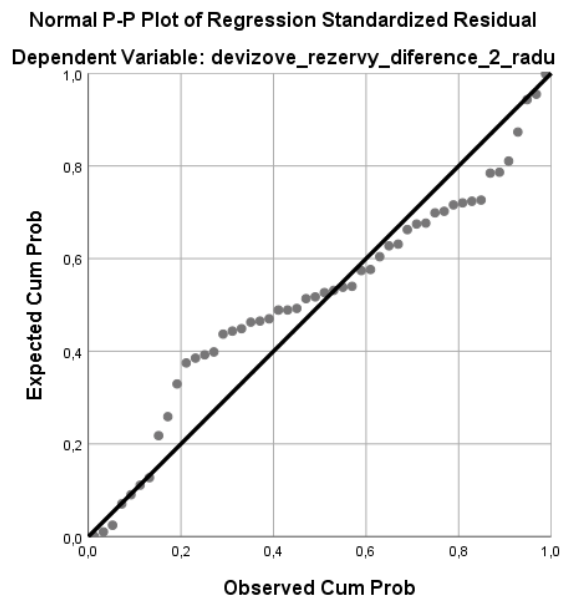
**Graf 53: Regresní model – cena ropy a devizové rezervy, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

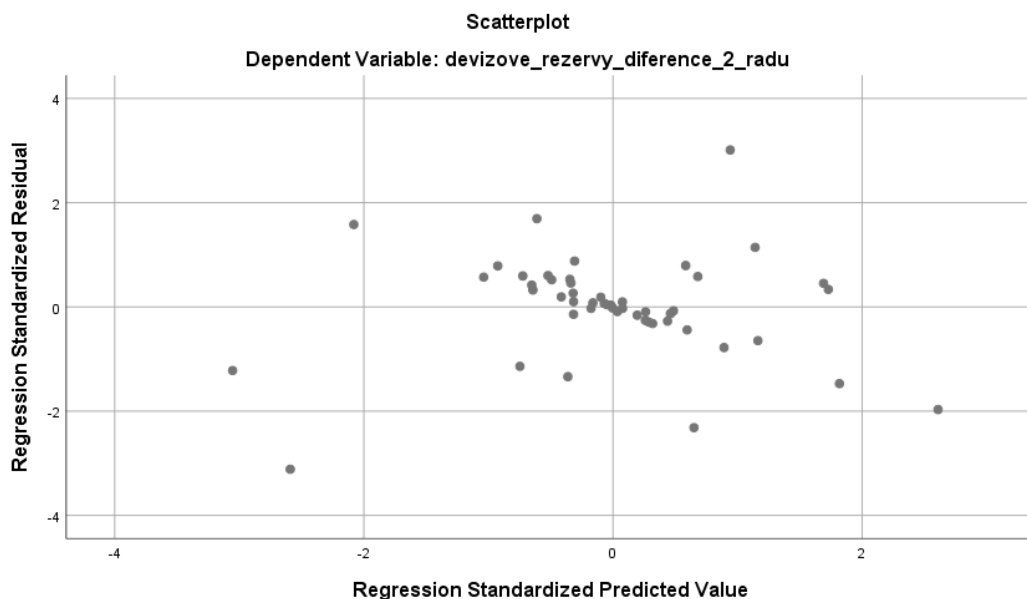
Koeficient determinace vychází 0,431. Daným modelem se tak podařilo vysvětlit 43,1 % vývoje devizových rezerv. Dle F-testu (37,107) a jeho p-hodnoty  $< 0,001$  lze tvrdit, že daný regresní model je statisticky významný na 5% hladině významnosti. Výsledná hodnota DW koeficientu 2,331 značí, že autokorelace se v tomto případě nevyskytuje. Dále pak konstanta není na 5% hladině významnosti signifikantní.

**Graf 54: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a devizové rezervy, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

**Graf 55: Reziduální diagnostika – cena ropy a devizové rezervy, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

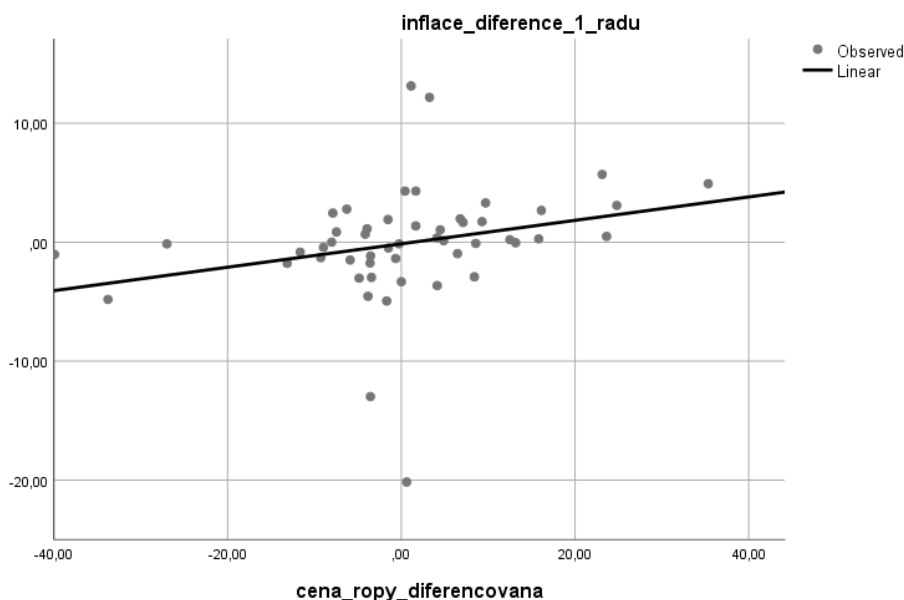
V grafu odhadnutých hodnot a reziduí lze pozorovat určitou tendenci připomínající narušení konstantnosti rozptylu a normality dat. Rozptýlenost se lehce liší, nicméně některé vysoké hodnoty rozptýlenosti lze vidět i na začátku grafu. Nelze tudíž jednoznačně hovořit o porušení předpokladů. Na základě vysoké hodnoty koeficientu determinace a splnění autokorelace lze tento model považovat za vhodný a potvrdit předpoklad o růstu devizových rezerv společně s růstem ceny ropy.

#### 4.4.6 Vliv ceny ropy na míru inflace Saúdské Arábie

Předpokladem je existence přímé závislosti mezi cenou ropy a mírou inflace v zemi. Při nárůstu ceny ropy pochopitelně roste cena pohonných hmot. Na základě skutečnosti, že cena přepravy zboží se projeví v jeho výsledné ceně, lze očekávat, že zvýšení ceny ropy se negativním způsobem projeví právě v míře inflace. V tomto případě je nutné opět provést transformaci časové řady. Hodnota nového DW koeficientu je 1,497.

Hodnota korelačního koeficientu je pouze 0,262 a jeho p-hodnota 0,033 (příloha č. 10). Korelační koeficient je tak na dané hladině statisticky významný a mezi proměnnými je významná, avšak slabá závislost.

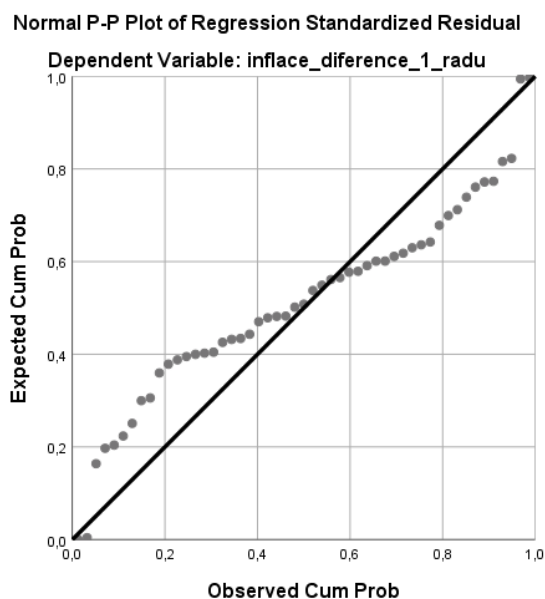
**Graf 56: Regresní model – cena ropy a inflace, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

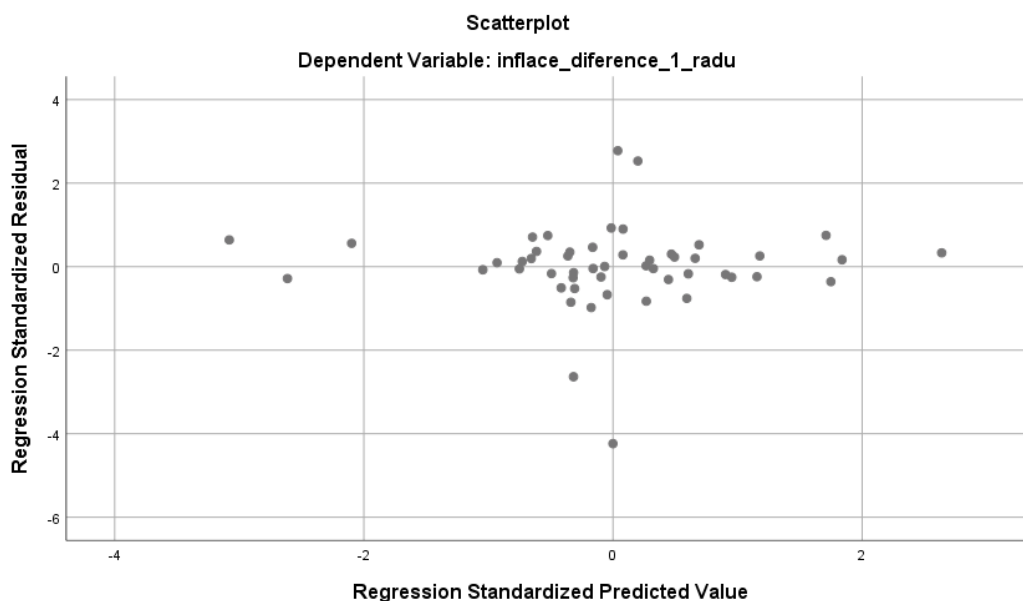
Dle výsledků má F-test p-hodnotu 0,066. Těsně se tedy nepotvrdil vztah mezi mírou inflace a cenou ropy. Předpoklad autokorelace je splněný a daným modelem se povedlo vysvětlit 6,9 % variability závislé proměnné.

**Graf 57: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a inflace, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

**Graf 58: Reziduální diagnostika – cena ropy a inflace, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

Z grafů diagnostiky reziduí je patrné lehké porušení normality a výskyt odlehlých hodnot. Lze tvrdit, že mezi mírou inflace a cenou ropy je jistý vztah, který však nebyl statisticky dostatečně potvrzen. Nicméně původní předpoklad se i tak dá tímto závěrem podpořit.

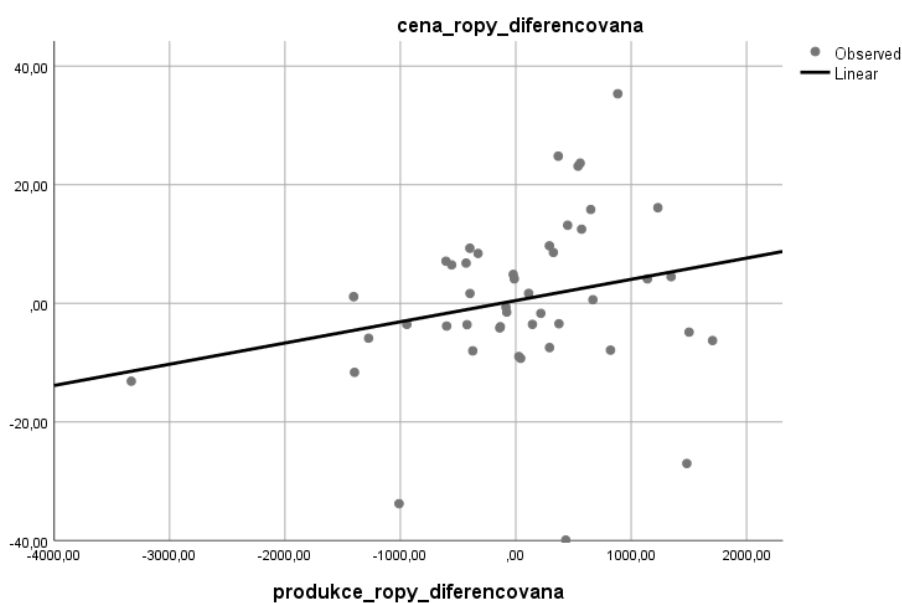


#### 4.4.7 Vliv ceny ropy na produkci ropy Saúdské Arábie

Na roli Saúdské Arábie jako swing producera bylo v práci několikrát poukázáno. U této země je tak ještě na místě zjistit, zda se vliv ceny ropy na trhu směrem k produkci země podaří prokázat také statisticky. Přímou závislost, tedy že při poklesu cen se produkce země bude snižovat, se pokusí potvrdit regresní analýza.

V časové řadě produkce v Saudské Arábii je významný kvadratický trend s hodnotou DW koeficientu 0,352. Po prvních diferencích má hodnotu již 1,97.

**Graf 59: Regresní model – cena ropy a produkce ropy, Saúdská Arábie**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

Výsledek korelačního koeficientu mezi produkcí a cenou ropy v Saudské Arábii vyšel 0,233 a p-hodnota korelačního koeficientu je v tomto případě 0,119 (příloha č. 11). P-hodnota není na 5% hladině významnosti signifikantní,  $H_0$  o nevýznamnosti korelačního koeficientu se tak nezamítá. Mezi cenou ropy a produkcí se prokázat významnou závislost nepodařilo, další analýza proto nemá v tomto případě smysl.

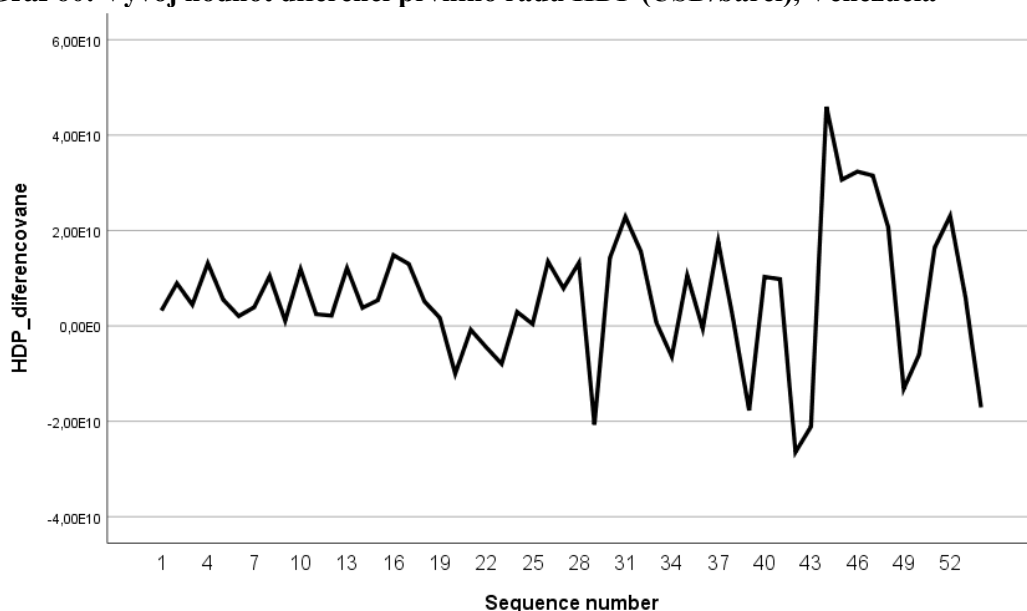
## 4.5 Vliv ceny ropy na ekonomické ukazatele Venezuely

### 4.5.1 Vliv ceny ropy na HDP Venezuely

V případě Venezuely budou předpoklady o jednotlivých závislostech obdobné, ve většině případů tak nebudou znovu více rozvíjeny. Co se týká vlivu na HDP, je však již zmíněný předpoklad o nesignifikantnosti vlivu ceny ropy vzhledem k rozsahu ekonomických problémů v zemi.

Časová řada ceny ropy již je stacionarizovaná z předešlé analýzy. U časové řady HDP Venezuely vychází hodnota DW koeficientu 0,283, což značí silnou pozitivní autokorelaci. Po diferencování je DW koeficientu roven 1,481.

**Graf 60: Vývoj hodnot diferencí prvního řádu HDP (USD/barel), Venezuela**

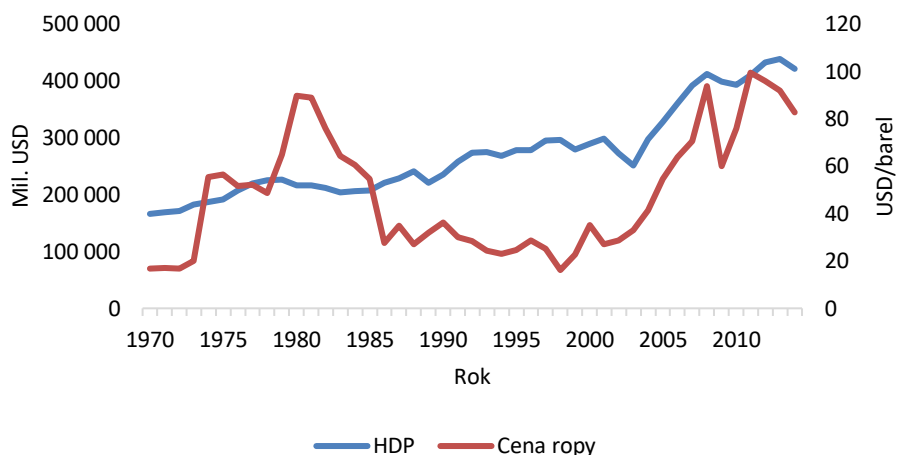


Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

Hodnota korelačního koeficientu je pouze 0,164 a jeho p-hodnota 0,138.  $H_0$  o nevýznamnosti korelačního koeficientu se tak nezamítá a závislost mezi cenou ropy a HDP Venezuely se nepodařilo prokázat.

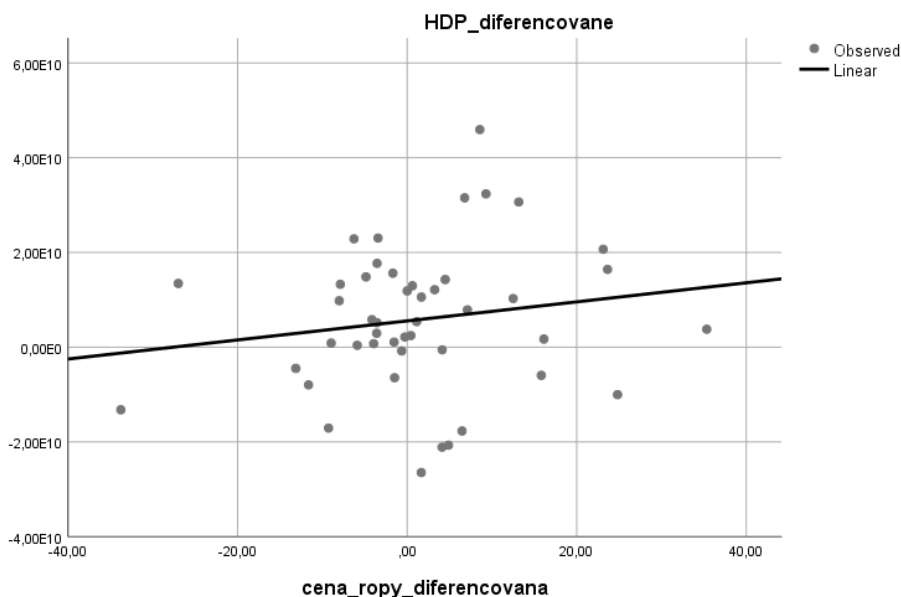
Na grafu 61 lze opět pozorovat jisté souvislosti mezi těmito proměnnými. Chybí však data od roku 2014, tzn. časová řada nereflektuje současný stav krize.

**Graf 61: Vývoj ceny ropy a HDP Venezuely (reálně v mil. USD)**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG

**Graf 62: Regresní model – cena ropy a HDP, Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

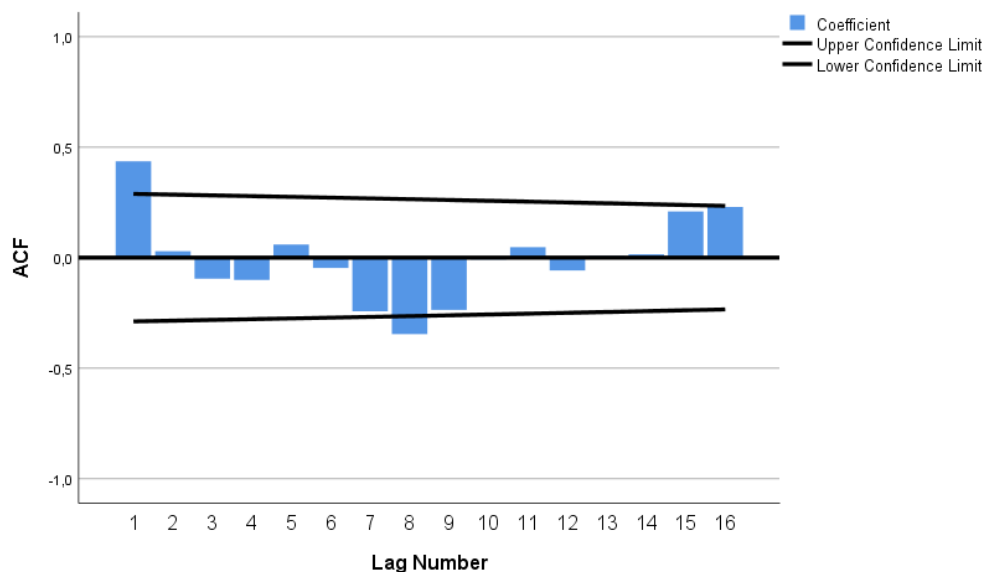
Z grafu regresního modelu je patrný náznak rostoucí tendence. Z výsledků regresní analýzy (příloha č. 12) vychází hodnota F-testu o lineárním modelu 1,212 s p-hodnotou 0,277, tedy výrazně vyšší než daná 5% hladina významnosti. Daný model tedy není statisticky průkazný. Zároveň z výsledků DW koeficientu je zřejmé, že zde není výskyt autokorelace. Nicméně analýza dále nepokračuje z důvodu nevýznamnosti modelu.

Ovlivnění HDP cenou ropy se tak neprokázalo. Z výsledků korelačního koeficientu vyplývá, že je zde rostoucí tendence, tento vztah se však nepodařilo dostatečně potvrdit.

#### 4.5.2 Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Venezuely

Opět stejný předpoklad ohledně závislosti proměnných jako v případě Saúdské Arábie. Hodnota DW koeficientu je v tomto případě 1,065 a tedy nelze o autokorelaci rozhodnout. Graf 63 zobrazuje ACF.

**Graf 63: Autokorelační funkce – příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela**

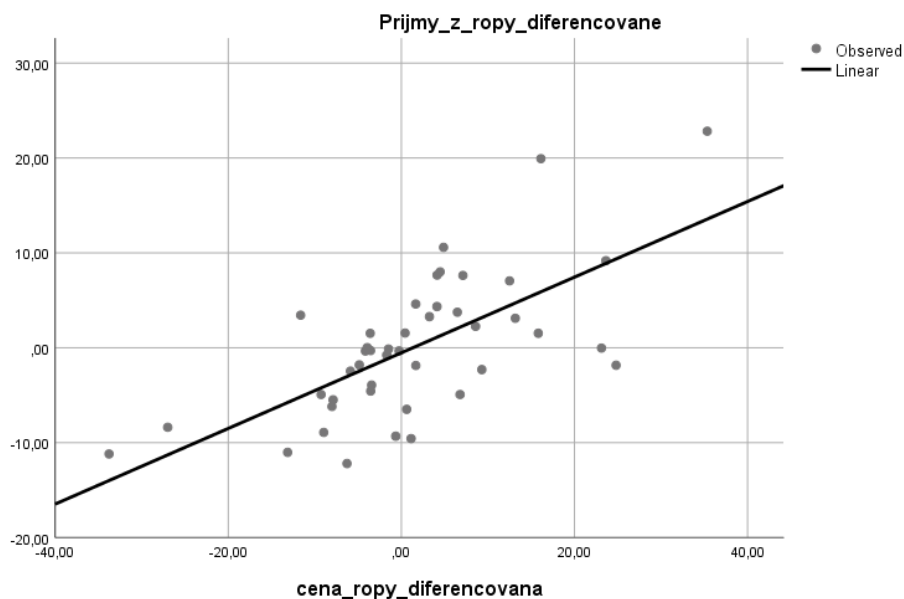


Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Z výstupu ACF je zřejmé, že autokorelace je v tomto případě lehce porušena, hodnoty přesahují 95% konfidenční interval. Po potřebné stacionarizaci je výsledek DW koeficientu 2,265. Výstup hodnoty korelačního koeficientu mezi cenou ropy a příjmy z ropy je uveden v příloze č. 13.

Dle předpokladu je mezi proměnnými silná signifikantní přímá závislost (korelační koeficient 0,671). Tento koeficient je na 5% hladině významnosti signifikantní.

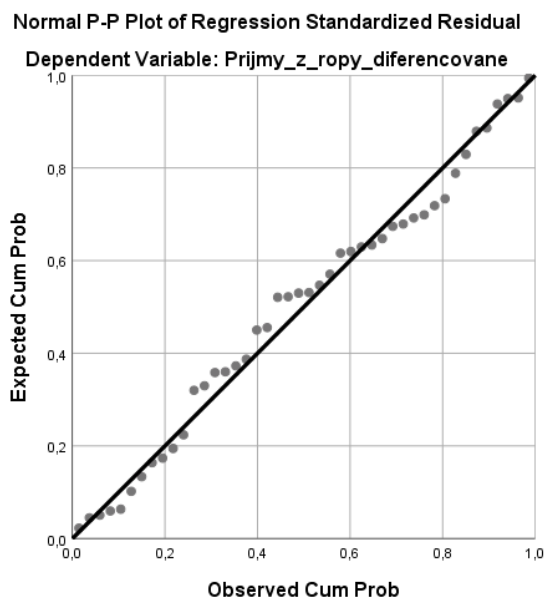
**Graf 64: Regresní model – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

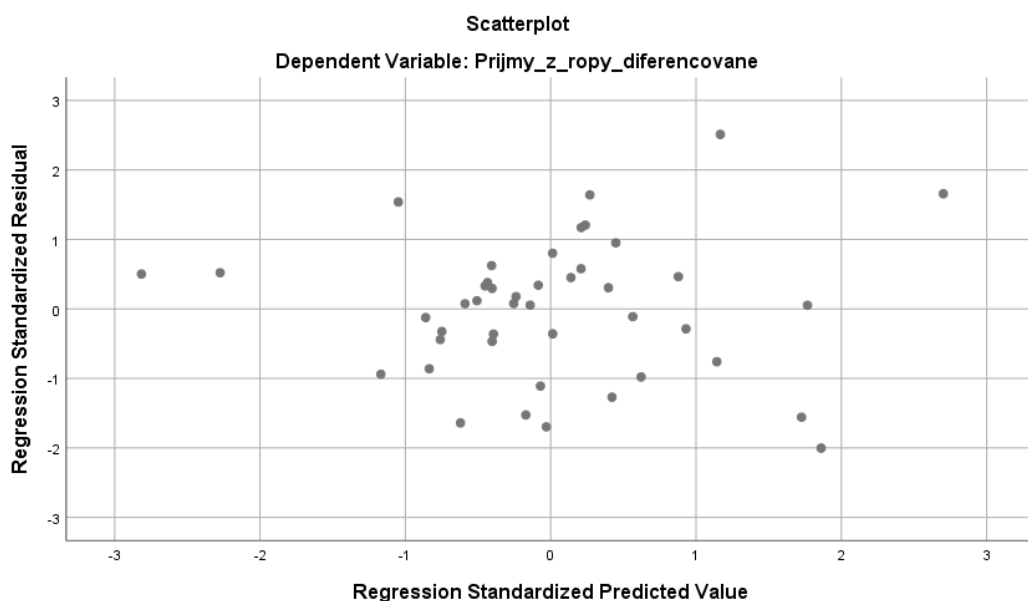
Použitým modelem se podařilo vysvětlit 45 % variability vývoje příjmu z ropy (% z HDP) a je zde splněna podmínka autokorelace. Zároveň dle F-testu je tento lineární vztah významný.

**Graf 65: Reziiduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

**Graf 66: Reziduální diagnostika – cena ropy a příjmy z ropy (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

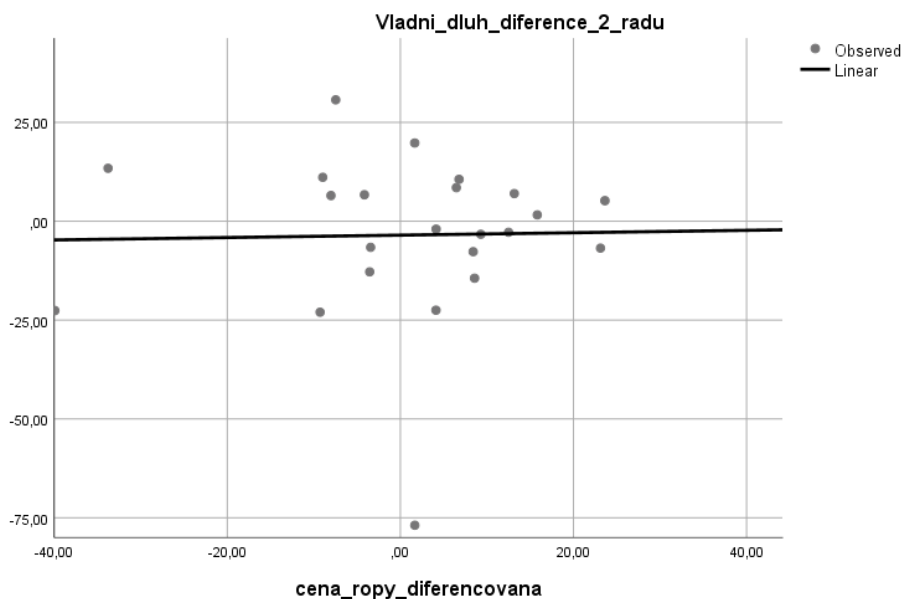
Z výsledků analýzy reziduí vyplývá, že dané předpoklady jsou v tomto případě splněny. Hodnoty se pohybují kolem nulové hodnoty, rozptyl vykazuje konstantnost a rezidua mají přibližně normální rozdělení. Použitý model je tedy statisticky průkazný a s jeho pomocí se podařilo vysvětlit přímou závislost mezi cenou ropy a růstem příjmů z ropy (% z HDP) Venezuely.

#### **4.5.3 Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Venezuely**

Původní předpoklad byl, že s cenou ropy signifikantně neporoste HDP ve Venezuele vzhledem k míře krize v zemi. Ačkoli korelační koeficient měl rostoucí tendenci, nebyl statisticky významný. Bude se tedy opět předpokládat, že rostoucí cena ropy nemá významný vliv ani na vládní dluh Venezuely.

Časová řada vládního dluhu jako podílu na HDP má hodnotu DW koeficientu 0,528. Po provedení diference prvního řádu je DW koeficient roven 1,256. Diferenci druhého řádu se získává hodnota DW koeficientu 1,701 a autokorelace se již v této řadě nevyskytuje.

**Graf 67: Regresní model – cena ropy a vládní dluh (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a Ministry of Economy and Finance, software SPSS

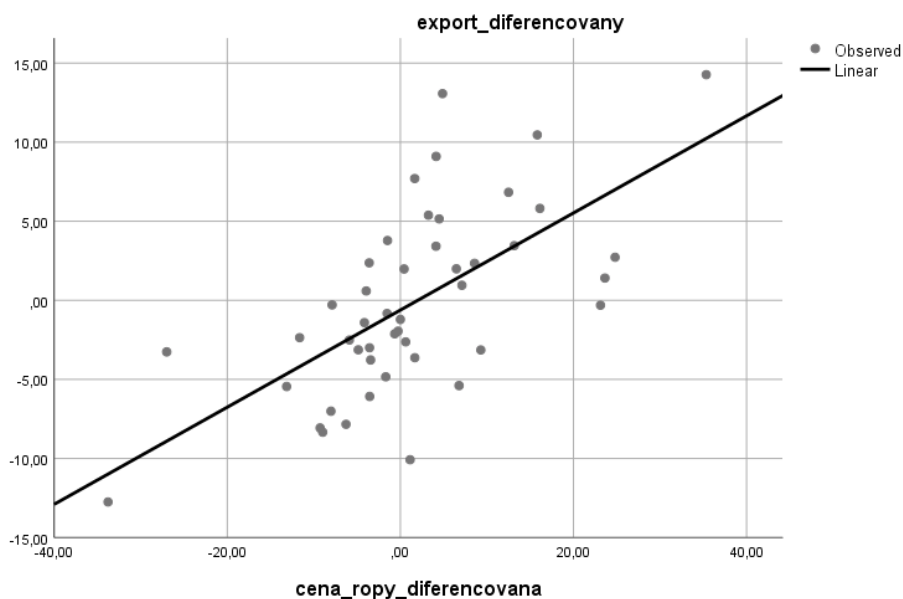
V tomto případě hodnota korelačního koeficient vychází téměř nulová a zcela nevýznamná (příloha č. 14). Z toho důvodů nemá smysl se další analýzou zabývat a lze konstatovat, že se vztah mezi vývojem vládního dluhu Venezuely a cenou ropy statisticky neprokázal.

#### **4.5.4 Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Venezuely**

Hodnota DW koeficientu časové řady exportu Venezuely je 0,984. Po potřebné stacionarizaci je výsledná hodnota DW 2,179 a lze přistoupit na analýzu síly závislosti mezi proměnnými.

Z výsledku vyplývá středně silná přímá závislost, kde korelační koeficient dosáhl hodnoty 0,64, p-hodnota je zde  $< 0,001$  (příloha č. 15). Již z grafu je zřejmé, že s rostoucí cenou ropy výrazně roste i hodnota exportu.

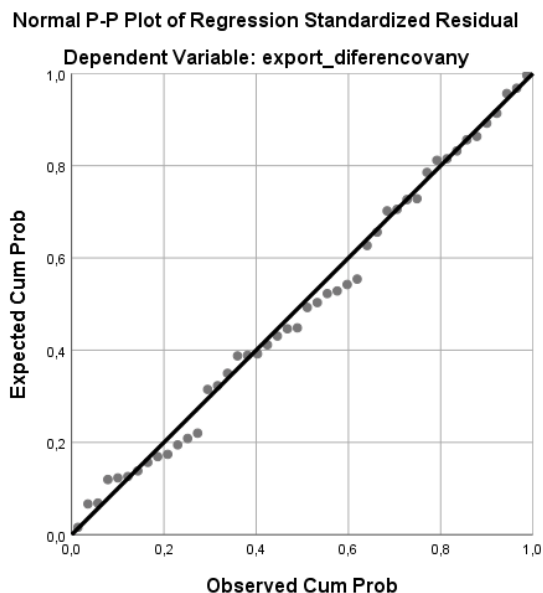
**Graf 68: Regresní model – cena ropy a export (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Dle výsledků regresní analýzy se podařilo vysvětlit 41 % variability vývoje celkového podílu exportu na HDP ve Venezuele podle ceny ropy. Daný model je na základě F-testu (30,573) statisticky významný. DW koeficient dosahuje hodnoty 1,882, a tedy zde není přítomna autokorelace.

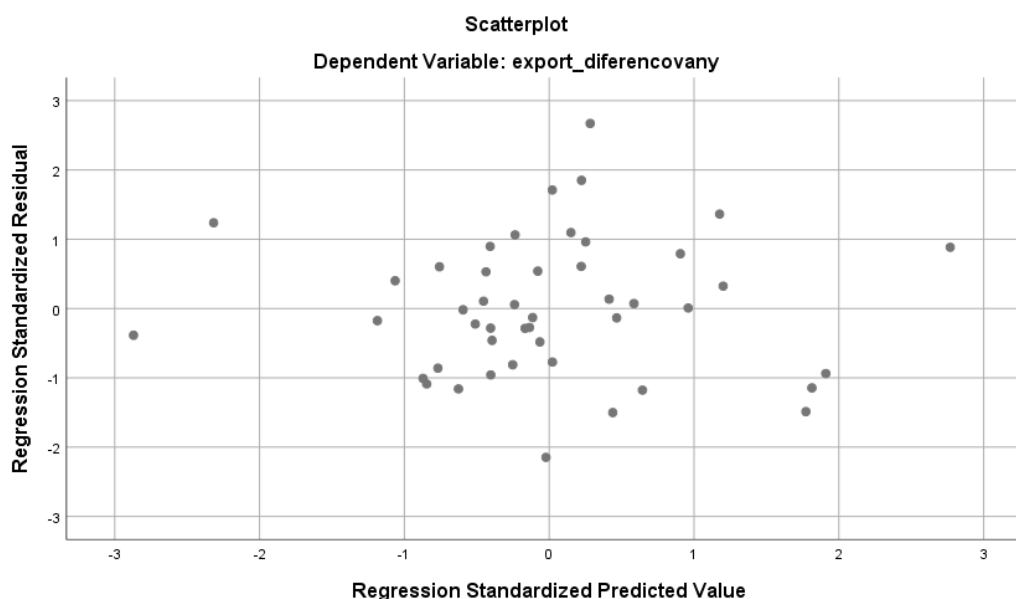
**Graf 69: Reziduální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a export (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS



**Graf 70: Reziiduální diagnostika – cena ropy a export (% z HDP), Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Podle výsledků analýzy reziduí vykazují data normální rozdělení. Rozdělena jsou kolem střední hodnoty a není zde patrné chování, které by předpoklad porušovalo. Lze tedy model brát za statisticky významný a potvrdit předpoklad, že s rostoucí cenou ropy roste i podíl exportu na HDP Venezuely.

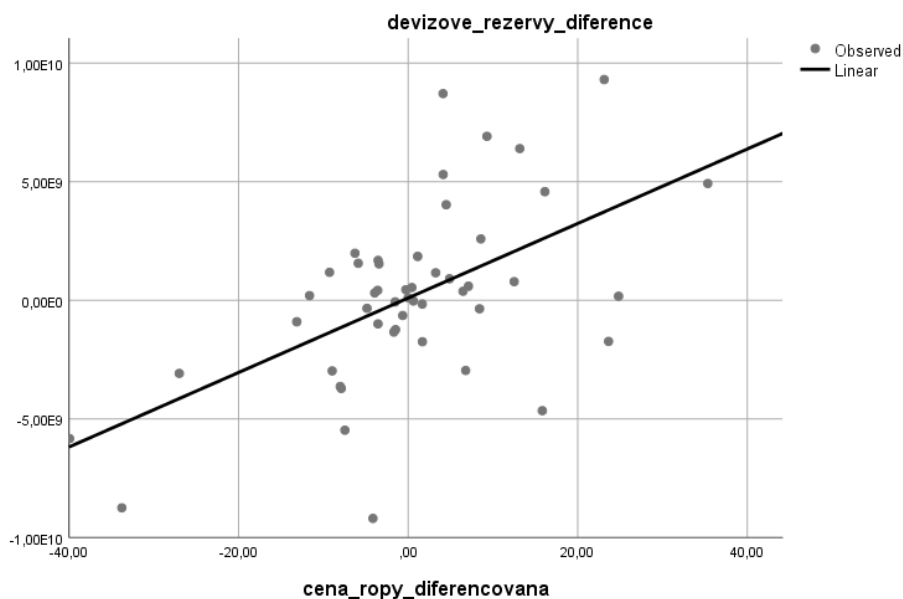
Lze tak částečně potvrdit závislost ekonomiky na tržní ceně této dominující suroviny, související se zmiňovanou Holandskou nemocí. Ropný průmysl v souvislosti s tímto paradoxem může brzdit rozvoj okolních sektorů.

#### **4.5.5 Vliv ceny ropy na devizové rezervy Venezuely**

Hodnota DW koeficientu u časové řady devizových rezerv je 0,318, tedy jde o pozitivní autokorelaci. Po diferenci prvního řádu je hodnota DW koeficientu 2,037 a lze pokračovat ve zjištění závislosti proměnných.

Hodnota korelačního koeficientu je 0,557 a mezi cenou ropy a devizovými rezervami je tedy středně silná přímá závislost. Ta je poté na 5% hladině významnosti statisticky signifikantní.

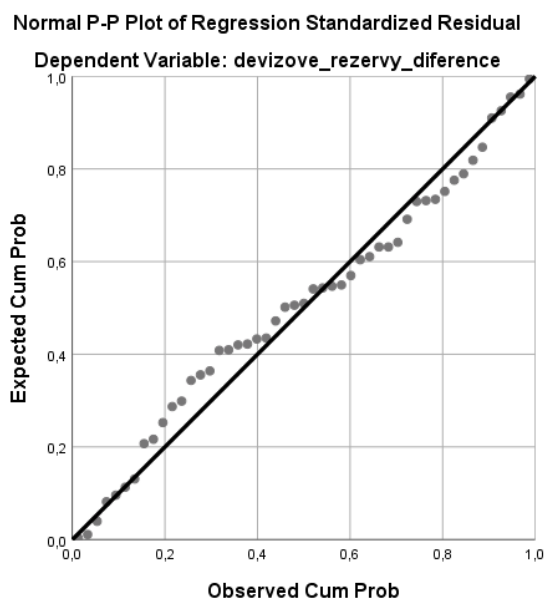
**Graf 71: Regresní model – cena ropy a devizové rezervy, Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

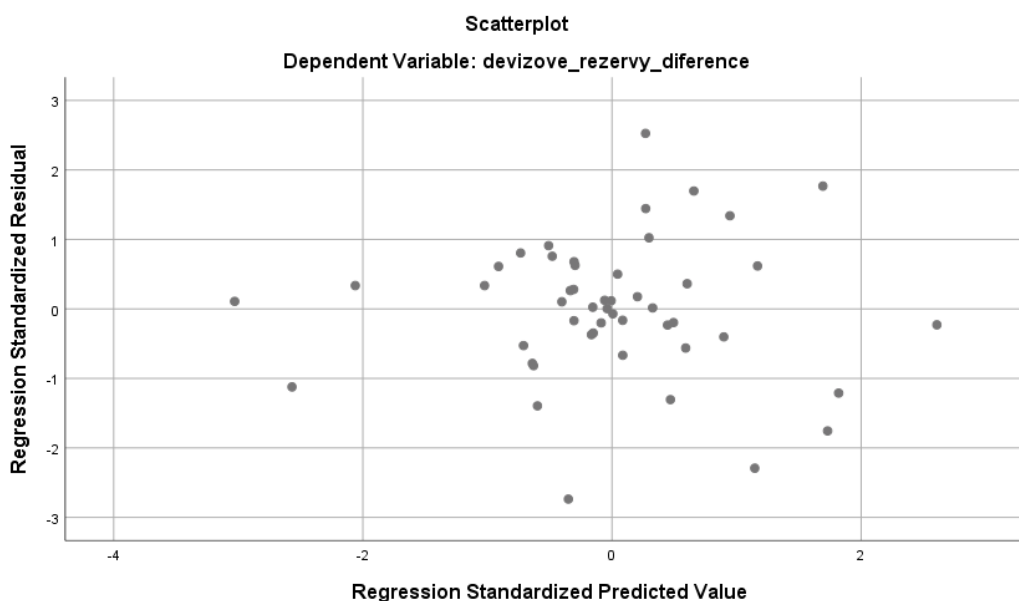
Na základě výsledků regresní analýzy (příloha č. 16) lze konstatovat, že regresní přímkou se podařilo vysvětlit 31,1 % variability devizových rezerv. Podle F-testu, který má p-hodnotu  $< 0,001$ , je tento vztah statisticky významný. Hodnota DW koeficientu je 1,984, a je tedy splněna podmínka autokorelace.

**Graf 72: Reziuální diagnostika (P–P plot) – cena ropy a devizové rezervy, Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

**Graf 73: Reziiduální diagnostika – cena ropy a devizové rezervy, Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

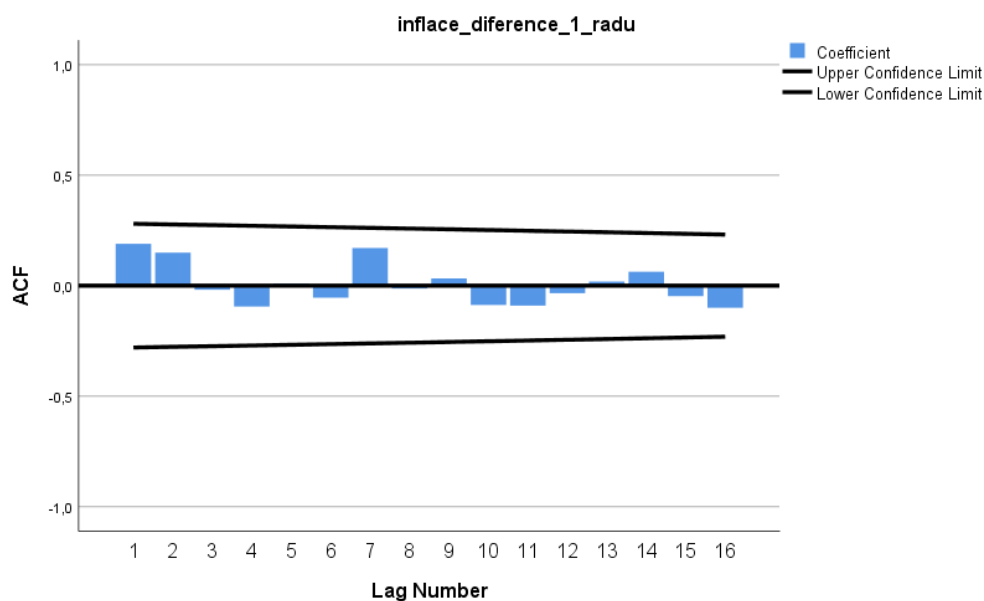
Rezidua vykazují normální rozdělení, pohybují se kolem nulové střední hodnoty. Zároveň je zde několik odlehlých hodnot, ale o porušení předpokladů v tomto případě hovořit nelze. Podařilo se tak prokázat vztah mezi devizovými rezervami ve Venezuele a cenou ropy. Rostoucí cena ropy má pozitivní vliv na devizové rezervy.

#### **4.5.6 Vliv ceny ropy na míru inflace Venezuely**

Obrovský růst míry inflace v souvislosti s hospodářskými problémy země byl několikrát zmíněn. Zde je tudíž předpoklad, že cena ropy zde nemá nijak signifikantní vliv na tento ekonomický ukazatel.

Hodnota DW koeficientu inflace (CPI) je rovna 0,534. Po stacionarizaci je hodnota tohoto ukazatele 1,196, tedy opět tzv. šedá zóna neprůkaznosti a potřeba využití ACF. Z ní je patrná nepřítomnost autokorelace a lze tedy přistoupit k další analýze na základě první difference časové řady.

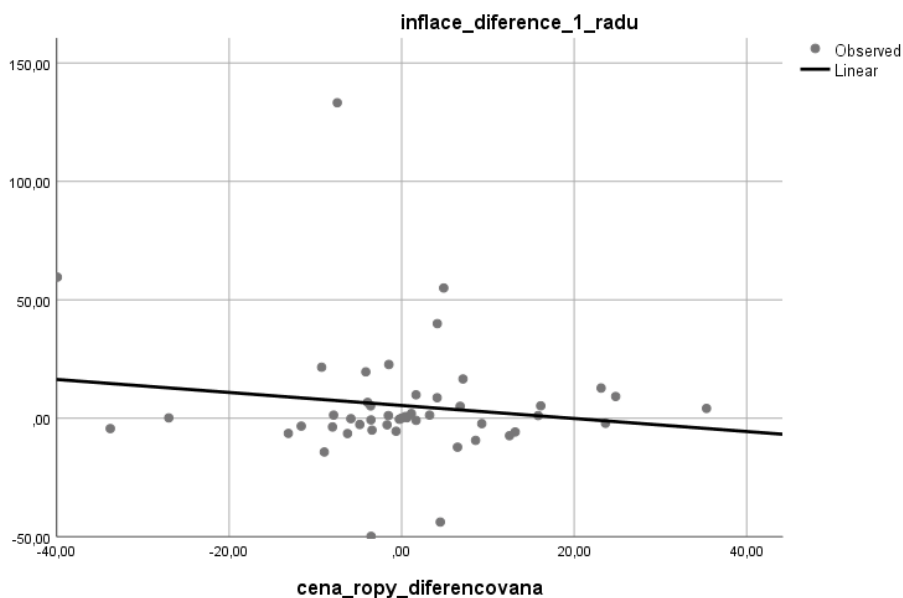
**Graf 74: Autokorelační funkce – diferencovaná řada inflace, Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF, software SPSS

Z výsledků korelačního koeficientu ( $-0,142$ ) vychází nepřímá lineární závislost mezi cenou ropy a inflací, tj. s rostoucí cenou ropy míra inflace ve Venezuele klesá. Nicméně tento vztah není na 5% hladině významnosti signifikantní (p-hodnota  $0,168$ ). Potvrzuje se tak původní předpoklad o nevýznamnosti vztahu.

**Graf 75: Regresní model – cena ropy a míra inflace, Venezuela**



Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

Graf 75 regresního modelu naznačuje, že s rostoucí cenou ropy má míra inflace klesající tendenci. Tento vztah však není statisticky významný a nelze ním vývoj skrze cenu ropy vysvětlit.

Závěry potvrzuje také výsledek regresní analýzy (příloha č. 17). Daným modelem se podařilo vysvětlit pouhá 2 % vývoje míry inflace. Výsledky F-testu tento model označují za statisticky nesignifikantní (p-hodnota 0,337), v modelu ani nelze rozhodnout o výskytu autokorelace. Není tedy třeba pokračovat další analýzou a na základě použitého modelu lze potvrdit, že mezi mírou inflace a cenou ropy není významná závislost.

## 5 Výsledky a diskuse

### Cena ropy a její vývoj

K analýzám byla vybrána data importované ceny ropy z databází EIA, která může být místy rozdílná od spotových cen (zejména při náhlých výkyvech z důvodu odlišného tempa reakce papírového a fyzického trhu na tyto signály). Vývoj ropných cen nijak výrazně nepodléhá tradičním přírodním cyklům a sezónnost v tomto případě hledat nelze. Z rostoucích cen pochopitelně profitují přední exportéři (což se v případě některých zemí ne vždy nutně signifikantně projeví na jejich HDP, jak vyplývá i z této práce). Pro země s převažujícím importem této suroviny se naopak dá předpokládat problém s negativním vlivem na obchodní bilanci a růstem míry inflace.

Z grafického vývoje analyzovaného období měsíční časové řady ceny ropy dle reálných cen (01/2000–12/2020) není patrna trendová složka a časová řada působí stacionárně. Na základě analýzy autokorelace této časové řady pomocí ACF a PACF je však zjištěno porušení stacionarity a potřeba provedení difference. Na základě dalšího zpracování modelu a rozboru hodnot RMSE, MAPE, BIC a Ljung-Boxova testu na autokorelaci, byl jako vhodný model pro predikci dat zvolen ARIMA (1,1,0).

### Predikce

V souvislosti s uvedenými determinanty a vysokou volatilitou cen ropy, je předpověď budoucího vývoje cen ropy velmi problematická záležitost. Přesto byla provedena predikce na 4 následující období, tj. 01/2021–04/2021.

Období	Odhadnutá hodnota	Dolní hranice 95 % IS	Horní hranice 95 % IS
Leden 2021	40,12	31,54	48,70
Únor 2021	41,42	25,99	56,85
Březen 2021	42,09	20,63	63,54
Duben 2021	42,44	15,71	69,17

Vzhledem k vývoji zpracování byla získána i empirická hodnota z ledna roku 2021, skutečná cena zde byla 41,58 USD. Kvalitu odhadu na první měsíc tak lze posoudit pomocí Theilova indexu nesouladu. Na základě výsledku jeho hodnoty, která byla 3,511 %, lze konstatovat, že predikční model byl v tomto směru úspěšný.

Nutno však podotknout, že vzhledem k množství nepředvídatelných faktorů, které se na ceně ropy často zásadně podílejí, by zvolený model již nebyl tak úspěšný v případě výrazného šoku. Zároveň šlo pouze o krátkodobou předpověď, předvídat dlouhodobý vývoj

této komodity na trhu je takřka nemožné a predikce, které se o to zatím pokoušely, prakticky neměly šanci na úspěch. Pokud by nastal v dalších měsících náhlý výkyv na straně nabídky či poptávky, Theilův index bude vykazovat podstatně vyšší hodnoty.

Studie zabývající se předvídáním cenového vývoje těchto komodit využívají jak lineární, tak i nelineární modely. Za povšimnutí stojí práce českých autorů Baruníka a Malinské z roku 2016. Ti využívají predikční model na základě dynamických neuronových sítí (s časovým zpožděním) – TDNN. Model Baruníka a Malinské se ukazuje jako adaptivní, odolný vůči chybám a relativně signifikantní.

Zhao et al. se ve své práci z roku 2020 zabývají porovnáním několika predikčních modelů. K jejich vyhodnocení využívají funkce ACF, PACF a interpolační kritéria MAPE a MSPE (průměrná čtvercová chyba predikce). Jedním z porovnávaných modelů je model ARIMA (1,1,0), využitý i v této práci. Dále vyhodnocují modely ARIMA (1,2,1), ARIMA (2,1,0), AR a model TV-TD. Spolehlivost modelů porovnávají jak pro ceny WTI, tak pro Brent samostatně. O samotnou predikci hodnot se nicméně již nepokouší.

### **Determinanty**

Vlivy působící na vývoj cen ropy lze v zásadě rozdělit z hlediska, na jakou stranu trhu působí. Pochopitelné, a na historickém vývoji patrné je, že **poptávku** ovlivňují výrazně hospodářské cykly, zejména pak vývoj ekonomik největších spotřebitelů. Začátkem 21. století při konjunktúře celosvětová poptávka rostla a produkce se nezvýšila natolik, aby tento růst dorovнала. Ceny ropy na trhu tak rostly o desítky procent. Po ekonomické krizi z roku 2008 a následné recesi se naopak ceny propadly. Od nového tisíciletí mají největší podíl na nárůstu poptávky rozvojové země, asijské oblasti a zejména Čína. Ta svou spotřebu během let 2009–2019 zvýšila o více jak 70 %. Aktuálním případem byl propad cen v první polovině roku 2020, kdy pandemie koronaviru dramaticky srazila poptávku. Byl zaznamenán cca 30% pokles dodávek pohonných hmot.

V tomto případě však do hry vstoupila i strana **nabídky** poznamenaná cenovou válkou mezi Saúdskou Arábií a Ruskem. Navýšení produkce a propad v poptávce vedly k rychlému naplnění skladů a výraznému převisu nabídky. Než se situaci podařilo stabilizovat, ceny padaly k historickým minimům, a v případě některých kontraktů dokonce do záporných hodnot. K tomu došlo v historii ropného trhu vůbec poprvé. Svou roli mohli sehrát i spekulanti na termínovaných trzích, kteří pochopitelně nemají surovinu jak fyzicky převzít a z blížících se kontraktů se za každou cenu snažili vyvázat.

Projevila se zde také **nízká elasticita** obou stran trhu. Z krátkodobého hlediska na nízkou elasticitu nabídky může mimo jiné působit skutečnost, že v mnoha případech je zastavení produkce nákladnou záležitostí. Mnohdy se tudíž „vyplatí“ produkovat se ztrátou. Stejně tak spotřebitelé nezačnou výrazně více cestovat jen z důvodu, že je palivo levné (zvláště v době pandemie). V případě ropy je tuto situaci možné řešit skladováním, nicméně nesoulad na trhu začátkem roku 2020 trval tak dlouho a byl tak výrazný, že skladovací kapacity postupně došly. V dlouhodobějším hledisku se strany trhu stávají v tomto ohledu pružnější.

Lze konstatovat, že cena ropy je více ovlivněna nabídkovou stranou, především pak aktuálním a očekávaným množstvím suroviny na trhu. Důležitou proměnnou je objem produkce, s ním související náklady, a pochopitelně také stav zásob (aktuální uskladnění a informace o světových rezervách). Uvažovat je nutné také s oceněním nákladů souvisejících právě se skladováním suroviny. Ty jsou významným faktorem zejména v rozdílech mezi spot a futures cenami.

Již od 30. let 20. století řada studií prokazuje v krátkodobém horizontu existenci vztahu mezi stavem zásob a tvarem forwardové křivky či volatilitou cen na komoditních trzích. K přímé korelaci mezi negativním rozpětím forwardové křivky a stavem zásob dospěl ve svých pracích již Keynes. Další studie dále prokázaly tyto vztahy právě i na ropě (Geman, Ohana). Růst sklonu forwardové křivky je doprovázen vyššími rozdíly mezi spot a futures cenami, což nastává v situacích výraznějšího nárůstu nabídky na spotovém trhu a potřebě uskladnění suroviny.

V dlouhodobém horizontu byl pozorovaný cenový vývoj do značné míry ovlivněn geopolitickými událostmi. Ozbrojené konflikty a s tím související výpadky dodávek mají v tomto směru zásadní vliv. Významnou roli v nabídce hrají také nová naleziště či technologický pokrok a s tím související možnosti čerpaní z nalezišť, ze kterých se to dříve nevyplatilo vzhledem k uvážení hodnoty *ERoEI*. V posledních letech jde zejména o nárůst břidlicové produkce ve Spojených státech. Zejména díky ní USA předstihly v objemech produkce Saúdskou Arábii a Rusko a jsou již největším producentem ropy na světě a zároveň jejím čistým vývozcem.

Celkový počet subjektů na nabídkové straně je relativně omezený vzhledem ke specifickým ropného trhu a kartelovým dohodám. Za aktuální faktory působící negativně na nabídkovou stranu lze označit zejména slabou produkci Venezuely a nestabilitu na blízkém Východě. Naopak pozitivní vliv ke snižování cen má růst produkce v USA.



V souvislosti s nabídkou je možné uvažovat o Hotellingově principu o neobnovitelných zdrojích známého již z 30. let 20. století. Na sledovaném vývoji cen ropy se však ukazuje, že tzv. Scarcity Rent, jak jí označuje James D. Hamilton, v praxi u této suroviny nehraje významnou roli. Z velké části pravděpodobně z důvodu, že větší část ropných rezerv ovládají spíše suverénní vlády než soukromé společnosti a politika ropných cen se tak pravidly tohoto principu neřídí. Z historických dat lze jednoznačně konstatovat, že křivka ceny ropy na trhu tak nekopíruje standartní učebnicový vývoj očekávané ceny na trhu u neobnovitelných přírodních zdrojů, tedy že by v čase rostla s postupným vyčerpáváním tohoto zdroje.

### **Analýza vlivu ukazatelů**

Spolu s fluktuující cenou ropy je v mnoha případech pozorovatelná souvislost s řadou sledovaných ukazatelů, což se v některých případech podařilo statisticky prokázat. U některých ukazatelů, ač se zdála býti souvislost, se naopak modely neukázaly jako dostatečně signifikantní. Vysoká závislost na dominujícím sektoru může brzdit okolní odvětví. Paradox Holandské nemoci se projevuje zejména v případě Venezuely, která se v posledních letech dostala i díky problémům s produkcí a propadem ropných cen do největší hospodářské krize ve své historii. Saúdské Arábii, ač prokazuje vyšší podíl příjmů z ropy na HDP, se v tomto směru daří především díky vysoké produktivitě jejich rafinérií, které produkují okolo 10 MBD. Procentuální podíl *příjmů z ropy na HDP* je u obou zemí vyhodnocen jako statisticky průkazný.

Míra venezuelské *inflace* byla vysoká i před současnými problémy a přispěla k potížím okolních sektorů, které již tak byly poznamenány ropnou dominancí v zemi. Když se tak přidaly propady produkce venezuelských rafinérií, byla současná enormní ekonomická krize v zemi nevyhnutelná. Propad ropných cen na trhu pak tento proces znásobil. Venezuela nese o to větší důsledky, že v době vysoké produkce PDVSA a výrazných příjmů z ropy, vláda peníze utratila v duchu socialistické politiky a nevytvořila žádné rezervy. Krizi poté umocňují sankce v reakci na potlačování demonstrací a porušování demokratických zásad. Dále také dochází k odlivu zahraničního kapitálu, který zde dlouhodobě vzhledem k bezpečnosti podnikání a hrozbě znárodnování nemá příznivé podmínky.

V případě Saúdské Arábie je naopak prokázána přímá souvislost se zvyšováním cen ropy a navyšováním *devizových rezerv*. V dobách propadů cen ropy tak mohly být rezervy využity na dofinancování rozpočtu, případně hrazení *vládního dluhu* a dalších výdajů země. Podíl vládního dluhu na HDP se Saúdům podařil v dobách přebytku razantně snížit.

Za povšimnutí stojí vývoj *podílu exportu na HDP* u Saúdské Arábie. Při odstranění dvou odlehklých hodnot (ropná krize 1973–1974) se signifikantnost modelu výrazně zvýšila. V těchto dvou obdobích se proměnné chovaly zcela opačně než v dlouhodobém vývoji. Stejně tak u Venezuely je regresní model tohoto ukazatele vyhodnocen jako průkazný, což je vzhledem k podílu ropných produktů v případě obou zemí očekávané.

**Tabulka 5: Vliv ceny ropy na pozorované ukazatele v Saúdské Arábii**

Proměnná	Korelační koeficient	Koeficient determinace	P-hodnota modelu	Významnost*
HDP	0,278	0,077	0,048	*
Příjmy z ropy (% z HDP)	0,62	0,384	< 0,001	**
Vládní dluh (% z HDP)	-0,482	0,232	0,016	*
Export (% z HDP)	0,768	0,59	< 0,001	**
Devizové rezervy	0,656	0,431	< 0,001	**
Míra inflace (CPI)	0,262	0,069	0,066	NS
Produkce ropy	0,233	0,054	0,119	NS

\* ns = statisticky neprůkazné; \* =  $P < 0,05$  statisticky průkazné; \*\* =  $P < 0,001$  statisticky vysoce průkazné.

Zdroj: Vlastní zpracování z dostupných dat, software SPSS

**Tabulka 6: Vliv ceny ropy na pozorované ukazatele ve Venezuele**

Proměnná	Korelační koeficient	Koeficient determinace	P-hodnota modelu	Významnost*
HDP	0,164	0,027	0,277	NS
Příjmy z ropy (% z HDP)	0,671	0,45	< 0,001	**
Vládní dluh (% z HDP)	0,022	0,0005	0,921	NS
Export (% z HDP)	0,64	0,41	< 0,001	**
Devizové rezervy	0,557	0,311	< 0,001	**
Míra inflace (CPI)	-0,142	0,02	0,168	NS

\* ns = statisticky neprůkazné; \* =  $P < 0,05$  statisticky průkazné; \*\* =  $P < 0,001$  statisticky vysoce průkazné.

Zdroj: Vlastní zpracování z dostupných dat, software SPSS

Na pomezí teoretické části práce a vlastního zpracování stojí kapitola 3.9, kde bylo odkazováno na jednotlivé faktické události, které měly vliv na vývoj cen ropy ve sledovaném období. Tyto události byly propojeny a okomentovány spolu s vlastními daty. Pro lepší přehled souvislostí tyto dvě části nebyly odděleny.

Stejně jako vždy, tak i v tomto případě je třeba mít na paměti limitace jednotlivých modelů. Při použití jiných kvantitativních metod je možné dojít k odlišným výsledkům. Jednotlivé závěry konstatované v této práci jsou učiněny pouze v rámci daných modelů, analýz a datových souborů.

## 6 Závěr

Predikování cen ropy je obecně velmi komplikovaná záležitost. Při bližším rozboru jejího volatilního vývoje a na něj působících determinantů se spolehlivá predikce na delší období jeví jako nerealistická. V případě odhadu na krátké období lze některých statistických modelů relativně spolehlivě využít. Předpokladem však zůstává, že v době, na kterou je predikováno, nenastane výrazný vnější šok na jednu z tržních stran. Nepředvídatelné události jsou v případě této komodity výraznými determinanty.

Jednotlivé trhy s ropnými komoditami jsou úzce spjaty se světovým hospodářstvím. Většina zemí je vývojem na ropném trhu výrazně ovlivněna, ať už z producentské či spotřebitelské strany. V tomto případě byla prokázána závislost mezi cenou ropy na trhu a vývojem některých ekonomických ukazatelů významných exportérů – Saúdské Arábie a Venezuely.

Ve státními zásahy poškozené a trhem deformované venezuelské ekonomice se propad cen ropy, vzhledem k její vysoké závislosti na ropném průmyslu, stal významným faktorem, který napomohl k jedné z největších hospodářských krizí, jaká v zemi kdy nastala, a která trvá dodnes.

V roce 2020 se ukázalo, že krátkodobá cenová neelasticita ropy může zapříčinit i kuriózní situaci, kdy se komodita dostane do záporných hodnot a prodávající strana musí straně „kupující“ za zboží platit.

Mezivládní organizace OPEC je stále předním hráčem na tomto trhu a v čele se Saúdskou Arábií má dominantní vliv na vývoj ropných cen. Její vliv však v posledních letech slábne. Je možné pozorovat pokles podílu organizace na prokázaných světových rezervách a též na produkci ropy. Stále silnější pozici na trhu z hlediska produkce má Rusko a zejména poté Spojené státy. Zásoby této suroviny mohou podstatně zesilovat geopolitickou sílu daných zemí.

Jednotlivé subjekty se od počátečního vývoje tohoto trhu sdružují do organizací pro lepší kontrolu cen a koordinovaný postup. Členské země v kartelu OPEC v čele se Saúdskou Arábií často na propady ropných cen reagují snížením produkce, čímž omezí nabídkovou stranu a ceny drží co nejvýše. Zejména Saúdská Arábie se v tomto směru dá označit jako tzv. swing producer, a tuto roli v minulosti několikrát prokázala. Lze konstatovat, že hlavním cílem pro Saúdskou Arábii je v otázkách ropných cen rovnováha mezi udržením tržního

podílu a dostatečně vysokých cenách zajišťujících loajalitu ostatních členských zemí organizace.

Ropa se stala pro lidstvo životně důležitým zdrojem energie. Odhady na její vyčerpání jsou založené pouze na dnešním poznání a současných možnostech techniky. Technologický rozvoj a s tím spojená vyšší energetická návratnost otevírá možnosti pro dříve nevyužitelná ložiska. I díky těmto skutečnostem se na pozici největšího světového producenta ropy osamostatnily Spojené státy.

Pandemie koronaviru z roku 2020 může v mnoha věcech urychlit strukturální změny. Objevují se odhady, že se bude jednat o největší ekonomickou krizi a recesi od velké hospodářské krize z 30. let 20. století. Již nyní lze pozorovat obrovské společenské změny. Krize však může urychlit globální posun k alternativním zdrojům energie a zapříčinit nižší cenu fosilních paliv v příštích obdobích. Současně v souvislosti s rostoucími náklady na emise uhlíku bude těžba na řadě míst ztrácet ekonomický smysl. Tento fakt může být částečně kompenzován právě rozvojem technologií a vyšším energetickým ziskem z této suroviny. Již lze pozorovat, že ropné společnosti se zaměřují na integraci s petrochemickým průmyslem. Analýzy naznačují, že petrochemický průmysl se stane zásadní součástí růstu poptávky po ropě.

## 7 Seznam použitých zdrojů

### Knižní publikace:

- [1] ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ, 2003. *Finanční časové řady: [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]*. Praha: Grada. ISBN 8024703300.
- [2] BERÁNEK, Ondřej, 2007. *Saúdská Arábie: mezi tradicemi a moderností: domácí politika, salafijská ideologie a zahraniční vztahy*. Praha: Volvox Globator, 252 s. ISBN 978-80-7207-647-5.
- [3] BRČÁK, Josef a Bohuslav SEKERKA, 2010. *Makroekonomie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 292 s. ISBN 978-807-3802-455.
- [4] CÍLEK, Václav a Martin KAŠÍK, 2007. *Nejistý plamen: průvodce ropným světem*. Praha: Dokořán, 192 s. ISBN 978-80-7363-122-2.
- [5] CIPRA, Tomáš, 2008. *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress, 538 s. ISBN 978-80-86929-43-9.
- [6] HINDLS, Richard, 2007. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 415 s. ISBN 978-808-6946-436.
- [7] JÍLEK, Josef, 2005. *Finanční a komoditní deriváty v praxi*. Praha: GRADA Publishing, 632 s. ISBN 80-247-1099-4.
- [8] KÁBA, Bohumil a Libuše SVATOŠOVÁ, 2012. *Statistické nástroje ekonomického výzkumu*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-807-3803-599.
- [9] MANKIW, N. Gregory, 1999. *Zásady ekonomie*. Praha: Grada, 768 s. ISBN 978-80-7169-891-3.
- [10] NOVÁK, Martin, 2010. *Ropa a krev: americko-irácké války 1990-2003*. Praha: Epocha, 352 s. ISBN 978-80-7425-069-9.
- [11] SEKERKA, Bohuslav, 2007. *Makroekonomie*. Praha: Profess Consulting. ISBN 978-80-7259-050-6.

### Elektronické knihy:

- [12] BLAŽEK, Josef a Vratislav RÁBL, 2006. *Základy zpracování a využití ropy* [online]. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT [cit. 2020-11-28]. ISBN 80-708-0619-2. Dostupné z: [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_isbn-80-7080-619-2/pages-img/](http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-619-2/pages-img/)
- [13] CARTER, Colin A., 2007. *Futures and Options Markets: An Introduction* [online]. Long Grove, Illinois: Waveland Press [cit. 2020-07-04]. ISBN 9781478608226. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=UccQAAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>
- [14] LUCIANI, Giacomo, 2015. *The Arab State* [online]. London, UNITED KINGDOM: Taylor & Francis Group [cit. 2021-03-27]. ISBN 9781315685229. Dostupné z: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=3570170>
- [15] NARDO, Don, 2011. *Oil Spills: Hot Topics* [online]. Farmington Hills, MI, United States: Lucent Books [cit. 2021-03-27]. ISBN 9781420506242. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=wohmDwAAQBAJ>
- [16] PARKER, Randall E. a Robert M. WHAPLES, 2013. *Routledge Handbook of Major Events in Economic History* [online]. Abingdon: Taylor & Francis Group [cit. 2020-06-30]. ISBN 9781135080808. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=1125169>
- [17] PROKOPOVÁ, Irena, 2007. *Makromolekulární chemie* [online]. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství VŠCHT [cit. 2020-06-23]. ISBN 978-80-7080-662-3. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_isbn-978-80-7080-662-3](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-978-80-7080-662-3)
- [18] VASSILIOU, Marius S., 2018. *Historical Dictionary of the Petroleum Industry* [online]. Second edition. London: Rowman & Littlefield, 656 p. [cit. 2020-06-27]. ISBN 9781538111604. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?id=\\_YIZDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=_YIZDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false)
- [19] VICTOR, David G., David R. HULTS a Mark C. THURBER, 2012. *Oil and Governance: State-Owned Enterprises and the World Energy Supply* [online]. New York (United States of America):

- Cambridge University Press [cit. 2020-09-28]. ISBN 978-1-107-00442-9. Dostupné z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=824454>
- [20] *World Economic Outlook, April 2009: Crisis and Recovery* [online], April 22, 2009. Washington, D.C., USA: International Monetary Fund. Research Dept., 250 p. [cit. 2021-02-20]. ISBN 978-1-58906-806-3. Dostupné z: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2016/12/31/World-Economic-Outlook-April-2009-Crisis-and-Recovery-22575>
- [21] *World Economic Outlook, October 2020: A Long and Difficult Ascent* [online], October 2020. Washington, D.C., USA: International Monetary Fund. Research Dept., 203 p. [cit. 2021-02-20]. ISBN 978-1-51355-815-8. Dostupné z: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2020/09/30/world-economic-outlook-october-2020#Full%20Report%20and%20Executive%20Summary>
- [22] *World Energy Outlook 2012* [online], November 2012. Paris, France: International Energy Agency, 668 p. [cit. 2020-08-04]. ISBN 978-92-64-18084-0. Dostupné z: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/weo-2012-en.pdf?expires=1614681923&id=id&accname=ocid56027718&checksum=FA330CAC201DE227EDA7A10B0DF2FEAF>

### **Elektronické články:**

- [23] ALKADIRI, Raad a Fareed MOHAMEDI, 2003. World Oil Markets and the Invasion of Iraq. *Middle East Report* [online]. (227) [cit. 2021-02-27]. ISSN 08992851. Dostupné z: doi:10.2307/1559320
- [24] ALWEQYAN, Deymah, 2020. The Role of OPEC in Reducing Oil Prices under International Law: The 2014 Downfall and Today's Relevance: The 2014 Downfall and Today's Relevance. *Journal of East Asia & International Law* [online]. Yijun Press, **13**(1), 97-119 [cit. 2021-03-27]. ISSN 19769229. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=144366217&lang=cs&site=ehost-live>
- [25] BARUNÍK, Jozef a Barbora MALINSKÁ, 2016. Forecasting the term structure of crude oil futures prices with neural networks. *Applied Energy* [online]. **164**, 366-379 [cit. 2021-03-20]. ISSN 03062619. Dostupné z: doi:10.1016/j.apenergy.2015.11.051
- [26] FENG-BIN, Lu, Li YI, Wang SHUAN-HONG a Wang SHOU-YANG, 2008. Information Spillovers among International Crude Oil Markets — An Empirical Analysis Based on CCF Method and ECM. *Systems Engineering - Theory & Practice* [online]. **28**(3), 25-34 [cit. 2020-10-04]. ISSN 18748651. Dostupné z: doi:10.1016/S1874-8651(09)60015-6
- [27] GEMAN, Hélyette a Steve OHANA, 2009. Forward curves, scarcity and price volatility in oil and natural gas markets. *Energy Economics* [online]. **31**(4), 576-585 [cit. 2021-03-04]. ISSN 01409883. Dostupné z: doi:10.1016/j.eneco.2009.01.014
- [28] HAMILTON, James D., 2009. Understanding Crude Oil Prices. *Energy Journal* [online]. International Association for Energy Economics, **30**(2), 179-206 [cit. 2021-03-27]. ISSN 01956574. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=37603648&lang=cs&site=ehost-live>
- [29] HANEWALD, Christopher, 2017. The Death of OPEC? The Displacement of Saudi Arabia as the World's Swing Producer and the Futility of an Output Freeze. *Indiana Journal of Global Legal Studies* [online]. Indiana University Press, **24**(1), 277-308 [cit. 2021-03-27]. ISSN 10800727. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=122997358&lang=cs&site=ehost-live>
- [30] HARRAZ, Hassan Z., 2016. *BENCHMARKS OF CRUDE OILS* [online]. February 2016 [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: doi:10.13140/RG.2.1.4306.5207
- [31] HORN, Manfred, 2004. OPEC's optimal crude oil price. *Energy Policy* [online]. **32**(2), 269-280 [cit. 2020-07-12]. ISSN 03014215. Dostupné z: doi:10.1016/S0301-4215(02)00289-6

- [32] LIAO, J. G a Dan MCGEE, 2003. Adjusted Coefficients of Determination for Logistic Regression. *The American Statistician* [online]. **57**(3), 161-165 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0003-1305. Dostupné z: doi:10.1198/0003130031964
- [33] LOSMAN, Donald L., 2010. The Rentier State And National Oil Companies: An Economic And Political Perspective. *The Middle East Journal* [online]. **64**(3), 427-445 [cit. 2020-07-23]. ISSN 0026-3141. Dostupné z: doi:10.3751/64.3.15
- [34] MEDLOCK III, Kenneth B. a Amy Myers JAFFE, 2009. Who Is In the Oil Futures Market and How Has It Changed? *Rice University's Baker Institute for Public Policy* [online]. Houston, Texas: Rice University's Baker Institute for Public Policy, August 26, 2009 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.bakerinstitute.org/media/files/news/94bb2e2c/EF-pub-MedlockJaffeOilFuturesMarket-082609.pdf>
- [35] MEHRABIRAD, Sina a Ali SADEGHI MOJARAD. *The Relationship between Spot & Future Price of Crude Oil with basic Risk & reserves Using ARCH family models* [online]. November 2014 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/328730613>
- [36] SCHWARZ, Gideon, 1978. Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics* [online]. **6**(2), 461-464 [cit. 2021-03-19]. ISSN 0090-5364. Dostupné z: doi:10.1214/aos/1176344136
- [37] SOUKUP, Alexandr, 1998. *Pojetí neobnovitelných zdrojů v ekonomické teorii* [online]. 18.09.1998 [cit. 2020-10-25]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/106250>
- [38] ZHAO, Lu-Tao, Shun-Gang WANG a Zhi-Gang ZHANG, 2020. Oil Price Forecasting Using a Time-Varying Approach. *Energies* [online]. **13**(6) [cit. 2021-03-30]. ISSN 1996-1073. Dostupné z: doi:10.3390/en13061403

#### **Oficiální dokumenty organizací:**

- [39] Data download: OPEC Annual Statistical Bulletin 2019, 2019. In: *OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries* [online]. Vienna: OPEC, 2019 [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: <https://asb.opec.org/index.php/data-download>
- [40] ICE Brent FAQ, 2013. In: *Intercontinental Exchange* [online]. Atlanta, Georgia: Intercontinental Exchange, January 2013 [cit. 2020-06-27]. Dostupné z: [https://www.theice.com/publicdocs/futures/ICE\\_Brent\\_FAQ.pdf](https://www.theice.com/publicdocs/futures/ICE_Brent_FAQ.pdf)
- [41] *Oil Price Reporting Agencies* [online], 2011. In: . IEA, IEF, OPEC, IOSCO, October 2011 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCPD364.pdf>
- [42] OPEC Statute, 1961. In: *OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries* [online]. Vienna: OPEC, January 1961 [cit. 2020-07-12]. Dostupné z: [https://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/OPEC\\_Statute.pdf](https://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OPEC_Statute.pdf). Modified 2012.
- [43] Short-Term Energy Outlook, 2021. In: *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, January 12, 2021 [cit. 2021-01-25]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/outlooks/steo/realprices/>
- [44] Souhrnná teritoriální informace Saúdská Arábie, 2020. In: *Ministerstvo zahraničních věcí České republiky* [online]. Rijád: Zastupitelský úřad ČR v Rijádu (Saúdská Arábie), 14. 5. 2020 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: [http://publiccontent.sinpro.cz/PublicFiles/2020/05/14/Nahled%20STI%20\(PDF\)%20Saudska%20Arabie%20-%20Souhrnna%20teritorialni%20informace%20-%202020.140022738.pdf](http://publiccontent.sinpro.cz/PublicFiles/2020/05/14/Nahled%20STI%20(PDF)%20Saudska%20Arabie%20-%20Souhrnna%20teritorialni%20informace%20-%202020.140022738.pdf)
- [45] Souhrnná teritoriální informace Venezuela, 2020. In: *Ministerstvo zahraničních věcí České republiky* [online]. Havana: Zastupitelský úřad ČR v Havaně (Kuba), 10. 1. 2020 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: [http://publiccontent.sinpro.cz/PublicFiles/2020/01/10/Nahled%20STI%20\(PDF\)%20Venezuela%20-%20Souhrnna%20teritorialni%20informace%20-%202019.110908106.pdf](http://publiccontent.sinpro.cz/PublicFiles/2020/01/10/Nahled%20STI%20(PDF)%20Venezuela%20-%20Souhrnna%20teritorialni%20informace%20-%202019.110908106.pdf)
- [46] Statistical Review of World Energy 2020: 69th edition, 2020. In: *BP* [online]. London: BP, 2020 [cit. 2020-06-27]. Dostupné z: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>

- [47] The Future of Petrochemicals: Towards more sustainable plastics and fertilisers, 2018. In: *IEA* [online]. Paris, France: International Energy Agency, October 2018 [cit. 2020-07-01]. Dostupné z: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86080042-1c55-4c37-9c20-d3390aa5e182/English-Future-Petrochemicals-ES.pdf>
- [48] *Fiscal Monitor Update, January 2021* [online]. In: . January 2021 [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.imf.org/en/Publications/FM/Issues/2021/01/20/fiscal-monitor-update-january-2021>

### **Legislativní dokumenty:**

- [49] THE UNITED STATES OF AMERICA, 2015. *American Crude Oil Export Equality Act*. In: . Washington, D.C.: The United States Congress, 114th, S.1372. Dostupné také z: <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/1372/text>

### **Ostatní internetové zdroje:**

- [50] About DME, c2015. *DME* [online]. Dubai, United Arab Emirates: Dubai Mercantile Exchange [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.dubaimerc.com/about-dme>
- [51] BACH, Natasha, 2018. U.S. Could Become World's Largest Oil Producer This Year. In: *Fortune* [online]. New York City: Fortune Media, January 19, 2018 [cit. 2018-02-09]. Dostupné z: <http://fortune.com/2018/01/19/us-saudi-arabia-russia-largest-oil-producer-2018/>
- [52] Background Reference: Venezuela, 2019. *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, January 7, 2019 [cit. 2020-08-03]. Dostupné z: [https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries\\_long/Venezuela/background.htm](https://www.eia.gov/international/content/analysis/countries_long/Venezuela/background.htm)
- [53] BAQUIS, Pierre-René. WHAT FUTURE FOR EXTRA HEAVY OIL AND BITUMEN : THE ORINOCO CASE. In: *World Energy Council* [online]. Paris La Défense, France: World Energy Council, 2007 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: [https://web.archive.org/web/20070402100135/http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/default/tech\\_papers/17th\\_congress/3\\_1\\_04.asp](https://web.archive.org/web/20070402100135/http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/default/tech_papers/17th_congress/3_1_04.asp)
- [54] BLAS, Javier, 2020. The Big Oil Turnaround: From Negative Prices to a Bull Market. In: *Bloomberg* [online]. New York: Bloomberg, 21. června 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-06-21/the-big-oil-turnaround-from-negative-prices-to-a-bull-market?sref=qI83munY>
- [55] BROWN, Bill a Ari KAHAN, 2019. The U.S. leads global petroleum and natural gas production with record growth in 2018. In: *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, AUGUST 20, 2019 [cit. 2020-08-12]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=40973>
- [56] BUDÍN, Jan, 2015. Ropa – vlastnosti, rozdělení a obchodování. In: *Oenergetice.cz* [online]. Třebíč: OM Solutions, 10. srpna 2015 [cit. 2017-09-09]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/ropa/ropa-vlastnosti-rozdeleni-a-obchodovani>
- [57] COBB, Kurt, 2015. One Of The Most Worrying Trends In Energy. In: *OilPrice.com: The No. 1 Source for Oil & Energy News* [online]. Apr 07, 2015 [cit. 2017-10-06]. Dostupné z: <http://oilprice.com/Energy/Energy-General/One-Of-The-Most-Worrying-Trends-In-Energy.html>
- [58] COHEN, Luc, 2018. IMF sees Venezuela inflation at 10 million percent in 2019. In: *Reuters* [online]. London: Reuters, OCTOBER 9, 2018 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: <https://in.reuters.com/article/venezuela-economy/imf-sees-venezuela-inflation-at-10-million-percent-in-2019-idINKCN1MJ1YX>
- [59] COHEN, Luc, 2020b. Venezuela to let companies raise capital in dollars as Maduro liberalizes economy. In: *Reuters* [online]. Caracas: Reuters, FEBRUARY 28, 2020 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-economy/venezuela-to-let-companies-raise-capital-in-dollars-as-maduro-liberalizes-economy-idUSKCN20L3D3>
- [60] COHEN, Luc, 2020a. Venezuela's opposition names new members to PDVSA ad-hoc board. In: *Reuters* [online]. New York, USA: Reuters, JUNE 30, 2020 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-politics-pdvsa/venezuelas-opposition-names-new-members-to-pdvsa-ad-hoc-board-idUSKBN24139X>



- [61] CORBETT, Michael, 2013. Oil Shock of 1973–74. In: *Federal Reserve History: Your Gateway to the History of the Federal Reserve System* [online]. St. Louis: Federal Reserve Bank of St. Louis, November 22, 2013 [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: [https://www.federalreservehistory.org/essays/oil\\_shock\\_of\\_1973\\_74](https://www.federalreservehistory.org/essays/oil_shock_of_1973_74)
- [62] CORRALES, Javier, MAY 7, 2015. Don't Blame It On the Oil. In: *Foreign Policy* [online]. Washington, D.C.: The FP Group [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://foreignpolicy.com/2015/05/07/dont-blame-it-on-the-oil-venezuela-caracas-maduro/>
- [63] Crude oil distillation and the definition of refinery capacity, 2012. *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, JULY 5, 2012 [cit. 2017-09-09]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=6970>
- [64] Crude oils have different quality characteristics, 2013. In: *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 26 June 2013 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/images/2012.07.16/CrudeMatrix.png>
- [65] CUNNINGHAM, Nick, 2017. Hurricane Irma Could Destroy Oil Demand. In: *OilPrice.com: The No. 1 Source for Oil & Energy News* [online]. Sep 05, 2017 [cit. 2018-02-14]. Dostupné z: <https://oilprice.com/Energy/Oil-Prices/Hurricane-Irma-Could-Destroy-Oil-Demand.html>
- [66] Data Catalog, c2020a. *The World Bank* [online]. Washington, D.C.: The World Bank Group [cit. 2021-02-13]. Dostupné z: <https://datacatalog.worldbank.org/>
- [67] DISAVINO, Scott, 2020. Another plunge takes crude benchmarks to lowest levels since 2002. In: *Reuters* [online]. New York: Reuters, MARCH 30, 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-global-oil/another-plunge-takes-crude-benchmarks-to-lowest-levels-since-2002-idUSKBN21G0XR>
- [68] DOGGETT, Tom a Jim MARSHALL, 2010. Venezuelan oil belt could produce 513 bln barrels. In: *Reuters* [online]. Washington, D.C.: Reuters, JANUARY 22, 2010 [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: <https://uk.reuters.com/article/venezuela-oil-resources/venezuelan-oil-belt-could-produce-513-bln-barrels-idUKN2217645920100122>
- [69] EL GAMAL, Rania a Aziz EL YAAKOUBI, 2018. Saudi Arabia converts Aramco into joint-stock company ahead of historic IPO. In: *Reuters* [online]. London: Reuters, JANUARY 5, 2018 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-saudi-aramco/saudi-arabia-converts-aramco-into-joint-stock-company-ahead-of-historic-ipo-idUSKBN1EU090>
- [70] EL GAMAL, Rania, Olesya ASTAKHOVA a Ahmad GHADDAR, 2020. Saudi, Russia outline record oil cut under U.S. pressure as demand crashes. In: *Reuters* [online]. Dubai/Moscow/London: Reuters, APRIL 9, 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-global-oil-opec/saudi-russia-agree-record-oil-cut-under-u-s-pressure-as-demand-crashes-idUSKCN21R00R>
- [71] Energy & Financial Markets - Crudeoil, s. a. *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 09/30/2020 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: [https://www.eia.gov/finance/markets/crudeoil/financial\\_markets.php](https://www.eia.gov/finance/markets/crudeoil/financial_markets.php)
- [72] General Pipeline FAQs, s. a. *Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Transportation, November 6, 2018 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.phmsa.dot.gov/faqs/general-pipeline-faqs>
- [73] GEORGE, Rebecca a Hannah BREUL, 2014. Benchmarks play an important role in pricing crude oil. In: *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, OCTOBER 28, 2014 [cit. 2020-06-27]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=18571>
- [74] GRAEFE, Laurel, 2013. Oil Shock of 1978–79. In: *Federal Reserve History: Your Gateway to the History of the Federal Reserve System* [online]. St. Louis: Federal Reserve Bank of St. Louis, November 22, 2013 [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: [https://www.federalreservehistory.org/essays/oil\\_shock\\_of\\_1978\\_79](https://www.federalreservehistory.org/essays/oil_shock_of_1978_79)
- [75] HAMILTON, Mason, 2020. Despite the U.S. becoming a net petroleum exporter, most regions are still net importers. In: *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, FEBRUARY 6, 2020 [cit. 2020-08-12]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=42735>
- [76] History, c2018. *Saudi Aramco* [online]. Dhahran: Saudi Arabian Oil Co. [cit. 2018-02-18]. Dostupné z: <http://www.saudiaramco.com/en/home/about/history.html>

- [77] HURST, Laura, 2020. Oil Companies Wonder If It's Worth Looking for Oil Anymore. In: *Bloomberg* [online]. New York: Bloomberg, 16. srpna 2020 [cit. 2020-08-19]. Dostupné z: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-08-16/oil-companies-wonder-if-it-s-worth-looking-for-oil-anymore>
- [78] ICE Brent, c2020. *Intercontinental Exchange* [online]. Atlanta, Georgia: Intercontinental Exchange [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.theice.com/brent-crude>
- [79] IMF DataMapper, c2020. *IMF* [online]. Washington, D.C., USA: International Monetary Fund [cit. 2021-02-20]. Dostupné z: <https://www.imf.org/external/datamapper/datasets>
- [80] IMSIROVIC, Adi, 2019. Changes to the 'Dated Brent' benchmark: More to come. In: *Oxford Institute for Energy Studies* [online]. Oxford, United Kingdom: The Oxford Institute for Energy Studies, March 2019 [cit. 2020-06-27]. Dostupné z: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2019/03/Changes-to-the-Dated-Brent-benchmark-more-to-come.pdf>
- [81] International, [2021]. *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, [2021] [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/international/data/world>
- [82] JENSEN, Fergus a Wilda ASMARINI, 2016. Net oil importer Indonesia leaves producer club OPEC, again. In: *Reuters* [online]. Jakarta: Reuters, DECEMBER 1, 2016 [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-opeec-meeting-indonesia/net-oil-importer-indonesia-leaves-producer-club-opeec-again-idUSKBN13Q3M7>
- [83] KELLY, Stephanie, 2020. Oil plunges 25%, hit by erupting Saudi-Russia oil price war. In: *Reuters* [online]. New York: Reuters, MARCH 8, 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-global-oil/oil-prices-plunge-hit-by-erupting-saudi-russia-oil-price-war-idUSKBN20V131>
- [84] KEMP, John, 2019. Column: Saudi Arabia resumes familiar role as swing producer. In: *Reuters* [online]. London: Reuters, FEBRUARY 21, 2019 [cit. 2020-07-23]. Dostupné z: <https://uk.reuters.com/article/uk-oil-prices-kemp/column-saudi-arabia-resumes-familiar-role-as-swing-producer-idUKKCN1QA1AO>
- [85] KERNS, Jeff, 2016. Replacing Metal with Plastic. In: *Machine Design* [online]. Nashville, Tennessee: Endeavor Business Media, Aug 23, 2016 [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: <http://www.machinedesign.com/materials/replacing-metal-plastic>
- [86] KONRAD, Tom, 2012. The End Of Elastic Oil. In: *Forbes* [online]. Jersey City, New Jersey: Forbes Media, JAN 26, 2012 [cit. 2017-11-22]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/tomkonrad/2012/01/26/the-end-of-elastic-oil/#536387ee36d6>
- [87] LAWLER, Alex, 2020. OPEC oil output sinks as Saudi deepens cuts and others cut more, survey shows. In: *Reuters* [online]. London: Reuters, JUNE 30, 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://uk.reuters.com/article/uk-oil-opeec-survey-idUKKBN2412DA>
- [88] Member Countries, c2020d. *OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries* [online]. Vienna: OPEC [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/25.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/25.htm)
- [89] NGAI, Catherine, Olivia RAIMONDE a Alex LONGLEY, 2020. Oil Plunges Below Zero for First Time in Unprecedented Wipeout. In: *Bloomberg* [online]. New York: Bloomberg, 20. dubna 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-04-19/oil-drops-to-18-year-low-on-global-demand-crunch-storage-woes>
- [90] OEC - Saudi Arabia (SAU) Exports, Imports, and Trade Partners. *The Observatory of Economic Complexity* [online]. Cambridge: Macro Connections group - MIT Media Lab [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/sau/>
- [91] OEC – *The Observatory of Economic Complexity: The world's leading data visualization tool for international trade data.* [online]. Cambridge, Massachusetts, United States: MIT Media Lab [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://oec.world/>
- [92] OEC - Venezuela (VEN) Exports, Imports, and Trade Partners. *The Observatory of Economic Complexity* [online]. Cambridge: Macro Connections group - MIT Media Lab [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <https://atlas.media.mit.edu/en/profile/country/ven/>
- [93] Oil Rents (% Of GDP), c2020b. *The World Bank* [online]. Washington, D.C., USA: The World Bank Group [cit. 2020-07-23]. Dostupné z: <https://datacatalog.worldbank.org/oil-rents-gdp>
- [94] OPEC Basket Price, c2020a. *OPEC.org* [online]. Vienna: Organization of the Petroleum Exporting Countries [cit. 2020-06-26]. Dostupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/data\\_graphs/40.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/40.htm)

- [95] OPEC Share of World Crude Oil Reserves, c2020c. *OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries* [online]. Vienna: OPEC [cit. 2020-06-30]. Dostupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/data\\_graphs/330.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/data_graphs/330.htm)
- [96] Our Mission, c2020b. *OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries* [online]. Vienna: OPEC [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: [http://www.opec.org/opec\\_web/en/about\\_us/23.htm](http://www.opec.org/opec_web/en/about_us/23.htm)
- [97] PAMUK, Humeyra, 2019. Exclusive: U.S. probe of Saudi oil attack shows it came from north - report. In: *Reuters* [online]. Washington, D.C.: Reuters, DECEMBER 19, 2019 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-saudi-aramco-attacks-iran-exclusive/exclusive-u-s-probe-of-saudi-oil-attack-shows-it-came-from-north-report-idUSKBNIYN299>
- [98] PDVSA - HISTORY, c2016. *PDVSA* [online]. Caracas: PDVSA [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: [http://www.pdvs.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6541&Itemid=888&lang=en](http://www.pdvs.com/index.php?option=com_content&view=article&id=6541&Itemid=888&lang=en)
- [99] PONS, Corina a Luc COHEN, 2020. Venezuela's ruling Socialists seize congress, defiant opposition re-elects Guaido. In: *Reuters* [online]. Caracas: Reuters, JANUARY 5, 2020 [cit. 2020-07-27]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-politics/venezuelas-ruling-socialists-seize-congress-defiant-opposition-re-elects-guaido-idUSKBNI1Z40J4>
- [100] PRESTON, J., c2020. Man-made fibre. In: *Encyclopædia Britannica* [online]. Chicago: Encyclopædia Britannica [cit. 2017-09-16]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/man-made-fiber>
- [101] RAPIER, Robert, 2019. The U.S. Accounted For 98% Of Global Oil Production Growth In 2018. In: *Forbes* [online]. Jersey City, New Jersey: Forbes Media, Jun 23, 2019 [cit. 2020-08-12]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/rtrapier/2019/06/23/the-u-s-accounted-for-98-of-global-oil-production-growth-in-2018/#42aa90165125>
- [102] RASHAD, Marwa a Davide BARBUSCIA, 2019. Saudi Aramco hits Crown Prince's \$2 trillion goal despite valuation doubts. In: *Reuters* [online]. London: Reuters, DECEMBER 12, 2019 [cit. 2020-07-23]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-saudi-aramco-ipo/aramco-tops-saudi-crown-princes-2-trillion-target-despite-doubts-idUSKBNIYG0GI>
- [103] SAUL, Jonathan a Matt SPETALNICK, 2020. Exclusive: U.S. turns screws on maritime industry to cut off Venezuela's oil. In: *Reuters* [online]. London/Washington, D.C.: Reuters, JULY 13, 2020 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-oil-shipping-exclusive/exclusive-us-turns-screws-on-maritime-industry-to-cut-off-venezuelas-oil-idUSKCN24E0CD>
- [104] SLAV, Irina, 2020. Saudi Arabia And The U.S. Could Form The World's Newest Oil Cartel. In: *OilPrice.com: The No. 1 Source for Oil & Energy News* [online]. Mar 24, 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://oilprice.com/Energy/Crude-Oil/Saudi-Arabia-And-The-US-Could-Form-The-Worlds-Newest-Oil-Cartel.html>
- [105] Statistical Review of World Energy – all data, 1965-2019, c1996-2021. *BP* [online]. London: BP [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/xlsx/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-all-data.xlsx>
- [106] Storm over Venezuela oil speech, 2006. *BBC News Online* [online]. London: BBC, 4 November 2006 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/6114682.stm>
- [107] ULMER, Alexandra, 2017. Venezuela's Maduro seen bolstering grip on PDVSA after shake-up. In: *Reuters* [online]. Caracas: Reuters, JANUARY 30, 2017 [cit. 2020-08-07]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/article/us-venezuela-pdvsa/venezuelas-maduro-seen-bolstering-grip-on-pdvsa-after-shake-up-idUSKBNI5E2JI>
- [108] VERMEULEN, Chris, 2012. How the Arab Spring Is Affecting Oil Prices, And Where Investors Should Put Their Focus. In: *Minyanville* [online]. New York, USA: Minyanville Media, Sep 18, 2012 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <http://www.minyanville.com/sectors/energy/articles/oil-crude-oil-crude-oil-price/9/18/2012/id/44095>
- [109] VOŘÍŠEK, Martin, 2015. Důvody poklesu ceny ropy. In: *Oenergetice.cz* [online]. 27. únor 2015 [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/ropa/duvody-poklesu-ceny-ropy/>
- [110] Why This Oil Crisis Is Different To 2008, 2016. *OilPrice.com: The No. 1 Source for Oil & Energy News* [online]. OilPrice.com, Jul 17, 2016 [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: <https://oilprice.com/Energy/General/Why-This-Oil-Crisis-Is-Different-To-2008.html>

- [111] WILPERT, Gregory, 2003. The Economics, Culture, and Politics of Oil in Venezuela. In: *Venezuelanalysis* [online]. Aug 30th 2003 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://venezuelanalysis.com/analysis/74>
- [112] World Population Prospects 2019. *United Nations* [online]. New York, U.S: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2019 [cit. 2021-02-26]. Dostupné z: <https://population.un.org/wpp/>
- [113] WTI-Brent crude oil price spread has reached unseen levels, 2011. *U.S. Energy Information Administration* [online]. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, FEBRUARY 28, 2011 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=290>
- [114] YESTER, Katherine, 2009. Debating Iraq's Winners. In: *Foreign Policy* [online]. Washington, D.C., USA: Graham Holdings Company, OCTOBER 12, 2009 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://foreignpolicy.com/2009/10/12/debating-iraqs-winners/>
- [115] ZHDANNIKOV, Dmitry, Rania EL GAMAL a Olesya ASTAKHOVA, 2020. In oil market standoff with Saudi Arabia, weakened rouble helps Russia. In: *Reuters* [online]. London/Dubai: Reuters, MARCH 23, 2020 [cit. 2020-08-13]. Dostupné z: <https://uk.reuters.com/article/uk-oil-opec-russia/in-oil-market-standoff-with-saudi-arabia-weakened-rouble-helps-russia-idUKKBN21A29I?rpc=401&>

## 8 Přílohy

- Příloha č. 1: Výsledky modelu ARIMA (0,1,1) – cena ropy
- Příloha č. 2: Výsledky modelu ARIMA (1,1,0) – cena ropy
- Příloha č. 3: Koeficienty pro trendové funkce – produkce
- Příloha č. 4: Koeficienty pro trendové funkce – HDP
- Příloha č. 5: Vliv ceny ropy na HDP Saúdské Arábie
- Příloha č. 6: Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Saúdské Arábie
- Příloha č. 7: Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Saúdské Arábie
- Příloha č. 8: Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Saúdské Arábie
- Příloha č. 9: Vliv ceny ropy na devizové rezervy Saúdské Arábie
- Příloha č. 10: Vliv ceny ropy na míru inflace Saúdské Arábie
- Příloha č. 11: Vliv ceny ropy na produkci ropy Saúdské Arábie
- Příloha č. 12: Vliv ceny ropy na HDP Venezuely
- Příloha č. 13: Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Venezuely
- Příloha č. 14: Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Venezuely
- Příloha č. 15: Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Venezuely
- Příloha č. 16: Vliv ceny ropy na devizové rezervy Venezuely
- Příloha č. 17: Vliv ceny ropy na míru inflace Venezuely

## Příloha č. 1: Výsledky modelu ARIMA (0,1,1) – cena ropy

Model Statistics								
Model	Stationary R-squared	Model Fit statistics			Normalized BIC	Ljung-Box Q(18)		
		R-squared	RMSE	MAPE		Statistics	DF	Sig.
cena_ropy-Model_1	,219	,969	4,431	6,619	3,021	27,489	17	,051

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

ARIMA Model Parameters							
				Estimate	SE	t	Sig.
cena_ropy-Model_1	cena_ropy	No Transformation	Constant	,031	,404	,078	,938
			Difference	1			
			MA Lag 1	-,445	,057	-7,820	,000

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

**Příloha č. 2: Výsledky modelu ARIMA (1,1,0) – cena ropy**

Model Statistics								
Model	Stationary R-squared	Model Fit statistics			Normalized BIC	Ljung-Box Q(18)		
		R-squared	RMSE	MAPE		Statistics	DF	Sig.
cena_ropy-Model_1	,244	,970	4,358	6,694	2,988	17,224	17	,439

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

ARIMA Model Parameters							
				Estimate	SE	t	Sig.
cena_ropy-Model_1	cena_ropy	No Transformation	Constant	,049	,541	,091	,927
			AR Lag 1	,494	,055	8,942	,000
			Difference	1			

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

### Příloha č. 3: Koeficienty pro trendové funkce – produkce

#### Saúdská Arábie

##### Koeficienty

	B	Standardní chyba	t-test	p-hodnota
pozorování	-126,190	60,599	-2,082	,043
pozorování <sup>2</sup>	4,026	1,224	3,289	,002
konstanta	8121,203	630,567	12,879	,000

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

#### Venezuela

##### Koeficienty

	B	Standardní chyba	t-test	p-hodnota
pozorování	-223,356	32,904	-6,788	,000
pozorování <sup>2</sup>	12,672	1,584	8,001	,000
pozorování <sup>3</sup>	-,187	,022	-8,625	,000
konstanta	3163,567	184,304	17,165	,000

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS

##### Korelace

		Produkce Saúdská Arábie	Produkce Venezuela
Produkce Saúdská Arábie	Pearsonův koeficient korelace	1	,273
	p-hodnota		,064
	Počet pozorování	47	47

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS



#### **Příloha č. 4: Koeficienty pro trendové funkce – HDP**

##### **Saúdská Arábie**

##### **Koeficienty**

	B	Standardní chyba	t-test	p-hodnota
pozorování	-2771,056	1835,046	-1,510	,138
pozorování <sup>2</sup>	244,426	34,883	7,007	,000
konstanta	250782,191	20286,616	12,362	,000

Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

##### **Venezuela**

##### **Koeficienty**

	B	Standardní chyba	t-test	p-hodnota
pozorování	-134,874	1024,644	-,132	,896
pozorování <sup>2</sup>	124,175	21,598	5,749	,000
konstanta	188591,472	10218,309	18,456	,000

Zdroj: Vlastní zpracování z dat WBG, software SPSS

## Příloha č. 5: Vliv ceny ropy na HDP Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a HDP Saúdské Arábie

#### Correlations

		cena_ropy_diferencovana	HDP_diferencovane
cena_ropy_diferencovana	Pearson Correlation	1	,278 <sup>*</sup>
	Sig. (2-tailed)		,048
HDP_diferencovane	Pearson Correlation	,278 <sup>*</sup>	1
	Sig. (2-tailed)	,048	

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a HDP Saúdské Arábie

#### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,278 <sup>a</sup>	,077	,059	,077	4,109	1	49	,048	1,658

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: HDP\_diferencovane

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,197E+10	3418505983		3,502	,001
	cena_ropy_diferencovana	531153171,3	262029188,6	,278	2,027	,048

a. Dependent Variable: HDP\_diferencovane

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

## Příloha č. 6: Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a příjmu z ropy (% z HDP) Saúdské Arábie

#### Correlations

	Prijmy_z_ropy_diferencovane	cena_ropy_diferencovana
Pearson Correlation	1,000	,620
	,620	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,000
	,000	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a příjmu z ropy (% z HDP) Saúdské Arábie

#### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,620 <sup>a</sup>	,384	,371	,384	28,663	1	46	,000	2,380

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: Prijmy\_z\_ropy\_diferencovane

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,401	1,278		-,314	,755
	cena_ropy_diferencovana	,509	,095	,620	5,354	,000

a. Dependent Variable: Prijmy\_z\_ropy\_diferencovane

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

## Příloha č. 7: Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a vládního dluhu (% z HDP) Saúdské Arábie

**Correlations**

	Vladni_dluh_ diferencovany	cena_ropy_dif erencovana
Pearson Correlation	1,000	-,482
	-,482	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,016
	,016	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a SAMA, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a vládního dluhu (% z HDP) Saúdské Arábie

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,482 <sup>a</sup>	,232	,189	,232	5,438	1	18	,032	1,052

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: Vladni\_dluh\_diferencovany

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a SAMA, software SPSS

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-3,663	1,888		-1,941	,068
	cena_ropy_diferencovana	-,277	,119	-,482	-2,332	,032

a. Dependent Variable: Vladni\_dluh\_diferencovany

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a SAMA, software SPSS

## Příloha č. 8: Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a exportu (% z HDP) Saúdské Arábie

	export_difere ncovany	cena_ropy_dif erencovana
Pearson Correlation	1,000	,265
	,265	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,030
	,030	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

*Dále výstupy při vyloučení dvou odlehlých hodnot z let 1973 a 1974.*

### Výstup z korelace ceny ropy a exportu (% z HDP) Saúdské Arábie

		export_difere ncovany	cena_ropy_dif erencovana
export_diferencovany	Pearson Correlation	1	,768**
	Sig. (2-tailed)		,000
cena_ropy_diferencovana	Pearson Correlation	,768**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a exportu (% z HDP) Saúdské Arábie

#### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,768 <sup>a</sup>	,590	,581	,590	67,695	1	47	,000	1,523

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: export\_diferencovany

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

#### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,208	,575		-,362	,719
	cena_ropy_diferencovana	,384	,047	,768	8,228	,000

a. Dependent Variable: export\_diferencovany

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

## Příloha č. 9: Vliv ceny ropy na devizové rezervy Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a devizových rezerv Saúdské Arábie

	devizove_reze ry_diference _2_radu	cena_ropy_dif erencovana
Pearson Correlation	1,000	,656
	,656	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,000
	,000	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a devizových rezerv Saúdské Arábie

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,656 <sup>a</sup>	,431	,419	,431	37,107	1	49	,000	2,331

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: devizove\_rezervy\_diference\_2\_radu

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-1171306247	4474394372		-,262	,795
	cena_ropy_diferencovana	2089173009	342963251,4	,656	6,092	,000

a. Dependent Variable: devizove\_rezervy\_diference\_2\_radu

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

## Příloha č. 10: Vliv ceny ropy na míru inflace Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a míry inflace Saúdské Arábie

**Correlations**

	inflace_diference_1_radu	cena_ropy_diferencovana
Pearson Correlation	1,000	,262
	,262	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,033
	,033	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a míry inflace Saúdské Arábie

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,262 <sup>a</sup>	,069	,049	,069	3,551	1	48	,066	1,555

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: inflace\_diference\_1\_radu

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,050	,673		-,075	,941
	cena_ropy_diferencovana	,096	,051	,262	1,884	,066

a. Dependent Variable: inflace\_diference\_1\_radu

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

## Příloha č. 11: Vliv ceny ropy na produkci ropy Saúdské Arábie

### Výstup z korelace ceny ropy a produkce ropy Saúdské Arábie

		Correlations	
		cena_ropy_diferencovana	produkce_ropy_diferencovana
cena_ropy_diferencovana	Pearson Correlation	1	,233
	Sig. (2-tailed)		,119
produkce_ropy_diferencovana	Pearson Correlation	,233	1
	Sig. (2-tailed)	,119	

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA, software SPSS



## Příloha č. 12: Vliv ceny ropy na HDP Venezuely

### Výstup z korelace ceny ropy a HDP Venezuely

	cena_ropy_diferencovana	HDP_diferencovane
Pearson Correlation	1,000	,164
	,164	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,138
	,138	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a HDP Venezuely

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,164 <sup>a</sup>	,027	,005	,027	1,212	1	44	,277	2,084

a. Predictors: (Constant), HDP\_diferencovane

b. Dependent Variable: cena\_ropy\_diferencovana

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

## Příloha č. 13: Vliv ceny ropy na příjmy z ropy (% z HDP) Venezuely

### Výstup z korelace ceny ropy a příjmů z ropy (% z HDP) Venezuely

**Correlations**

	Prijmy_z_ropy_diferencovane	cena_ropy_diferencovana
Pearson Correlation	1,000	,671
	,671	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,000
	,000	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a příjmů z ropy (% z HDP) Venezuely

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,671 <sup>a</sup>	,450	,437	,450	34,321	1	42	,000	2,092

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: Prijmy\_z\_ropy\_diferencovane

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,531	,849		-,625	,535
	cena_ropy_diferencovana	,399	,068	,671	5,858	,000

a. Dependent Variable: Prijmy\_z\_ropy\_diferencovane

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

## Příloha č. 14: Vliv ceny ropy na vládní dluh (% z HDP) Venezuely

### Výstup z korelace ceny ropy a vládního dluhu (% z HDP) Venezuely

	Vladni_dluh_ diference_2_r adu	cena_ropy_dif erencovana
Pearson Correlation	1,000	,022
	,022	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,460
	,460	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a Ministry of Economy and Finance, software SPSS

## Příloha č. 15: Vliv ceny ropy na export (% z HDP) Venezuely

### Výstup z korelace ceny ropy a exportu (% z HDP) Venezuely

	export_difere ncovany	cena_ropy_dif erencovana
Pearson Correlation	1,000	,640
	,640	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,000
	,000	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a exportu (% z HDP) Venezuely

Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,640 <sup>a</sup>	,410	,397	,410	30,573	1	44	,000	1,882

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: export\_diferencovany

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-,617	,678		-,911	,367
	cena_ropy_diferencovana	,307	,056	,640	5,529	,000

a. Dependent Variable: export\_diferencovany

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a WBG, software SPSS

## Příloha č. 16: Vliv ceny ropy na devizové rezervy Venezuely

### Výstup z korelace ceny ropy a devizových rezerv Venezuely

**Correlations**

	devizove_reze rvy_diference	cena_ropy_dif erencovana
Pearson Correlation	1,000	,557
	,557	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,000
	,000	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a devizových rezerv Venezuely

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	,557 <sup>a</sup>	,311	,296	3155850292	,311	21,185	1	47	,000	1,984

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: devizove\_rezervy\_diference

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
		B	Std. Error			
1	(Constant)	98062812,49	451182410,2		,217	,829
	cena_ropy_diferencovana	157010049,3	34112868,37	,557	4,603	,000

a. Dependent Variable: devizove\_rezervy\_diference

Zdroj: Vlastní zpracování z dat EIA a IMF, software SPSS

## Příloha č. 17: Vliv ceny ropy na míru inflace Venezuely

### Výstup z korelace ceny ropy a míry inflace Venezuely

Correlations		
	inflace_diference_1_radu	cena_ropy_diferencovana
Pearson Correlation	1,000	-,142
	-,142	1,000
Sig. (1-tailed)	.	,168
	,168	.

Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF, software SPSS

### Výstupy z regresní analýzy ceny ropy a míry inflace Venezuely

Model Summary <sup>b</sup>									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
					F Change	df1	df2		
1	,142 <sup>a</sup>	,020	-,001	,020	,943	1	46	,337	1,259

a. Predictors: (Constant), cena\_ropy\_diferencovana

b. Dependent Variable: inflace\_diference\_1\_radu

Zdroj: Vlastní zpracování z dat IMF, software SPSS