

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky



Diplomová práce

**Statistická analýza trhu se zemním plynem v Evropě a
jeho tendence**

Bc. Polina Shukhardina

© 2020 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Polina Shukhardina

Ekonomika a management
Provoz a ekonomika

Název práce

Statistická analýza trhu se zemním plynem v Evropě a jeho tendence

Název anglicky

Statistic analysis of the gas market in Europe and its tendency

Cíle práce

Cílem práce je analýza trhu se zemním plynem v Evropě na základě posouzení vývoje ceny zemního plynu, ceny ropy, povětrnostních podmínek, skladování plynu a dalších ekonomických, demografických a legislativních faktorů. Pomocí statistických metod budou u některých ukazatelů určeny predikce.

Metodika

Podkladové údaje budou získány z Eurostatu, z ČSÚ, ze státních statistik a z odborné literatury. Získaná databáze bude statistické vyhodnocena pomocí metod z oblastí časových řad a indexní analýzy.

Harmonogram:

Studium dostupné literatury a odborných textů: 03/2019-09/2019

Předložení literární rešerše: 10/2019

Sběr dat a jejich analýza: 08/2019-01/2020

Předložení konečné podoby textu diplomové práce: 02/2020

Doporučený rozsah práce

60-80 stran

Klíčová slova

Energetika, zemní plyn, přírodní surovina, trh výrobních faktorů, ceny zemního plynu, skladování zemního plynu, časová řada

Doporučené zdroje informací

- GILARDONI A. The world market for natural gas, Implications for Europe. Berlin Heidelberg, 2008. ISBN 978-3-540-68200-4
- HAFNER M., TAGLIAPIETRA S. The European gas market. Springer nature, 2017. ISBN 978-3-319-55800-4
- HEBÁK, P. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Praha: Informatorium, 2015. ISBN 978-80-7333-118-4.
- HINDLS, R. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.
- HOLMAN, R. *Ekonomie*. V Praze: C.H. Beck, 2016. ISBN 978-80-7400-278-6.
- HOLMAN, R. *Mikroekonomie : středně pokročilý kurz*. V Praze: C.H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-862-0.
- KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L. *Statistické metody II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, katedra statistiky, 2008. ISBN 978-80-213-1736-9.
- KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L. *Statistické metody I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta, katedra statistiky, 2007. ISBN 978-80-213-1672-0.
- KUNEŠOVÁ, H. *Světová ekonomika : nové jevy a perspektivy*. V Praze: C.H. Beck, 2014. ISBN 978-80-7400-502-2.
- PAVELKA, T., SOUKUP, J., POŠTA, V., NESET, P. *Makroekonomie*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-537-7.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Marie Prášilová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 11. 11. 2019

prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 11. 2019

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 01. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Statistická analýza trhu se zemním plynem v Evropě a jeho tendence" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 04.04.2020

Bc. Polina Shukhardina

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce doc. Ing. Marii Prášilové, CSc. za konzultace, připomínky, za odborné vedení a cenné rady, kterými přispěla v průběhu zpracování této diplomové práce.

Statistická analýza trhu se zemním plynem v Evropě a jeho tendence

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na statistickou analýzu dlouhodobého vývoje trhu se zemním plynem v Evropě a jeho tendence. Hodnoceno bylo období v letech 2016-2019. Teoretická část diplomové práce vysvětluje problematiku trhu a jeho mechanismu, popisuje: co to je zemní plyn, jaké má vlastnosti, kde jsou naleziště zemního plynu v Evropě, jak a kdy proběhá těžba a skladování plynu, jak probíhá obchodování a doprava mezi účastníky trhu v Evropě. Další úsek se zabývá faktory, které působují na cenu zemního plynu na trhu, a popisuje rozdíly mezi „obecným“ zemním plynem a břidlicovým plynem, který je hlavním konkurentem. Navazující část je věnovaná analýze stavu a vývoje ceny zemního plynu a faktorů, které na ní působují. Jedná se o cenu ropy Brent, povětrní podmínky 4 měst Evropy (Barcelona, Stockholm, Praha a Bukurešť), import zemního plynu do EU-28 a směnný kurz eura vůči dolaru. U vybraných ukazatelů byli použité elementární charakteristiky časových řad a na základě trendových funkcí byly sestaveny predikce budoucích hodnot některých z faktorů působujících na cenu zemního plynu. Každý z faktorů byl analyzován samostatně a zatím pomocí metody mnohonásobné regresní analýzy byly zjištěny vlivy faktorů na cenu zemního plynu na hubě TTF v Nizozemsku.

Klíčová slova: zemní plyn, trh se zemním plynem, břidlicový plyn, skladování zemního plynu, doprava zemního plynu, regresní analýza, těžba zemního plynu.

Statistical analysis of the gas market in Europe and its tendency

Summary

The diploma thesis is focused on the statistical analysis of the long-term development of the natural gas market in Europe in 2016-2019 and describes its development tendencies. The paper presents the specifics of the European gas markets and participants as well as specific issues in gas storage, trading and transport business. It lists the decisive factors affecting the price of natural gas on the market. The practical part with analysis of gas prices describes main factors that determine natural gas prices: the price of crude oil, weather conditions of four European cities (Barcelona, Stockholm, Prague and Bucharest), volume of the gas import to EU-28 and FX (EUR/USD) rate. Elementary characteristics of time series were used for selected indicators and predictions of future values of factors affecting the gas price were compiled based on trend functions. Each factor was analyzed separately and the effects of the factors on the TTF gas price in the Netherlands were identified using the multiple regression analysis method.

Keywords: natural gas, natural gas market, shale gas, natural gas storage, natural gas distribution, regression analysis, natural gas mining.

OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. CÍL PRÁCE A METODIKA PRÁCE.....	11
2.1. CÍL PRÁCE.....	11
2.2. METODIKA PRÁCE.....	11
3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA	16
3.1. ZEMNÍ PLYN JAKO KOMODITA A JEJÍ VLASTNOSTI.....	16
3.1.1. Naleziště a těžba zemního plynu	17
3.1.2. Skladování a zásoby zemního plynu	20
3.2. OBCHODOVÁNÍ SE ZEMNÍM PLYNEM.....	23
3.2.1. Dlouhodobé trhy	24
3.2.2. Organizované trhy.....	25
3.2.3 Doprava	27
3.3. FAKTORY PŮSOBUJÍCÍ NA CENU ZEMNÍHO PLYNU	31
3.4. ZEMNÍ PLYN A LNG	32
4. VLASTNÍ PRÁCE	36
4.1 ANALÝZA VÝVOJE VYBRANÝCH EKONOMICKÝCH UKAZATELŮ	36
4.1.1. Vývoj ceny zemního plynu na TTF	36
4.1.2. Vývoj ceny Brent	43
4.1.3. Vývoj počasí.....	50
4.1.4 Vývoj objemu importu zemního plynu do Evropy	55
4.1.5 Vývoj kurzu eura vůči dolaru	62
4.2. REGRESNÍ ANALÝZA CENY ZEMNÍHO PLYNU NA HUBĚ TTF.....	67
5. DISKUSE.....	71
6. ZÁVĚR	74
7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	77
8. SEZNAM OBRÁZKŮ	82
9. SEZNAM TABULEK	84
10. PŘÍLOHA	86

1. ÚVOD

Zemní plyn je druh fosilního paliva, jehož podíl bude stále větší. Globální poptávka po zemním plynu má podle reportu Mezinárodní energetické agentury (IEA) s názvem GAS 2017 růst do roku 2022 meziročně o 1,6 % a v roce 2022 by tedy měla dosáhnout 4 000 mld. m³. Někteří analytici a odborníci odhadují budoucí tempo růstu poptávky po plynu ještě vyšší.

Zemní plyn je dnes jeden z nejlepších druhů paliva, ekologicky a ekonomicky nejvýhodnějším nosičem energie a vynikající technologickou surovinou ve většině procesů v petrochemickém průmyslu, který vede ke snížení podílu uhlíku na celosvětové výrobě energie. Zemní plyn je fosilní palivo, které je nejšetrnější k životnímu prostředí a jehož spalování emituje do ovzduší minimální úroveň emisí CO_2 (oxidu uhličitého). Plynové elektrárny produkují o 50% méně CO_2 se srovnáním s uhelnými elektrárnami.

Přestože produkce uhlí a ropy pokračuje, je zřejmé, že v budoucnu nebude zaujímat dominantní postavení v energetické bilanci zemí. Bezprostředním problémem je proto výběr optimální (z technického, ekonomického a environmentálního hlediska) strategie využití nejlevnějších a nejúčinnějších zdrojů primární energie pro výrobu tepla, elektřiny a pohonných hmot. Hlavním energetickým zdrojem budoucnosti by měl být dlouhodobě zajištěn udržitelný ekonomický růst, potřeby lidí v energetických službách za objektivně přijatelné ceny, spolehlivé fungování systémů dodávek energie, které zaručují energetickou bezpečnost a zdravé životní prostředí. Stanovené požadavky jsou nejlépe splněny zemním plynem jako nejvšestrannějším, nejekologičtějším a nejspolehlivějším energetickým zdrojem. Kromě toho zemní plyn je ziskovým investičním objektem. Má poměrně nízké výrobní náklady, což ovlivňuje jeho cenu a schopnost nakupovat ve většině států. Cena surovin přímo souvisí se stavem mezinárodního energetického průmyslu a s dalšími faktory.

Plynárenský průmysl, stejně jako jakýkoli jiný systém, nestojí a vyvíjí se. Objevují se nové aspekty, podmínky, problémy a trendy, které je potřeba zkoumat.

2. CÍL PRÁCE A METODIKA PRÁCE

2.1. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je dlouhodobý vývoj trhu se zemním plynem v Evropě za období let 2016 až 2019 na základě posouzení vývoje ceny zemního plynu na virtuálním obchodním hubě TTF, ceny ropy Brent na burze ICE, průměrných povětrnostních podmínek v čtyřech městech Evropy (Barcelona, Stockholm, Bukurešť a Praha), importu zemního plynu do EU-28 a směnného kurzu eura vůči dolaru a dalších legislativních faktorů. Každý z uvedených ukazatelů bude nejprve analyzován samostatně pomocí elementárních charakteristik časové řady. Dále v práci bude provedena regresní a korelační analýza závislosti vybraných ukazatelů na tržní ceně zemního plynu a budou popsány jejich predikce.

2.2. METODIKA PRÁCE

Předkládána diplomová práce je rozdělena do dvou částí. Teoretická část byla sestavena na základě informací z odborné literatury, publikací a internetových zdrojů o dané problematice. Vlastní (praktická) část je analyzovaná statistickými metodami z oblasti časových řad získaných především z Eurostatu a dalších otevřených zdrojů. Data jsou zpracovány pomocí Microsoft Office Excel a statistického softwaru Statistica 13.3.

ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD

Časová řada je posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování (dat), která jsou jednoznačně uspořádána z hlediska času ve směru minulost – přítomnost.¹

Elementární charakteristiky časových řad zahrnují difference různého řádu, tempo růstu, průměrné tempo růstu a průměry hodnot časové řady.

1.diference (Δ_t^1) představuje přírůsteky nebo úbytky daného ukazatele v určitém okamžiku (y_t) v absolutní veličině oproti předchozím okamžiku (y_{t-1}):

$$\Delta_t^1 = y_t - y_{t-1}, \quad (1)$$

kde $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

¹ R. Hindls, S. Hronová, J. Seger, J. Fischer „Statistika pro ekonomy“, 8. vydání, Praha, ISBN – 978-80-86946-43-6, 2007.

Tempo růstu (k_1) určuje relativní posloupnost rychlosti změn hodnot v časové řadě:

$$k_1 = \frac{y_t}{y_{t-1}}, \quad (2)$$

kde $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

Průměrné tempo růstu (\bar{k}) je charakterizováno jako geometrický průměr z jednotlivých temp růstu v časové řadě:

$$\bar{k} = \sqrt[n-1]{k_2 k_3 \dots k_n} \quad (3)$$

Analýza časových řad slouží nejen k popisu vývoje dat v minulosti, ale také ke prognózování budoucího vývoje. Základem statistického prognózování je metoda extrapolace, která spočívá v určení intervalu známých hodnot, kterých ukazatel dosahoval v minulých obdobích. Na základě známých hodnot lze poté stanovit předpokládané budoucí hodnoty, a to obvykle s 95 % či 99 % pravděpodobností.

Nejdříve je nutné stanovit statistickou významnost sezonní a trendové složky, proto na hladině významnosti 0,05 byl používána ANOVA dvojitého třídění a byly stanoveny nulové hypotézy – složka *není statisticky významná*

Pokud p-hodnota se porovnává se stanovenou hladinou významnosti lze zamítnout nebo přijmout nulovou hypotézu. V případě, když p-hodnota je menší než 0,05 to znamená, že složka je statisticky významná, v opačném případě je statisticky nevýznamná. Pokud sezonní složka je statisticky významná je potřeba provést očištění od sezonních vlivů.

Dále, pro očištěná data je nutné zvolit vhodnou trendovou funkci, vystihující nejlépe vývoj sledovaného ukazatele. K tomuto stanovení vhodného modelu slouží index determinace, který měří poměr síly závislosti proměnné x a proměnné y a index.

Nejjednodušším způsobem, jak popsat vývoj časové řady je trendová funkce. V této diplomové práci byly použity lineární, kvadratická, kubická a logaritmická trendová funkce.

Lineární trend $T_1 = \beta_0 + \beta_1 t$ (4)

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

Kvadratický trend $T_i = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2$ (5)

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

$$\underline{\text{Kubický trend}} \quad T_i = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 t^3 \quad (6)$$

kde $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ a β_3 jsou neznámé parametry a $t = 1, 2, \dots, n$ je časová proměnná.

$$\underline{\text{Logaritmický trend.}} \quad T_i = \beta_0 + \beta_1 \ln x \quad (7)$$

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

Důležitým krokem analýzy časových řad je odhad budoucího vývoje. V této diplomové práci je provedeno několik typů odhadu: bodová, intervalová předpověď a odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání.

Bodový odhad

Bodovým odhadem parametru θ se rozumí statistika T , jejíž hodnoty kolísají kolem θ .

$$T = T(x_1, x_2, \dots, x_n) = T(x) \quad (8)$$

Bodový odhad parametru θ tedy spočívá v jeho nahrazení jedním číslem.

Intervalový odhad

Intervalový odhad se stanoví interval spolehlivosti, ve kterém se prognózovaná hodnota může s předem zadanou pravděpodobností nacházet.

$$P(T_1 \leq \theta \leq T_2) = 1 - \alpha \quad (9)$$

Kde T_1 je dolní mez intervalu spolehlivosti,

T_2 je horní mez intervalu spolehlivosti,

$1 - \alpha$ pravděpodobnost s jakou interval obsahuje neznámou hodnotu θ

θ neznáma hodnota

Exponenciální vyrovnávání

Při použití exponenciálního vyrovnání časové řady byly proloženy trendem tlumeným, exponenciálním a lineárním. Metoda exponenciálního vyrovnání využívá všech minulých hodnot pro vyrovnání určité hodnoty v časovém bodě t . Parametry se odhadují pomocí vážené metody nejmenších čtverců. Při exponenciálním vyrovnání trendová funkce se vybírá na základě získání nejlepších hodnot vyrovnávacích konstant alfa, beta, delta a fi pro danou funkci. Tyto konstanty jsou vypočítány pomocí SW Statistica. Hodnoty vyrovnávacích

konstant se pohybují v rozmezí od 0 do 1. Pro získání užitečných podkladových dat pro další práce byla potřeba vybrat nejlepší variantu.

Chyba MAPE (střední absolutní procentuální chyba) se počítá, jako suma absolutních hodnot reziduí dělená počtem pozorování (h) krát 100 %. MAPE ukazuje kvalitu modelu z hlediska vhodnosti odhadu. Kvalitní model je od 5% do 10%.

$$MAPE = \frac{100}{h} \sum_{t=n+1}^{n+h} \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \quad (10)$$

MNOHONÁSOBNÁ REGRESNÍ ANALÝZA

Vícenásobná (mnohonásobná) lineární regresní analýza je účinná pro analýzu vztahů nezávislých proměnných a jednou závislé proměnné. Cílem mnohonásobné regresní analýzy jsou: provedení analýzy rozptylu v závislé proměnné a odhad existence vlivu každé nezávislé proměnné na proměnnou závislou a vypočítat sílu této závislosti.

$$y_t = b_0 x_{0t} + b_1 x_t + \dots + b_t x_t + u_t \quad (11)$$

Data pro mnohonásobnou lineární regresní analýzu musejí plnit určité podmínky:

- Závislá proměnná Y musí být proměnná metrická.
- Nezávislé proměnné X jsou měřeny rovněž na intervalové úrovni. Jelikož když proměnná není intervalová, je nutno vytvářet dummy proměnné.
- Nezávislé proměnné nesmí mít mezi sebou vysokou korelaci (multikolineáritu).
- V datech nesmějí být odlehlé hodnoty.
- Proměnné jsou normálně rozloženy.
- Vztahy mezi proměnnými vykazují homoskedasticitu.

Koeficient determinace R^2 popisuje jaký podíl rozptylu v pozorování závislé proměnné se podařilo vysvětlit daným modelem nebo z kolika procent jsou změny závislé proměnné vysvětlitelné zvolenou regresí. Hodnota koeficientu determinace pohybuje od 0 do 1.

$$R^2 = 1 - \frac{S_e}{S_t} \quad (12)$$

kde S_e představuje reziduální součet čtverců a S_t je celkový součet čtverců.

Pro testování statisticky významnosti regresního modelu se používá F-test, který založen na koeficientu determinace. Testovací kritérium má Fisherovo-Snedecorovo rozdělení F s počtem regresních parametrů k a $n-k-1$ stupni volnosti.

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} * \frac{n-k-1}{k} \quad (13)$$

Jestliže je kalkulovaná hodnota F-testu větší než tabulková hodnota kvantilu, zamítáme nulovou hypotézu H_0 o statistické nevýznamnosti modelu ve prospěch alternativní hypotézy H_1 o statistické významnosti modelu a shodě modelu s daty.

3. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

3.1. ZEMNÍ PLYN JAKO KOMODITA A JEJÍ VLASTNOSTI

Zemní plyn se na přední místo ve světové energetické bilanci dostal až ve druhé polovině našeho století. Čínané prý znali a využívali zemní plyn již v 10. století například od ložisek jej rozváděli bambusovými trubkami až do domácností. Parsové při kultovních obřadech užívali zemní plyn jako palivo pro posvátný očišťující oheň. Kolem roku 405 to zaznamenal řecký lékař Ktesias perského krále.

I když zemní plyn byl dlouho používán v omezeném množství pro osvětlení, jeho velké množství, které bylo objeveno s ropou, bylo odvětráváno nebo vzplanulo, protože nebyl žádný způsob, jak komercializovat plyn. Spolehlivé plynovody pro přepravu byly vyvinuty až po 2. světové válce ².

Zemní plyn je směsí převážně plynných uhlovodíků přírodního původu, sestávající převážně z metanu a nečistot z dalších alkanů, ale s podstatně nižší koncentrací, to jsou ethan, propan a butan. Někdy je ve směsi také určité množství oxidu uhličitého, dusíku, sirovodíku a helia.³ Zemní plyn je díky svému složení mimořádně cennou surovinou, z níž jsou izolovány jednotlivé složky nebo jednodušší směsi.

Podle složení se těžný zemní plyn dělí do čtyř skupin:

- zemní plyn suchý (chudý) – které obsahují v podstatě samotný metan;
- zemní plyn vlhký (bohatý) – kromě metanu obsahuje vyšší podíl vyšších uhlovodíků;
- zemní plyn kyselý – plyn s vysokým obsahem sulfanu (sirovodíku), který je před dodávkou zemního plynu do distribuční soustavy nutné odstranit;
- zemní plyn s vyšším obsahem inertů – především oxidu uhličitého a dusíku ⁴.

Před přepravou zemního plynu ke konečnému spotřebiteli je třeba zemní plyn zbavit nežádoucích komponent (sloučeniny síry, voda, vyšší uhlovodíky). Upravený zemní plyn dodávaný plynárenskými rozvodnými systémy se dělí do dvou základních typů:

² R. A. Meyers, *Fossil Energy, Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Menlo Park, CA, USA: 2014, 631 str. ISBN 978-1-4614-5721-3

³ R. I. Vyakhire, *Rossijskaya gazovaya encoklopedia*, Moskva: 2004, 528 str. ISBN 5-85270-327-3

⁴ J. Kameš, *Fosilní paliva: uhlí, ropa a zemní plyn, 1.vyd.*, Praha: 2012, 227 str. ISBN 80-260-1291-7

- zemní plyn H v evropském měřítku patří plyn rozváděný ve většině zemí, pocházející hlavně z nalezišť v Rusku, Norsku, Velké Británii a severní Africe (Alžír, Libye);
- zemní plyn L v Evropě se hlavní ložisko nachází v Holandsku. Je dopravován odděleným systémem plynovodů a je využíván pouze v Holandsku, Belgii, severní Francii a v severozápadní části Německa.⁵

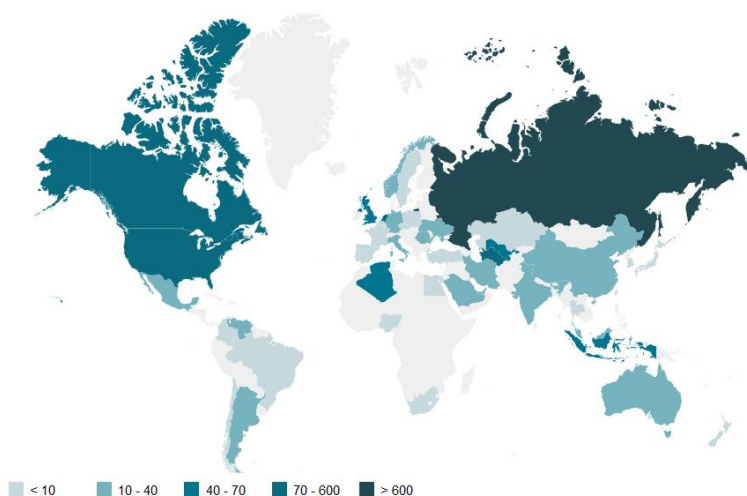
Výrobní a distribuční společnosti měří zemní plyn v tisících kubických stop (kcf), milionech kubických stop (Mcf), miliardách kubických stop (Gcf), nebo bilionech kubických stop (Tcf). Kubická stopa se rovná asi 0,02831685 metrům krychlovým. Při měření objemu může být zemní plyn také měřen jako zdroj energie. Stejně jako jiné formy energie, zemní plyn může být běžně měřen a vyjádřen v britských tepelných jednotkách (Btu).

3.1.1. Naleziště a těžba zemního plynu

K první těžbě zemního plynu došlo v USA v roce 1884. Zahájilo se období k využívání zemního plynu k ohřívání a ke svícení. Až v roce 1934 v Evropě začal být plyn z ropných polí využíván rozsáhleji, pro další způsoby využití. V roce 1934 v Rumunsku začali stavět potrubí v oblasti ropných ložisek.

Vysoká geografická koncentrace v průmyslu zůstala dlouho – tři země, SSSR, Spojené státy a Kanada, na počátku 80. let. poskytovaly 2/3 světové komoditní produkce. Na obrázku číslo 1 země podle objemu těžby zemního plynu v Tcf v roce 1990.

Obrázek 1. Mapa států podle objemu těžby zemního plynu v Tcf v roce 1990



Zdroj: www.yearbook.enerdata.net

⁵ Kolektiv autorů, Asociace energetických manažerů ve spolupráci s Českým plynárenským svazem, "Úvod do liberalizované energetiky, Trh s plynem", 1. vyd. Praha: 2015, 412 str. ISBN 978-80-260-9211-7

Pokud se ložiska z hlediska původu zemního plynu nacházejí v místech, kde nastal v minulosti jeho vznik, jsou nazývané **primárními**.

V případech, kde nastala samovolná migrace plynu z původní lokality přes propustné vrstvy do jiného místa, jsou nazývané tato ložiska **sekundárními**.⁶

V přírodě může být plyn v těchto formách:

- podmořská ložiska hydrátů. Zásoby zemního plynu v podobě plynných hydrátů se dnes odhadují na obrovských cca 21 000 000 miliard m^3 a jsou uloženy především na dnech oceánů v hloubce maximálně do dvou kilometrů. Dále bývají v usazených horninách polárních oblastí, kde teplota na povrchu nepřesahuje 0 °C. Hydráty se vyskytují v oceánu a také v hlubokých sladkovodních jezerech např. Bajkal. Složení takového plynu je ovládáno nižšími alkany: methanem a ethanem. Největší zásoby zemního plynu jsou soustředěny v Rusku, ve většině zemí Perského zálivu, USA a Kanadě;
- coal Bed Methane (CBM). Původ je CBM spojován se vznikem černouhelných slojí. Plyn je absorbován v uhelných slojích a je vázán v mikroporézní struktuře uhelné hmoty. Efektivnost získání plynu je odvislá od stupně prouhlení uhelné hmoty a její dostatečné propustnosti. Adsorbovaný metan se uvolní, pokud se sníží v uhelné sloji tlak. Metan je těžen vrtáním do uhelné sloje s následným hydraulickým štěpením a pak čerpáním vody ze sloje. Pokles tlaku umožňuje desorpci metanu a jeho průtok v plynném skupenství na povrch;
- břidlicový plyn (Shale gas). Zdrojovými horninami břidlicového plynu jsou břidlice s velmi nízkou propustností, u kterých se nedají použít tradiční vertikální vrty, protože obnaží jen poměrně krátkou délku formace. Používají se proto vrty ukloněné nebo i horizontální, ve kterých délka horizontální sekce může dosáhnout až několika kilometrů. Cílem je obnažit co největší délku formace. Poté se přistoupí k hydraulickému štěpení formace, aby se vytvořily systémy umělých puklin, skrz které by do vrtů mohl začít proudit plyn⁷.

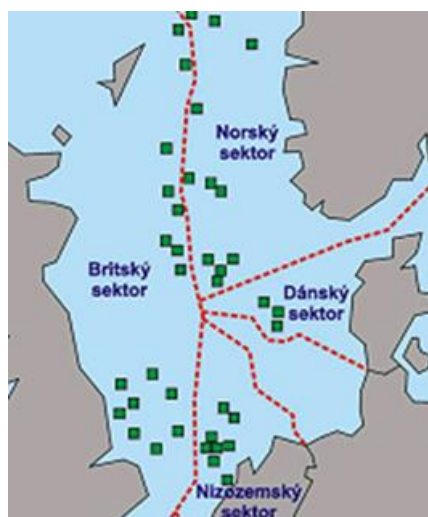
⁶ P. Buryan, „Zemní plyn – energetická a chemická surovina“, VŠCHT Praha: 2012, 158 str. ISBN 978-80-7080-816-0

⁷ Kolektiv autorů, Asociace energetických manažerů ve spolupráci s Českým plynárenským svazem, „Úvod do liberalizované energetiky, Trh s plynem“, 1. vyd. Praha: 2015, 412 str. ISBN 978-80-260-9211-7

Je dokázáno, že velké množství uhlovodíků je v plášti Země, ale v současné době nejsou z důvodu technické nepřístupnosti praktického zájmu. Kromě ložisek plynu ve střevech planety je třeba zmínit, že uhlovodíky se vyskytují také ve vesmíru. Zejména je methan třetím nejhojnějším plynem ve vesmíru po vodíku a heliu. Ve formě metanového ledu vstupuje do struktury planet a dalších kosmických těl. Takové útvary však nejsou klasifikovány jako ložiska zemního plynu a nelze je extrahovat při současné úrovni technologického rozvoje.

V současnosti hlavní zásoby plynu evropských zemí jsou soustředěny v oblasti Severního moře, které je součástí středoevropské pánve⁸. Jeho hodnota je asi 700 tisíc km² a je rozdělena mezi Spojené království, Nizozemsko, Norsko, Německo a Dánsko do hospodářských zón provozu na obrázku číslo 2.

Obrázek 2. Mapa plynových polí v Severním moře dle oblasti



Zdroj: www.tzb-info.cz

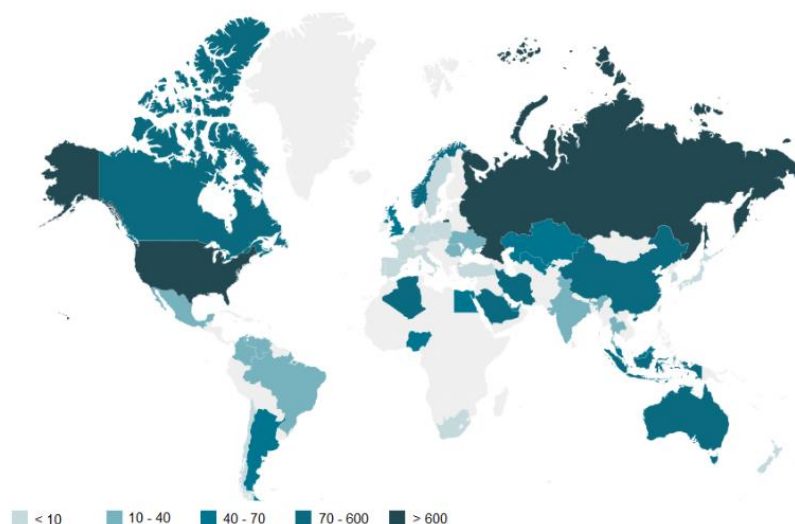
Rozvoj ložisek v Severním moři začal v roce 1967 a největšími producenty zemního plynu se stalo Norsko, Nizozemsko a Spojené království. V roce 1986 bylo objeveno 97 plynových ložisek, největší jsou: Groningen a Troll.

V roce 2018 dle Global Energy Statistical Yearbook tři největší země z hlediska těžby zemního plynu jsou: v první řadě Spojené státy (864 miliard kubických metrů / rok), jejich rezervy se odhadují na 5,2% všech světových zásob zemního plynu, na druhém místě Rusko (742 miliard kubických metrů / rok), jeho rezervy tvoří 24% světových zásob, třetí místo je

⁸ A. Gilardoni, „The world market for natural gas“, Springer, str.213, 2008

Írán (232 miliard kubických metrů / rok), který má téměř 17% světových zásob, Norsko je sedmý (127 miliard kubických metrů / rok) je největší zemí pro těžbu zemního plynu v Evropě⁹. Na obrázku číslo 3 je zobrazena mapa států podle objemu těžby zemního plynu v roce 2018.

Obrázek 3. Mapa států podle objemu těžby zemního plynu v Tcf v roce 2018



Zdroj: www.yearbook.enerdata.net/

3.1.2. Skladování a zásoby zemního plynu

Na konci 19. století neexistoval žádný praktický způsob skladování zemního plynu. A často, když byl objeven plyn, byl spálen nebo jednoduše „vypuštěn do vzduchu“, což vedlo k velkým ztrátám. První uživatelé zemního plynu se snažili najít zdroje plynu blízko u spotřebitelů, aby se nepohybovali na dlouhé vzdálenosti podél původně primitivních (v té době) potrubních systémů.

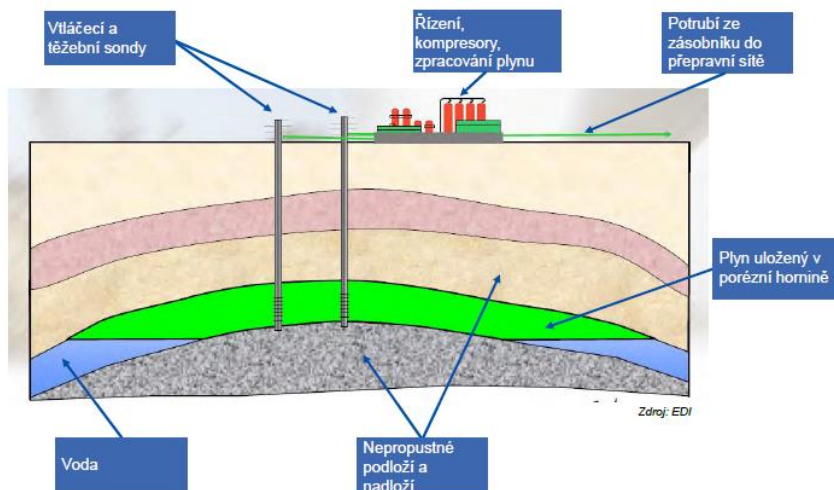
Už mnoho let byly vyvinuty metody skladování zemního plynu. Jednou z těchto metod je podzemní skladování plynu, která je v současné době široce a účinně využívána. V té době však skladování plynu nebylo považováno za úkol nebo problém. První problémy byly spojeny s uzavřením (překrytím) vrt a akumulací plynu. Až na konci XIX století začal být plyn považován za cenný zdroj, a proto byl kladen důraz na jeho propagaci na trh, výstavbu a údržbu potrubí. Skladování se stalo nástrojem pro regulaci dodávek plynu: k udržení stability v zásobování spotřebitelů při různých podmínkách poptávky a hromadění plynu, které nebylo v současné době nutné.

⁹ Global Energy Statistical Yearbook 2018

Existují dva typy zásobníků zemního plynu: pozemní a podzemní. Hlavním průmyslovým významem jsou podzemní zásobníky, schopné pojmout stovky milionů kubických metrů (někdy miliardy kubických metrů) plynu. Jsou méně nebezpečné a mnohokrát nákladově efektivnější než pozemní. Podzemní plynové sklady jsou postaveny ve dvou typech: v porézních horninách a v dutinách hornin:

- v porézních horninách (viz. obrázek číslo 4) jsou zásobníky ve vyčerpaných ropných a plynových polích, stejně jako ve vodních vrstvách. V nich je zemní plyn obvykle skladován v plynném stavu;

Obrázek 4. Schéma porézního zásobníku plynu



Zdroj: Kolektiv autorů, 2015

- v dutinách hornin jsou úložiště vytvořené v opuštěných dolech, starých tunelech, jeskyních, a také ve speciálních horských otvorů, které existují v horských skalách. Obvykle se jedná o propan, butan a jejich směsi.

Pozemní plynové zásobníky jsou určeny pro skladování přebytečného plynu, který proudí v období minimální (noční) spotřeby a vydání do městské sítě v období maximální (denní) spotřeby.

Skladování plynu je nutné především z důvodu rozdílu ve množství spotřebovaného plynu v zimě a v létě. V České republice je denní potřeba zemního plynu v zimě 17krát vyšší než v létě, to je způsobeno především vytápěním. Každá země má své průměrné roční údaje o spotřebách zemního plynu a pokrývá sezónní výkyvy prostřednictvím svých zásobníků. Podzemní plynové sklady navíc slouží jako nouzová rezerva paliva a chemických surovin. V zimě zemní plyn obvykle se těží, a v létě se vtlačí do svých zásobníků, jak na obrázku č.5.

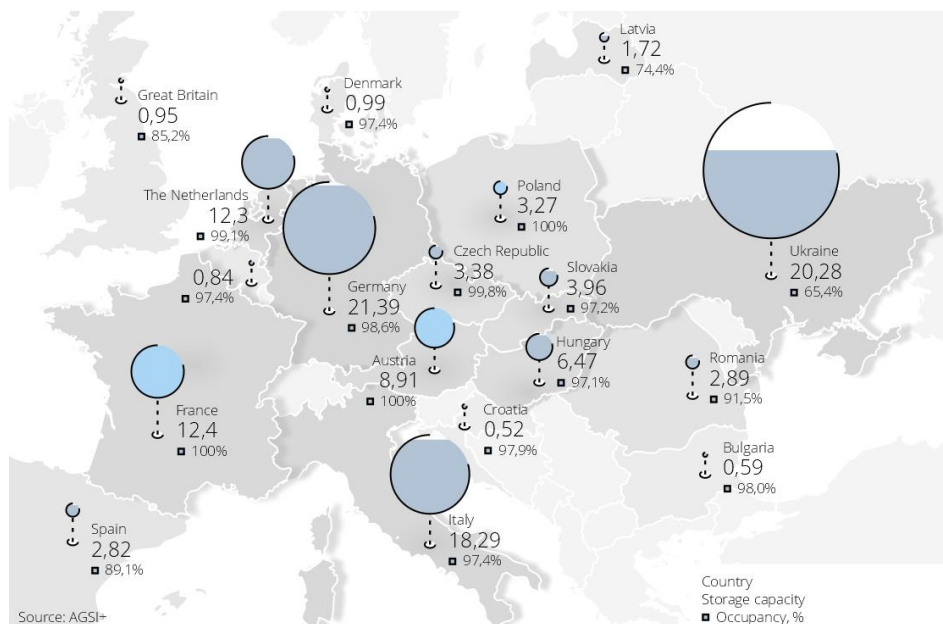
Obrázek 5. Schematické znázornění spotřeby plynu a role zásobníků plynu při sezónním vykyvu



Zdroj: Kolektiv autorů, 2015

K 10. říjnu 2019 jsou v Evropě již čtyři země, které zcela naplnily svá skladovací zařízení, a to: Rakousko, Polsko, Portugalsko a Francie. Podle ASGI+ (viz. obrázek č.6) celkový obsah evropských podzemních zásobníků plynu v roce 2019 je 97,6 %.¹⁰

Obrázek 6. Obsah evropských podzemních zásobníků zemního plynu



Zdroj: AGSI+

¹⁰ Gas Infrastructure Europe (GIE)

Zemí s největšími zásobníky plynu:

- Německo - 21,4 miliardy metrů krychlových (naplněno 98,6% celkové kapacity);
- Ukrajina - 20,3 miliardy metrů krychlových (65,4%);
- Itálie - 18,3 miliardy metrů krychlových (97,4%);
- Francie - 12,4 miliardy metrů krychlových (100%);
- Nizozemsko - 12,3 miliardy metrů krychlových (99,1%).¹¹

3.2. OBCHODOVÁNÍ SE ZEMNÍM PLYNEM

Plynárenství se do světa se vydalo teprve po druhé světové válce. Rok 1970 byl zásadním pro rozvoj moderního plynárenství v Evropě. V roce 1970 byly uzavřeny první smlouvy, které zajišťovali dodávky zemního plynu z nalezišť v Sovětském svazu do západní a střední Evropy. Holandský zemní plyn si našel svoji cestu na západoevropské trhy a v té době se začínala rozvíjet také těžba v severním moři, které dnes patří k hlavním evropským zdrojům zemního plynu. To položilo základ pro vybudování sítě nadnárodních plynovodů, která se stala páteří celoevropského plynárenského systému¹².

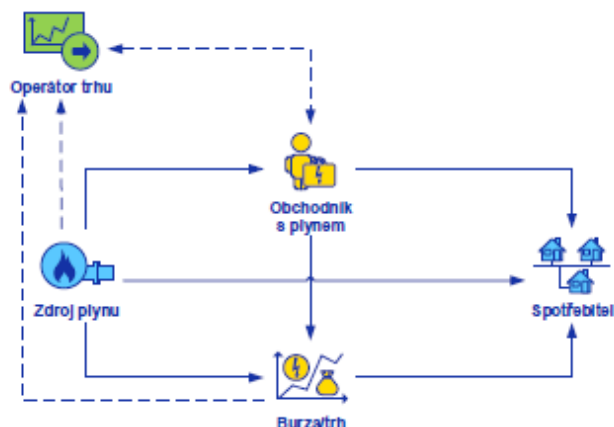
Hlavní role na trhu se zemním plynem hraje výrobce a spotřebitel (obrázek číslo 7). Jako u všech druhů zboží vstupuje do hry jako zprostředkovatel v podobě obchodníka s plynem, jehož úkolem je koncentrovat poptávku od množství konečných zákazníků a nabídku od množství výrobců. Podobně jako u řady komodit existuje i tržní místo (burza), na kterém se střetává poptávka a nabídka a probíhají organizované obchody. Významnou úlohu hraje operátor trhu, který zajišťuje registraci účastníků trhu a zúčtování odchylek skutečné a sjednané dodávky.

Hlavní scénář chování účastníků burzy nebo hubu: spotřebitelé plynu podepisují dlouhodobé smlouvy s dodavateli na burze nebo hubě, přičemž je doplňují smlouvami o skladování plynu v podzemních zásobnících plynu nebo o přímé dodávce plynu.

¹¹ AGSI+

¹² Kolektiv autorů pod vedením Alexandra Svobody, „Plynárenský příručka, 150 let plynárenství v Čechách a na Moravě“, GAS s.r.o., 1191 str., 1997.

Obrázek 7. Základní role při obchodních vztazích v dodávce plynu



Zdroj: Kolektiv autorů, 2015

Obchod se zemním plynem v Evropě představují dva velké segmenty. Prvním z nich je prodej v rámci dlouhodobých kontraktů s indexací cen ropných produktů (dlouhodobé trhy). Druhá implementace na virtuálních bodech prostřednictvím výměn a elektronických obchodních platform (organizované trhy).

3.2.1. Dlouhodobé trhy

Přesná definice dlouhodobého trhu neexistuje. Plynárenství je specifické tzv. ložiskovými kontrakty. Jedná se o kontrakty, které jsou uzavírány přímo s producenty zemního plynu, přičemž jejich základní a hlavní charakteristikou je, že jsou dlouhodobé, tzn. že se kontrakty uzavírají i na 25 let. Avšak pokud je řečeno o postupné standardizaci velkoobchodního trhu s plynem a o obchodních platformách či burzách, je běžné považovat za dlouhodobý kontrakt s delší platností než jeden měsíc.¹³ Z výše uvedeného je zřejmé, že definičně nebude snadné najít správné rozhraní.

Dlouhodobý kontrakt lze aplikovat na dva druhů smluv:

- 1) smlouvy uzavřené přímo s výrobcí zemního plynu, které mohou být uzavřeny třeba na 20 až 30 let;
- 2) smlouvy uzavřené na burzách a obchodních platformách, jejichž doba trvání je delší než 1 měsíc.

¹³ Kolektiv autorů, Asociace energetických manažerů ve spolupráci s Českým plynárenským svazem, "Úvod do liberalizované energetiky, Trh s plynem", 1. vyd. Praha: 2015, 412 str. ISBN 978-80-260-9211-7

Téma dlouhodobých kontraktů v plynárenském průmyslu Evropské unie se stalo místem střetu protichůdných hledisek. Zastánci jednoho z hledisek, tradicionalistický názor, tvrdí, že tyto smlouvy byly a zůstávají prospěšné pro všechny účastníky trhu, protože činí trh předvídatelným a přispívají k energetické bezpečnosti EU. Zastánci jiného pohledu zdůrazňují, že tyto smlouvy jsou v rozporu s pravidly hospodářské soutěže v EU jelikož jsou po dobu 20–30 let závazná pro jednoho dodavatele (ilustračním příkladem je ruský Gazprom). Dalším důvodem je, že posilují závislost EU na politicky nevýhodných dodavatelích a paradoxně snižují energetickou bezpečnost EU.

Dlouhodobý trh je lze rozdělit do 2 základních skupin: trh s flexibilními a baselodovými kontrakty.

Flexibilní smlouvy, je prozkoumané z hlediska objemu. Při uzavírání smlouvy je jasně stanovena povinnost dodavatele dodávat maximální množství zemního plynu a povinnost odběratele přijmout a zaplatit minimální částku minimální dodávky, která se pohybuje mezi přibližně 5 až 15% ročního smluvního objemu. Část smluvního množství, kterou zákazník nemusí odebrat, se nazývá tzv. roční flexibilita. Tyto kontrakty mohou mít i tzv. denní flexibilitu, což znamená, že odběratel nemusí každý den odebrat identické množství. Při přímém uzavření kontraktu s producentem však tato možnost není účinná, protože výroba plynu má omezenou flexibilitu. V takových případech se používají hraniční body. Přestože jsou dlouhodobé kontrakty uzavřeny v určitém časovém okamžiku za určitých tržních podmínek, obsahují tzv. cenové revize. Ty opravňují kupujícího, ale i prodávajícího uplatnit své právo na úpravu ceny nebo způsobu jejího stanovení. Cenové revize často končí na mezinárodní arbitráži, protože najít konsensus v určení ceny bývá obtížné.

Baselodové kontrakty jsou dlouhodobé kontrakty, které neobsahují žádnou flexibilitu a mají stejné množství dodávky každou hodinu po celou dobu trvání smlouvy. Míra standardizace těchto kontraktů je relativně vysoká a standardně se obchodují kontrakty s dodáním nejdéle na tři roky dopředu.

3.2.2. Organizované trhy

První evropský plynový obchod – National Balancing Point (NBP) - byl zahájen v roce 1996 ve Velké Británii. Obchodní aktivity se začaly soustředit na dodávky v nejvýznamnějších tzv. „hubech“ – tj. místech, kam šlo dopravit či odebrat plyn v několika směrech, což dávalo obchodníkům jistou flexibilitu co do způsobu dopravy.

Liberalizované obchodní aktivity zejména ve východní Evropě narážely ještě na jednu brzdou v rozvoji – dlouhodobé kontrakty na plyn za cenu indexovanou na cenu ropy. Postupným vznikáním jednotlivých „hubů“, snižováním počtu plynových kontraktů s indexací na cenu ropy a postupující právní liberalizací vzrůstala aktivita obchodníků s plynem.

I když po liberalizaci britského trhu s plynem prošlo více než 20 let a první směrnice EU o plynu byly publikovány asi před 15 lety, v mnoha regionech světa stále dochází k nedorozumění o tom, co je „plynový hub“. Existuje zmatek, zda je hub skutečný geografický znak (terminál, příruba, zpracovatelský závod, kompresorová stanice atd.), nebo je to virtuální objekt, často, ale ne vždy, lokalizován uvnitř plynové sítě země. Tomu se také často říká vstupní / výstupní zóna nebo tržní zóna.

Huby podle Heathera (2012) lze rozdělovat na obchodování, tranzitní a přechodné.

Obchodní huby jsou ty, které dosáhly určité úrovně zralosti a již se používají k řízení finančních rizik portfolií plynu. Jsou založeny na virtuálních odbytištích, poskytují otevřený a snadný přístup k obchodování velkému počtu různých účastníků, jsou vysoce transparentní a mají dobré zprávy a ukázali si jako spolehlivé trhy. Odesílatelé dále používají obchodní centra pro řízení rizik svých portfolií, často po dobu tří a více let. V této kategorii pouze dva plynové huby v severozápadní Evropě – NBP a TTF.

Tranzitní huby jsou ty, které jsou ve skutečnosti tranzitními body nebo fyzickými objekty, které si účastníci trhu mohou vybrat, aby obchodovali s plynem. Jejich hlavní úlohou však je usnadnit tranzit velkého množství plynu pro další přepravu. V této kategorii pouze dva plynové uzly v severozápadní Evropě: ZEE a CEGH.

Přechodnými huby jsou založené na virtuálním výstupu, ale stále nejsou zralé. Většina z těchto středisek (ale ne všechny) přitahují každý rok stále více obchodních transakcí a postupně přecházejí směrem k tomu, aby se pro své národní trhy staly tržními. Z velké části se již používají jako „vyrovnávací trhy“ pro zasilatele, kteří dodávají nebo přijímají plyn v těchto sítích. O této kategorii středisek však existují pochybnosti, zda se mohou dostatečně rozvíjet, aby se staly více než jen vnitrostátními trhy. V Evropě tato kategorie zahrnovala francouzské, německé a italské plynové huby. Přestože se tyto huby vyvíjely velmi odlišně¹⁴.

¹⁴ P. Heather: "Continental European Gas Hubs: are they fit for purpose?"; OIES Paper NG63, str.69, 2012. ISBN 978-1-907555-51-0

V hubech střední a východní Evropy se plyn prodává hlavně prostřednictvím burz založených na spotových (jednorázových), krátkodobých a střednědobých (termínový obchod) transakcích. V zemích severozápadní a jižní Evropy se plyn prodává na centrálních trzích prostřednictvím burz a elektronických obchodních platform (EOP).

Existují rozdíly mezi burzami a platformami elektronického obchodování:

- Na burzách se do transakce nutně zapojí zúčtovací společnosti. Provádějí bezhotovostní platby mezi kupujícím a prodávajícím, čímž minimalizují rizika platby.
- Burzy uzavírají smlouvy na fyzickou dodávku plynu (spotové transakce) a virtuální (futures). Ve druhém případě může být plyn přeprodán.

Na EOP se uzavírají forwardové smlouvy, které jsou závazné pro všechny strany. Podle svých podmínek se kupující zavazuje k nákupu a prodává určité množství zboží dohodnuté kvality za cenu stanovenou ke dni uzavření smlouvy, avšak s dodáním k určitému datu v budoucnosti. Splněním forwardové smlouvy se rozumí fyzické dodání plynu.

Energetické burzy v Evropě:

- Velká Británie – InterContinental Exchange (ICE);
- Francie – Pegas;
- Německo:
 - European Energy Exchange (EEX);
 - PEGAS – sloučení Powernext a EEX;
- Rakousko – Central European Gas Hub GAS Exchange (CEGH GAS Exchange);
- Dánsko – Gas Point Nordic (GPN, dříve Nord Pool Gas);
- Itálie – Gestore Mercati Energetici (GME);
- Polsko – Polish Power Exchange (POLPX);
- Česká republika – Central Czech Gas Exchange.

3.2.3 Doprava

Evropská plynárenská síť vznikla postupně během posledních 70 let. Zpočátku byla evropská plynárenská soustava kolem ložisk SSSR, Německa a velkého plynového pole Groningen, které bylo nalezeno v Nizozemsku. Velký import plynu z Norska, Ruska a

Alžírka byl hlavním zdrojem v 80. letech. Od této doby dochází k potřebě dopravy velkého množství zemního plynu na trhy ostatních zemí Evropy.

V současnosti existuje zhruba 5 hlavních možných koridorů distribuce plynu, s různou splatností, výzvami a budoucími možnostmi:

Hlavní severovýchodní koridor z Ruska: To je hlavní vnější zdroj dodávek asi 35% spotřeby v Evropě. Ze severních ruských zdrojů dvě hlavní zásobovací trasy. První plynovod (viz. obrázek číslo 8) je «Nord Stream» mezi Ruskem a Německem, procházejícím dnem Baltského moře, jeho délka je 1224 km.

Obrázek 8. Plynovod „Nord Stream“



Zdroj: www.nord-stream.com

Druhý plynovod (viz. obrázek číslo 9) je «Jamal-Evropa», který spojuje poloostrov Jamal v Rusku (Tumenská oblast), kde se těží zemní plyn, a Německo, jeho délka je 4196 km.

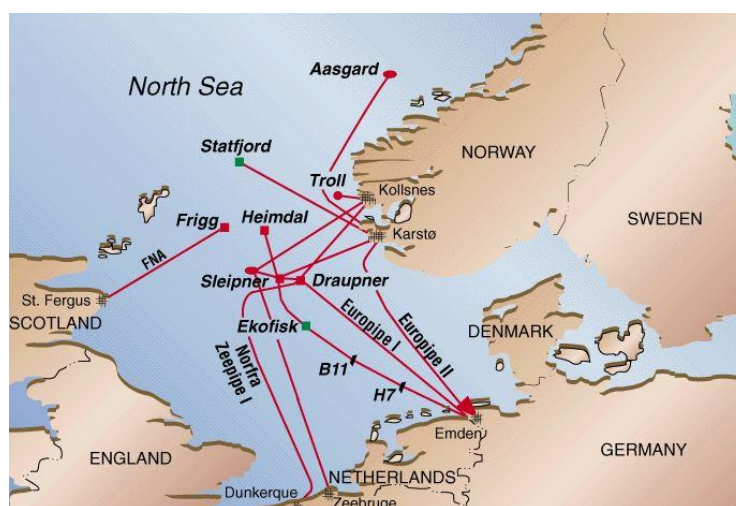
Obrázek 9. Plynovod „Jamal-Evropa“



Zdroj: www.gazprom.ru

Severozápadní koridor z Norska: Dovoz z Norska představuje kapacitu 182 Tcf za rok. Ze Severního moří do Evropy připojuje několik plynovodů: «Langede», který spojuje Spojené království a Norsko délkou 1200 km. «Europipe I / II» a «Norpipe» mezi Norskem a Německem a «Zeepipe» do Belgie (viz. obrázek číslo 10).

Obrázek 10. Plynovody z Norska do Evropy



Zdroj: www.gassco.no

Jihozápadní koridor z Alžírsko a Libye: Dovoz ze severoafrického koridoru představuje 72,5 Tcf (viz. obrázek číslo 11). První a největší plynovod je «Trans-Med» na Sicílii. Druhý «Maghreb-Evropa» spojující Alžírsko, Maroko a Španělsko. Ještě jeden plynovod do Sicílii z Libyi je «Green Stream». Zatím «MedGaz» spojující Alžírsko a Španělsko a plynovod «Galsi» z Alžírsko do Itálie (přes Sardinii).

Obrázek 11. Plynovody z Alžírsko a Libye do Evropy



Zdroj: Kolektiv autorů, „Plynový trh Evropy“, NIU VŠE, Moskva, 2015

Jihovýchodní koridor z Kavkazu / střední Asie / Středního východu přes Turecko / Černé moře: Plynovod BTE (viz. obrázek číslo 12) z Ázerbájdžánu do Turecka i dále, který v budoucnu napojen na Transanatolský plynovod (TANAP). TANAP je připravovaný plynovod pro přepravu zemního plynu z Kaspického moře a ze Středního východu do západní Evropy. Trasa plynovodu s délkou 878 km spojuje Řecko, Albánie, Jaderské moře (na moři), Itálie. Předpokládá se, že se stane součástí jižního plynového koridoru, a tak bude pokračovat v řetězci z plynovodu na jižním Kavkaze (Baku – Tbilisi – Erzurum) a plynovodu Transanatolian (Turecko). Očekávané datum spuštění 2020.

Obrázek 12. Plynovody BTE a TANAP



Zdroj: www.tanap.com

Jihovýchodní koridor z Ruska přes Turecko: Turkish Stream (viz. obrázek číslo 13) je nový plynovod na export plynu z Ruska do Turecka přes Černé moře. První ze dvou plynovodů je určen pro dodávky plynu tureckým spotřebitelům, druhý – pro dodávku plynu do zemí jižní a jihovýchodní Evropy, místo dříve používané trans-balkánské trasy (přes Ukrajinu, Moldavsko a Rumunsko). Celková kapacita tureckého potoka je 31,5 miliardy metrů krychlových.

Obrázek 13. Plynovod „Turkish Stream“



Zdroj: www.unelettrepasrecue.com/tag/turkish-stream/

3.3. FAKTORY PŮSOBUJÍCÍ NA CENU ZEMNÍHO PLYNU

Cena plynu je možná nejžhavějším tématem za posledních 15-20 let. Ceny zemního plynu jsou především funkcí nabídky a poptávky na trhu. Vzhledem k omezeným krátkodobým alternativám zemního plynu jako paliva pro vytápění a výrobu elektřiny v období nejvyšší spotřeby mohou změny v nabídce nebo poptávce během krátkého období vést k velkým cenovým změnám. Základní faktory ovlivňující cenu zemního plynu jsou: ¹⁵

Objem spotřeby zemního plynu – vyšší objem spotřeby vede k vyšším cenám, zatímco nižší objem může vést k nižším cenám. Ale i zvýšení a snížení cen má tendenci snižovat nebo zvyšovat objem spotřeby.

Cena ropy – cena může být zmírněna cenami ropy, což může být ekonomickou náhradou zemního plynu pro výrobce elektřiny, výrobce a velkých vlastníků budov.

Kurz dolaru a eura – celosvětové ceny zemního plynu, které jsou obvykle stanoveny v USD, mají stále větší vliv na určování cen vzhledem k rostoucí závislosti Evropy na dovozu. Pokud EUR vůči USD oslabuje, narušuje schopnost Evropy soutěžit o dostupném zemním plynu na světovém trhu (zejména proti Asii). V důsledku toho jsou pohyby v USD důležitým faktorem při určování evropských cen na zemní plyn.

Sezónnosti (povětrnostní podmínky) - vliv tohoto faktoru je zvláště výrazný v zemích, kde je velký rozdíl mezi zimním a letním období. V chladném období roste poptávka po zemním plynu, který je nutný k vytápění budov. V létě může být nárůst spotřeby zemního plynu způsoben zvýšenou prací a zvýšeným používáním klimatizace pro chlazení. Nejúčastnější měsíce jsou květen–červen a září–říjen. ¹⁶

Objemu výroby – vyšší objem výroby vede k nižším cenám, zatímco nižší objem může vést k vyšším cenám.

Cena skladování – náklady na údržbu skladovacích zařízení pro zemní plyn mohou ovlivnit jeho konečnou cenu pro spotřebitele. Nabídka a poptávka ovlivňují také potřeby skladování.

¹⁵ J. C. Gault, „*The economics of natural gas in developing countries*“, Pergamon, 144 str., 1985, ISBN - 978-0-08-032780-8

¹⁶ J. Muller, G. Hirsch, A. Muller, „*Modeling the price of natural gas with temperature and oil price as exogenous factors*“, Springer Science, 20 str., 2013, ISBN 978-3-319-09113-6

Nižší poptávka po zemním plynu znamená více času ve skladování, což způsobuje růst nákladů spojených s udržováním úrovně skladování.

Legislativní změny – legislativní regulace je nezbytná, jsou-li trhy neuspokojivé, když jsou porušovány zásady rovnosti a spravedlnosti, které jsou základem myšlenky dokonalé hospodářské soutěže, podle níž jsou dosažena optimální a racionální řešení. Celkový seznam základních právních aktů a zákonů EU je v příloze číslo 1. Například, třetí energetický balíček stanovil hlavní ustanovení pro vytvoření otevřeného konkurenčního trhu v Evropě:

- byl vytvořen regulátor ACER (Agentura pro spolupráci energetických regulačních orgánů);
- posílení úlohy národních regulačních orgánů;
- zavedené síťových kodexů;
- zavedení dlouhodobých plánování rozvoje transevropských sítí;
- zvýšení konkurencí.

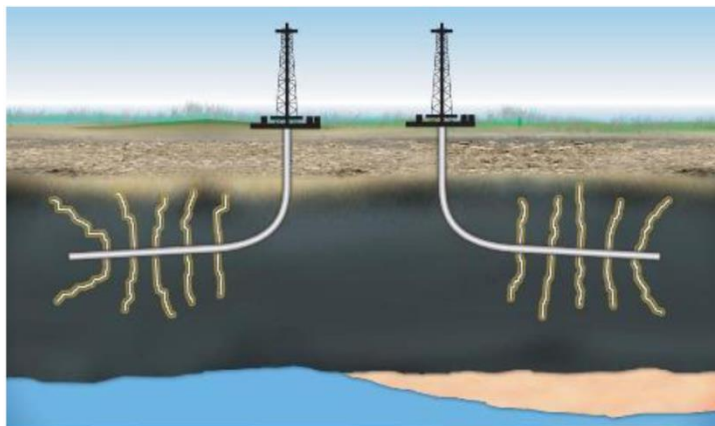
Spotový trh LNG – Export zkapalněného zemního plynu (LNG) ze Spojených států do Asie a Evropy snížil ceny zemního plynu v hlavních světových burzách a hubách, a oslabil vazbu mezi cenami plynu a cenami ropy, kvůli přebytku nabídky na trhu. Například první dodávky LNG z USA do Evropy byly do Portugalska provedeny na konci dubna, což mělo dopad na snížení ceny zemního plynu na hubě TTF v Nizozemsku.

3.4. ZEMNÍ PLYN A LNG

Zkapalněný plyn je zemní plyn, ale se těží jiným způsobem – těžbou ze sedimentárních hornin nesoucích plyn. Které jsou ve střevech Země reprezentovány hlavně ropnými břidlicemi. Chemické složení je zpravidla metan.

Nejaktivnější globální trh s LNG se začal rozvíjet v polovině 21. století. Během tohoto období došlo k výraznému skoku cen zemního plynu a zejména LNG, což vedlo k významným změnám na tomto trhu, což podnítilo jeho rozvoj rozsáhlými investicemi. Největší rozsah své těžby dosáhl v USA, která se stala světovým lídrem ve výrobě zkapalněného plynu.

Obrázek 14. Těžba LNG



Zdroj: A. Gurkov, 2019

Náklady na jeho výrobu jsou však ve většině případů výrazně vyšší než náklady, které charakterizují těžbu „běžného“ zemního plynu. LNG se vyskytuje v rozptýlených polích s relativně malými zásobami – asi 0,5-3 miliardy metrů krychlových. Nejběžnější technologie výroby zkapalněného plynu jsou hydraulické štěpení (obrázek číslo 14), někdy se používá proponování. Při výrobě LNG jsou ve struktuře vrtu ve většině případů přítomny vodorovné sekce. Konzervování zařízení na výrobu plynu je obvykle komplikované. Celkový počet vrtů v poli je asi několik stovek. Zdroj jedné studny je 1-2 roky.

Zkapalněný plyn ve mnoha případech vyžaduje další zpracování, aby byl zaveden do průmyslových a spotřebitelských standardů. Porovnání „běžného“ zemního plynu a zkapalněného zemního plynu je znázorněno v tabulce číslo 1.

Tabulka 1. Porovnání „běžného“ zemního plynu a zkapalněného zemního plynu

LNG	„Běžný“ zemní plyn
Co je mezi nimi společného	
LNG je druh zemního plynu	
Hlavním komponentem v složení je metan	
Jaké jsou mezi nimi rozdíly	
Těžba ze sedimentárních hornin nesoucích plyn	Získává se z ložisek plynu a plynových „čepic“ ropných polí
Těžba zahrnuje vrtání vrtů s vodorovnými řezy pomocí hydraulického štěpení	Těžba zahrnuje vrtání vrtů bez hydraulického lomu
Těžba zahrnuje několik stovek vrtů do jednoho pole	Těžba zahrnuje několik desítek vrtů v jednom poli
Zdroj jedné vrty – 1-2 roky	Zdroj jedné vrty – 5-10 let

Vyžaduje dostatečně hluboké zpracování po těžbě, aby bylo dosaženo spotřebitelských standardů.	Vyžaduje minimální zpracování po těžbě
Relativně vysoké výrobní náklady	Výrobní náklady není příliš vysoké
Doprava pomocí lodě (tanker)	Doprava přes plynovod

Zdroj: Leonid Kaufman, 2019, vlastní zpracování

Podle výzkumu “World Shale Gas Resources: an Initial Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries outside the United States”, provedené americkou správou energetických informací v roce 2013, se technicky obnovitelné zdroje LNG ve světě odhadují na 7,299 bilionů krychlových stop. Výzkum vyhodnotil 137 pánví se zásoby břidlicového plynu ve 41 zemích. Studie ukázala, že Čína má největší zdroje LNG (15%), 10% v Argentině, 9% v USA a zásoby zkapalněného plynu v Evropě jsou téměř 6,5%.¹⁷

Nárůst těžby břidlicového plynu v důsledku použití technologie hydraulického štěpení je provázen zvýšením nepokojů o tom, jak těžba LNG ovlivňuje zdraví lidí, kvalitu pitné vody a životní prostředí. Největší obavy představuje riziko znečištění pitné vody chemikáliemi používanými při těžbě. Pracovní tekutina vstříkovaná do studny zpravidla sestává z 98% vody a písku, zatímco chemická činidla tvoří pouze 2-3% objemu pracovní tekutiny. Provozovatelé břidlicových polí tvrdí, že podzemní voda je oddělena od pracovní tekutiny cementovou maltou a ocelovými pláštěmi stěn. Přesto existuje riziko znečištění podzemních vod v důsledku narušení technologie výstavby vrtů. V roce 2011 vědci z Duke University provedli výzkum, který neidentifikoval žádné důkazy o tom, že by pracovní tekutina znečistila pitnou vodu, ale vědci zjistili významně vyšší koncentraci metanu ve studnách umístěných v kilometrové zóně od výrobních závodů. Protože však neexistují žádné údaje o kvalitě vody před zahájením práce, není známo, zda se v ní metan vyskytuje s výrobou LNG, nebo zda byl obsažen ve vodě ještě před zahájením plynového vrtání.

Další problém je spojen s likvidací pracovní vody, která po výrobě stoupá na studnu. Tato voda musí být shromážděna, očištěna od chemikálií a řádně zlikvidována. V současné době provozovatelé zkoumají možnosti opětovného použití vody čerpané do studny, což může výrazně snížit potřebu jejího odběru z povrchových zdrojů, jakož i při čištění nebo odstraňování odpadních vod.

¹⁷ www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport_2013.pdf

Kromě negativních environmentálních aspektů existuje problém přístupu evropské populace k těžbě LNG. Ve srovnání s USA Evropa má vyšší hustotu obyvatelstva a přísnější právní předpisy v oblasti životního prostředí. Proto některé faktory, zejména vysoká hladina šumu, která na rozdíl od jiných problémů ještě nezpůsobila silnou nespokojenost mezi obyvateli v USA, může stát vážným problémem v hustě obydlených regionech Evropy. V Bulharsku přijetí rozhodnutí vlády vydat povolení pro vývoj a výrobu LNG vyvolalo protesty socialistů a zelených, kteří zahájili kampaň na zákaz těžby. Ale některé skupiny v Evropě aktivně podporují myšlenku využití zkapalněného plynu, například Polská národní plynárenská společnost (PGNiG) zahájila kampaň pod heslem „Plameny naděje“. Cílem je shromáždit co nejvíce podpisů na podporu výzvy k Evropskému parlamentu, která je vybízí, aby se zdržely akcí zaměřených na zastavení průzkumu a těžby LNG.

Mezi evropskými zeměmi neexistuje jednota v oblasti vývoje LNG, veřejné mínění v této oblasti se také výrazně liší a požadavky na aktivní činnost na podporu nebo omezení rozvoje břidlicového plynu pouze zvyšují tlak na vládu.

4. VLASTNÍ PRÁCE

Praktická část je bude věnovaná statistické analýze vybraných ekonomických ukazatelů. Základním ukazatelem, který nejlépe popisuje tendence na trhu se zemním plynem v Evropě, je cena zemního plynu na mezinárodní burze TTF za období 2016 až 2019. Další zkoumané ukazatele jsou: cena ropy typu Brent za období 2016–2019, průměrné povětrnostní podmínky v Evropě 4 měst za období 2016-2019, objem importu do EU-28 zemního plynu za období 2016-2019 a kurzu eura za období 2016–2019. Na začátku budou analyzovány každý z ukazatelů zvlášť a budou vyjádřeny predikce, následně bude pomocí regresní analýzy analyzován vliv každého ukazatelů na cenu zemního plynu na hubě TTF.

4.1 Analýza vývoje vybraných ekonomických ukazatelů

V této části bude prováděna analýza vývoje vybraných ukazatelů za období 2016-2019 a bude určena jejich predikce pro období leden–duben 2020.

4.1.1. Vývoj ceny zemního plynu na TTF

Nizozemský hub TTF (Tittle Transfer Facility) je jedním z největších míst pro obchodování s plynem v Evropě. Na místě se obchoduje s futures na plyn a obchoduje se také s fyzickým dodáním zboží.

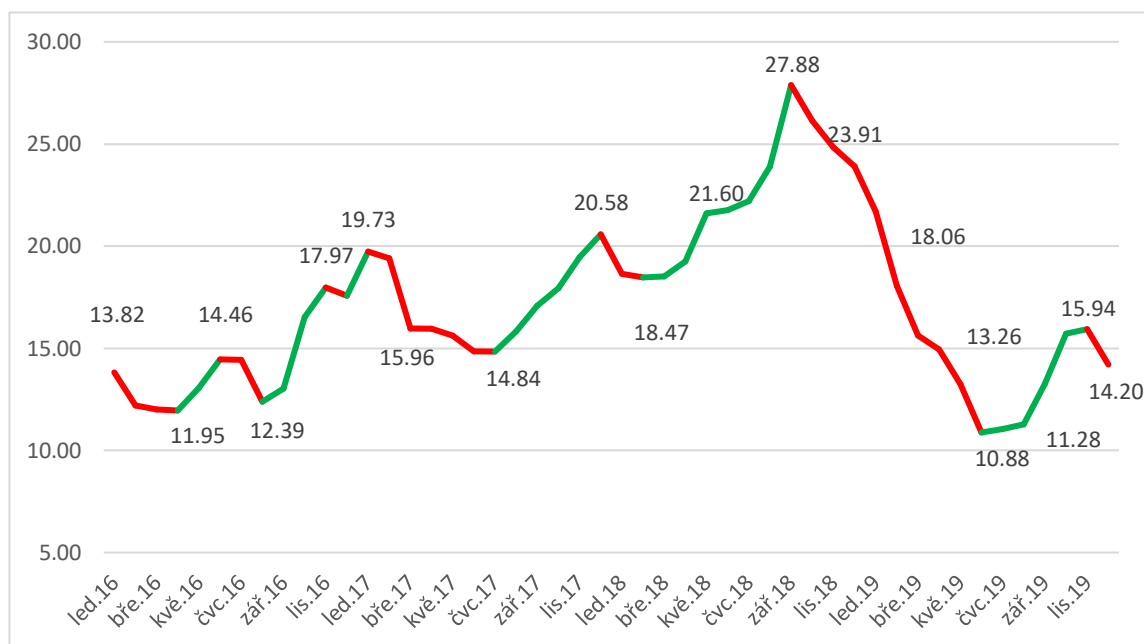
Metoda obchodování na TTF může být buď přímá, nebo prostřednictvím brokerů, prostřednictvím ústních nebo elektronických jednání. Dnes se transakce provádějí hlavně prostřednictvím brokerů. Trend se změnil z „vyjednávání dohody“ na „sezení před monitorem“. Všichni makléři mají vlastní obchodní platformy a futures na plynové obchody se obvykle prodávají elektronicky.

Jako na jakékoli jiné obchodní platformě, tak na hubě TTF, cena zemního plynu se kotuje a zveřejňují ve struktuře:

- OPEN – otevírací kurz dne;
- HIGH – nejvyšší kurz dne;
- LOW – nejnižší kurz dne;
- SETTLE/CLOSE - uzavírací kurz dne.

V další části práce bude použit měsíční průměrný uzavírací kurz dne. Pro sestavení časové řady byla použita data z webu quandl.com za období 2016–2019.

Obrázek 15. Vývoj ceny zemního plynu na TTF za období 2016-2019, v EUR/MWh



Zdroj: *quandl.com, vlastní zpracování*

Na obrázku číslo 15 je vidět, že cena zemního plynu na hub se zvyšuje do září roku 2018. Pokles ceny zemního plynu v roce 2016 o 15% je pozorován od ledna do dubna, od července do srpna a od listopadu do prosince; v roce 2017 došlo k významnému poklesu o 25% od ledna do července a od prosince do února 2018; následně k výraznému poklesu došlo v roce 2018 v září a trval až do května roku 2019 (viz. přílohu číslo 3). Základní kolísání cen závisí na skutečnosti, že zemní plyn se těží v zimě a v létě státy nakupují více zemního plynu, aby si na příští zimu doplnily své zásoby ve skladovacích zařízeních.

V roce 2019 od ledna do června cena na trhu klesla o 50 %; na konci června klesla na minimum roku 2016. Pokles byl ovlivněn takovými faktory, jako je teplé počasí, které umožnilo udržovat vysoké zásoby plynu ve skladování. Dalším důvodem, který vyvolal silnější tlak na pokles ceny plynu, bylo zavedení nových zařízení LNG ve světě (v USA a Austrálii) spolu s intenzivní konkurencí ruského a amerického LNG pro rostoucí evropský trh. Dalším důležitým faktorem snižování cen zemního plynu je trend snižování emisí skleníkových plynů a přechod na „čisté“ zdroje energie. V roce 2018 se tedy kapacita větrných elektráren v Evropě zvýšila o 6,7 % a solární – o 7,6 procenta. To je posíleno postupným snižováním nákladů na energii z obnovitelných zdrojů prostřednictvím rozvoje technologií.

Tabulka 2. Popisné statistiky ceny zemního plynu dle sezonnosti za období 2016-2019, v EUR/MWh

	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
zima	14,53		19,9		20,34		17,98	
jaro	12,34		15,85		19,79		14,61	
léto	13,76		15,17		22,62		11,07	
podzim	15,84		18,16		26,28		14,97	
	Medián							
zima	13,82		19,73		18,64		18,06	
jaro	12		15,96		19,25		14,94	
léto	14,43		14,85		22,20		11,04	
podzim	16,52		17,94		26,14		15,71	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
zima	12,20	17,57	19,40	20,58	18,47	23,91	14,20	21,70
jaro	11,95	13,06	15,62	15,97	18,52	21,60	13,26	15,63
léto	12,39	14,46	14,84	15,83	21,76	23,90	10,88	11,28
podzim	13,03	17,97	17,08	19,46	24,84	27,88	13,26	15,94

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce číslo 2 je vidět, že největší průměrné ceny zemního plynu na TTF v období 2016-2019 jsou na podzim a nejnižší jsou na jaře a v létě. Nejnižší medián cen je v létě. V roce 2016 byla minimální cena na zemní plyn na trhu 11,95 EUR/MWh a maximální byla na podzim. V roce 2017 a v roce 2018 cenové rozpětí mezi minimální a maximální cenou s časem vzrostlo. Maximální cena v roce 2018 dosáhla 27,88 EUR/MWh, což je rekordem za období 2016-2019. Ale v roce 2019 cena na zemní plyn v létě klesla na 10,88 EUR/MWh. Nárůst cen ve druhé polovině roku 2019 na evropském trhu byl způsoben předpovědi ochlazení na začátku prosince a také přerušením dodávek z Norska v důsledku neplánovaných výpadků v některých oblastech včetně největšího pole v zemi – Troll.

Protože cena zemního plynu na trhu kolísá v každém období, nejprve je třeba přesvědčit o oprávněnosti zařazení do modelu pomocí analýzy rozptylu dvojného třídění (viz. tabulka číslo 3). Jde o zjištění vlivu roku a sezony (roční období) na kolísání ceny zemního plynu na trhu vzhledem k celkovému průměru, k průměru jednotlivých let a k průměru jednotlivých sezonních období.

Tabulka 3. ANOVA dvojného třídění ceny zemního plynu na TTF

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Zemní plyn Sigma-omezena parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. clen	13997,06	1	13997,06	2661,534	0,000000
Rok	498,08	3	166,03	31,570	0,000000
Roční období	99,89	3	33,30	6,332	0,001252
Chyba	215,62	41	5,26		

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě provedeného testu p-hodnota jak trendové, tak i sezonní složky je menší než hladina významnosti 0,05, tudíž je statisticky významná, tudíž je třeba dále kvantifikovat sezonní kolísání a získat očištěné údaje.

Pro sezonní rozklad byl zvolen adaptivní model. V příloze číslo 2 je získaná informace o klouzáních průměrů, o rozdílech mezi průměrnou měsíční cenou zemního plynu na trhu a kauzálním průměrem, o sezonních faktorech, a o očištěných hodnotách.

Tabulka 4. Průměrné sezonní faktory ceny zemního plynu na TTF

Rozkladová tabulka popisných statistik (Zemní plyn) N=48 (V seznamu zav. prom. nejsou ChD)		
Roční období	Sezonní faktory Průměr	Sezonní faktory N
1	0,092178	12
2	-0,065890	12
3	-0,109640	12
4	0,083352	12

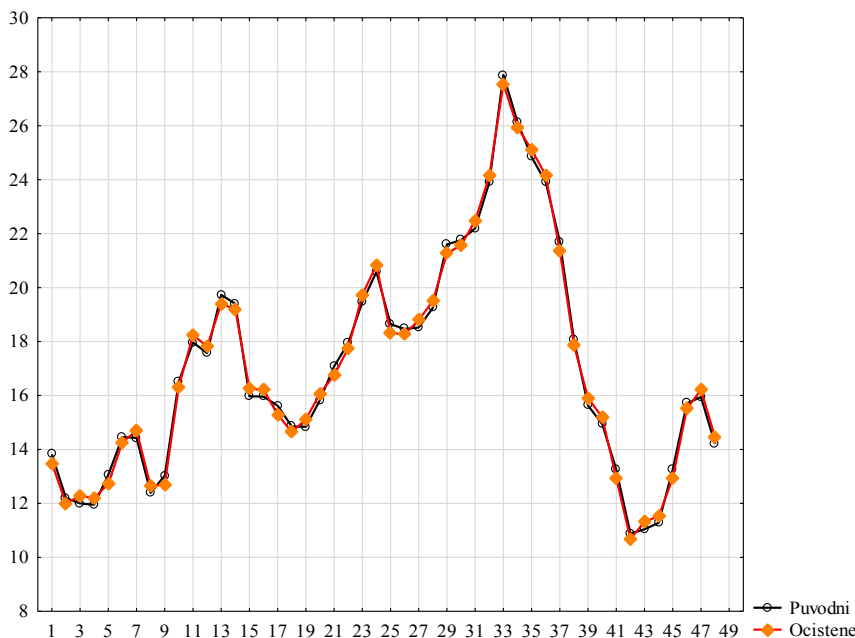
Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Z průměrných hodnot sezonních faktorů (viz. tabulka číslo 4) je patrné, že nejvýraznější vzroste průměrná měsíční cena zemního plynu na trhu v prvním (zima) a čtvrtém (podzim) ročním období o 0,0922 a 0,0834. Pokles ceny zemního plynu je v druhém (jaro) a třetím (léto) ročním období o 0,0659 a 0,1096.

Z přílohy číslo 2 a ze sloupce „Očištěné hodnoty“ je možné sestavit graf (obrázek číslo 16), ve kterém bude zahrnutá očištěná časová řada průměrných měsíčních cen zemního plynu na

trhu za období 2016 až 2019. Největší rozdíl mezi původními a očištěnými daty je v lednu 2017, v květnu 2018 a v srpnu 2019.

Obrázek 16. Sezonní očištěná data ceny zemního plynu na hubě v EUR/MWh za období 2016–2019



Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Dalším krokem analýzy časových řad nebo analýzy ceny zemního plynu za období 2016–2019 je odhad trendové funkce. Za nejvhodnější trendovou funkci je pak pokládána ta, která vede k největší hodnotě indexu determinace. Koeficient determinace říká, z kolika procent je endogenní proměnná vysvětlována pomocí exogenních. V této části analýzy jsou použité lineární, kvadratický, kubický a logaritmický trend (viz. tabulka číslo 5).

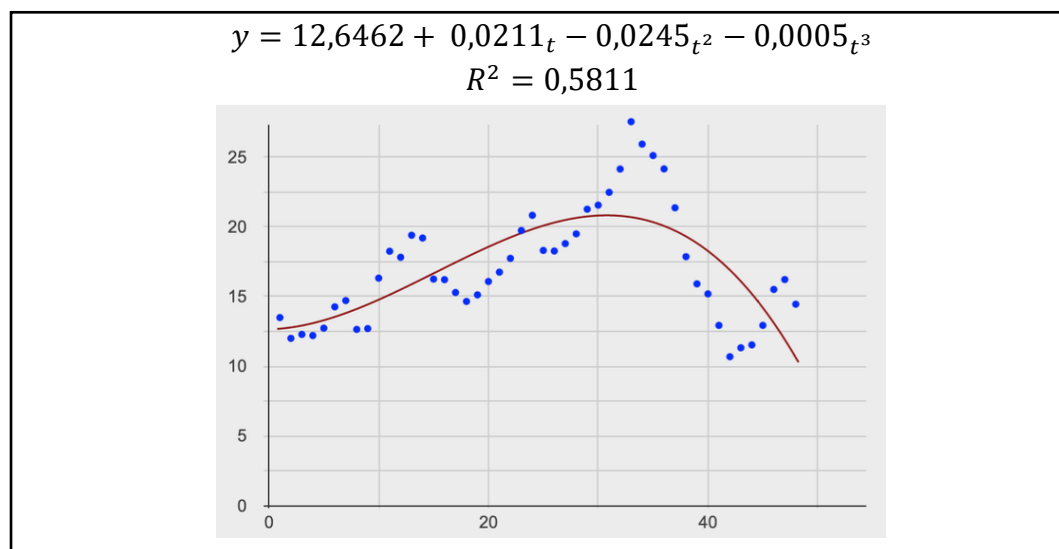
Tabulka 5. Trendová analýza ceny zemního plynu na trhu, v EUR/MWh

Trend	Index determinace R^2	Model
lineární	0,0515	$y = 15,4264 + 0,0673_t$
kvadratický	0,5644	$y = 9,2834 + 0,8045_t - 0,015_t^2$
kubický	0,5811	$y = 12,6462 + 0,0211_t - 0,0245_t^2 - 0,0005_t^3$
logaritmický	0,5366	$y = 11,9046 + 1,7647 \ln t$

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku číslo 17 je znázorněn kubický trend při kterém se index determinace rovná 0,5811 nebo to znamená, že 58,11% endogenní proměnná (y) vysvětlována pomocí exogenních proměnných (x).

Obrázek 17. Ceny zemního plynu na trhu proložené kubickým trendem



Zdroj: vlastní zpracování

Trendová funkce je také používána pro odhad budoucího vývoje. Za předpokladu, že bude cena zemního plynu na TTF klesat, lze odhadnout pomocí vypočtení funkce úroveň průměrných měsíčních cen pro leden, únor, březen a duben 2020.

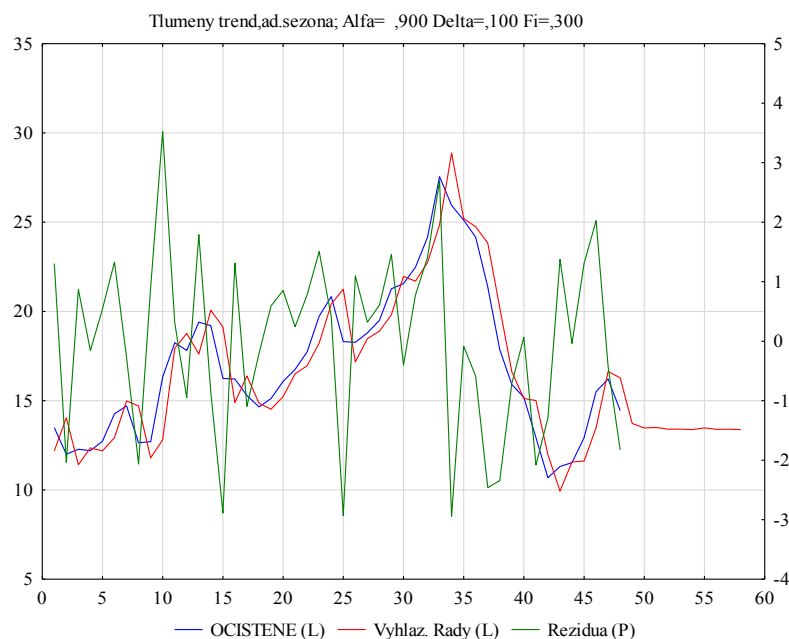
Tabulka 6. Bodový a intervalový odhad ceny zemního plynu, v EUR/MWh

Období	Bodový odhad	Intervalový odhad
Leden 2020	10,9831	(7,9135; 14,0526)
Únor 2020	9,9389	(6,5417; 13,3360)
Březen 2020	8,8306	(5,0814; 12,5798)
Duben 2020	7,6570	(3,5315; 11,7826)

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě bodového a intervalového odhadu (tabulka číslo 6) je vidět, že cena zemního plynu na hubě bude následující čtyři měsíce klesat. Dalším způsobem, jak získání odhad budoucího vývoje, je exponenciální vyrovnávání. Pro odhad byl zvolen aditivní model s tlumeným trendem. Vyrovnávací hodnoty jsou alfa = 0,9, delta = 0,1 a fi = 0,3.

Obrázek 18. Odhad ceny zemního plynu pomocí exponenciálního vyrovnávání



Zdroj: SW Statistica

Obrázek 18 ukazuje vývoj ceny zemního plynu na trhu. Červená a modrá křivka se k sobě nejvíce přibližují, tudíž je možné toto považovat za kvalitní model. Podle hodnoty MAPE, která se rovná 7,35% je možné konstatovat, že model je vhodný a kvalitní pro odhad. Pomocí SW Statistica byly vypočteny následující predikce (viz. tabulka číslo 7).

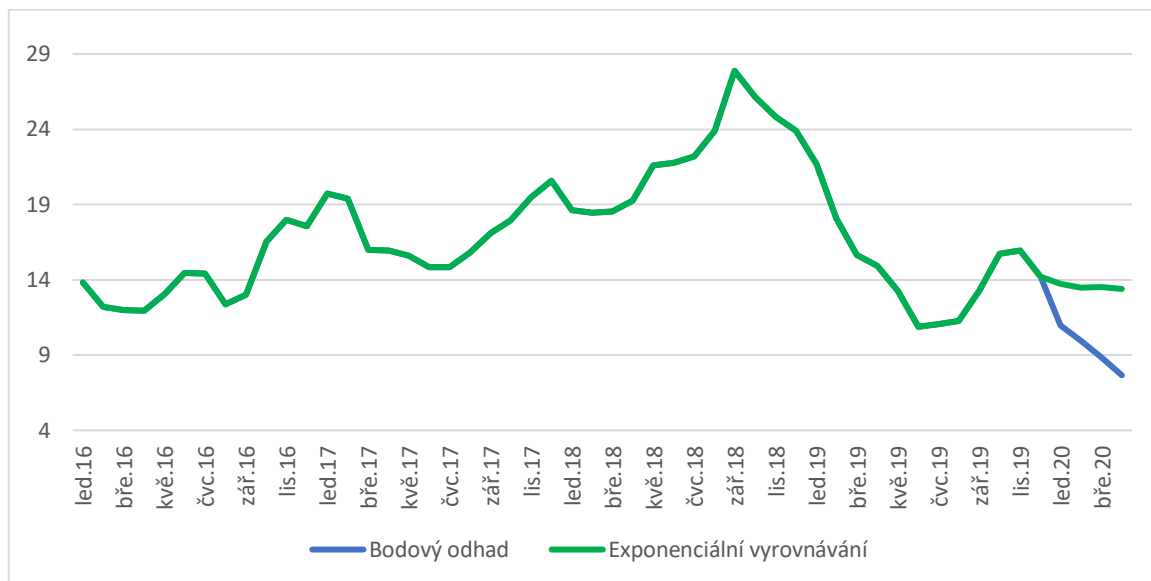
Tabulka 7. Odhad, exponenciální vyrovnávání ceny zemního plynu na TTF v EUR/MWh

Období	Předpověď
Leden 2020	13,72440
Únor 2020	13,47729
Březen 2020	13,50201
Duben 2020	13,40426

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na obrázku číslo 19 je vidět, že bodový odhad předpokládá výraznější pokles ceny zemního plynu na trhu za období leden až duben roku 2020 než odpadá pomocí exponenciálního vyrovnávání. Ve stejném období let 2016-2018 se v lednu až dubnu cena zemního plynu vyvíjela skoro stejně jako v odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání, tudíž je možné konstatovat, že tento vývoj je pravděpodobnější.

Obrázek 19. Srovnávání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání ceny zemního plynu, v EUR/MWh



Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

4.1.2. Vývoj ceny Brent

V Evropě za posledních 10 let došlo k jednoznačnému procesu přechodu od ropní indexace k cenám postaveným na principu hospodářské soutěže "plyn-plyn". Nicméně, podle Hodnocení LECS, ve čtyřech evropských regionech byly pozorovány určité rozdíly. Následující tabulka číslo 8 ukazuje, že v různých evropských regionech fungují různé mechanismy tvorby cen.

Tabulka 8. Podíl počtu smluv podle typu tvorby cen na plyn v evropských regionech, %

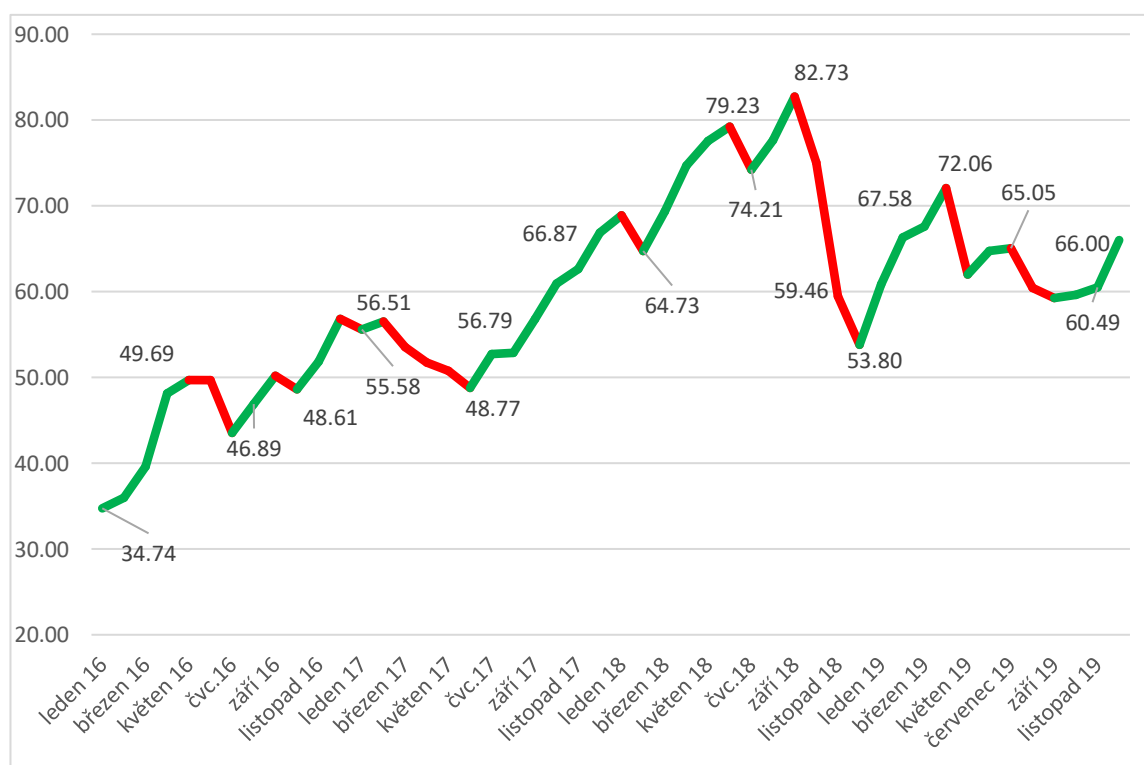
	Ropní indexace	Plyn – plyn	Regulovaná cena (na principu „náklady plus“)	Regulovaná cena (sociální a politický podmínky)
Severozápadní Evropa	9	91		
Centrální Evropa	28	58		14
Země středomořské Evropy	68	32		
Jihovýchodní Evropa	32	10	55	3

Zdroj: vlastní zpracování, International Gas Union

V severozápadní Evropě je tržní cenová tvorba jednoznačně dominantní, přičemž tržní ceny jsou vázány na ceny na hubách, 91% dodávek se uskutečňuje na tomto základě a 9% je podílem indexace ropy v dlouhodobých smlouvách. Ve střední Evropě je téměř 60% dodávek plynu vázáno na ceny hubů a 28% na ropu. Dodávky za regulované ceny tvoří 14% a jejich podíl se za posledních 10 let příliš nezměnil. Ve středomořském regionu tržní tvorba cen bez ropní indexace pouze 30% (hlavně v Itálii) a 68% je stále indexováno ropou v takových zemích, jako Španělsko, Portugalsko a Řecko. V jihovýchodní Evropě dominují regulované ceny (58%) a ropní indexace (32%).

Brent je typ ropy, který se těží v Severním moře mezi pobřežím Norska a Velké Británie. Cena ropy Brent se kotuje stejně jako cena zemního plynu, ale v jiné měně USD/bbl a na burze ICE. V další části práce bude použit měsíční průměrný uzavírací kurz dne. Pro sestavení časové řady byla použita data z webu quandl.com za období 2016–2019.

Obrázek 20. Vývoj ceny ropy Brent za období 2016 až 2019, v USD/bbl



Zdroj: quandl.com, vlastní zpracování

Na obrázku číslo 20 je vidět, že cena ropy typu Brent na trhu má tendenci se zvyšovat od roku 2016 do roku 2019. Pokles cen ropy je sezónní, přibližně v dubnu a březnu dochází k poklesu cen. Na vrcholu (v říjnu) dosáhla cena téměř 85\$ za barel. Ale na konci roku byl obraz méně růžový: Brent klesl o 31% na roční minima a rok ukončil na 53,8\$ za barel (viz.

příloha číslo 3). Ovlivnilo to několik důvodů. Mezi ně patří očekávání poklesu íránského vývozu ropy od listopadu kvůli sankcím USA a postavení monitorovacího výboru OPEC +. Navzdory prohlášení prezidenta USA, Donalda Trumpa, který požadoval zvýšení výroby, výbor vyloučil okamžitý nárůst výroby. Analytici to nepovažovali za jednorázový faktor. Předpovídali, že sankce vůči Íránu zajistí vysoké ceny v roce 2019. Kromě toho vedla podpora cen ropy poskytovaná dohodou OPEC + ke snížení produkce. Růst cen se nezastavil a v červenci došlo ke zmírnění dohody, jež umožnila zvýšit produkci Ruska a Saúdské Arábie. Vyšší ceny také přispěly ke zvýšení světové poptávky po ropě.

Tabulka 9. Popisné statistiky ceny ropy Brent za období 2016 až 2019, v USD/bbl

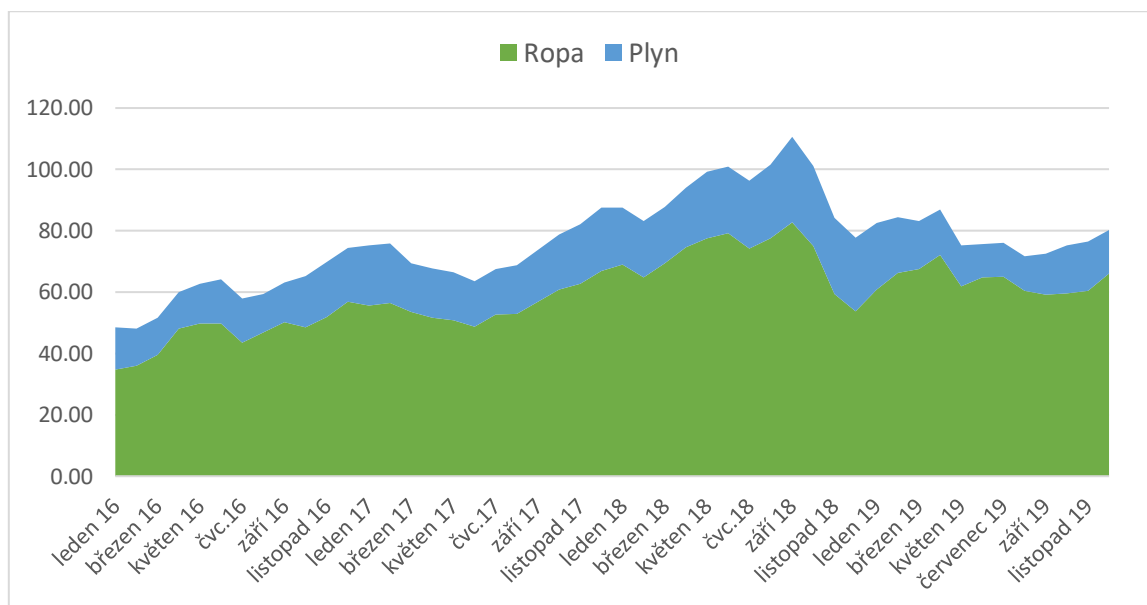
	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
zima	14,53		19,91		20,34		17,98	
jaro	12,33		15,85		19,79		14,61	
léto	13,76		15,17		22,62		11,06	
podzim	15,84		18,16		26,28		14,97	
	Medián							
zima	13,82		19,73		18,64		18,06	
jaro	12		15,96		19,25		14,94	
léto	14,43		14,85		22,20		11,04	
podzim	16,52		17,94		26,14		15,71	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
zima	12,20	17,57	19,40	20,58	18,47	23,91	14,20	21,70
jaro	11,95	13,06	15,62	15,97	18,52	21,60	13,26	15,63
léto	12,39	14,46	14,84	15,83	21,76	23,90	10,88	11,28
podzim	13,03	17,97	17,08	19,46	24,84	27,88	13,26	15,94

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce číslo 9 je vidět, že nejmenší průměrné roční ceny ropy Brent na burze ICE za období 2016-2019 jsou na jaře a v létě. Nejvyšší ceny ropy jsou na podzim a v zimě. Od roku 2016 do roku 2018 průměrná cena na burze stoupá, ale v roce 2019 silně klesá. Mediánové ceny jsou stejné jako průměrné; za zkoumané období nejnižší v létě a největší na podzim. Maximální ceny ropy bylo dosaženo na podzim v roce 2018, ale stejně jako ceny za zemní plyn v létě v roce 2019 ceny dosáhli minimuma roku 2016.

Protože někdy dochází k závislosti ceny zemního plynu na trhu na ceně ropy Brent (kvůli ropní indexace ceny), byla sestavena časová řada pro srovnání vývoje těchto cen (viz. obrázek číslo 21).

Obrázek 21. Vývoj ceny zemního plynu v EUR/MWh a ceny ropy Brent v USD/bbl za období 2016-2019



Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku číslo 21 je vidět, že dynamika cen zemního plynu a cen ropy je téměř stejná. Jedním z důvodů je to, že tyto dva druhy surovin jsou v některých případech zaměnitelné. Dalším důvodem je, že cena plynu je v některých případech stanovena v závislosti na ceně ropy.

Protože cena ropy Brent na trhu kolísá v každém ročním období, nejprve je potřeba se přesvědčit o oprávněnosti zařazení do modelu, pomocí analýzy rozptylu dvojnásobného třídění. Jde o zjištění vlivu roku a sezony (roční období) na kolísání ceny ropy Brent na trhu vzhledem k celkovému průměru, k průměru jednotlivých let a k průměru jednotlivých sezonních období.

Tabulka 10. ANOVA dvojnásobného třídění ceny ropy Brent

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Ropa Sigma-omezena parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. clen	168869,8	1	168869,8	4090,844	0,000000
Rok	4173,5	3	1391,2	33,701	0,000000
Roční období	75,1	3	25,0	0,606	0,614862
Chyba	1692,5	41	41,3		

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě provedeného testu (tabulka číslo 10) je p-hodnota trendové složky menší než hladina významnosti 0,05, tudíž je statisticky významná. P-hodnota sezonní složky je větší než hladina významnosti, tudíž není statisticky významná, proto není potřeba dále získávat očištěné údaje.

Dále je proveden odhad trendové funkce analýzy ceny ropy Brent na burze ICE za období 2016-2019. V této části analýzy jsou použité lineární, kvadratický, kubický a logaritmický trend (viz. tabulka číslo 11).

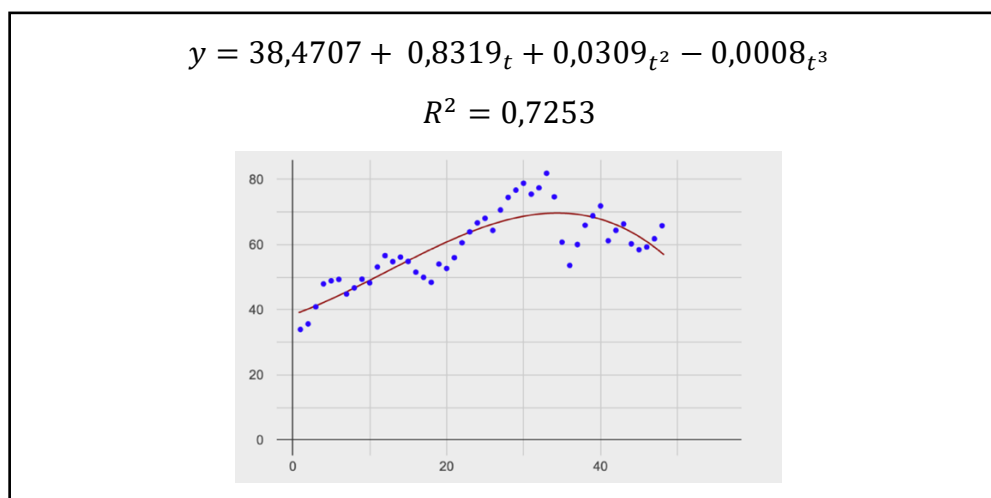
Tabulka 11. Trendová analýza ceny ropy Brent na trhu, v USD/bbl

Trend	Index determinace R^2	Model
lineární	0,4809	$y = 45,6713 + 0,5568_t$
kvadratický	0,7007	$y = 33,2574 + 2,0465_t - 0,0304_t^2$
kubický	0,7253	$y = 38,4707 + 0,8319_t + 0,0309_t^2 - 0,0008_t^3$
logaritmický	0,6092	$y = 30,3038 + 9,8986 \ln t$

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku číslo 22 je znázorněn kubický trend vývoje ceny ropy, při kterém se index determinace rovná 0,7253 nebo to znamená, že 72,53% je pro tento model vysvětlováno kubicky. Podle provedené analýzy je vybrán jako nejvhodnější model kubický model, protože index determinace v tomto případě je největší ze všech.

Obrázek 22. Cena ropy Brent na trhu proložené kubickým trendem, v USD/bbl



Zdroj: vlastní zpracování

Trendová funkce je také používána pro odhad budoucího vývoje. Za předpokladu, že bude cena ropy Brent na trhu stoupat, lze odhadnout pomocí vypočetní funkce úroveň průměrných měsíčních cen pro leden, únor, březen a duben 2020.

Tabulka 12. Bodový a intervalový odhad ceny ropy Brent na burze ICE v USD/bbl za období leden-duben 2020

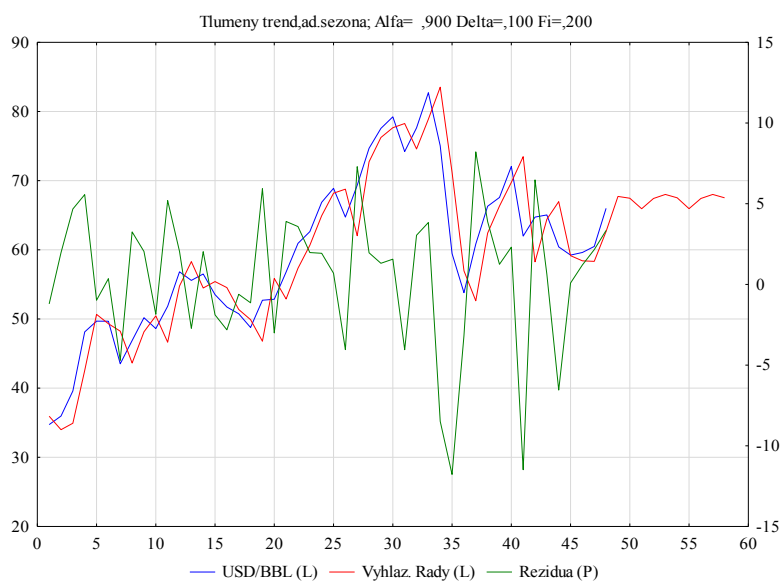
Období	Bodový odhad	Intervalový odhad
Leden 2020	60,5424	(54,8236; 66,2612)
Únor 2020	59,5792	(53,3749; 65,7834)
Březen 2020	58,5551	(51,8385; 65,2718)
Duben 2020	57,4703	(50,2151; 64,7255)

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě bodového a intervalového odhadu (tabulka číslo 12) je vidět, že cena ropy Brent bude na trhu následující čtyři měsíce klesat, což neodpovídá předpokladům.

Dalším způsobem získání předpovědi vývoje situace je modelování pomocí exponenciálního vyrovnávání. Pro odhad byl zvolen aditivní model s tlumeným trendem. Vyrovnávací konstanty jsou $\alpha = 0,9$, $\delta = 0,1$ a $\beta = 0,2$.

Obrázek 23. Odhad ceny ropy Brent na burze ICE v USD/bbl pomocí exponenciálního vyrovnávání



Zdroj: SW Statistica

Obrázek 23 ukazuje vývoj ceny ropy Brent na trhu, červená a modrá křivka se k sobě nejvíce přibližují, tudíž je možné tento model považovat za kvalitní. Podle hodnoty MAPE, která se rovná 5,85% je možné konstatovat, že model je vhodný a kvalitní pro odhad. Pomocí SW Statistica byly odhadnuty následující předpovědi (viz. tabulka 13).

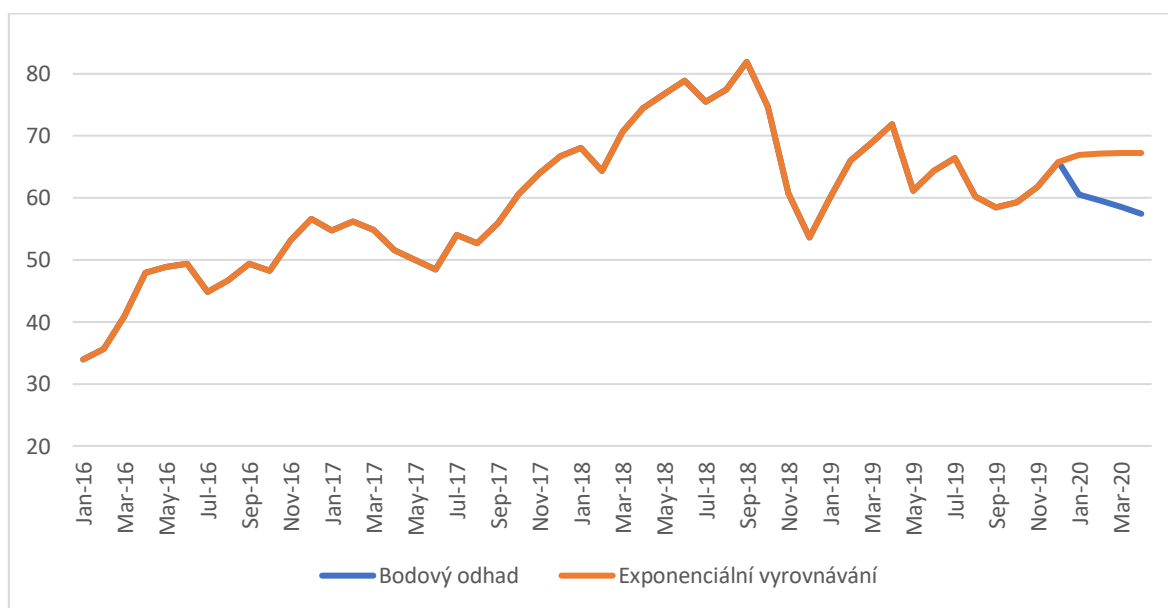
Tabulka 13. Odhad, exponenciální vyrovnávání ceny ropy Brent na trhu v USD/bbl za období leden až duben 2020

Období	Předpověď
Leden 2020	66,92348
Únor 2020	67,12498
Březen 2020	67,26023
Duben 2020	67,24898

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na obrázku číslo 24 je vidět, že bodový odhad předpokládá pokles ceny ropy Brent na burze za období leden až duben roku 2020 na rozdíl od odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání. Odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání odpovídá předpokladům, které byly dané na začátku, tudíž toto lze považovat za pravděpodobnější vývoj ceny ropy Brent na burze ICE.

Obrázek 24. Srovnání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání ceny ropy Brent, v USD/bbl



Zdroj: Vlastní zpracování, Microsoft Excel

4.1.3. Vývoj počasí

Přírodní a klimatické podmínky (jako je umístění, měsíční teplota, srážky) významně ovlivňují poptávku po zemním plynu. V severních zemích, kde je vytápění domácností hlavní spotřebou zemního plynu, je poptávka velmi vysoká.

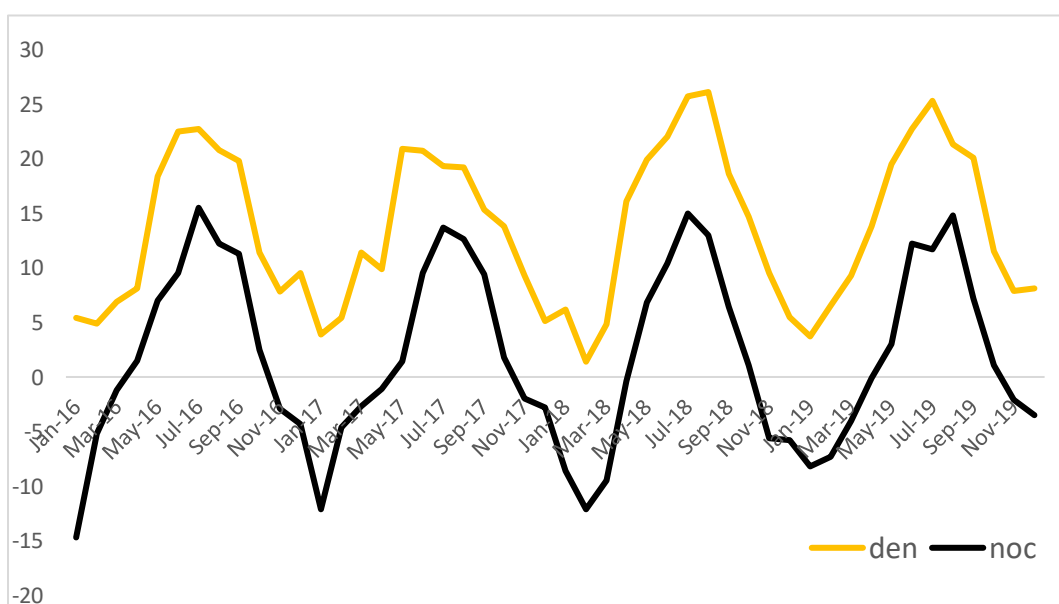
V této části práce budou analyzovány měsíční denní a noční povětrnostní podmínky 4 měst: Stockholm (Švédsko), Praha (Česká republika), Bukurešť (Rumunsko) a Barcelona (Španělsko) za období 2016 až 2019 (příloha číslo 4). Následně budou prozkoumané možné důsledky teploty na tržní cenu zemního plynu pomocí regresní analýzy. Použité data z webu www.wunderground.com

STOCKHOLM

Stockholm je hlavní město Švédska a je nejsevernější město ze 4 zkoumaných měst, tudíž bude mít největší poptávku po zemnímu plynu v zimě, na podzim a na jaře. Teplota ve Stockholmu od roku 2016 do roku 2019 kolísá ve dne od 1,4 do 26,1 stupně Celsia, v noci od -14,7 °C do 15,5°C (viz. obrázek číslo 25).

Denní počasí v každém ročním období od roku 2016 do roku 2019 stabilně roste nebo se stanoví teplejší. Noční počasí s každým rokem více přibližuje k nule stupňů, ale v létě, na jaře a na podzim příliš nemění.

Obrázek 25. Měsíční vývoj denních a nočních teplot ve Stockholmu za období 2016 až 2019, °C



Zdroj: www.wunderground.com, vlastní zpracování

Průměrná denní teplota v zimě ve Stockholmu je 5,5 °C, noční teplota je -7,4 °C. Průměrná denní teplota na jaře se rovna 13,3 °C, noční teplota je 0,1 °C. Průměrná denní teplota v létě je 22,4 °C, noční teplota je 12,5 °C. Podzimní průměrná denní teplota se rovna 13,3 °C, noční teplota je 2,4 °C (viz. příloha číslo 7).

Tabulka 14. Průměrné povětrné podmínky ve Stockholmu dle sezonních období, °C

	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
	den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
zima	6,6	-8,1	5,1	-6,5	4,4	-8,8	6,1	-6,3
jaro	11,1	2,4	14,1	-0,8	13,6	-1	14,20	-0,4
léto	22	12,4	19,7	11,9	24,6	12,8	23,10	12,9
podzim	13	13	12,8	3,1	14,3	0,6	13,17	2,1

Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

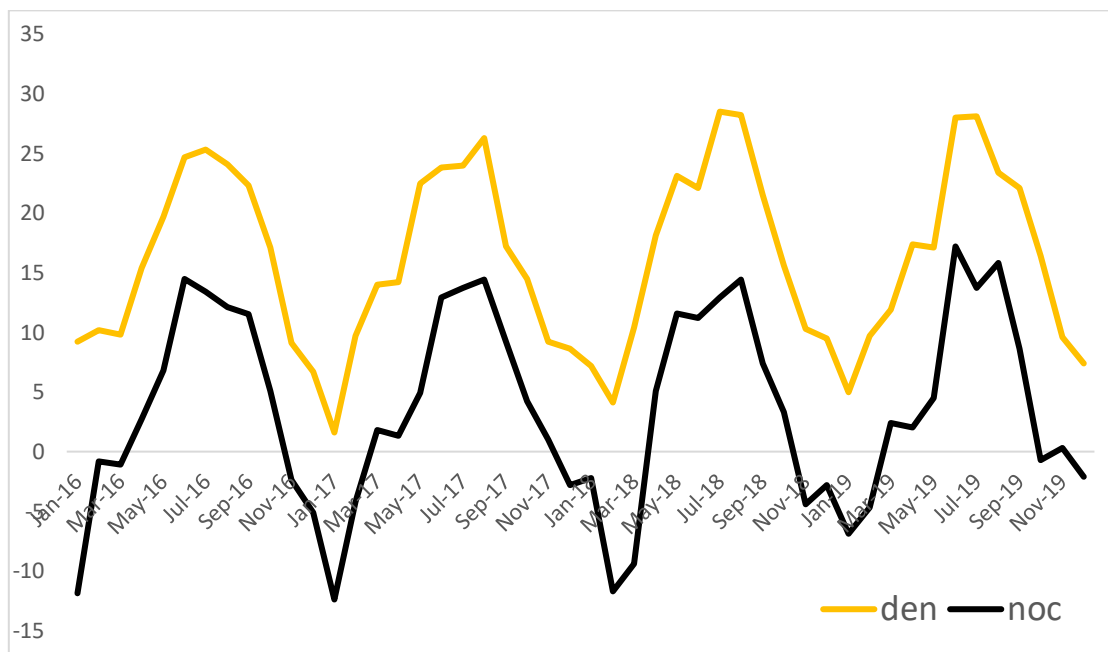
V tabulce číslo 14 je vidět, že denní teploty v zimě od roku 2016 do roku 2018 klesají nebo se výrazně snižují, ale v roce 2019 vzrostla teplota k 6,1 stupňům. Kvůli tomu, že zima byla v roce 2019 teplejší než obvykle, cena zemního plynu silně poklesla na jaře v roce 2019, protože státy Evropy měly velkou kapacitu svých zásob, protože předpokládaly hládnou zimu, proto nebyla potřeba nakupovat ještě větší zásoby.

PRAHA

Praha je hlavní město České republiky. Klima v Praze je mírné kontinentální, zimy jsou relativně mírné s malým množstvím sněhu a léta jsou obvykle deštivá a teplá. Jaro přichází v březnu a podzim končí začátkem prosince. Nejvyšší denní teplota v Praze v období 2016 až 2019 pohybovala kolem 28,5 °C, nejnižší denní teplota vystoupala na 1,6 °C. V noci byla nejvyšší teplota 17,2 °C a nejnižší se rovnala -12,4 °C (viz. obrázek 26)

Denní letní, podzimní, zimní a jarní teploty od roku 2016 do roku 2019 stabilně rostou, tudíž v Praze se každým rokem více a více otepluje. Noční počasí v létě, na podzim a na jaře jsou v podstatě neměnné od roku 2016 do roku 2018, ale noční teploty mezi rokem 2018 a 2019 jsou výrazně vyšší než v předchozích letech. V roce 2019 byly průměrné noční teploty vyšší než v předchozích sezonních období.

Obrázek 26. Měsíční vývoj denních a nočních teplot v Praze za období 2016 až 2019, °C



Zdroj: www.wunderground.com, vlastní zpracování

Průměrná denní teplota v zimě v Praze je 7,4 °C, noční teplota je -5,6 °C. Průměrná denní teplota na jaře se rovna 16,1 °C, noční teplota je 2,7 °C. Průměrná denní teplota v létě je 25,5 °C, noční teplota je 13,9 °C. Podzimní průměrná denní teplota se rovna 15,4 °C, noční teplota je 3,6 °C (viz. příloha číslo 7).

Tabulka 15. Průměrné povětrné podmínky dle sezonních období v Praze, °C

	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
	den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
zima	8,7	-5,9	8,6	-6,5	6,9	-5,6	7,4	-4,6
jaro	15	2,8	16,9	2,7	17,2	2,4	15,5	3
léto	24,7	13,3	24,7	13,7	26,3	12,8	26,5	15,6
podzim	16,2	16,2	13,6	4,8	15,8	2,1	16,1	2,7

Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

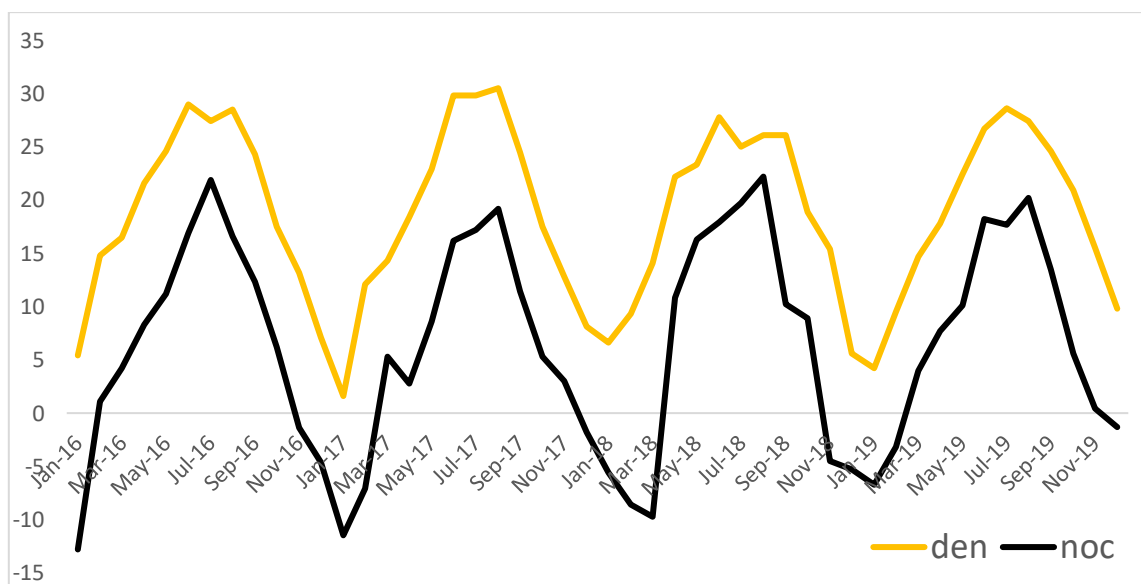
Na základě tabulky číslo 15 je vidět, že v roce 2018, kdy byl velký pokles ceny zemního plynu na trhu TTF, počasí v Praze příliš nezměnilo, tudíž je předpoklad, že ČR nakupovala stejný objem zemního plynu do svých zásobníků.

BUKUREŠŤ

Bukurešť je hlavní město Rumunska. Bukurešťské podnebí je mírné kontinentální s horkými, relativně dusnými léty a mírnými, proměnlivými zimami. Teplota v Bukurešti od roku 2016 do roku 2019 kolísá ve dne od 1,6 až do 30,5 °C, v noci od -12,8 °C do 22,2°C (viz. obrázek číslo 27).

Denní letní a zimní teplota se v Bukurešti od roku 2016 do roku 2018 každým rokem snižuje nebo se stává ještě chladnější, ale podzimní a jarní počasí se příliš nemění. Noční zimní, jarní a podzimní teploty stabilně rostou nebo se stávají teplejší.

Obrázek 27. Měsíční vývoje denních a nočních teplot v Bukurešti za období 2016–2019, °C



Zdroj: vlastní zpracování, www.wunderground.com

Průměrná denní teplota v zimě v Bukurešti je 7,8 °C, noční teplota je -5,6 °C skoro jako v Praze. Průměrná denní teplota na jaře se rovná 19,4 °C, noční teplota je 6,6 °C. Průměrná denní teplota v létě je 28,1 °C, noční teplota je 18,7 °C. Podzimní průměrná denní teplota se rovná 19,3 °C, noční teplota je 5,9 °C (viz. příloha číslo 7).

Tabulka 16. Průměrné povětrnostní podmínky v Bukurešti dle sezonních období, °C

	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
	den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
zima	9,1	-5,4	8,1	-6,8	7,2	-6,5	7,8	-3,7
jaro	20,9	7,9	18,5	5,6	19,9	5,8	18,3	7,3

léto	28,3	18,5	30	17,5	26,3	19,9	27,6	18,7
podzim	18,3	18,3	18,3	6,6	20,1	4,9	20,3	6,5

Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

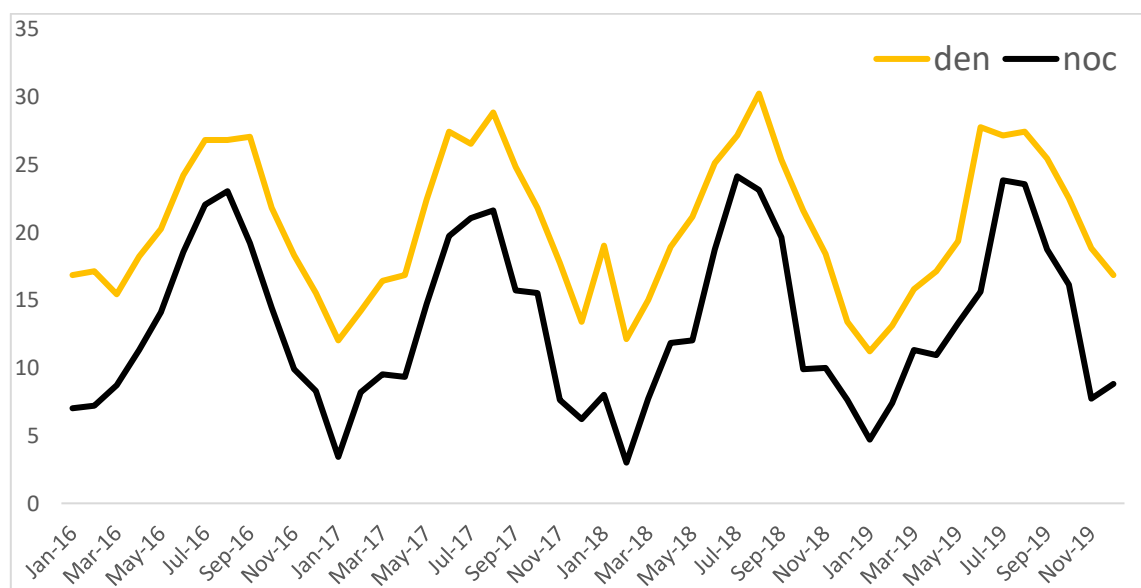
Jak je uvedeno v tabulce číslo 16, nejméně teploty ve všech sezónních obdobích v Bukurešti byly v roce 2017 a v roce 2019, proto poptávka po zemním plynu byla těchto letech vysoká.

BARCELONA

Barcelona město ve Španělsku. Podnebí v Barceloně je středomořské, zimy jsou suché a mírné a léta teplá a vlhká. Teplota neklesne pod 0 stupňů. Nejvyšší denní teplota v Barceloně v období 2016-2019 se pohybovala kolem 30,2 °C, nejnižší denní teplota vystoupala na 11,2°C. V noci byla nejvyšší teplota 24,1°C a nejnižší se rovnala 3 °C (viz. obrázek 28).

Denní letní a podzimní počasí v období 2016-2019 v Barceloně příliš neměnilo, ale v roce 2018 byla velmi teplá zima. Noční počasí s výrazně nižšími teplotami bylo v létě v roce 2017. Přestože teploty v Barceloně neklesají pod nulu po celý rok, existuje potřeba zemního plynu a vytápění, protože v zimě teploty klesají na 5 stupňů.

Obrázek 28. Měsíční vývoj denních a nočních teplot v Barceloně za období 2016-2019, °C



Zdroj: www.wunderground.com, vlastní zpracování

Průměrná denní teplota je v zimě v Barceloně 14,6 °C, noční teplota je 6,7 °C. Průměrná denní teplota na jaře se rovná 18,1 °C, noční teplota je 11,2 °C. Průměrná denní teplota v létě je 27,1 °C, noční teplota je 21,2 °C. Podzimní průměrná denní teplota se rovná 22 °C, noční teplota je 13,7 °C (viz. příloha číslo 7).

Tabulka 17. Průměrné povětrnostní podmínky dle sezonních období v Barceloně, °C

	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
	den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
zima	16,5	7,5	13,4	5,9	14,8	6,2	13,7	7
jaro	17,9	11,4	18,5	11,2	18,3	10,5	17,4	11,8
léto	26	21,2	27,6	20,8	27,5	22	27,4	21
podzim	22,4	22,4	21,4	12,9	21,8	13,2	22,2	14,2

Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

Jak je možné vidět v tabulce 17, nejnižší teploty v Barceloně jsou v zimě a kolísají kolem 5 až 7 stupňů nad nulou. V zimě Barcelona (a tudíž i celé Španělsko) potřebuje zemní plyn na topení a v dalších ročních obdobích potřebuje zemní plyn pro potřeby domácností a pro získávání elektřiny.

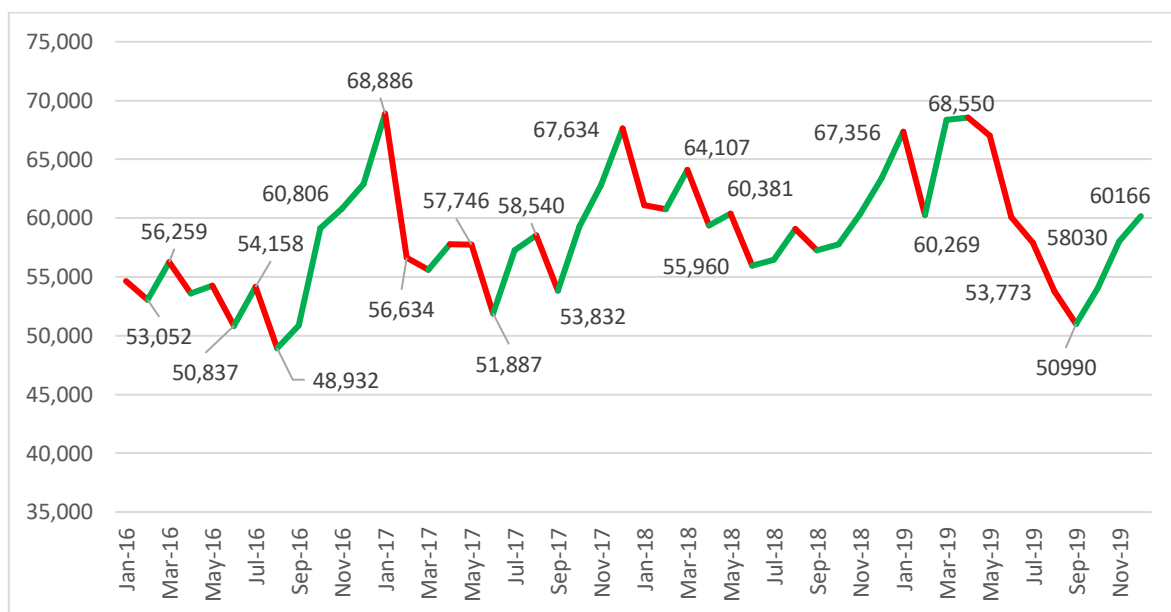
4.1.4 Vývoj objemu importu zemního plynu do Evropy

Poptávku po plynu v Evropě pokrývá domácí těžba plynu a import plynu. V posledních deseti letech v Evropě klesá domácí těžba plynu. Hlavně výroba plynu poklesla v Nizozemsku kvůli legislativním omezením těžby plynu v groningenské plynárenské oblasti. Těžba plynu klesla také ve Velké Británii a Německu. V tomto období zvýšily svou těžbu plynu pouze dvě země: Norsko a Irsko.

Přestože v Evropě klesá těžba zemního plynu, objem importu do Evropy má tendence k růstu (viz. obrázek číslo 29). Evropské dovozní potřeby plynu jsou uspokojovány plynovodem a LNG, přičemž v dodávkách dominuje plynovod. Německo, Itálie, Turecko, Francie a Spojené království jsou největšími dovozními trhy, které představují 70 % dovozu plynovodem do Evropy. V roce 2017 představovaly více než tři čtvrtiny dovozu zemního plynu do EU: Rusko (40 %), Norsko (26 %) a Alžírsko (11 %).

V této části práce bude analyzován měsíční objem importu zemního plynu do EU-28 za období 2016-2019. Údaje časové řady byli získány z Eurostatu.

Obrázek 29. Vývoj objemu importu zemního plynu do EU-28 v Tcf za období 2016 až 2019



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Na obrázku číslo 29 je vidět, že objem importu do EU-28 v období 2016–2019 má tendenci se zvyšovat. Je vidět, že do roku 2018 každoročně objem klesá v první polovině roku a ve druhé polovině stabilně roste. Od ledna do srpna však objem v roce 2016 postupně klesal. Důvodem mohla být relativně teplá zima, která nevyprázdnila zásoby zemního plynu ve skladovacích zařízeních.

Silná spotřeba a pokles místní těžby zemního plynu podpořily růst importu ve druhém a třetím čtvrtletí roku 2017. Import ve druhém čtvrtletí roku 2017 byl o 8% vyšší než v roce 2016. Na největších trzích s plynem v EU-28 se v roce 2017 dovoz zvýšil v Německu a v Itálii, zatímco dovoz ze Spojeného království a Francie klesl kvůli nízké poptávce. V důsledku klesajícího objemu těžby se Nizozemsko stalo čistým dovozcem, importy byly 15krát vyšší než ve stejném období v roce 2016.

Celkový import do zemí Evropské unie v roce 2018 zůstal stejný jako v roce 2017. V roce 2018 dovezly země EU pouze o 1,1% více než v roce 2017. Rusko a Norsko byly hlavními dodavateli zemního plynu s podílem dodávek 39% a 27%. Společně poskytly téměř 2/3 veškerého zemního plynu dodávaného do zemí EU. Hlavními dovozci zemního plynu byly Německo, Itálie a Francie. Společně tyto tři země představovaly téměř polovinu celkového dovozu plynu do Evropy. V roce 2019 je zaznamenán výrazný pokles objemu dovozů od

dubna do srpna. Důvodem mohou být to, že smlouvy o dodávkách zemního plynu se uzavírají na jaře a v létě s dodávkou na podzim a v zimě.

Průměrné roční objemy importu zemního plynu do Evropské unie – 28: v tabulce číslo 18 je vidět, že nejnižší průměr a medián ročního objemu importu za období 2016-2019 je v létě a na podzim a největší je na jaře a v zimě.

Maximální roční objem importu zemního plynu do EU-28 byl v zimě roku 2017. V létě a na podzim je ve většině případů objem dovozu menší než v jiných ročních obdobích (viz. tabulka 18). Nárůst dovozu za období 2016–2019 je způsoben skutečností, že Evropa spotřebovává stále více zemního plynu, a to i přes rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Z důvodu ochrany životního prostředí mnoho zemí EU opouští jadernou energii a uhlí, které jsou nahrazovány spíše „modrým palivem“ než solární a větrnou energií. Evropská poptávka po zemním plynu (nejčistším fosilním palivu) roste při klesající domácí produkci. V roce 2017 snížily země EU těžbu plynu o 3%.

Tabulka 18. Popisné statistiky ročního objemu importu EU-28 v Tcf dle sezonních období za období 2016-2019

	2016		2017		2018		2019	
	Průměr							
zima	56865,33		64384,67		61758,67		62597	
jaro	54703,67		57044,33		61288,00		67978	
léto	51309,00		55898,67		57165,67		57253,67	
podzim	56941,00		58648,00		58462,33		54350	
	Medián							
zima	54646,00		67634,00		61102,00		60269	
jaro	54257,00		57746,00		60381,00		68363	
léto	50837,00		57269,00		56456,00		57905	
podzim	59148,00		59287,00		57771,00		54030	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
zima	53052	62898	56634	68886	60759	63415	60166	67356
jaro	53595	56259	55608	57779	59376	64107	67021	68550
léto	48932	54158	51887	58540	55960	59081	53773	60083
podzim	50869	60809	53832	62815	57259	60357	60990	50990

Zdroj: vlastní zpracování

Protože objem importu do EU-28 kolísá v každém ročním období, nejprve je třeba přesvědčit se o oprávněnosti zařazení do modelu pomocí analýzy rozptylu dvojnásobného třídění. Jde o zjištění vlivu roku a sezony (roční období) na kolísání objemu importu do EU-28 vzhledem

k celkovému průměru, k průměru jednotlivých let a k průměru jednotlivých sezonních období (viz. tabulka číslo 19).

Tabulka 19. ANOVA dvojného třídění objemu importu zemního plynu do EU-28

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Import zemního plynu Sigma-omezena parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	1645326,52	1	1645326,52	9879,69	0,00000
Rok	2215,72	3	73836,9	4,43364	0,00866
Roční období	2752,06	3	9175,35	5,50946	0,00284
Chyba	682,68	41	16653,08		

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě provedeného testu p-hodnota jak trendové složky, tak i sezonní složky je menší než hladina významnosti 0,05, tudíž je statisticky významná. Dále je nutné kvantifikovat sezonní kolísání a získat očištěné údaje.

Pro sezonní rozklad byl zvolen adaptivní model. V příloze číslo 5 je získaná informace o klouzáních průměrů, o rozdílech mezi průměrným měsíčním objemem importu do EU-28 a kauzálním průměrem, o sezonních faktorech, a o očištěných hodnotách.

Tabulka 20. Průměrné sezonní faktory objemu importu zemního plynu do EU-28

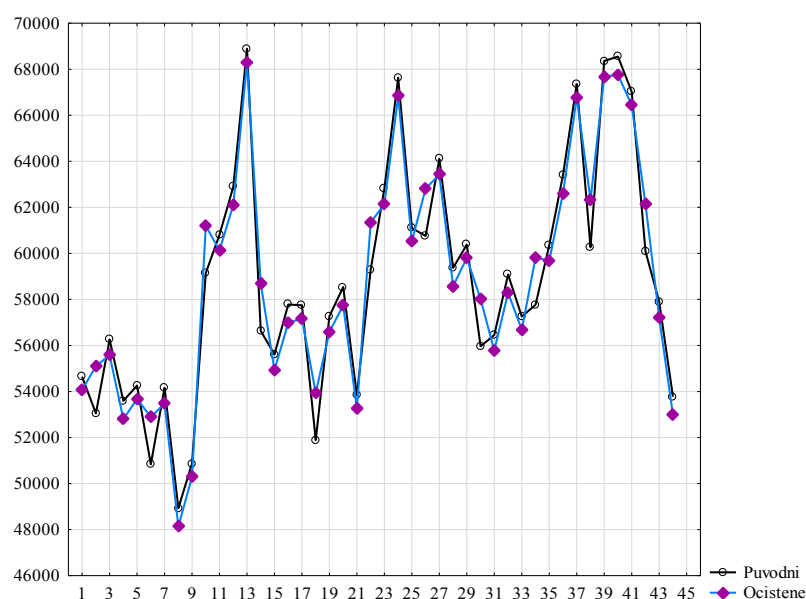
Rozkladová tabulka popisných statistik Import N=48 (V seznamu zav. prom. nejsou ChD)		
Roční období	Sezonní průměr	Sezonní N
1	-251,565341	12
2	613,855114	12
3	-116,641098	12
4	-245,648674	12

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Z průměrných hodnot sezonních faktorů (viz. tabulka číslo 20) je patrné, že roste průměrný měsíční objem importu do EU-28 pouze ve druhém (jaro) ročním období o 613,86. Pokles objemu importu do EU-28 je v prvním (zima), třetím (léto) a čtvrtém (podzim) ročním období o 251,56, o 116,64 a o 245,65.

Z přílohy číslo 5 a ze sloupce „Očištěné hodnoty“ je možné sestavit graf, ve kterém bude zahrnutá očištěná časová řada průměrných měsíčních objemů importu do EU-28 za období 2016 až 2019. Na obrázku číslo 30 je vidět, že největší rozdíl mezi původními a očištěnými daty je v únoru, červnu a listopadu roku 2016, v dubnu, červenci a říjnu roku 2017, v lednu roku 2018 a v dubnu a květnu roku 2019.

Obrázek 30. Sezonní očištěná data objemu importu zemního plynu do EU-28 v Tcf za období 2016–2019



Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Dále je proveden odhad trendové funkce analýzou objemu importu zemního plynu do EU-28 za období 2016 až 2019. V této části analýzy jsou použity lineární, kvadratický, kubický a logaritmický trend (viz. tabulka číslo 21).

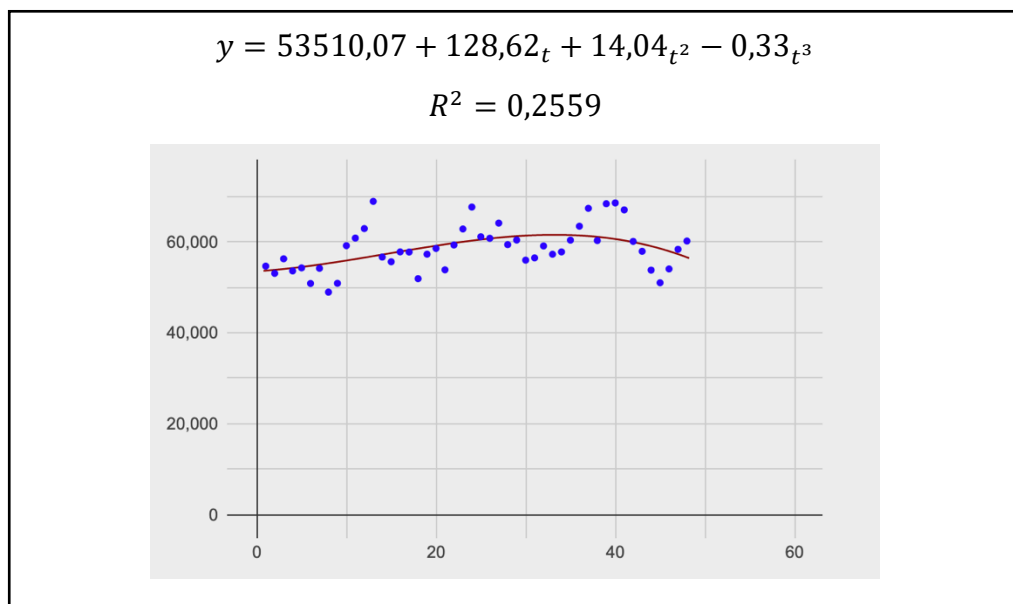
Tabulka 21. Trendová analýza měsíčního objemu importu zemního plynu do EU-28

Trend	Index determinace R^2	Model
lineární	0,1293	$y = 55394,62 + 128,67_t$
kvadratický	0,2378	$y = 51507,86 + 595,08_t - 9,52_t^2$
kubický	0,2559	$y = 53510,07 + 128,62_t + 14,04_t^2 - 0,33_t^3$
logaritmický	0,1733	$y = 51650,91 + 2353,08 \ln t$

Zdroj: vlastní zpracování

Na obrázku číslo 31 je znázorněn kubický trend vývoje, při kterém se index determinace rovná 0,2974 nebo to znamená, že 29,74% tento model vysvětluje kubicky. Tento model je nejvhodnější.

Obrázek 31. Měsíční objem importu zemního plynu do EU proložený kubickým trendem, v Tcf



Zdroj: vlastní zpracování

Trendová funkce je také používána pro odhad budoucího vývoje za předpokladu, že bude objem importu zemního plynu do EU-28 od lednu roku 2019 do dubnu roku 2020 stoupat.

Tabulka 22. Bodový a intervalový odhad objemu importu zemního plynu do EU-28 v Tcf za období leden-duben 2020

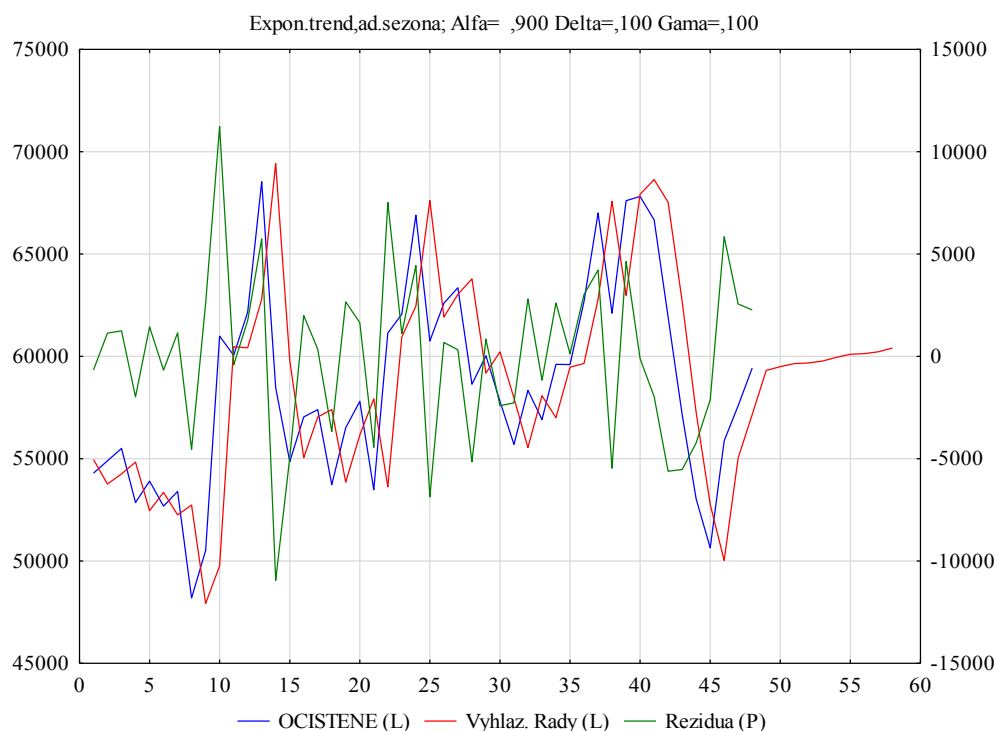
Období	Bodový odhad	Intervalový odhad
Leden 2020	56 819	(52 320; 61 318)
Únor 2020	56 247	(51 268; 61 227)
Březen 2020	55 635	(50 140; 61 131)
Duben 2020	54 982	(48 935; 61 029)

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě bodového a intervalového odhadu (tabulka číslo 22) je vidět, že měsíční objem importu zemního plynu do EU-28 bude následující čtyři měsíce klesat, což neodpovídá předpokladům. Dalším způsobem získání předpovědí je forma exponenciálního vyrovnávání. Pro odhad byl zvolen aditivní model s exponenciálním trendem. Vyrovnávací konstanty jsou: alfa = 0,9, delta = 0,1 a gama = 0,1.

Obrázek 32 ukazuje vývoj objemu importu zemního plynu do EU-28, červená a modrá křivka se k sobě nejvíce přibližují, tudíž je možné toto považovat za kvalitní model. Podle hodnoty MAPE, která se rovná 5,17%, je možné konstatovat, že model je vhodný a kvalitní pro odhad.

Obrázek 32. Odhad objemu importu zemního plynu v Tcf do EU-28 pomocí exponenciálního vyrovnávání



Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Výstupní hodnoty předpokladu prvního čtvrtletí roku 2020 je uvedeny v tabulce číslo 23. Je možné pozorovat, že odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání roste, což odpovídá stanoveným předpokladům.

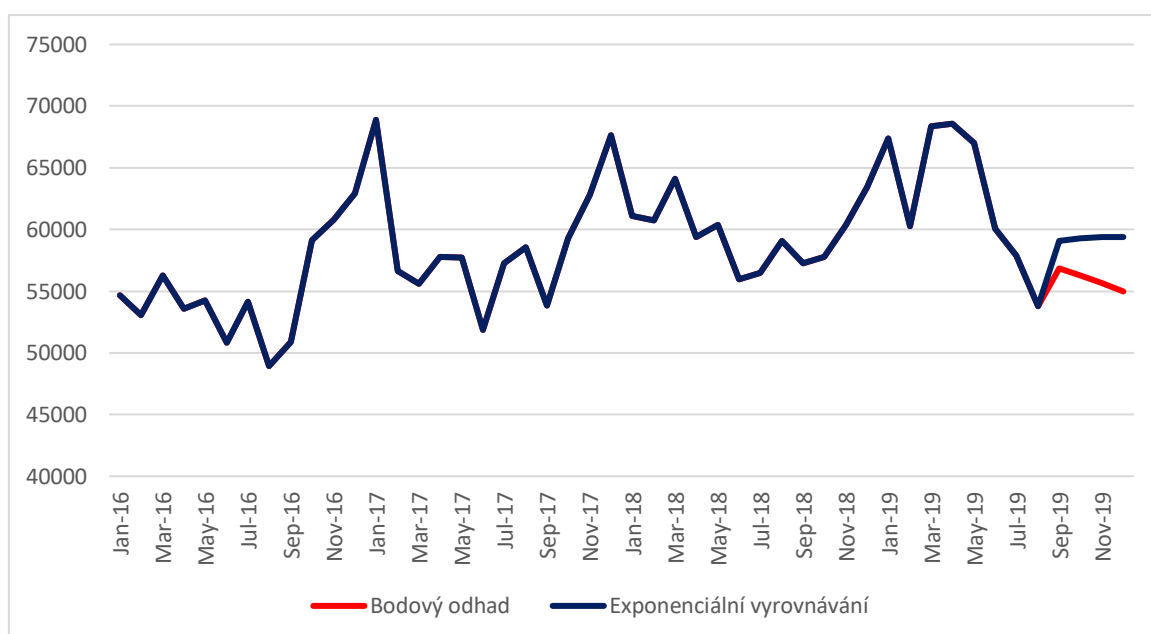
Tabulka 23. Odhad, exponenciální vyrovnávání objemu importu zemního plynu v Tcf do EU-28 za období leden-duben 2020

Období	Předpověď
Leden 2020	59086,75
Únor 2020	59257,45
Březen 2020	59386,02
Duben 2020	59394,86

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na obrázku číslo 33 je vidět, že bodový odhad předpokládá růst objemu importu zemního plynu do EU-28 v lednu 2020, ale následně pokles za období únor-duben roku 2020, odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání (viz. tabulka číslo 23) předpokládá silný růst objemu importu v lednu 2020, ale v období únor–duben také růst, ale ne již tak výrazný. Odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání odpovídá předpokladům, které byly dané na začátku, tudíž je možné jej pokládat za pravděpodobnější vzhledem k předpokládanému vývoji objemu importu do EU-28.

Obrázek 33. Srovnávání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání objemu importu zemního plynu v Tcf za období leden-duben 2020



Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

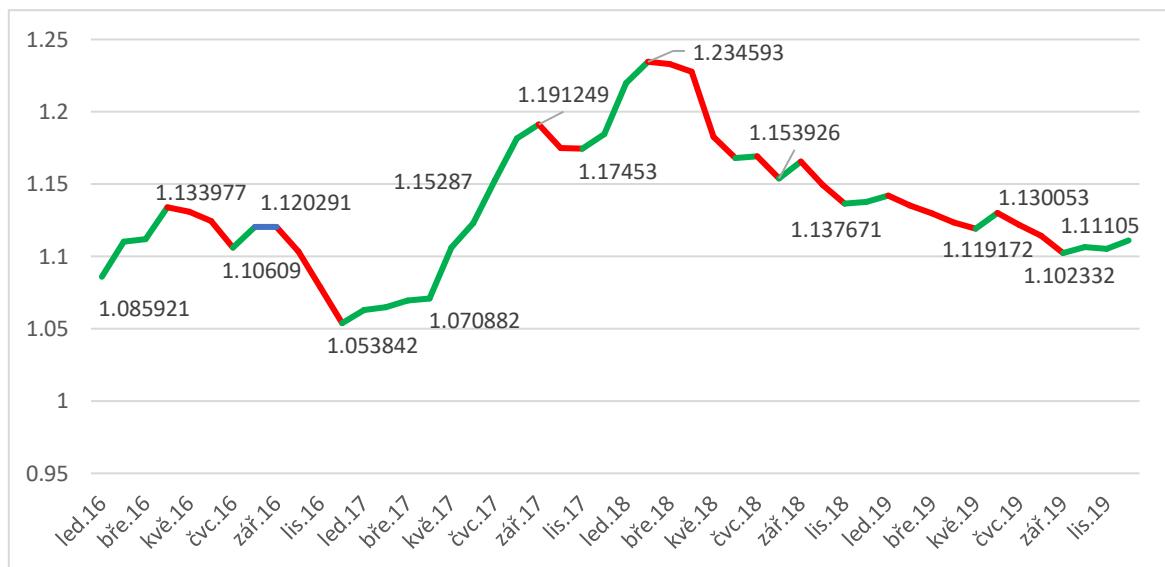
4.1.5 Vývoj kurzu eura vůči dolaru

Kurz dolaru je klíčovým ovladačem. Celosvětové ceny zemního plynu jsou v USD a mají velký vliv na určování cen na evropských hubách vzhledem k rostoucí evropské závislosti na importu. V důsledku toho jsou pohyby v USD důležitým faktorem při určování evropských cen. Pokud euro ztrácí na hodnotě vůči dolaru, narušuje to evropskou schopnost soutěžit o dostupné energetické zdroje na světových trzích (zejména proti Asii). Vliv dolaru je také zjevný prostřednictvím indexace ropy u dlouhodobých smluv o plynu. Zatímco spotová indexace je stále běžnější, většina dlouhodobých smluv o plynu je stále indexována

na ropné produkty, které mají ceny na evropských trzích v euro. Cena těchto ropných produktů je však stanovena na globálních trzích v dolarech, takže změny směnného kurzu EUR-USD mají přímý dopad na smluvní cenu.

V této části práce bude analyzován měsíční vývoj směnného kurzu eura vůči dolaru za období 2016 až 2019 (viz. obrázek číslo 34). Údaje časové řady byli získány z Eurostatu.

Obrázek 34. Vývoj směnného kurzu EUR/USD za období 2016 až 2019



Zdroj: vlastní zpracování

Na základě obrázku č. 34 je vidět, že trend ukazuje slabý růst směnného kurzu. V prosinci roku 2016 euro postupně ztrácí hodnotu na své minimum 1,053842 dolaru za 1 euro. Přesto v roce 2017 měna neustále posilovala a již v únoru 2018 dosáhla svého maxima. Poté však euro nemohlo udržovat svou pozici vůči dolaru a do konce roku 2019 se znehodnocuje na 1,102332 euro za dolar. V tabulce číslo 24 je vidět, že průměrný a mediánový směnný kurz od roku 2016 do roku 2018 roste, ale v roce 2019 klesá na úroveň mezi lety 2016 a 2017. Je možné, že jedním z důvodů poklesu cen nafty Brent v září 2018 bylo oslabení eura. Maximální směnný kurz za časové období 2016-2019 byl dosažen na podzim roku 2018, minimální byl dosažen dvakrát, a to v zimě roku 2016 a zimě roku 2017.

Tabulka 24. Průměrný směnný kurz EUR/USD za období 2016 až 2019

	2016	2017	2018	2019
	Průměr			
zima	1,083317	1,104114	1,197379	1,129420
jaro	1,125599	1,082162	1,214461	1,124131

léto	1,116973	1,152483	1,163721	1,122013
podzim	1,100764	1,180239	1,150488	1,104677
Medián				
zima	1,085921	1,064889	1,219874	1,135153
jaro	1,130885	1,070882	1,227721	1,123450
léto	1,120335	1,152870	1,168019	1,121734
podzim	1,103374	1,174939	1,149375	1,102332
	MIN	MAX	MIN	MAX
zima	1,05384	1,11018	1,06297	1,18453
jaro	1,11193	1,13397	1,06941	1,10611
léto	1,10609	1,12447	1,12297	1,18160
podzim	1,07862	1,12029	1,17453	1,19124
			1,13650	1,16558
				1,10233
				1,10646

Zdroj: vlastní zpracování

Protože kurz eura vůči dolaru kolísá v každém ročním období, nejdříve je třeba přesvědčit se o oprávněnosti zařazení do modelu, a to pomocí analýzy rozptylu dvojného třídění. Jde o zjištění vlivu roku a sezony (roční období) na kolísání směnného kurzu eura vůči dolaru vzhledem k celkovému průměru, k průměru jednotlivých let a k průměru jednotlivých sezonních období.

Tabulka 25. ANOVA dvojného třídění směnného kurzu eura vůči dolaru

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Kurz eura Sigma-omezena parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	61,77993	1	61,77993	47820,05	0,000000
Rok	0,03859	3	0,01286	9,96	0,000047
Roční období	0,00070	3	0,00023	0,18	0,908920
Chyba	0,05297	41	0,00129		

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě provedeného testu (viz. tabulka číslo 25) je p-hodnota trendové složky menší než hladina významnosti 0,05, tudíž je statisticky významná, ale p-hodnota sezonní složky je větší než hladina významnosti, tudíž není statisticky významná. Proto není potřeba dělat očištění dat od sezonních vlivů.

Dalším krokem analýzy vývoje směnného kurzu eura vůči dolaru je odhad budoucího vývoje. Pro odhad trendové funkce měsíčního směnného kurzu EUR/USD za období 2016-2019 jsou použity lineární, kvadratický, kubický a logaritmický trend (viz. tabulka 26).

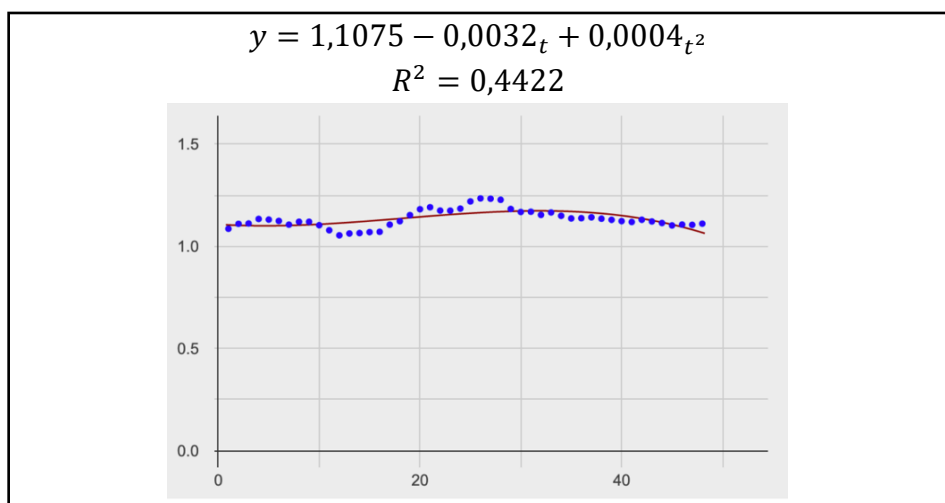
Tabulka 26. Trendová analýza měsíčního směnného kurzu eura vůči dolaru

Trend	Index determinace R^2	Model
lineární	0,0473	$y = 0,0007 + 1,1176_t$
kvadratický	0,3254	$y = 1,0626 + 0,0073_t - 0,0001_t^2$
kubický	0,4422	$y = 1,1075 - 0,0032_t + 0,0004_t^2$
logaritmický	0,0971	$y = 1,0889 + 0,0156 \ln t$

Zdroj: vlastní zpracován

Podle tabulky číslo 26 a obrázku číslo 35 je vybrán jako nejvhodnější model – kubický, protože index determinace v tomto případě je největší ze všech 0,4422, tudíž 44,22%.

Obrázek 35. Měsíční směnný kurz eura vůči dolaru proložené kubickým trendem



Zdroj: vlastní zpracování

Trendová funkce je také používána pro odhad budoucího vývoje za předpokladu, že bude směnný kurz eura vůči dolaru od lednu roku 2019 do dubnu roku 2020 stoupat.

Tabulka 27. Bodový a intervalový odhad směnného kurzu eura vůči dolaru za období leden-duben 2020

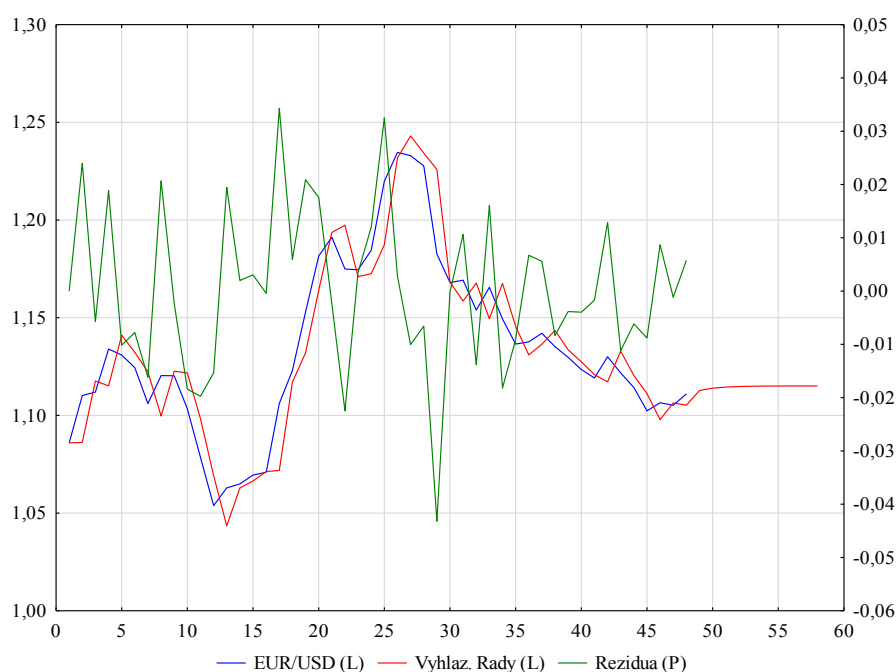
Období	Bodový odhad	Intervalový odhad
Leden 2020	1,079694	(1,043497; 1,115890)
Únor 2020	1,070095	(1,030036; 1,110154)
Březen 2020	1,059904	(1,015693; 1,104114)
Duben 2020	1,049108	(1,000459; 1,097756)

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na základě bodového a intervalového odhadu (viz. tabulka číslo 27) je vidět, že směnný kurz eura vůči dolaru bude následující čtyři měsíce klesat, což neodpovídá předpokladům. Dalším způsobem získání předpovědi je forma exponenciálního vyrovnávání. Pro odhad byl zvolen aditivní model s tlumeným trendem. Vyrovnávací konstanty jsou: $\alpha = 0,9$, $\delta = 0,1$ a $\beta = 0,2$.

Obrázek 36 ukazuje vývoj směnného kurzu eura vůči dolaru, červená a modrá křivka se k sobě nejvíce přibližují, tudíž je možné toto považovat za kvalitní model. Podle hodnoty MAPE, která se rovná 1,01% je možné konstatovat, že model je vhodný a kvalitní pro odhad.

Obrázek 36. Odhad směnného kurzu eura vůči dolaru pomocí exponenciálního vyrovnávání



Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Výstupní hodnoty předpokladu prvního čtvrtletí roku 2020 je uvedeny v tabulce číslo 28. Je možné pozorovat, že odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání roste, což odpovídá stanoveným předpokladům.

Tabulka 28. Odhad, exponenciální vyrovnávání objemu importu zemního plynu do EU-28 za období leden-duben 2020

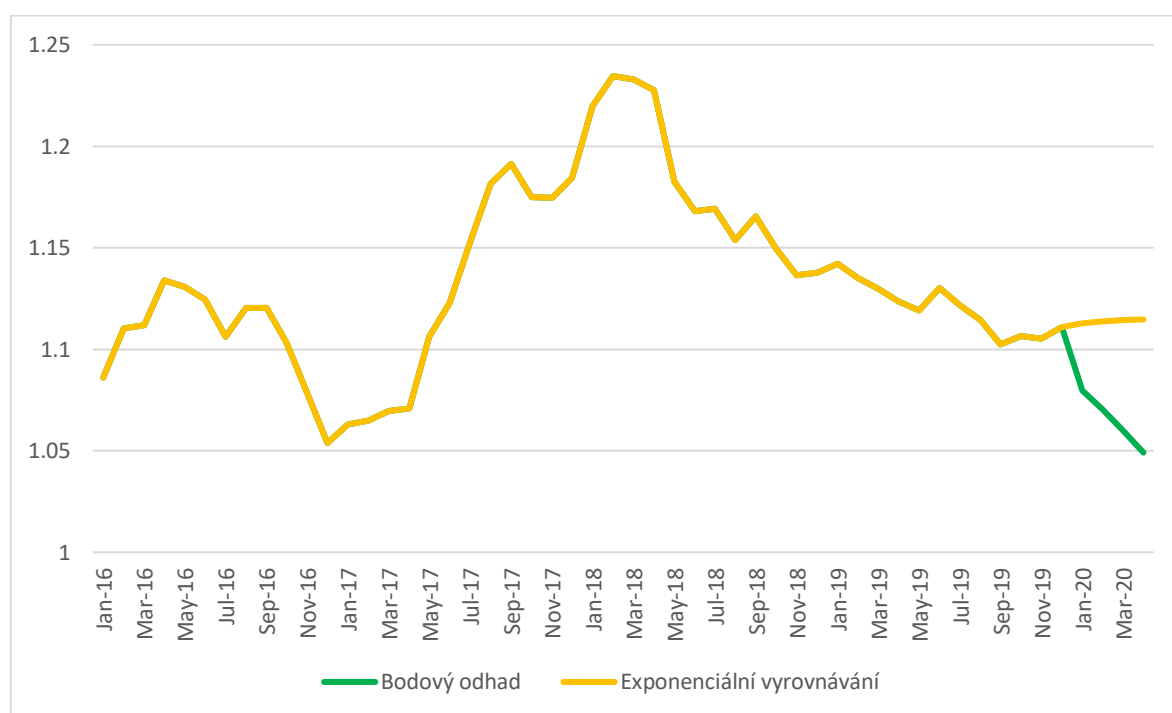
Období	Předpověď
Leden 2020	1,112775
Únor 2020	1,113926

Březen 2020	1,114501
Duben 2020	1,114789

Zdroj: vlastní zpracování, SW Statistica

Na obrázku číslo 37 je vidět, že bodový odhad předpokládá prudký pokles směnného kurzu eura vůči dolaru za období leden-duben roku 2020 na rozdíl od odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání (tabulka číslo 28). Odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání odpovídá předpokladům, které byly dané na začátku, tudíž je možné jej považovat za pravděpodobnější vzhledem k vývoji směnného kurzu eura vůči dolaru.

Obrázek 37. Srovnání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání směnného kurzu eura vůči dolaru za období leden-duben 2020



Zdroj: vlastní zpracování, Microsoft Excel

4.2. Regresní analýza ceny zemního plynu na hubě TTF

Základním cílem této části práce je zjistit typ vztahu a sílu závislosti mezi cenou zemního plynu a faktory, které ji ovlivňuje. Mezi tyto faktory patří cena ropy, objem importu zemního plynu, kurz eura a denní a noční teploty v Evropě. Pro cenu zemního plynu jsou používána očištěná data od sezonních vlivů. Pro cenu ropy je používán kurz ropy Brent v dolarech za 1 barel, vývoj kurzu eura vůči dolaru, očištěná data objemu importu zemního plynu do EU-

28 a průměrné teploty konkrétních měst Evropy za období 2016-2019. Analýza bude provedena pomocí statistického SW Statistica. Podkladové údaje jsou v příloze číslo 6.

Model regresní rovnice: Cena zemního plynu (y) = cena nafty (x_1) + směnného kurzu eura vůči dolaru (x_2) + objem importu zemního plynu (x_3) + denní počasí ve Stockholmu (x_4) + noční počasí ve Stockholmu (x_5) + denní počasí v Praze (x_6) + noční počasí v Praze (x_7) + denní počasí v Bukurešti (x_8) + noční počasí v Bukurešti (x_9) + denní počasí v Barceloně (x_{10}) + noční počasí v Barceloně (x_{11})

První krokem regresní analýzy je ověření závislosti mezi exogenními proměnnými. Multikolinearita vzniká, když vysvětlující proměnné nebo jejich určitá podmnožina jsou silně vzájemně korelovány. Tento jev znamená, že vysvětlující proměnné obsahují nadbytečnou informaci a důsledkem je, že odhadnutý model mnohonásobné lineární regrese je nestabilní.

Pokud je síla závislosti větší než 0,8, je přítomná multikolinearita. V regresním modelu žádné proměnné mezi sebou nemají multikolinearitu (viz. příloha číslo 8).

Výsledky regresní analýzy ukazují, že jen proměnná kurz ropy Brent je v tomto modelu významná, tudíž lze říct, že cena zemního plynu na hubě TTF závislá na ceně ropy Brent na burze ICE (viz. tabulka 29).

Tabulka 29. Výsledky regresní analýzy se závislou proměnnou – cena zemního plynu

N=48	Výsledky regrese se závislou proměnnou : Zemní plyn R= ,70814090 R ² = ,50146353 Upravené R ² = ,34913294 F(11,36)=3,2919 p					
	b*	Sm.chyba z b*	b	Sm.chyba z b	t(36)	p-hodn.
Abs.clen			-1,58306	17,42763	-0,09084	0,928126
Ropa	0,624961	0,179602	0,23094	0,06637	3,47970	0,001332
Kurz euro	0,102400	0,155095	9,60197	14,54314	0,66024	0,513302
Import	-0,090970	0,189754	-0,00008	0,00016	-0,47941	0,634548
Stockholm D	0,014498	0,500490	0,00845	0,29166	0,02897	0,977051
Stockholm N	0,656330	0,626515	0,33189	0,31681	1,04759	0,301811
Praha D	0,195469	0,556785	0,10924	0,31117	0,35107	0,727584
Praha N	-0,614197	0,645315	-0,31636	0,33239	-0,95178	0,347556
Bukurešť D	-0,460524	0,416256	-0,23741	0,21459	-1,10635	0,275915
Bukurešť N	-0,239643	0,656899	-0,10095	0,27671	-0,36481	0,717388

Barcelona D	0,221785	0,423097	0,17467	0,33322	0,52419	0,603357
Barcelona N	-0,136762	0,461525	-0,09383	0,31666	-0,29633	0,768683

Zdroj: *SW Statistica*

Na základě parametrů regresní rovnice je možné sestavit odhadnutý model, který má tvar:

$$y = -1,58 + 0,23 x_1 + 9,60 x_2 - 0,00008 x_3 + 0,008 x_4 + 0,33x_5 + 0,11 x_6 - 0,32 x_7 - 0,24 x_8 - 0,10 x_9 + 0,17 x_{10} - 0,09 x_{11} + \varepsilon$$

Na základě rovnice lze určit, že pokud se zvýší cena ropy Brent o 1 dolar za barel, tak se zvýší cena zemního plynu na trhu o 0,273 EUR/MWh; pokud se zvýší směnný kurz eura vůči dolaru o 1 euro, tak se zvýší cena zemního plynu na hubě TTF o 5,857 EUR/MWh; pokud se zvýší objem importu zemního plynu do EU-28 o 1 Mcf, tak se sníží cena zemního plynu na hubě TTF o 0,00025 EUR/MWh; pokud se zvýší denní teplota ve Stockholmu o 1°C, tak se zvýší cena zemního plynu na trhu o 0,039 EUR/MWh; pokud se zvýší noční teplota ve Stockholmu o 1 °C, tak se zvýší cena zemního plynu na trhu o 0,334 EUR/MWh; pokud se zvýší denní teplota v Praze o 1 °C, tak se zvýší cena zemního plynu na trhu o 0,098 EUR/MWh; pokud se zvýší noční teplota v Praze o 1 °C, tak se sníží cena zemního plynu na trhu o 0,376 EUR/MWh; pokud se zvýší denní teplota v Bukureště o 1 °C, tak se sníží cena zemního plynu na trhu o 0,281 EUR/MWh; pokud se zvýší noční teplota v Bukureště o 1°C, tak se sníží cena zemního plynu na trhu o 0,073 EUR/MWh; pokud se zvýší denní teplota v Barceloně o 1 °C, tak se zvýší cena zemního plynu na trhu o 0,196 EUR/MWh; pokud se zvýší noční teplota v Barceloně o 1 °C, tak se sníží cena zemního plynu na trhu o 0,133 EUR/MWh;

Protože významná proměnná je jen cena ropy Brent, je možné pokládat za správnou ekonomickou verifikace jen vliv ceny ropy Brent na cenu zemního plynu na trhu. Proto rovnice ukazuje ekonomicky nesprávné informace, například, že s posilováním eura vůči dolaru se cena zemního plynu na trhu zvýší, ale ve skutečnosti tomu tak není. S posilováním eura cena zemního plynu na trhu pravděpodobně klesne, protože zahraniční smlouvy se zahraničními agenty v dolarech budou levnější, a proto se nabídka zemního plynu zvyšuje, tudíž se snižuje jeho cena na trhu. Dalším odlišným ukazatelem v rovnici je, že s rostoucí denní a noční teplotou ve Stockholmu, denní teplotou v Praze a denní teplotou v Barceloně se cena zemního plynu na trhu zvýší. Ve skutečnosti, když teplota stoupá, cena zemního plynu klesá, protože není nutné jeho využití, ale v dlouhodobém horizontu může stát

nakupovat zemní plyn do svých skladovacích zařízení s informací o očekávané studené zimě v nejbližším roce.

Důležitým ukazatelem vhodnosti modelu je analýza rozptylu. Podle tabulky číslo 30 je vidět, že p-hodnota se rovná 0,003322 a je menší než hladina významnosti 0,05, tudíž model lze považovat za vhodný.

Tabulka 30. Analýza rozptylu regresního modelu

Efekt	Analýza rozptylu				
	Součet čtverců	sv	Průměr čtverců	F	p-hodn.
Regres.	406,8064	11	36,98240	3,291942	0,003322
Rezid.	404,4319	36	11,23422		
Celk.	811,2383				

Zdroj: SW Statistica

Koeficient determinace znamená, z kolika procent je endogenní proměnná vysvětlována pomocí exogenních. Z tabulky číslo 31 vychází, že těsnost závislosti je 0,5015 (viz. tabulka číslo 31).

Tabulka 31. Koeficient determinace regresní rovnice

Statist.	Statistické shrnutí; ZP: Zemní plyn
	Hodnota
Vicenas. R	0,708140897
Vicenas. R?	0,50146353
Upravené R?	0,349132941
F(11,36)	3,29194245
P-hodnota	0,00332238525
Sm. chyba odhadu	3,35174853

Zdroj: SW Statistica

Přestože je model vysoký pouze 50,15%, je to dobrý výsledek vzhledem k tak rozsáhlému tématu. Cena zemního plynu je ovlivněna geopolitickými faktory, podmínkami skladování zemního plynu, katastrofami, vznikem nových energetických zdrojů atd., které nelze do modelu zahrnout.

5. DISKUSE

V moderní ekonomice světa hrají hlavní roli energetické zdroje. Ukazatelem vývoje ekonomiky každého státu je úroveň jeho spotřeby energie. Na význam energetických zdrojů poukazuje skutečnost, že více než 70% vytěžených nerostných surovin patří do kategorie energetických zdrojů. Jedním z nejdůležitějších druhů energie je zemní plyn. Zemní plyn je nejekologičtějším nositelem fosilní energie, protože při jeho spalování se uvolňuje mnohem méně oxidu uhličitého než při spalování uhlí nebo ropy. Díky své vysoké výhřevnosti je zemní plyn účinným nosičem energie s různými možnostmi využití.

Zemní plyn lze použít především jako palivo v průmyslu, ale lze ho využít i v každodenním životě. Plyn se používá jako palivo v metalurgickém, cementářském, lehkém a potravinářském odvětví národního hospodářství. Plyn se také používá jako surovina pro chemický průmysl. Plyn často nahrazuje konvenční paliva, jako je uhlí, topný olej nebo rašelina. Díky vysoké kvalitě plynu jeho využití zvyšuje efektivitu výroby. Například v metalurgickém průmyslu může použití plynu ušetřit na materiálech, zvýšit produktivitu pecí a zlepšit kvalitu vyrobeného kovu. Využití plynu v tepelných elektrárnách může výrazně ušetřit přepravu paliva, prodloužit provozní dobu kotlů a automatizovat řízení elektrárny. V poslední době se stává důležitou oblastí využití plynu provoz automobilů (ve formě paliva pro automobily). Tento přístup umožňuje snížit emise škodlivých látek generovaných během provozu automobilu o 40-60%.

V souvislosti s velkou rolí, kterou zemní plyn hraje v ekonomice světa, mají zásoby plynu velký význam. Téměř všechny země světa mají zásoby zemního plynu, ale nejvýznamnější z nich jsou soustředěny v určitých částech naší planety. Velká ložiska zemního plynu se nacházejí v Rusku, na Středním východě, v Perském zálivu, v Severní Americe, na Dálném východě, v Číně a v Africe. V Evropě jsou zásoby zemního plynu v Severním moři, tj. v zemích na jeho pobřeží. Největší evropské zásoby zemního plynu jsou v Norsku, Nizozemsku a Velké Británii.

Přestože v Evropě existují zásoby zemního plynu, v posledních letech Evropa snížila produkci ze svých ložisek. Například v Nizozemsku se od roku 2013 do roku 2018 těžba zemního plynu snížila o více než polovinu. Hlavním důvodem pro zastavení těžby plynu jsou pravidelné zemětřesení, které zároveň způsobuje značné škody na domech a budovách v regionu. Dalším možným důvodem pro snížení objemu těžby zemního plynu je zaměr

udržovat rezervy ve svých ložiskách. Dalším důvodem snížení objemu těžby (například v Norsku v roce 2019) byl cíl omezit nabídky zemního plynu, což způsobuje snížení cen na trhu.

Přestože Evropa snižuje těžbu plynu, poptávka po něm roste. Evropa se tak stává závislou na importu. Snížení výroby je způsobeno tím, že řada států EU je připravena opustit nadměrnou závislost na jaderné energii a uhlí, která je nezbytná pro výrobu elektřiny. Mají v úmyslu rozvíjet příležitosti pro energii z obnovitelných zdrojů, sluneční a větrnou energii a dovoz LNG, což může okamžitě snížit emise CO₂, což je zásadní v Evropě. Proto má zemní plyn na evropském energetickém trhu mnoho příležitostí.

S rostoucím importem do Evropy roste konkurence mezi dodavateli zemního plynu a vládami členských států EU. Evropské země si chtějí zachovat svou energetickou bezpečnost. Otázka energetické bezpečnosti se objevila po první plynové krizi ve vztazích mezi Ruskem a Ukrajinou v roce 2006. Přestože již dříve evropští politici věřili, že v případě konfliktu mezi těmito státy a v případě narušení dodávek mohou země EU utrpět ztráty, po těchto událostech získalo téma energetické bezpečnosti silnější politický význam. EU označila problém závislosti na Rusku za výzvu, dále se snaží o diverzifikaci zdrojů energie a liberalizaci trhu s plynem. Například třetím energetickým balíčkem, který EU přijala v roce 2009, rozšiřuje svá ustanovení na vztahy se třetími zeměmi, včetně Ruska. Převod problému z ekonomické do politické sféry obvykle poskytuje základ pro realizaci ekonomicky nevýhodných činností, které se opírají o politické úmysly.

Jak zdůrazňuje Evropská komise, hlavním problémem energetické bezpečnosti v evropských zemích je závislost EU na dovozu energie. Konkrétněji Evropská unie je závislá na dovozu energie z Ruska, zatímco Evropská komise považuje Rusko za zemi, která má sklon využívat své energetické zdroje jako politický nástroj.

Jedním z klíčových problémů je nedostatek konsensu mezi evropskými státy, pokud jde o integraci trhu s plynem EU a vztahy s Ruskem. Takové státy jako Německo a Itálie, které jsou největšími dovozci ruského plynu, mají zájem o pokračující spolupráci s Ruskem, což se v současné době projevuje v jejich postoji k novým projektům přepravy plynu (Nord Stream-2, South/Turkish Stream). V případě provádění projektu Nord Stream 2 bude Německo dostávat plyn přímo z Ruska a distribuovat ho po celé EU, čímž se stane hlavním evropským plynárenským uzlem. Totéž platí pro Itálii po spuštění jednoho z nových

plynovodů v jižní části EU, kdy bude velké množství plynu distribuováno přes jeho území do jiných zemí EU.

Opačné postavení zastávají pobaltské země a Polsko. Chtěli by snížit svou závislost na Rusku, takže Polsko chce kupovat LNG ze Spojených států. Současně prochází stávající plynovod přes Polsko, což mu přináší další výhody. Tyto neshody v EU brání rozvoji a provádění jednotné energetické politiky.

Po krizi v letech 2006 a 2009 bylo učiněno mnoho pro posílení energetické bezpečnosti. V roce 2014 přijala EU strategii energetické bezpečnosti, jejímž cílem bylo zejména snížit závislost na „jednotlivých palivech, dodavatelích a trasách“. Hlavním cílem je zvýšení domácích výrobních kapacit, zvýšení energetické účinnosti, rozvoj obnovitelných zdrojů energie a zvýšení dovozu LNG.

EU vynakládá veškeré úsilí a přijímá různá opatření k zajištění energetické bezpečnosti, čelí však řadě problémů, zejména nedostatku koordinované energetické politiky v rámci EU. Nahrazení ruského zemního plynu alternativní energií ještě není proveditelné. Vzhledem k vysokým cenám a stále nedostatečným objemům není americký LNG schopen vytlačit ruský plyn z evropského trhu. Proto budou diskuse a neshody po dlouhou dobu způsobovat kolísat ceny na evropském trhu se zemním plynem.

6. ZÁVĚR

V diplomové práci byla provedena analýza dlouhodobého vývoje trhu se zemním plynem v Evropě za období let 2016 až 2019 na základě posouzení vývoje ceny zemního plynu na hubě TTF, na kterou způsobují další faktory. Zdrojem dat jsou především oficiální stránky Eurostatu, americký zdroj ekonomických dat Quandl a hydrometeorologický úřad Weather Underground.

V praktické první části byly zanalyzovány měsíční ceny zemního plynu na hubě TTF, ceny ropy Brent na burze ICE, import zemního plynu do EU-28, klimatické podmínky 4 měst v Evropě (Stockholm (Švédsko), Praha (Česká republika), Bukurešť (Rumunsko) a Barcelona (Španělsko)) a směnný kurz eura vůči dolaru za období 2016-2019. Nejprve byly popsány základní charakteristiky časových řad, mezi tyto charakteristiky patří zejména absolutní přírůstek (neboli 1 diference) a tempo růstu.

Cena zemního plynu na TTF se zvyšuje do září roku 2018. Pokles ceny zemního plynu v roce 2016 o 15% je pozorován od ledna do dubna a od listopadu do prosince, následně k výraznému poklesu došlo v roce 2018 v září (27,88 EUR/MWh) a trvalo to až do května roku 2019 (10,88 EUR/MWh). Základní kolísání cen závisí na skutečnosti, že zemní plyn se těží v zimě a v létě státy nakupují více zemního plynu, aby si na příští zimu doplnily své zásoby ve skladovacích zařízeních. Pokles v roce 2018-2019 byl ovlivněn následujícími faktory: teplé počasí, zavedení nových zařízení LNG ve světě spolu s intenzivní konkurencí amerického LNG pro rostoucí evropský trh a evropský trend snižování emisí skleníkových plynů a přechod na „čisté“ zdroje energie.

Měsíční cena ropy typu Brent na burze ICE má tendenci se zvyšovat od roku 2016 do roku 2019. Pokles cen ropy je sezónní, přibližně v dubnu a březnu dochází k poklesu cen. Na vrcholu (v říjnu) dosáhla cena téměř 85\$ za barel, ale na konci roku Brent klesl o 31% na roční minimum a rok ukončil na 53,8 \$ za barel. Ovlivnilo to několik důvodů: očekávání poklesu íránského vývozu ropy od listopadu kvůli sankcím USA a postavení monitorovacího výboru OPEC +.

V dalším kroku práce byly analyzovány měsíční denní a noční povětrnostní podmínky 4 měst. Stockholm je nejsevernější město ze 4 zkoumaných měst, tudíž bude mít největší poptávku po zemním plynu v zimě, na podzim a na jaře. Teplota ve Stockholmu od roku 2016 do roku 2019 kolísá ve dne od 1,4 do 26,1 stupně Celsia, v noci od -14,7 °C do 15,5°C.

Klima v Praze je mírné kontinentální, zimy jsou relativně mírné, s malým množstvím sněhu a léta jsou obvykle deštivá a teplá. Jaro přichází v březnu a podzim končí začátkem prosince. Nejvyšší denní teplota v Praze v období 2016-2019 se pohybuje kolem 28,5 °C, nejnižší denní teploty vystoupají na 1,6 °C. V noci nejvyšší teplota je 17,2 °C a nejnižší se rovná -12,4 °C. Podnebí v Barceloně je středomořské, zimy suché a mírné a léta teplá a vlhká. Teplota neklesne pod 0 stupňů. Nejvyšší denní teplota v Barceloně v období 2016-2019 se pohybuje kolem 30,2 °C, nejnižší denní teploty vystoupají na 11,2 °C. V noci je nejvyšší teplota je 24,1°C a nejnižší se rovná 3 °C. Bukurešťské podnebí je mírné a kontinentální s horkými, relativně dusnými léty a mírnými, proměnlivými zimami. Teplota v Bukurešti od roku 2016 do roku 2019 kolísá ve dne od 1,6 až do 30,5 °C, v noci od -12,8 °C do 22,2°C.

Měsíční objem importu do EU-28 v období 2016–2019 má tendenci se zvyšovat. Zatím je vidět, že do roku 2018 každoročně objem klesá v první polovině roku a ve druhé polovině stabilně roste. Od ledna do srpna však objem v roce 2016 postupně klesal. Důvodem mohla být relativně teplá zima, která nevyprázdnila zásoby zemního plynu ve skladovacích zařízeních. Silná spotřeba a pokles místní těžby zemního plynu podpořily růst importu ve druhém a třetím čtvrtletí roku 2017. Import ve druhém čtvrtletí roku 2017 byl o 8% vyšší než v roce 2016. Na největších trzích s plynem v EU-28 se v roce 2017 dovoz zvýšil v Německu a Itálii, zatímco dovoz ze Spojeného království a Francie klesl kvůli nízké poptávce. Celkový import do zemí Evropské unie v roce 2018 zůstal stejný jako v roce 2017. V roce 2018 dovezly země EU pouze o 1,1% více než v roce 2017. Rusko a Norsko byly hlavními dodavateli zemního plynu s podílem dodávek 39% a 27%. Společně poskytly téměř 2/3 veškerého zemního plynu dodávaného do zemí EU. Hlavními dovozci zemního plynu byly Německo, Itálie a Francie.

Směnný kurz eura v roce 2016 postupně klesal v prosinci na své minimum 1,053842 dolaru za 1 euro. Naopak v roce 2017 měna neustále posilovala a již v únoru 2018 dosáhla svého maxima (1,234593). Poté však euro nemohlo udržovat svou pozici vůči dolaru a do konce roku 2019 se snižuje svou hodnotu na 1,102332 euro za dolar.

Dalším krokem byla provedena ANOVA dvojitého třídění jednotlivých časových řad ceny zemního plynu, ceny ropy Brent, průměrných teplot Stockholmu, Prahy, Barcelony a Bukurešti, importu zemního plynu do EU-28 a směnného kurzu eura vůči dolaru pro zjištění vlivů sezonnosti na dané ukazatele v čase. Cena zemního plynu na TTF a objem importu

zemního plynu do EU-28 prokázali statisticky významnou sezonní složku nebo přítomnost sezonnosti, tudíž pro trendovou a regresní analýzu byli používáni sezonní očištěná data.

Cena zemního plynu, cena ropy Brent, import zemního plynu do EU-28 a směnný kurz eura vůči dolaru vykázaly kubický trend. Dalším krokem analýzy byl proveden bodový, intervalový odhad a odhad pomocí exponenciálního vyrovnávání.

Ve praktické druhé části diplomové práce byla provedená mnohonásobná regresní analýza závislosti mezi cenou zemního plynu na hubě TTF a dalšími faktory, které jí ovlivňují. V tomto regresním modelu byla prokázána jako statisticky významná jen cena ropy Brent. Po provádění analýzy rozptylu je možné říct, že je model statisticky významný. Na základě regresní rovnice lze říct, že cena ropy Brent, import zemního plynu do EU, noční počasí Prahy, noční počasí Barcelony, denní a noční počasí Bukurešti se v modelu se chovají ekonomické správně. Pomocí koeficientu determinace je možné říct, že těsnost závislosti v modelu se rovna 50,15%. V daném modelu multikolinearita nevyskytuje.

Závěrem lze říci, že trh se zemním plynem je v Evropě relativně nové a mladé odvětví obchodu. Přestože ceny zemního plynu v roce 2019 klesly kvůli pravděpodobnějším geopolitickým a povětrnostním faktorům, dovoz plynu do Evropy se nezastaví, ale pouze zvýší. Dokud nebude nalezen jiný zdroj energie, bude trh fungovat.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Knižní zdroje

- [1] BINHACK, P., TICHÝ, L. *Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU*. Praha: Ústav mezinárodních vztahů, 2011, 166 s. ISBN 978-80-87558-02-7.
- [2] BURYAN P., *Zemní plyn – energetická a chemická surovina*, VŠCHT Praha: 2012, 158 str. ISBN 978-80-7080-816-0
- [3] ČERNOCH, Filip. *Energetická politika Evropské unie*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 155 s. ISBN 978-80-210-6073-9.
- [4] GILARDONI A. *The world market for natural gas, Implications for Europe*. Berlin Heidelberg, 2008. ISBN 978-3-540-68200-4
- [5] HAFNER M., TAGLIAPIETRA S. *The European gas market*. Springer nature, 2017. ISBN 978-3-319-55800-4
- [6] HEBÁK, P. *Statistické myšlení a nástroje analýzy dat*. Praha: Informatorium, 2015. ISBN 978-80-7333-118-4.
- [7] HINDLS, R. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.
- [8] HOLMAN, R. *Ekonomie*. V Praze: C.H. Beck, 2016. ISBN 978-80-7400-278-6.
- [9] HOLMAN, R. *Mikroekonomie : středně pokročilý kurz*. V Praze: C.H. Beck, 2007. ISBN 978-80-7179-862-0.
- [10] HRUBÝ, Z., LUKÁŠEK, L., a kol. *Energetická bezpečnost České republiky, 1.vyd.* Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2015, 162 s. ISBN 978-80-246-2974-2.
- [11] CHEMIŠINEC, I., *Obchod s elektřinou*, Praha: Conte, 2010, 201 s, ISBN 978-80-254-6695-7
- [12] KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L. *Statistické metody I*. V Praze: ČZU, Provozně ekonomická fakulta, katedra statistiky, 2007. ISBN 978-80-213-1672-0.
- [13] KÁBA, B., SVATOŠOVÁ, L. *Statistické metody II*. V Praze: ČZU, Provozně ekonomická fakulta, katedra statistiky, 2008. ISBN 978-80-213-1736-9.
- [14] KAMEŠ J., *Fosilní paliva: uhlí, ropa a zemní plyn, 1.vyd.*, Praha: 2012, 227 str. ISBN 80-260-1291-7
- [15] KEOHANE, R. - NYE, J. S. *Power and interdependence*. 3rd ed. New York: Longman, 2001, xviii, 334 s. ISBN 03-210-4857-1.

- [16] KOLEKTIV AUTORŮ POD VEDENÍM ALEXANDRA SVOBODY, *Plynárenský příručka, 150 let plynárenství v Čechách a na Moravě*, GAS s.r.o., 1997.
- [17] KUNEŠOVÁ, H. *Světová ekonomika : nové jevy a perspektivy*. V Praze: C.H. Beck, 2014. ISBN 978-80-7400-502-2.
- [18] MANFRED H., FONDAZIONE E.E.M., TAGLIAPIETRA S., *The European gas markets, Itálie, 2017, 419 str., ISBN 978-3-319-55800-4*.
- [19] MEYERS R.A., *Fossil Energy, Selected Entries from the Encyclopedia of Sustainability Science and Technology*, Menlo Park, CA, USA: 2014, ISBN 978-1-4614-5721-3
- [20] MULAČOVÁ, V., MULAČ, P., *Obchodní podnikání ve 21. století*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4780-4.
- [21] MULLER J., HIRSCH G., MULLER A., *Modeling the price of natural gas with temperature and oil price as exogenous factors*, Springer Science, 20 str., 2013, ISBN 978-3-319-09113-6
- [22] MUSIL, Petr. *Globální energetický problém a hospodářská politika – se zaměřením na obnovitelné zdroje, Vyd.1*. Praha : C.H.Beck, 2009, 204 s. ISBN 978-80-7400-112-3.
- [23] PAVELKA, T., SOUKUP, J., POŠTA, V., NESET, P. *Makroekonomie*. Praha: Management Press, 2018. ISBN 978-80-7261-537-7.
- [24] SCHNEIDER, J. *Výzvy energetické bezpečnosti střední Evropy: vize a reálné možnosti*, Brno: Mezinárodní politologický ústav, 2007, 85 s. Výzkum, 3. ISBN 978-802-1044-401.
- [25] VYAKHIRE R.I., *Rossijskaya gazovaya encoklopedia*, 2004, ISBN 5-85270-327-3

Elektronické zdroje

- [25] AGSI+, *Storage data*, Dostupné z: <https://agsi.gie.eu/#/>
- [26] ČEZ, *Historie Zemního plynu*, Dostupné z: www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/encyklopedie-energetiky/02/zempl_4.html

- [27] DELOITTE CENTER for Energy Solutions, *Five years on the outlook and impact of American LNG exports, 2016*. Dostupné z: www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/energy-resources/us-er-five-years-on-the-outlook-and-impact-of-american-lng-exports.pdf
- [28] ENERDATA, *Global energy statistical yearbook 2019*, Dostupné z: <https://yearbook.enerdata.net/>
- [29] EUR-LEX, *Směrnice Evropského parlamentu a Rady EU*, Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=cs>
- [30] EUROSTAT, *Natural gas consumption statistics. European Commission, 2014*. Dostupné z: www.epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Natural_gas_consumption_statistics
- [31] EUROSTAT, *Natural gas supply statistics, 2019*. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/10590.pdf>
- [32] EUROSTAT, *Supply of gas – monthly data, import do EU-28*. Dostupné z: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_103m&lang=en
- [33] EVROPSKÁ KOMISE, *Quarterly report on European gas markets, 1. čtvrt 2019*, Dostupné z: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/quarterly_report_on_european_gas_markets_q2_2019_final_v1.pdf
- [34] EVROPSKÝ PARLAMENT, *Třetí energetický balíček*, Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20080429STO27886+0+DOC+XML+V0//CS>
- [35] GIE, *Gas LNG Europe Gas Infrastructure Europe, 2014*. Dostupné z: www.gie.eu/download/maps/2014/GLE_LNG_JUNE2014.pdf
- [36] GURKOV A., *Mirovoj rynek szhizhennogo gaza: prosnuvshijsya gigant, 2019*. Dostupné z: www.dw.com/ru/мировой-рынок-сжиженного-газа-проснувшийся-гигант/a-47735120
- [37] HEATHER P., *The evolution of European traded gas hubs*, Oxford Institute for Energy Studies, 117 str, 2015, ISBN 987-1-78467-046-7, Dostupné z: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/02/NG-104.pdf>

- [38] HEATHER P.: *Continental European Gas Hubs: are they fit for purpose?* OIES Paper NG63, 2012. ISBN 978-1-907555-51-0, Dostupné z: www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2012/06/NG-63.pdf
- [39] KISLITSYN E.V., PERSHIN V.K., *Tendencii razvitiya rynka prirodnogo gaza Evropy: osobennosti, uchastniki i perspektivy*, 2016. Dostupné z: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-rynka-prirodnogo-gaza-evropy-osobennosti-uchastniki-perspektivy/viewer>
- [40] KOLEKTIV AUTORŮ, ASOCIACE ENERGETICKÝCH MANAŽERŮ VE SPOLUPRÁCI S ČESKÝM PLYNÁRENSKÝM SVAZEM, *Úvod do liberalizované energetiky, Trh s plynem, 1. vyd.* Praha: 2015, ISBN 978-80-260-9211-7, Dostupné z: www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/kniha-trh-s-elektrinou.pdf
- [41] KOLEKTIV AUTORU, *Gazovij rynek Evropy: utrachennye illusii i robkie nadezhdy*, 2015, Dostupné z: www.eriras.ru/files/gazovyy_rynok_evropy.pdf
- [42] KOVAČOVSKÁ, L., *Liberalizace vnitřního trhu s elektřinou a zemním plynem jako prostředek zajišťování energetické bezpečnosti EU*, 2011. Dostupné z: https://sev.vse.cz/artkey/sev-201101-0004_iberalizace-vnitriho-trhu-s-elektrinou-a-zemnim-plynem-jako-prostredek-zajistovani-energeticke-bezpecnosti-EU.php
- [43] LOSKOT-STRACHOTA, A., *The EU internal market – a stake or a tool in European-Russian gas relations*, 2011. Dostupné z: www.osw.waw.pl/en/publikacje/osw-commentary/2011-06-24/eu-internal-market-a-stake-or-a-tool-european-russian-gas
- [44] MESTOEV R. A., *Opyt evropeiskogo souza v obespechenii energeticheskoi bezopasnosti*, 2015. Dostupné z: www.science-education.ru/pdf/2015/1-2/151.pdf
- [45] MIRIELLO C., POLO M., *The development of gas hubs in Europe*, Working paper n.76, 2014, 25 str., ISSN 1973-0381, Dostupné z: <ftp://ftp.repec.org/opt/ReDIF/RePEc/bcu/papers/iefewp76.pdf>
- [46] OFX.COM, *Monthly average rates, kurz eura vůči dolaru za období 2016-2019*. Dostupné z: www.ofx.com/en-au/forex-news/historical-exchange-rates/monthly-average-rates/
- [47] POLÁCH, T., *Třetí energetický balíček z pohledu ochrany hospodářské soutěže*, 2009. Dostupné z: <https://euractiv.cz/section/energetika/linksdossier/liberalizace-unijni-energetiky-000055/>
- [48] QUANDL, *Brent crude futures, continuous contract*, Dostupné z: [/www.quandl.com/data/CHRIS/ICE_B1-Brent-Crude-Futures-Continuous-Contract](http://www.quandl.com/data/CHRIS/ICE_B1-Brent-Crude-Futures-Continuous-Contract)

- [49] QUANDL, *Endex Dutch TTF gas base load futures, continuous contracts*, Dostupné z: www.quandl.com/data/CHRIS/ICE_TFM1-Endex-Dutch-TTF-Gas-Base-Load-Futures-Continuous-Contract
- [50] SOCOR, V., EU assists Poland to rectify agreement with Gazprom, Eurasia daily monitor, 2010. Dostupné z: <https://jamestown.org/program/european-union-assists-poland-to-rectify-agreement-with-gazprom/>
- [51] STATISTA, Proved reserves of natural gas in Europe and Eurasia from 1995 to 2018. Dostupné z: www.statista.com/statistics/703578/proved-reserves-of-natural-gas-in-europe-eurasia/
- [52] STEVENS, P. The History of Gas. POLINARES, 2010. Dostupné z: www.polinares.eu/docs/d1-1/polinares_wp1_history_gas.pdf
- [53] STREJČEK, P. Americká a globální břidlicová revoluce, 2014. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/11597-americka-a-globalni-bridlicova-revoluce>
- [54] STREJČEK, Petr. *Spotový trh se zemním plynem a kroky Gazpromu*, 2014. Dostupné z: <http://energetika.tzb-info.cz/11802-spotovy-trh-sezemnim-plynem-a-kroky-gazpromu>
- [55] TICHÝ, L., Rozpory v energetických vztazích EU-Rusko, Revue politika, 2010. Dostupné z: www.revuepolitika.cz/clanky/1390/rozpory-v-energetickych-vztazich-eu-rusko
- [56] TRAMBA, D., Břidlicový plyn? Nemá šanci, říká šéf Gazpromu, Lidovky, 2011. Dostupné z: www.lidovky.cz/byznys/firmy-a-trhy/bridlicovy-plyn-nema-sanci-rika-sef-gazpromu.A110712_150431_firmy-trhy_apa
- [57] TREJBAL, V., Gazprom dostane další konkurenci: Zkapalněný plyn se ve velkém chystají vyvážet USA, 2012. Dostupné z: www.patria.cz/zpravodajstvi/2133281/gazprom-dostane-dalsi-konkurenci-zkapalneny-plyn-se-ve-velkem-chystaji-vyvazet-usa.html
- [58] WEATHER UNDERGROUND, *historie povětrnostních podmínek v Barceloně 2016-2019*, Dostupné z: www.wunderground.com/history/daily/es/barcelona/LEBL
- [59] WEATHER UNDERGROUND, *historie povětrnostních podmínek v Bukurešti 2016-2019*, Dostupné z: www.wunderground.com/history/daily/ro/bucharest/LRBS
- [60] WEATHER UNDERGROUND, *historie povětrnostních podmínek v Praze 2016-2019*, Dostupné z: www.wunderground.com/history/daily/cz/prague/LKPR
- [61] WEATHER UNDERGROUND, *historie povětrnostních podmínek v Stockholmu 2016-2019*, Dostupné z: <https://www.wunderground.com/history/daily/se/stockholm/ESSB>

8. Seznam obrázků

Obrázek 1. Mapa států podle objemu těžby zemního plynu v Tcf v roce 1990	17
Obrázek 2. Mapa plynových polí v Severním moře dle oblasti.....	19
Obrázek 3. Mapa států podle objemu těžby zemního plynu v Tcf v roce 2018	20
Obrázek 4. Schéma porézního zásobníku plynu	21
Obrázek 5. Schematické znázornění spotřeby plynu a role zásobníků plynu při sezónním vykynu	22
Obrázek 6. Obsah evropských podzemních zásobníků zemního plynu	22
Obrázek 7. Základní role při obchodních vztazích v dodávce plynu	24
Obrázek 8. Plynovod „Nord Stream“	28
Obrázek 9. Plynovod „Jamal-Evropa“	28
Obrázek 10. Plynovody z Norska do Evropy	29
Obrázek 11. Plynovody z Alžírsko a Libye do Evropy	29
Obrázek 12. Plynovody BTE a TANAP	30
Obrázek 13. Plynovod „Turkish Stream“	30
Obrázek 14. Těžba LNG	33
Obrázek 15. Vývoj ceny zemního plynu na TTF za období 2016-2019, v EUR/MWh.....	37
Obrázek 16. Sezonní očištěná data ceny zemního plynu na hubě v EUR/MWh za období 2016–2019	40
Obrázek 17. Ceny zemního plynu na trhu proložené kubickým trendem	41
Obrázek 18. Odhad ceny zemního plynu pomocí exponenciálního vyrovnávání	42
Obrázek 19. Srovnávání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání ceny zemního plynu, v EUR/MWh	43
Obrázek 20. Vývoj ceny ropy Brent za období 2016 až 2019, v USD/bbl	44
Obrázek 21. Vývoj ceny zemního plynu v EUR/MWh a ceny ropy Brent v USD/bbl za období 2016-2019	46
Obrázek 22. Cena ropy Brent na trhu proložené kubickým trendem, v USD/bbl	47
Obrázek 23. Odhad ceny ropy Brent na burze ICE v USD/bbl pomocí exponenciálního vyrovnávání	48
Obrázek 24. Srovnávání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání ceny ropy Brent, v USD/bbl	49

Obrázek 25. Měsíční vývoj denních a nočních teplot ve Stockholmu za období 2016 až 2019, ° C	50
Obrázek 26. Měsíční vývoj denních a nočních teplot v Praze za období 2016 až 2019, ° C	52
Obrázek 27. Měsíční vývoje denních a nočních teplot v Bukurešti za období 2016–2019, °C.....	53
Obrázek 28. Měsíční vývoj denních a nočních teplot v Barceloně za období 2016-2019, °C	54
Obrázek 29. Vývoj objemu importu zemního plynu do EU-28 v Tcf za období 2016 až 2019	56
Obrázek 30. Sezonní očištěná data objemu importu zemního plynu do EU-28 v Tcf za období 2016–2019.....	59
Obrázek 31. Měsíční objem importu zemního plynu do EU proložené kubickým trendem, v Tcf	60
Obrázek 32. Odhad objemu importu zemního plynu v Tcf do EU-28 pomocí exponenciálního vyrovnávání	61
Obrázek 33. Srovnávání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání objemu importu zemního plynu v Tcf za období leden-duben 2020	62
Obrázek 34. Vývoj směnného kurzu EUR/USD za období 2016 až 2019	63
Obrázek 35. Měsíční směnný kurz eura vůči dolaru proložené kubickým trendem.....	65
Obrázek 36. Odhad směnného kurzu eura vůči dolaru pomocí exponenciálního vyrovnávání	66
Obrázek 37. Srovnávání bodového odhadu a odhadu pomocí exponenciálního vyrovnávání směnného kurzu eura vůči dolaru za období leden-duben 2020.....	67

9. Seznam tabulek

Tabulka 1. Porovnání „běžného“ zemního plynu a zkapalněného zemního plynu.....	33
Tabulka 2. Popisné statistiky ceny zemního plynu dle sezonnosti za období 2016-2019, v EUR/MWh.....	38
Tabulka 3. ANOVA dvojného třídění ceny zemního plynu na TTF.....	39
Tabulka 4. Průměrné sezonní faktory ceny zemního plynu na TTF.....	39
Tabulka 5. Trendová analýza ceny zemního plynu na trhu, v EUR/MWh.....	40
Tabulka 6. Bodový a intervalový odhad ceny zemního plynu, v EUR/MWh.....	41
Tabulka 7. Odhad, exponenciální vyrovnávání ceny zemního plynu na TTF v EUR/MWh.....	42
Tabulka 8. Podíl počtu smluv podle typu tvorby cen na plyn v evropských regionech, %	43
Tabulka 9. Popisné statistiky ceny ropy Brent za období 2016 až 2019, v USD/bbl.....	45
Tabulka 10. ANOVA dvojného třídění ceny ropy Brent.....	46
Tabulka 11. Trendová analýza ceny ropy Brent na trhu, v USD/bbl.....	47
Tabulka 12. Bodový a intervalový odhad ceny ropy Brent na burze ICE v USD/bbl za období leden-duben 2020.....	48
Tabulka 13. Odhad, exponenciální vyrovnávání ceny ropy Brent na trhu v USD/bbl za období leden až duben 2020.....	49
Tabulka 14. Průměrné povětrné podmínky ve Stockholmu dle sezonních období, °C.....	51
Tabulka 15. Průměrné povětrné podmínky dle sezonních období v Praze, °C.....	52
Tabulka 16. Průměrné povětrnostní podmínky v Bukurešti dle sezonních období, °C.....	53
Tabulka 17. Průměrné povětrnostní podmínky dle sezonních období v Barceloně, °C.....	55
Tabulka 18. Popisné statistiky ročního objemu importu EU-28 v Tcf dle sezonních období za období 2016-2019.....	57
Tabulka 19. ANOVA dvojného třídění objemu importu zemního plynu do EU-28.....	58
Tabulka 20. Průměrné sezonní faktory objemu importu zemního plynu do EU-28.....	58
Tabulka 21. Trendová analýza měsíčního objemu importu zemního plynu do EU-28.....	59
Tabulka 22. Bodový a intervalový odhad objemu importu zemního plynu do EU-28 v Tcf za období leden-duben 2020.....	60
Tabulka 23. Odhad, exponenciální vyrovnávání objemu importu zemního plynu v Tcf do EU-28 za období leden-duben 2020.....	61
Tabulka 24. Průměrný směnný kurz EUR/USD za období 2016 až 2019.....	63

Tabulka 25. ANOVA dvojného třídění směnného kurzu eura vůči dolaru	64
Tabulka 26. Trendová analýza měsíčního směnného kurzu eura vůči dolaru	65
Tabulka 27. Bodový a intervalový odhad směnného kurzu eura vůči dolaru za období leden-duben 2020	65
Tabulka 28. Odhad, exponenciální vyrovnávání objemu importu zemního plynu do EU-28 za období leden-duben 2020	66
Tabulka 29. Výsledky regresní analýzy se závislou proměnnou – cena zemního plynu	68
Tabulka 30. Analýza rozptylu regresního modelu	70
Tabulka 31. Koeficient determinace regresní rovnice.....	70

10. Příloha

Seznam příloh

Příloha 1. Právní rámec trhu se zemním plynem.	87
Příloha 2. Sezonní rozklad (dekompozice) ceny zemního plynu na hubě TTF	88
Příloha 3. Základní charakteristiky ceny zemního plynu v EUR/MWh a ceny ropy Brent v USD/bbl	89
Příloha 4. Počasí ve Stockholmu, Praze, Bukurešťě a v Barceloně za období 2016 až 2019	90
Příloha 5. Sezonní dekompozice objemu importu do EU-28 v Tcf.....	91
Příloha 6. Regresní rovnice se závislou proměnnou cena zemního plynu na hubě TTF	92
Příloha 7. Sezonní průměry teplot v Evropě za období 2016 až 2019, ° C	93
Příloha 8. Porovnání korelačních koeficientů	94

Příloha 1. Právní rámec trhu se zemním plynem.

Legislativa EU		
Jednotný evropský akt	Vnitřní trh zahrne oblast bez vnitřních hranic, v němž je zajištěn volný pohyb zboží, osob, služeb a kapitálu.	1986
Lisabonská smlouva	Energetika je součástí sdílené pravomoci EU a členských států. Je tudíž podřízena zásadě subsidiarity. Proto bude EU moci zasahovat pouze v případech, že bude schopna jednat účinněji než členské státy.	2007
Smlouva o fungování EU, čl. 194	V rámci vytváření a fungování vnitřního trhu a s přihlédnutím k potřebě chránit a zlepšovat životní prostředí má politika Unie v oblasti energetiky v duchu solidarity mezi členskými státy za cíl: a) zajistit fungování trhu s energií; b) zajistit bezpečnost dodávek energie v Unii; c) podporovat energetickou účinnost a úspory energie jakož i rozvoj nových a obnovitelných zdrojů energie; d) podporovat propojení energetických sítí.	2009
Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/92/ES	O postupu v rámci Společenství pro zvýšení transparentnosti cen plynu a elektřiny účtovaných konečným průmyslovým velkoobdobatelům	2008
Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2009/28/ES	O podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů	2009
Směrnice Evropského Parlamentu a Rady 2009/30/ES	o specifikaci paliv a zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů	2009
Nářízení Evropského parlamentu a Rady č. 443/2009	kterým se stanoví výkonnostní emisní normy pro nové osobní automobily v rámci integrovaného přístupu Společenství ke snižování emisí CO ₂ z lehkých užitkových vozidel. Cíle pro EU, které byly v balíčku stanoveny: snížení emisí skleníkových plynů o 20 % do roku 2020 zvýšení energetické účinnosti o 20 % do roku 2020 zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie na celkové energetické spotřebě na 20 % do roku 2020 docílení 10 % podílu biopaliv v pohonných hmotách do roku 2020.	2009
Nářízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 347/2013	Stanoví se hlavní směry pro transevropské energetické sítě a kterým se zrušuje rozhodnutí č. 1364/2006/ES a mění nařízení č. 713/2009, č. 714/2009 a č. 715/2009	2013
Směrnice evropského parlamentu a rady 2003/55/ES	O společných pravidlech pro vnitřní trh se zemním plynem	2003
Třetí energetický balíček		2009
Směrnice evropského parlamentu a rady 2009/73/ES	O společných pravidlech pro vnitřní trh se zemním plynem	2009
Nářízení Evropského parlamentu a Rady č. 713/2009	Vytvoření Agentury pro spolupráci energetických regulačních orgánů (ACER)	2009
Nářízení Evropského parlamentu a Rady č. 715/2009	o podmínkách přístupu k plynárenským přepravním soustavám	2009
Rozhodnutí komise č. 2010/685/EU	kterým se mění kapitola 3 přílohy I nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 715/2009 o podmínkách přístupu k plynárenským přepravním soustavám	2010
Rozhodnutí komise č. 2012/490/EU	o změně přílohy I nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 715/2009 o podmínkách přístupu k plynárenským přepravním soustavám	2012
Bezpečnost dodávek plynu		
Nářízení Evropského parlamentu a Rady č. 994/2010	O opatřeních na zajištění bezpečnosti dodávek zemního plynu	2010
Rozhodnutí komise č. 2011/236/09	kterým se stanoví složení a provozní ustanovení Koordinační skupiny pro otázky plynu	2011

Zdroj: vlastní zpracování, Evropská komise, Evropský parlament

Příloha 2. Sezonní rozklad (dekompozice) ceny zemního plynu na hubě TTF

Případ	Sezonní dekompozice : Aditivní sezona (4); Centrovane pru EUR/MWH						
	EUR/MWH	Klouzavé Průměry	Rozdíly	Sezonní Faktory	Očistěné Rady	Vyrovn. Trend-c.	Neprav. Kompon.
1	13,82000			0,328920	13,49108	12,69294	0,79814
2	12,20000			0,197670	12,00233	12,58998	-0,58765
3	12,00000	12,39750	-0,39750	-0,276534	12,27653	12,38406	-0,10753
4	11,95000	12,58500	-0,63500	-0,250057	12,20006	12,54223	-0,34217
5	13,06000	13,17125	-0,11125	0,328920	12,73108	13,12234	-0,39126
6	14,46000	13,53000	0,93000	0,197670	14,26233	13,61137	0,65096
7	14,43000	13,58125	0,84875	-0,276534	14,70653	13,70628	1,00025
8	12,39000	13,83500	-1,44500	-0,250057	12,64006	13,70223	-1,06217
9	13,03000	14,53500	-1,50500	0,328920	12,70108	14,33123	-1,63015
10	16,52000	15,62500	0,89500	0,197670	16,32233	15,70248	0,61985
11	17,97000	17,11000	0,86000	-0,276534	18,24653	17,23628	1,01025
12	17,57000	18,30750	-0,73750	-0,250057	17,82006	18,25334	-0,43328
13	19,73000	18,41750	1,31250	0,328920	19,40108	18,52679	0,87429
14	19,40000	17,96625	1,43375	0,197670	19,20233	18,10359	1,09874
15	15,97000	17,25125	-1,28125	-0,276534	16,24653	17,13961	-0,89308
16	15,96000	16,16875	-0,20875	-0,250057	16,21006	16,17334	0,03672
17	15,62000	15,45875	0,16125	0,328920	15,29108	15,44012	-0,14904
18	14,85000	15,30125	-0,45125	0,197670	14,65233	15,22915	-0,57682
19	14,84000	15,46750	-0,62750	-0,276534	15,11653	15,42850	-0,31197
20	15,83000	16,03625	-0,20625	-0,250057	16,08006	16,04112	0,03894
21	17,08000	17,00000	0,08000	0,328920	16,75108	16,97234	-0,22126
22	17,94000	18,17125	-0,23125	0,197670	17,74233	18,12359	-0,38126
23	19,46000	18,96000	0,50000	-0,276534	19,73653	19,04628	0,69025
24	20,58000	19,22125	1,35875	-0,250057	20,83006	19,40001	1,43005
25	18,64000	19,17000	-0,53000	0,328920	18,31108	19,07456	-0,76348
26	18,47000	18,88625	-0,41625	0,197670	18,27233	18,81804	-0,54571
27	18,52000	19,09000	-0,57000	-0,276534	18,79653	19,05739	-0,26086
28	19,25000	19,87125	-0,62125	-0,250057	19,50006	19,83001	-0,32995
29	21,60000	20,74250	0,85750	0,328920	21,27108	20,80123	0,46985
30	21,76000	21,78375	-0,02375	0,197670	21,56233	21,75915	-0,19682
31	22,20000	23,15000	-0,95000	-0,276534	22,47653	23,07517	-0,59864
32	23,90000	24,48250	-0,58250	-0,250057	24,15006	24,44556	-0,29551
33	27,88000	25,36000	2,52000	0,328920	27,55108	25,60345	1,94763
34	26,14000	25,69125	0,44875	0,197670	25,94233	25,71915	0,22318
35	24,84000	24,92000	-0,08000	-0,276534	25,11653	24,94184	0,17470
36	23,91000	23,13750	0,77250	-0,250057	24,16006	23,25112	0,90894
37	21,70000	20,97625	0,72375	0,328920	21,37108	21,02012	0,35096
38	18,06000	18,70375	-0,64375	0,197670	17,86233	18,61026	-0,74793
39	15,63000	16,52750	-0,89750	-0,276534	15,90653	16,45850	-0,55197
40	14,94000	14,57500	0,36500	-0,250057	15,19006	14,64334	0,54672
41	13,26000	13,10375	0,15625	0,328920	12,93108	13,08456	-0,15348
42	10,88000	12,07250	-1,19250	0,197670	10,68233	11,91804	-1,23571
43	11,04000	11,61500	-0,57500	-0,276534	11,31653	11,58184	-0,26530
44	11,28000	12,21875	-0,93875	-0,250057	11,53006	12,14223	-0,61217
45	13,26000	13,43500	-0,17500	0,328920	12,93108	13,37901	-0,44793
46	15,71000	14,41250	1,29750	0,197670	15,51233	14,53470	0,97763
47	15,94000			-0,276534	16,21653	15,39297	0,82356
48	14,20000			-0,250057	14,45006	15,82211	-1,37205

Zdroj: SW Statistica

Příloha 3. Základní charakteristiky ceny zemního plynu v EUR/MWh a ceny ropy Brent v USD/bbl

Datum	Zemní plyn	Zemní plyn		Ropa Brent	Ropa Brent	
		1. diference	Tempo růstu		1. diference	Tempo růstu
led.16	13,82			34,74		
úno.16	12,20	-1,62	0,88	35,97	1,23	1,035
bře.16	12,00	-0,20	0,98	39,60	3,63	1,101
dub.16	11,95	-0,05	1,00	48,13	8,53	1,215
kvě.16	13,06	1,11	1,09	49,69	1,56	1,032
čvn.16	14,46	1,40	1,11	49,68	-0,01	1,000
čvc.16	14,43	-0,02	1,00	43,53	-6,15	0,876
srp.16	12,39	-2,05	0,86	46,89	3,36	1,077
zář.16	13,03	0,64	1,05	50,19	3,3	1,070
říj.16	16,52	3,50	1,27	48,61	-1,58	0,969
lis.16	17,97	1,45	1,09	51,84	3,23	1,066
pro.16	17,57	-0,40	0,98	56,82	4,98	1,096
led.17	19,73	2,16	1,12	55,58	-1,24	0,978
úno.17	19,40	-0,33	0,98	56,51	0,93	1,017
bře.17	15,97	-3,43	0,82	53,53	-2,98	0,947
dub.17	15,96	-0,01	1,00	51,73	-1,8	0,966
kvě.17	15,62	-0,34	0,98	50,76	-0,97	0,981
čvn.17	14,85	-0,77	0,95	48,77	-1,99	0,961
čvc.17	14,84	-0,01	1,00	52,72	3,95	1,081
srp.17	15,83	0,99	1,07	52,86	0,14	1,003
zář.17	17,08	1,26	1,08	56,79	3,93	1,074
říj.17	17,94	0,86	1,05	60,94	4,15	1,073
lis.17	19,46	1,52	1,08	62,63	1,69	1,028
pro.17	20,58	1,12	1,06	66,87	4,24	1,068
led.18	18,64	-1,93	0,91	68,89	2,02	1,030
úno.18	18,47	-0,18	0,99	64,73	-4,16	0,940
bře.18	18,52	0,05	1,00	69,34	4,61	1,071
dub.18	19,25	0,73	1,04	74,69	5,35	1,077
kvě.18	21,60	2,35	1,12	77,56	2,87	1,038
čvn.18	21,76	0,16	1,01	79,23	1,67	1,022
čvc.18	22,20	0,44	1,02	74,21	-5,02	0,937
srp.18	23,90	1,69	1,08	77,64	3,43	1,046
zář.18	27,88	3,99	1,17	82,73	5,09	1,066
říj.18	26,14	-1,74	0,94	75,04	-7,69	0,907
lis.18	24,84	-1,30	0,95	59,46	-15,58	0,792
pro.18	23,91	-0,93	0,96	53,80	-5,66	0,905
led.19	21,70	-2,21	0,91	60,84	7,04	1,131
úno.19	18,06	-3,64	0,83	66,31	5,47	1,090
bře.19	15,63	-2,43	0,87	67,58	1,27	1,019
dub.19	14,94	-0,69	0,96	72,06	4,48	1,066
kvě.19	13,26	-1,68	0,89	61,99	-10,07	0,860
čvn.19	10,88	-2,38	0,82	64,74	2,75	1,044
čvc.19	11,04	0,17	1,02	65,05	0,31	1,005
srp.19	11,28	0,23	1,02	60,43	-4,62	0,929
zář.19	13,26	1,99	1,18	59,25	-1,18	0,980
říj.19	15,71	2,45	1,18	59,62	0,37	1,006
lis.19	15,94	0,22	1,01	60,49	0,87	1,015
pro.19	14,20	-1,73	0,89	66,00	5,51	1,091

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 4. Počasí ve Stockholmu, Praze, Bukurešti a v Barceloně za období 2016 až 2019

datum	Stockholm		Praha		Bukurešť		Barcelona	
	den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
led.16	5,4	-14,7	9,2	-11,9	5,4	-12,8	16,8	7
úno.16	4,9	-5,2	10,2	-0,8	14,8	1,1	17,1	7,2
bře.16	6,9	-1,2	9,8	-1,1	16,5	4,2	15,4	8,7
dub.16	8,1	1,5	15,4	2,7	21,6	8,3	18,2	11,3
kvě.16	18,4	7	19,7	6,8	24,6	11,2	20,2	14,1
čvn.16	22,5	9,5	24,7	14,5	29	16,9	24,2	18,5
čvc.16	22,7	15,5	25,3	13,4	27,4	21,9	26,8	22
srp.16	20,8	12,2	24,1	12,1	28,5	16,6	26,8	23
zář.16	19,8	11,3	22,3	11,5	24,3	12,3	27	19,2
říj.16	11,4	2,5	17,1	5,1	17,5	6,2	21,8	14,4
lis.16	7,8	-2,9	9,1	-2,4	13,2	-1,4	18,3	9,9
pro.16	9,5	-4,3	6,7	-5,1	7,1	-4,6	15,5	8,3
led.17	3,9	-12,1	1,6	-12,4	1,6	-11,5	12	3,4
úno.17	5,4	-4,6	9,7	-4,2	12,1	-7,1	14,2	8,2
bře.17	11,4	-2,7	14	1,8	14,3	5,3	16,4	9,5
dub.17	9,9	-1,1	14,2	1,3	18,4	2,8	16,8	9,3
kvě.17	20,9	1,4	22,5	4,9	22,9	8,6	22,4	14,7
čvn.17	20,7	9,5	23,8	12,9	29,8	16,2	27,4	19,7
čvc.17	19,3	13,7	24	13,7	29,8	17,2	26,5	21
srp.17	19,2	12,6	26,3	14,4	30,5	19,2	28,8	21,6
zář.17	15,3	9,4	17,2	9,2	24,5	11,4	24,8	15,7
říj.17	13,8	1,8	14,5	4,2	17,5	5,3	21,8	15,5
lis.17	9,3	-2	9,2	1	12,8	3	17,7	7,6
pro.17	5,1	-2,8	8,6	-2,8	8,1	-1,8	13,4	6,2
led.18	6,2	-8,6	7,2	-2,2	6,6	-5,6	19	8
úno.18	1,4	-12,1	4,1	-11,7	9,3	-8,6	12,1	3
bře.18	4,8	-9,5	10,4	-9,4	14,1	-9,7	15	7,7
dub.18	16,1	-0,4	18,1	5,1	22,2	10,8	18,9	11,8
kvě.18	19,9	6,8	23,1	11,6	23,3	16,3	21,1	12
čvn.18	22	10,4	22,1	11,2	27,8	17,9	25,1	18,7
čvc.18	25,7	15	28,5	12,9	25	19,7	27,1	24,1
srp.18	26,1	13	28,2	14,4	26,1	22,2	30,2	23,1
zář.18	18,6	6,4	21,5	7,4	26,1	10,2	25,3	19,6
říj.18	14,7	1,1	15,6	3,3	18,9	8,9	21,6	9,9
lis.18	9,5	-5,6	10,3	-4,4	15,4	-4,5	18,4	10
pro.18	5,5	-5,8	9,5	-2,8	5,6	-5,3	13,4	7,6
led.19	3,7	-8,2	5	-6,9	4,2	-6,7	11,2	4,7
úno.19	6,5	-7,3	9,7	-4,7	9,5	-3,2	13,1	7,4
bře.19	9,3	-4	11,9	2,4	14,7	4	15,8	11,3
dub.19	13,8	-0,1	17,4	2	17,8	7,7	17,1	10,9
kvě.19	19,5	3	17,1	4,5	22,4	10,1	19,3	13,3
čvn.19	22,7	12,2	28	17,2	26,7	18,2	27,7	15,6
čvc.19	25,3	11,7	28,1	13,7	28,6	17,7	27,1	23,8
srp.19	21,3	14,8	23,4	15,8	27,4	20,2	27,4	23,5
zář.19	20,1	7,2	22,1	8,6	24,6	13,5	25,4	18,7
říj.19	11,5	1,1	16,4	-0,7	20,9	5,6	22,5	16,1
lis.19	7,9	-2,1	9,6	0,3	15,5	0,4	18,8	7,7
pro.19	8,1	-3,5	7,4	-2,1	9,8	-1,3	16,8	8,8

Zdroj: vlastní zpracování, www.wunderground.com

Příloha 5. Sezonní dekompozice objemu importu do EU-28 v Tcf

Případ	Sezonní dekompozice : Aditivní sezona (4); IMPORT						
	IMPORT	Klouzavé Průměry	Rozdíly	Sezonní Faktory	Očištěné Rady	Vyrovň. Trend-c.	Neprav. Kompon.
1	54646,00			349,92	54296,08	55112,57	-816,49
2	53052,00			-1841,57	54893,57	54897,98	-4,42
3	56259,00	54339,38	1919,63	754,70	55504,30	54468,81	1035,49
4	53595,00	54013,88	-418,88	736,95	52858,05	53885,45	-1027,40
5	54257,00	53474,38	782,63	349,92	53907,08	53522,45	384,62
6	50837,00	52628,88	-1791,88	-1841,57	52678,57	52634,40	44,17
7	54158,00	51622,50	2535,50	754,70	53403,30	51820,37	1582,94
8	48932,00	52237,88	-3305,88	736,95	48195,05	51788,67	-3593,62
9	50869,00	54107,75	-3238,75	349,92	50519,08	53709,01	-3189,93
10	59148,00	56684,50	2463,50	-1841,57	60989,57	57162,84	3826,72
11	60806,00	60682,38	123,63	754,70	60051,30	60612,26	-560,95
12	62898,00	62620,25	277,75	736,95	62161,05	62569,23	-408,17
13	68886,00	61656,25	7229,75	349,92	68536,08	62420,68	6115,40
14	56634,00	60366,63	-3732,63	-1841,57	58475,57	60156,51	-1680,94
15	55608,00	58334,25	-2726,25	754,70	54853,30	57947,48	-3094,17
16	57779,00	56348,38	1430,63	736,95	57042,05	56425,45	616,60
17	57746,00	55962,63	1783,38	349,92	57396,08	56121,90	1274,18
18	51887,00	56265,38	-4378,38	-1841,57	53728,57	55983,51	-2254,94
19	57269,00	55871,25	1397,75	754,70	56514,30	55942,70	571,60
20	58540,00	56308,25	2231,75	736,95	57803,05	56474,34	1328,71
21	53832,00	57927,75	-4095,75	349,92	53482,08	57433,79	-3951,71
22	59297,00	59757,75	-460,75	-1841,57	61138,57	59911,17	1227,39
23	62815,00	61803,25	1011,75	754,70	62060,30	61831,81	228,49
24	67634,00	62894,75	4739,25	736,95	66897,05	63339,45	3557,60
25	61102,00	63239,00	-2137,00	349,92	60752,08	62962,68	-2210,60
26	60759,00	62368,25	-1609,25	-1841,57	62600,57	62394,06	206,50
27	64107,00	61245,88	2861,13	754,70	63352,30	61479,92	1872,38
28	59376,00	60555,88	-1179,88	736,95	58639,05	60342,89	-1703,84
29	60381,00	58999,63	1381,38	349,92	60031,08	59114,23	916,85
30	55960,00	58006,38	-2046,38	-1841,57	57801,57	57983,62	-182,05
31	56456,00	57579,25	-1123,25	754,70	55701,30	57370,59	-1669,29
32	59081,00	57415,38	1665,63	736,95	58344,05	57518,56	825,49
33	57259,00	58129,38	-870,38	349,92	56909,08	57993,79	-1084,71
34	57771,00	59158,75	-1387,75	-1841,57	59612,57	59209,17	403,39
35	60357,00	60962,63	-605,63	754,70	59602,30	60811,48	-1209,17
36	63415,00	62537,00	878,00	736,95	62678,05	62552,67	125,38
37	67356,00	63850,00	3506,00	349,92	67006,08	64200,68	2805,40
38	60269,00	65492,63	-5223,63	-1841,57	62110,57	65116,84	-3006,28
39	68363,00	66092,63	2270,38	754,70	67608,30	66261,03	1347,27
40	68550,00	66027,50	2522,50	736,95	67813,05	66225,89	1587,16
41	67021,00	64697,00	2324,00	349,92	66671,08	64916,34	1754,73
42	60083,00	61542,63	-1459,63	-1841,57	61924,57	61585,06	339,50
43	57905,00	57691,63	213,38	754,70	57150,30	57631,48	-481,17
44	53773,00	54931,13	-1158,13	736,95	53036,05	54720,56	-1684,51
45	50990,00	54229,75	-3239,75	349,92	50640,08	53830,90	-3190,82
46	54030,00	55084,13	-1054,13	-1841,57	55871,57	55171,62	699,95
47	58347,00			754,70	57592,30	57630,97	-38,67
48	60166,00			736,95	59429,05	58860,65	568,40

Zdroj: SW Statistica

Příloha 6. Regresní rovnice se závislou proměnnou cena zemního plynu na hubě TTF

Datum	Plyn	Ropa	Kurz euro	Import	Stockholm		Praha		Bukurešť		Barcelona	
					Den	Noc	Den	Noc	Den	Noc	Den	Noc
	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₁	x ₁₂
1.1.16	13,49108	34,74	1,085921	54296,08	5,4	-14,7	9,2	-11,9	5,4	-12,8	16,8	7
1.2.16	12,00233	35,97	1,110189	54893,57	4,9	-5,2	10,2	-0,8	14,8	1,1	17,1	7,2
1.3.16	12,27653	39,60	1,111935	55504,30	6,9	-1,2	9,8	-1,1	16,5	4,2	15,4	8,7
1.4.16	12,20006	48,13	1,133977	52858,05	8,1	1,5	15,4	2,7	21,6	8,3	18,2	11,3
1.5.16	12,73108	49,69	1,130885	53907,08	18,4	7	19,7	6,8	24,6	11,2	20,2	14,1
1.6.16	14,26233	49,68	1,124474	52678,57	22,5	9,5	24,7	14,5	29	16,9	24,2	18,5
1.7.16	14,70653	43,53	1,10609	53403,30	22,7	15,5	25,3	13,4	27,4	21,9	26,8	22
1.8.16	12,64006	46,89	1,120355	48195,05	20,8	12,2	24,1	12,1	28,5	16,6	26,8	23
1.9.16	12,70108	50,19	1,120291	50519,08	19,8	11,3	22,3	11,5	24,3	12,3	27	19,2
1.10.16	16,32233	48,61	1,103374	60989,57	11,4	2,5	17,1	5,1	17,5	6,2	21,8	14,4
1.11.16	18,24653	51,84	1,078626	60051,30	7,8	-2,9	9,1	-2,4	13,2	-1,4	18,3	9,9
1.12.16	17,82006	56,82	1,053842	62161,05	9,5	-4,3	6,7	-5,1	7,1	-4,6	15,5	8,3
1.1.17	19,40108	55,58	1,06292	68536,08	3,9	-12,1	1,6	-12,4	1,6	-11,5	12	3,4
1.2.17	19,20233	56,51	1,064889	58475,57	5,4	-4,6	9,7	-4,2	12,1	-7,1	14,2	8,2
1.3.17	16,24653	53,53	1,069491	54853,30	11,4	-2,7	14	1,8	14,3	5,3	16,4	9,5
1.4.17	16,21006	51,73	1,070882	57042,05	9,9	-1,1	14,2	1,3	18,4	2,8	16,8	9,3
1.5.17	15,29108	50,76	1,106112	57396,08	20,9	1,4	22,5	4,9	22,9	8,6	22,4	14,7
1.6.17	14,65233	48,77	1,122971	53728,57	20,7	9,5	23,8	12,9	29,8	16,2	27,4	19,7
1.7.17	15,11653	52,72	1,15287	56514,30	19,3	13,7	24	13,7	29,8	17,2	26,5	21
1.8.17	16,08006	52,86	1,181608	57803,05	19,2	12,6	26,3	14,4	30,5	19,2	28,8	21,6
1.9.17	16,75108	56,79	1,191249	53482,08	15,3	9,4	17,2	9,2	24,5	11,4	24,8	15,7
1.10.17	17,74233	60,94	1,174939	61138,57	13,8	1,8	14,5	4,2	17,5	5,3	21,8	15,5
1.11.17	19,73653	62,63	1,17453	62060,30	9,3	-2	9,2	1	12,8	3	17,7	7,6
1.12.17	20,83006	66,87	1,184534	66897,05	5,1	-2,8	8,6	-2,8	8,1	-1,8	13,4	6,2
1.1.18	18,31108	68,89	1,219874	60752,08	6,2	-8,6	7,2	-2,2	6,6	-5,6	19	8
1.2.18	18,27233	64,73	1,234593	62600,57	1,4	-12,1	4,1	-11,7	9,3	-8,6	12,1	3
1.3.18	18,79653	69,34	1,232995	63352,30	4,8	-9,5	10,4	-9,4	14,1	-9,7	15	7,7
1.4.18	19,50006	74,69	1,227721	58639,05	16,1	-0,4	18,1	5,1	22,2	10,8	18,9	11,8
1.5.18	21,27108	77,56	1,182666	60031,08	19,9	6,8	23,1	11,6	23,3	16,3	21,1	12
1.6.18	21,56233	79,23	1,168019	57801,57	22	10,4	22,1	11,2	27,8	17,9	25,1	18,7
1.7.18	22,47653	74,21	1,169217	55701,30	25,7	15	28,5	12,9	25	19,7	27,1	24,1
1.8.18	24,15006	77,64	1,153926	58344,05	26,1	13	28,2	14,4	26,1	22,2	30,2	23,1
1.9.18	27,55108	82,73	1,165581	56909,08	18,6	6,4	21,5	7,4	26,1	10,2	25,3	19,6
1.10.18	25,94233	75,04	1,149375	59612,57	14,7	1,1	15,6	3,3	18,9	8,9	21,6	9,9
1.11.18	25,11653	59,46	1,136509	59602,30	9,5	-5,6	10,3	-4,4	15,4	-4,5	18,4	10
1.12.18	24,16006	53,80	1,137671	62678,05	5,5	-5,8	9,5	-2,8	5,6	-5,3	13,4	7,6

Pokračování přílohy 6.

1.1.19	21,37108	60,84	1,142057	67006,08	3,7	-8,2	5	-6,9	4,2	-6,7	11,2	4,7
1.2.19	17,86233	66,31	1,135153	62110,57	6,5	-7,3	9,7	-4,7	9,5	-3,2	13,1	7,4
1.3.19	15,90653	67,58	1,129772	67608,30	9,3	-4	11,9	2,4	14,7	4	15,8	11,3
1.4.19	15,19006	72,06	1,12345	67813,05	13,8	-0,1	17,4	2	17,8	7,7	17,1	10,9
1.5.19	12,93108	61,99	1,119172	66671,08	19,5	3	17,1	4,5	22,4	10,1	19,3	13,3
1.6.19	10,68233	64,74	1,130053	61924,57	22,7	12,2	28	17,2	26,7	18,2	27,7	15,6
1.7.19	11,31653	65,05	1,121734	57150,30	25,3	11,7	28,1	13,7	28,6	17,7	27,1	23,8
1.8.19	11,53006	60,43	1,114252	53036,05	21,3	14,8	23,4	15,8	27,4	20,2	27,4	23,5
1.9.19	12,93108	59,25	1,10233	50640,08	20,1	7,2	22,1	8,6	24,6	13,5	25,4	18,7
1.10.19	15,51233	59,62	1,10647	55871,57	11,5	1,1	16,4	-0,7	20,9	5,6	22,5	16,1
1.11.19	16,21653	60,49	1,10523	57592,30	7,9	-2,1	9,6	0,3	15,5	0,4	18,8	7,7
1.12.19	14,45006	66	1,11105	59429,05	8,1	-3,5	7,4	-2,1	9,8	-1,3	16,8	8,8

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 7. Sezonní průměry teplot v Evropě za období 2016 až 2019, °C

Sezonní období	Stockholm		Praha		Bukurešť		Barcelona	
	den	noc	den	noc	den	noc	den	noc
zima	5,5	-7,4	7,4	-5,6	7,8	-5,6	14,6	6,7
jaro	13,3	0,1	16,1	2,7	19,4	6,6	18,1	11,2
léto	22,4	12,5	25,5	13,9	28,1	18,7	27,1	21,2
podzim	13,3	2,4	15,4	3,6	19,3	5,9	22,0	13,7

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 8. Porovnání korelačních koeficientů

Proměnná	Korelace regresního koeficientu b										
	Rop a	Kurz euro	Impo rt	Stockholm D	Stockholm N	Praha D	Praha N	Bukurešť D	Bukurešť N	Barcelona D	Barcelona N
Ropa	1,000	-0,539	-0,429	-0,338	0,023	0,118	0,075	0,087	-0,071	-0,004	-0,019
Kurz euro	0,539	1,000	-0,033	0,344	0,087	-0,096	-0,041	-0,203	-0,035	-0,164	0,053
Import	0,429	-0,033	1,000	-0,085	-0,012	-0,046	-0,076	0,255	0,011	0,245	0,064
Stockholm D	0,338	0,344	-0,085	1,000	0,011	-0,517	0,050	0,076	-0,239	-0,201	-0,089
Stockholm N	0,023	0,087	-0,012	0,011	1,000	0,211	-0,459	-0,084	-0,316	0,003	-0,472
Praha D	0,118	-0,096	-0,046	-0,517	0,211	1,000	-0,244	-0,350	-0,038	0,012	-0,260
Praha N	0,075	-0,041	-0,076	0,050	-0,459	-0,244	1,000	0,132	-0,474	-0,296	0,283
Bukurešť D	0,087	-0,203	0,255	0,076	-0,084	-0,350	0,132	1,000	-0,340	-0,080	0,014
Bukurešť N	0,071	-0,035	0,011	-0,239	-0,316	-0,038	-0,474	-0,340	1,000	0,230	0,081
Barcelona D	0,004	-0,164	0,245	-0,201	0,003	0,012	-0,296	-0,080	0,230	1,000	-0,480
Barcelona N	0,019	0,053	0,064	-0,089	-0,472	-0,260	0,283	0,014	0,081	-0,480	1,000

Zdroj: SW Statistica