

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra statistiky



Bakalářská práce

**Analýza tendenci spotřeby zemního plynu
v Evropské unii**

Viktoriiia Kivisheva

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Viktoriia Kivisheva

Systémové inženýrství

Název práce

Analýza tendencí spotřeby zemního plynu v Evropské unii

Název anglicky

Analysis of natural gas consumption trends in the European Union

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je analýza vývoje spotřeby zemního plynu v zemích Evropské unie pomocí vybraných statistických metod včetně identifikace hlavních faktorů ovlivňujících spotřebu plynu. Sledována bude také závislost mezi cenou plynu a jeho spotřebou.

Metodika

Při zpracování bakalářské práce budou využity především metody z oblasti analýzy časových řad. Zejména se bude jednat o základní popis vývoje vybraných ukazatelů, který se bude opírat o grafické zobrazení a výpočet elementárních charakteristik. Případné další statistické postupy budou doporučeny v průběhu zpracování bakalářské práce.

Doporučený rozsah práce

40 – 60 stran

Klíčová slova

komoditní trhy, zemní plyn, spotřeba zemního plynu, cena zemního plynu, Evropská unie, statistická analýza, časová řada

Doporučené zdroje informací

BINHACK, Petr, TICHÝ, Lukáš. Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU. Praha: Ústav mezinárodních vztahů, 2011. 166 s. ISBN 978-80-87558-02-7.

CIHELKOVÁ, Eva. Vnější ekonomické vztahy Evropské unie. Praha: C.H. Beck, 2003. 709 s. ISBN 80-7179-804-5.

ĐURICA, Dušan, SUK, Miloš, CIPRYS, Vladimír. Energetické zdroje včera, dnes a zítra. Brno: Moravské zemské muzeum, 2010. 165 s. ISBN 978-80-7028-374-5.

HINDLS, Richard, ARLTOVÁ, Markéta, HRONOVÁ, Stanislava, MALÁ, Ivana, MAREK, Luboš, PECÁKOVÁ, Iva, ŘEZANKOVÁ, Hana. Statistika v ekonomii. Praha: Professional Publishing, 2018. 395 s. ISBN 978-80-88260-09-7.

KOLEKTIV AUTORŮ. Statistický software na ČZU. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, 2009. 108 s. ISBN 978-80-213-2010-9.

PINKA, Ján, PINKA, Lukáš. Ekonomika ropy a zemního plynu. Ostrava: Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 2015. 201 stran. ISBN 978-80-248-3872-4.

SVATOŠOVÁ, Libuše, KÁBA, Bohumil. Statistické metody II. Praha: PEF ČZU, 2008. 105 s. ISBN 978-80-213-1736-9.

VLČEK, Tomáš, ČERNOCH, Filip. Energetický sektor České republiky. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 501 s. ISBN 978-80-210-5982-5.

1906

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Pavla Hošková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra statistiky

Elektronicky schváleno dne 27. 6. 2023

Ing. Tomáš Hlavsa, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2023

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Analýza tendencí spotřeby zemního plynu v Evropské unii" jsem vypracovala samostatně pod vedením Ing. Pavly Hoškové, Ph.D., 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí bakalářské práce Ing. Pavle Hoškové, Ph.D., za její cenný přínos a inspiraci, rovněž bych chtěla ocenit flexibilitu při konzultacích, které mi umožnily vyjasnit nejasnosti a směřovat mou práci správným směrem.

Analýza tendencí spotřeby zemního plynu v Evropské unii

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na analýzu tendencí spotřeby zemního plynu v Evropské unii. Zemní plyn představuje významný zdroj energie v Evropě, jehož spotřeba má důležitý vliv na energetickou bezpečnost a životní prostředí. První část bakalářské práce se zaměřuje na literární rešerši, zkoumající teoretické základy týkající se zemního plynu. V této části jsou představeny a detailně popsány relevantní teoretické koncepty související s trhem zemního plynu, těžbou a faktory ovlivňující spotřebu. Zároveň je poskytnut přehled producentů zemního plynu v rámci Evropské unii.

V praktické části práce je na základě dostupných statistických údajů analyzována spotřeba zemního plynu v zemích EU v sektoru domácností i energetiky, dynamika těžby, import, export a cenový vývoj. S využitím vhodných statistických metod jsou zpracována a interpretována data, aby bylo možné identifikovat a analyzovat trendy na trhu se zemním plynem v Evropské unii a také v některých zemích mimo EU. Pomocí trendových funkcí byly vytvořeny předpoklady na tři roky dopředu.

Klíčová slova: komoditní trhy, zemní plyn, spotřeba zemního plynu, cena zemního plynu, Evropská unie, statistická analýza, časová řada

Analysis of natural gas consumption trends in the European Union

Abstract

This bachelor thesis focuses on the analysis of natural gas consumption trends in the European Union. Natural gas represents a significant energy source in Europe, the consumption of which has an important impact on energy security and the environment. The first part of the bachelor thesis focuses on a literature search, examining the theoretical foundations related to natural gas. In this part, relevant theoretical concepts related to the natural gas market, production and factors affecting consumption are introduced and described in detail. An overview of natural gas producers within the European Union is also provided.

In the practical part of the thesis, natural gas consumption in EU countries in the household and energy sectors, production dynamics, imports, exports and price developments are analysed on the basis of available statistical data. Using appropriate statistical methods, the data are processed and interpreted to identify and analyse trends in the natural gas market in the European Union and also in some non-EU countries. Using trend functions, assumptions for three years ahead have been made.

Keywords: Natural gas market, natural gas, natural gas consumption, natural gas price, European Union, statistical analysis, time series

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce a metodika.....	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika práce.....	12
2.2.1 Časové řady	12
2.3 Elementární charakteristiky časových řad	13
2.3.1 Absolutní charakteristiky	13
2.3.2 Relativní charakteristiky.....	14
2.4 Přístupy k modelování časových řad	15
2.5 Vyrovnávání neperiodických časových řad	16
3 Literární rešerše	18
3.1 Zemní plyn jako klíčová komodita	18
3.1.1 Druhy zemního plynu	19
3.2 Zásoby a těžba zemního plynu v rámci a mimo EU	20
3.2.1 Producenti zemního plynu.....	20
3.2.2 Způsoby těžby a distribuční infrastruktura.....	22
3.3 Trh se zemním plynem.....	24
3.3.1 Charakteristika trhu	24
3.3.2 Obchodování se zemním plynem	24
3.3.3 Cena zemního plynu a význam ERoEI.....	26
3.3.4 Složení ceny zemního plynu.....	27
3.3.5 Faktory působící na cenu zemního plynu.....	28
3.3.6 Spotřeba zemního plynu.....	30
4 Vlastní zpracování	32
4.1 Dynamika cen zemního plynu.....	32
4.2 Dynamika produkce zemního plynu	36
4.3 Dynamika spotřeby zemního plynu	39
5.2 Dynamika exportu a importu zemního plynu v EU	43
5 Závěr	46
6 Seznam použitých zdrojů	47
Přílohy.....	49

Seznam použitých zkratk

ČR – Česká republika

EU – Evropská unie

LNG – Zkapalněný zemní plyn

CNG – Stlačený zemní plyn

TMP – Trans-středomořský plynovod

MEP – Maghreb-Evropský plynovod

DPH – Daň z přidané hodnoty

TTF – Nástroj pro převod vlastnictví

NBP – Národní bod vyvážení

EUR/MWh – Euro za Megawatthodinu

ERoEI – Energie získaná na investovanou energii

TEN – Transevropské sítě

MiFID II – Směrnice o trzích finančních nástrojů

EMIR – Nařízení o evropské tržní infrastruktuře

COVID-19 – Koronavirové onemocnění 2019

Seznam tabulek

Tabulka 1 Složení zemního plynu	18
Tabulka 2 Hodnota EROEI.....	26
Tabulka 3 Produkce zemního plynu v zemích EU i mimo EU.....	36

Seznam obrázků

Obrázek 1 Mechanismus trhu zemního plynu	24
--	----

Seznam grafů

Graf 1 Dynamika cen zemního plynu	32
Graf 2 Trendová funkce dynamiky cen plynu pro domácnosti.....	34
Graf 3 Trendová funkce dynamiky cen pro ostatní spotřebitele včetně prognózy	35
Graf 4 Dynamika produkce zemního plynu v EU v letech 2013-2022	37
Graf 5 Trend vyjadřující dynamiku produkce plynu v EU.....	38
Graf 6 Dynamika spotřeby zemního plynu v sektoru energetiky	39
Graf 7 Dynamika spotřeby zemního plynu v sektoru domácnosti	40
Graf 8 Trend dynamiky spotřeby v energetice v EU	41
Graf 9 Trend dynamiky spotřeby v energetice v ČR.....	42
Graf 10 Dynamika exportu a importu zemního plynu v EU.....	43
Graf 11 Kvadratická funkce trendu importu plynu v EU	44
Graf 12 Kvadratická funkce trendu exportu plynu v EU	45

1 Úvod

V Evropské unii představuje zemní plyn jeden z důležitých a široce využívaných zdrojů energie, který hraje zásadní roli nejen v regionální ekonomice, ale také v energetickém mixu. Jedná se o hořlavou látku, která má pro člověka aplikační využití k uspokojování energetických potřeb obyvatelstva od sektoru domácností až po sektor dopravy či energetiky a průmyslu.

Vzhledem ke svým charakteristikám se zemní plyn stal jedním z preferovaných druhů paliva. Ve srovnání s jinými zdroji je relativně levný a jeho zásoby jsou v různých regionech Evropské unie poměrně velké. Z energetického hlediska je jeho spalování efektivní, protože produkuje více energie než jiná paliva. Navíc ve srovnání s uhlím nebo ropou představuje malou emisní zátěž, a proto by se dal považovat za látku, která výrazně pomáhá snižovat emise skleníkových plynů.

Trh se zemním plynem v Evropské unii je velmi dynamický a složitý. Zahrnuje těžbu, přepravu, skladování a distribuci zemního plynu. Mezinárodní přeprava zemního plynu se uskutečňuje jak prostřednictvím potrubí, tak prostřednictvím zkapalněného zemního plynu.

Trend spotřeby zemního plynu se vyvíjí v čase a jeho dynamiku je třeba vnímat v širším rámci energetického trhu Evropské unie. Tento proces je komplexní a zahrnuje celou řadu činností od sběru dat, přes analýzu až po tvorbu statistik a modelování. Výsledky této práce jsou velice přínosné, protože přinášejí informace důležité pro formulaci energetických politik, podporují udržitelný rozvoj a zvyšují efektivitu v oblasti energetiky.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je sestavení popisu spotřeby zemního plynu v členských státech EU a některých zemích mimo EU v období 2013-2022, s důrazem na sektory energetiky i domácností, a určení hlavních faktorů, které tuto spotřebu ovlivňují. V rámci tohoto popisu se také zkoumá vývoj ceny zemního plynu, trend v jeho těžbě a dynamika v oblasti exportu a importu. Pomocí využití grafického znázornění a výpočtu elementárních charakteristik přístup založený na časových řadách umožňuje nejen podrobně popsat, jak se některé ukazatele vyvíjely v čase, ale také predikovat vývoj na tři roky dopředu.

2.2 Metodika práce

2.2.1 Časové řady

Časovou řadu lze z teoretického hlediska definovat jako soubor datových bodů zaznamenaných nebo shromážděných v pravidelných časových intervalech. Tento pojem je základem řady analýz v různých oborech, včetně ekonomie, financí, meteorologie a inženýrství. **Klasifikace časových řad:**

- Podle rozhodujícího časového období existují **intervalové časové řady** a **okamžikové časové řady**. Intervalové časové řady jsou charakteristické agregací dat za kratší časové období, což znamená, že velikost hodnot závisí na délce sledovaného časového intervalu. Okamžikové časové řady poskytují přehled o stavu pozorovaného jevu v určitém časovém okamžiku.
- Podle periodicity sledování se rozlišují **dlouhodobé** a **krátkodobé časové řady**. Dlouhodobé časové řady poskytují jednotlivé hodnoty pro delší, obvykle roční intervaly. Krátkodobé časové řady se vyznačují častějším sledováním dat, které může probíhat čtvrtletně, měsíčně, týdně nebo dokonce denně.
- Podle druhu ukazatele se analyzují časové řady ukazatelů vyjádřených v **absolutních hodnotách** nebo v **odvozených charakteristikách**. Absolutní hodnoty v časových řadách odkazují na přímá měření nebo pozorování jevu bez jakýchkoli úprav nebo transformací. Odvozené hodnoty jsou výsledkem transformací nebo výpočtů provedených na absolutních hodnotách s cílem odhalit specifické aspekty dat, které nejsou přímo zřejmé [1].

Před analýzou časových řad je nutné zajistit srovnatelnost jednotlivých údajů z hlediska věcného, prostorového a časového, což je zásadní pro platnost výsledků. Věcná srovnatelnost vyžaduje konzistentní definici a měření ukazatelů v čase, aby nedošlo ke zkreslení údajů změnou definice obsahu ukazatele. Prostorová srovnatelnost se týká konzistence geografického umístění údajů, což je nezbytné pro porovnávání ukazatelů z různých regionů nebo zemí. Časová srovnatelnost je důležitá zejména u intervalových ukazatelů, které vyžadují sběr dat ve stejně dlouhých časových intervalech, aby byla zachována relevance a přesnost údajů. Speciálně u ekonomických časových řad je cenová srovnatelnost důležitá pro odstranění inflačních vlivů a zajištění realistického pochopení ekonomických trendů, což vyžaduje rozhodnutí mezi použitím běžných nebo stálých cen [2].

2.3 Elementární charakteristiky časových řad

Zpravidla je počáteční fází analýzy časových řad získání základního přehledu o dynamice procesu reprezentovaného řadou a k tomuto účelu se standardně používá vizuální posouzení chování ukazatelů prostřednictvím grafického znázornění a stanovení základních statistických ukazatelů.

Vizuální rozbor umožňuje identifikaci dlouhodobých trendů a periodicky se opakujících změn, avšak pro hlubší pochopení procesu a jeho mechanismů je nedostatečný. Elementární charakteristiky, jako jsou **diference** různého řádu, **tempo** a **průměrné tempo růstu** či **průměry hodnot časové řady**, poskytují koncentrovaný popis vlastností procesu.

Elementární charakteristiky časové řady lze kategorizovat do dvou hlavních skupin: absolutní a relativní charakteristiky [2].

2.3.1 Absolutní charakteristiky

Absolutní charakteristiky poskytují informace o přímých změnách hodnot v čase. Jsou to konkrétní hodnoty, které ukazují, jak se data mění mezi jednotlivými časovými body. Jednou z nejzákladnějších absolutních charakteristik je první diference.

První diference je to rozdíl mezi dvěma po sobě jdoucími hodnotami v časové řadě a je definována jako:

$$dy_t = y_t - y_{t-1} \quad t = 2, 3, \dots, n \quad (2.1)$$

Druhá diference je definována jako diference mezi dvěma po sobě jdoucími prvními diferencemi a je matematicky vyjádřena takto:

$$(d)^2 y_t = dy_t - dy_{t-1} = y_t - 2y_{t-1} + y_{t-2}, \quad t = 3, 4, \dots, n \quad (2.2)$$

Druhá diference umožňuje rozpoznat změny v zrychlení nebo zpomalení trendu časové řady. Pokud je například druhá diference kladná, může to znamenat zrychlení růstu nebo zpomalení poklesu [1].

2.3.2 Relativní charakteristiky

Na rozdíl od absolutních charakteristik, relativní charakteristiky jsou bezrozměrné veličiny, které vyjadřují změny ve vztahu k nějakému referenčnímu bodu, například k velikosti původní hodnoty. Tyto charakteristiky umožňují analytikovi posoudit změny v kontextu a jsou užitečné pro porovnání časových řad s různou mírou variability nebo různými měřítky.

Koeficient růstu je příkladem relativního ukazatele:

$$k_t = \frac{y_t}{y_{t-1}}, \quad t = 2, 3, \dots, T, \quad (2.3)$$

Po vynásobení koeficientu růstu stem získáme procentuální změnu mezi dvěma časovými body.

Geometrický průměr má smysl používat v situacích, kde jsou data spojena multiplikativními (procentuálními) změnami, a je vhodný pro hodnocení růstu, který se odehrává exponenciálně. To znamená, že každá hodnota v časové řadě je násobkem předchozí hodnoty.

$$\bar{k} = \sqrt[T-1]{k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_T} = \sqrt[T-1]{\frac{y_2}{y_1} \cdot \frac{y_3}{y_2} \cdot \dots \cdot \frac{y_T}{y_{T-1}}} = \sqrt[T-1]{\frac{y_T}{y_1}}, \quad (2.4)$$

Tempo růstu je podobné koeficientu růstu, ale je prezentováno ve formě, která přímo udává procentní změnu. Pro získání celkového pohledu na změny v průběhu celého sledovaného období lze využít geometrický průměr vypočtených koeficientů růstu, což je průměrný koeficient růstu. Geometrický průměr je výhodný zejména v situacích, kdy se data vyvíjejí exponenciálně [1].

2.4 Přístupy k modelování časových řad

Modelování časových řad obvykle vychází z jednorozměrného modelu ve tvaru:

$$y_t = f(t, \varepsilon_t), \quad (2.5)$$

Základní princip jednorozměrného modelu časové řady, kde čas je považován za primární faktor ovlivňující dynamiku ukazatele, je nezbytný pro pochopení, jak se daný ukazatel vyvíjí. K modelu typu (2.5) se přistupuje třemi základními způsoby:

- Klasický model
- Boxovy-Jenkinsovy metody
- Spektrální analýzy

Přístup **klasického modelu** je založen na dekompozici časové řady na čtyři základní složky: trendovou, sezónní, cyklickou a náhodnou. Tato metoda se snaží co nejvíce vysvětlit systematické chování sledovaného procesu. Sezónní složka se opakuje v rámci sledovaného časového intervalu, který není delší než roční cyklus, a zároveň odráží jeho sezónní vlivy. Cyklická složka, která přímo nesouvisí s trendem nebo sezónním vlivem, ale je důsledkem hospodářských cyklů nebo jiných faktorů způsobujících periodické vzestupy a poklesy v čase. Náhodná složka znamená nepravidelné výkyvy, které nelze vysvětlit systematicky žádnou z předchozích složek, a představují šum v datech způsobený náhodnými a nesystematickými faktory. Trend představuje dlouhodobý vývoj hodnot ukazatele v čase, který odráží tendenci sledovaného procesu nezávislý na krátkodobých fluktuacích. Trend může být rostoucí, klesající nebo konstantní a jeho rozpoznání je klíčové pro pochopení dlouhodobých změn v datech. Rozklad může nabývat:

- Aditivní tvar

$$y_t = T_t + S_t + C_t + \varepsilon_t = Y_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

- Multiplikativní tvar

$$y_t = T_t S_t C_t \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (2.7)$$

V aditivním modelu se jednotlivé složky se sčítají, což umožňuje jednoduchou a přímou interpretaci každé složky. Tento model je vhodný pro časové řady, kde je sezónní a cyklická variabilita v čase konstantní, bez ohledu na úroveň trendu. Multiplikativní model je vhodný, pokud se sezónní nebo cyklické vlivy zvyšují nebo snižují s úrovní trendu. Pomocí logaritmické transformace lze multiplikativní model převést na aditivní model, což usnadňuje analýzu a interpretaci jednotlivých složek [2].

Důvodu, proč rozkládat časovou řadu na jednotlivé složky je několik. Rozklad na základní složky umožňuje efektivnější analýzu a předpovídání, odhalení a izolaci trendů, sezónních a cyklických vzorců. Tento postup usnadňuje porovnání různých časových řad a zlepšuje modelování sezónnosti [1].

Spektrální analýza se zaměřuje na rozklad datové řady do frekvenčního spektra pomocí Fourierovy transformace. Spektrální analýza rozkládá časovou řadu na vlny různých frekvencí a umožňuje identifikaci dominantních cyklů a sezónních vzorců.

Boxovy-Jenkinsovy metody jsou pokročilým přístupem k modelování časových řad, který se zaměřuje na identifikaci a odhad modelů AR, klouzavého průměru MA, a kombinovaných modelů ARMA a ARIMA. Tyto modely jsou založeny na klíčovém předpokladu, že hodnoty v časové řadě jsou lineárně závislé na svých předchozích hodnotách a šumových termínech. Boxovy-Jenkinsovy modely jsou obzvláště užitečné pro data, která nevykazují sezónní nebo trendové komponenty, nebo kde tyto komponenty lze odstranit diferenciací [2].

2.5 Vyrovnávání neperiodických časových řad

V analýze časových řad je složka trendu klíčovou složkou, neboť odráží dlouhodobý směr vývoje zkoumaného ukazatele. Identifikace a modelování trendu je proto základním krokem v procesu analýzy, který umožňuje předvídat budoucí vývoj a odhalit vnitřní charakteristiky dat.

Mechanické a analytické vyrovnávání jsou dvě základní metodiky používané v procesu vyrovnávání časových řad, přičemž každá z nich má jiný přístup a zaměření.

Mechanické vyrovnávání, někdy označované jako empirické vyrovnávání, se používá k vyhlazení datové řady a její interpretaci. Tento přístup často využívá metody jako klouzavé průměry, včetně váženého a jednoduchého klouzavého průměru, které vyhlazují hodnoty v časové řadě výpočtem průměru hodnot v určitém klouzavém intervalu.

Analytické vyrovnávání naproti tomu využívá statistické modely a teoretické přístupy k odhadu a odstranění šumu a nepravidelností v datech. Tento přístup spočívá ve vystižení trendu časové řady pomocí matematické funkce.

Pro kvantitativní vyjádření trendu je třeba odhadnout parametry zvolené trendové funkce. Nejčastěji používanou metodou je metoda nejmenších čtverců, která je aplikovatelná, pokud je trendová funkce ve svých parametrech lineární. Mezi ty nejčastěji využívané funkce patří:

- Lineární $T_t = \beta_0 + \beta_1 t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.8)$

- Kvadratická $T_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 t^2, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.9)$

- Logaritmická $\ln T_t = \ln \beta_0 + t \ln \beta_1 \quad (2.10)$

- Exponenciální $T_t = \beta_0 \beta_1^t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2.11)$

- Logistická $T_t = \frac{1}{\gamma + \beta_0 \beta_1^t} \quad (2.12)$

Při vytváření matematicko-statického modelu pro analýzu časových řad je klíčovým krokem odhad strukturálních parametrů zvoleného trendového modelu. Tento proces zahrnuje nejen určení parametrů, které přímo tvoří základ modelu, ale také určení parametrů, které jsou součástí stochastické komponenty modelu a které jsou známé jako ukazatele shody.

Tyto ukazatele poskytují důležité informace o tom, jak dobře model odpovídá empirickým datům. Index determinace (I^2), který vyjadřuje, jak dobře model reprodukuje pozorovaná data, je zásadní pro hodnocení shody modelu s empirickými údaji. Tento index, jehož hodnoty se pohybují od $0 \leq I^2 \leq 1$, ukazuje, do jaké míry se model podařilo přizpůsobit datům. Hodnota indexu blízká 1 ukazuje na vysokou míru shody, zatímco hodnota blízká 0 indikuje slabou shodu mezi modelem a daty [1].

$$I^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y}_t)^2} \quad (2.13)$$

Kromě koeficientu determinace se často používá korelační index I , který se získá jako odmocnina z koeficientu determinace. Hodnota tohoto indexu blízká 1, znamená lepší schopnost modelu zachytit hlavní aspekty zkoumaného jevu [1].

$$I = \sqrt{I^2} \quad (2.14)$$

3 Literární rešerše

3.1 Zemní plyn jako klíčová komodita

Zemní plyn je přírodní hořlavý plyn, který se skládá převážně z methanu a dalších uhlovodíků. Je to důležitý zdroj fosilního paliva, který se vyskytuje v podzemních ložiscích a je získáván pomocí těžby.

Podle PINKA (2010, s.75) „Nejvýznamnějším zdrojem energie za posledních padesát let byla fosilní paliva. Ve struktuře jejich spotřeby došlo během tohoto období k pozorovatelné kvalitativní změně ve formě zvýšení významu zemního plynu na úkor ropy a uhlí“.

Hlavní složkou zemního plynu je metan (CH₄), který tvoří většinu jeho objemu. Metan je nejhořlavější složkou zemního plynu a má vysokou energetickou hodnotu. Další významné složky zahrnují etan (C₂H₆), propan (C₃H₈) a butan (C₄H₁₀). Tyto uhlovodíky mají vyšší molekulovou hmotnost a jsou méně hořlavé. Jejich přítomnost pak ovlivňuje energetickou hodnotu zemního plynu a využití v různých odvětvích. Kromě hlavních složek zemní plyn obsahuje také různé příměsi. Složení může být proměnlivé jak v rámci jednotlivých nalezišť, tak i mezi různými regiony. To je způsobeno geologickými faktory nebo technologickými postupy při jeho těžbě a úpravě [4].

Tabulka 1 níže uvádí složení zemního plynu a procentuální zastoupení jednotlivých složek.

Tabulka 1 Složení zemního plynu

Složení zemního plynu	Chemický název	Relativní zastoupení
Methan	CH ₄	70 až 90 %
Ethan, Propan	C ₂ H ₆ , C ₃ H ₈	0 až 20 %
Butan	C ₄ H ₁₀	0 až 20 %
Oxid uhličitý	CO ₂	0 až 8 %
Kyslík	O ₂	0 až 0,2 %
Dusík	N ₂	0 až 5 %
Sirovodík	H ₂ S	0 až 5 %
Vzácné plyny	Ar, He, Ne, Xe	Stopy

Zdroj: Background, vlastní zpracování

Zemní plyn je hořlavý, bezbarvý plyn proměnlivého složení, který se stále více využívá jako energetický zdroj pro mnoho aplikací: vytápění, výroba elektřiny a průmyslové procesy. Jeho složení ovlivňuje nejen jeho vlastnosti, ale také specifické využití. Hořlavost zemního plynu je jedním z jeho klíčových rysů. Když přijde do kontaktu s plamenem nebo zdrojem tepla, generuje velké množství energie. Díky této vlastnosti je zemní plyn oblíbeným palivem pro vytápění domácností. Ačkoliv je sám o sobě bezbarvý a většinou bez zápachu, může být někdy aromatizován pro detekci úniků. Jednou z výhod zemního plynu oproti jiným fosilním palivům je jeho relativní čistota při spalování. Produkuje méně oxidu uhličitého (CO₂), oxidu síry (SO₂) a jiných škodlivých emisí. Toto snižuje jeho ekologickou stopu ve srovnání s palivy jako uhlí a ropa, čímž přispívá k omezení negativního dopadu na životní prostředí. Nicméně je důležité si uvědomit, že těžba a distribuce zemního plynu může mít své vlastní environmentální výzvy, a proto je neustálý výzkum zaměřen na zlepšení těchto procesů a snížení dopadů na planetu [3].

3.1.1 Druhy zemního plynu

Zemní plyn se dělí na základě obsahu těžších uhlovodíků. Každý druh zemního plynu má své specifické charakteristiky, které ovlivňují jeho využití a přínosy. Suchý zemní plyn obsahuje převážně methan (CH₄) a minimální množství těžších uhlovodíků, je čistý, hořlavý a má vysokou energetickou hodnotu. Těžba suchého zemního plynu se provádí zejména v Severním moři, doněcké pánvi, pečorské pánvi a kuzněcké pánvi. Na druhou stranu, mokřý zemní plyn se liší od suchého plynu svým vyšším obsahem těžších uhlovodíků, jako jsou etan, propan a butan. Mokřý plyn je často spojen s ropou a vyskytuje se ve vrstvách, které obsahují ropná ložiska. V posledních deseti letech byla objevena nová ložiska mokrého zemního plynu v Severním a Kaspickém moři, což znamená, že seznam zemí, které těží tento typ plynu, se může měnit. Přesto zůstávají Rusko, státy Perského zálivu a USA klíčovými hráči na trhu s mokřým zemním plynem [5].

Dalším dělením zemního plynu je konvenční plyn, který se běžně těží, jeho ložiska jsou snadno dostupná a vyžadují méně složité technologie. Konvenční plyn se dělí na samostatný zemní plyn, který neobsahuje ropu, a zemní plyn spojený s těžbou ropy, který vyžaduje oddělení od vody a ropy. Nekonvenční plyn se naproti tomu nachází v poměrně složitém geologickém prostředí, a proto se při jeho těžbě používají vysoce náročné technologie a metody. Mezi nekonvenční zdroje patří karbonský plyn, břidlicový plyn, pískovcový plyn a hydráty metanu. Tyto zdroje se těží nověji a představují zdroj nových energetických možností [5].

3.2 Zásoby a těžba zemního plynu v rámci a mimo EU

Druhy zemního plynu a jeho složení, jako je mokrý nebo suchý plyn, skutečně ovlivňují těžební metody a ekonomiku těžby. Například těžba břidlicového plynu vyžaduje metodu hydraulického štěpení, což je technika, která v některých členských státech EU vzbuzuje obavy z environmentálních a zdravotních důvodů. V důsledku těchto obav některé země, jako je Francie a Bulharsko, zakázaly nebo omezily těžbu břidlicového plynu na svém území. Takže mokrý plyn, bohatý na těžší uhlovodíky, vyžaduje více sofistikovaných čistících a zpracovatelských technik než suchý plyn. V ekonomickém kontextu je těžba zemního plynu v EU značně ovlivněna cenovými fluktuacemi na světových trzích, investičními potřebami a stále se zvyšující potřebou dodavatelů, aby se snížila závislost na jednom hlavním dodavateli [6].

3.2.1 Producenti zemního plynu

Rozložení těžby plynu v Evropské unii je ovlivněno geologickými podmínkami a investicemi do infrastruktury v minulosti. Kromě velkých producentů, jako je Nizozemsko, Německo a Spojené království (které však již není členem Evropské unie), hrají na evropském trhu s plynem důležitou roli také Alžírsko a Norsko. Rusko, které v historickém vývoji hrálo významnou roli, od roku 2022 čelí omezení svého vlivu na evropském trhu s plynem v důsledku sankcí ze strany EU. Tyto země jsou významnými dodavateli plynu do EU, což má dopad na energetickou bezpečnost a energetickou politiku v regionu [7].

Nizozemsko

Nizozemsko je tradičně jedním z největších nalezišť zemního plynu v Evropě, zejména v oblasti Slochteren, která byla objevena v roce 1959 a je jedním z největších pevninských nalezišť zemního plynu na světě. Díky tomu se Nizozemsko stalo významným hráčem na evropském trhu s plynem a významným exportérem plynu do sousedních zemí. V posledních letech však těžba plynu v Nizozemsku klesá v důsledku těžebních šoků a rostoucích obav o životní prostředí [8].

Německo

Německo se zaměřuje na zvýšení své kapacity pro odběr zkapalněného zemního plynu a posílení své energetické bezpečnosti v důsledku geopolitického napětí a sankcí vyplývajících z konfliktu na Ukrajině. Díky zprovoznění nových terminálů na zkapalněný zemní plyn a zvýšení dodávek přes Norsko, Belgie a Nizozemsko se Německo snaží kompenzovat klesající dodávky z Ruska. Přestože se situace v oblasti dodávek plynu stabilizovala, zásobníky se plní a spotřeba plynu klesá, výzvy spojené s přechodem na energetiku a dekarbonizací stále přetrvávají. Německo plánuje plně nahradit ruský plyn do roku 2026, což si vyžádá značné investice do infrastruktury a energetické účinnosti a také podporu obnovitelných zdrojů energie [9].

Spojené království

Spojené království má dlouhou historii těžby plynu v Severním moři, včetně významného ložiska Morecambe Bay, ale je stále více závislé na dovozu plynu. Těžba plynu ve Spojeném království dosáhla vrcholu na počátku roku 2000, ale od té doby klesá, což je částečně kompenzováno zvýšenými investicemi do těžby plynu v Severním moři [10].

Země mimo EU

Země mimo EU, jako jsou Alžírsko a Norsko hrají klíčovou roli v dodávkách zemního plynu do Evropy. Vztahy Alžírsko s EU v oblasti energetiky, zejména plynu, byly posíleny memorandem o porozumění o strategickém partnerství podepsaným v roce 2013 a Evropsko-středomořskou dohodou podepsanou v roce 2002. Klíčovými plynovody jsou Transstředomořský plynovod (TMP), který vede z Alžírsko přes Tunisko a Sicílii do Itálie, a Maghreb-Evropa plynovod (MEP), který vede z Alžírsko do Španělska přes Maroko a zajišťuje klíčové trasy alžírského zemního plynu do Evropy [11].

Norský energetický sektor, který je třetím největším vývozcem zemního plynu do světa, se snaží spojit hlavní a zásadní rysy či vlastnosti norského plynu s jeho významným přínosem pro uspokojení celosvětové energetické potřeby. Zemní plyn těžený v Norsku má vysokou kvalitu a nízký obsah síry, což představuje pro petrochemický průmysl ekologičtější alternativu k fosilním palivům. Infrastruktura pro přepravu plynu, včetně velkých plynovodů, jako jsou StatPipe, NorPipe a EuroPipe 2, spolu s projektem Baltic Pipe, který rozšiřuje distribuci norského plynu do Dánska a Polska, hraje důležitou roli při zajišťování spolehlivých dodávek tohoto čistého paliva do mnoha částí Evropy [12].

3.2.2 Způsoby těžby a distribuční infrastruktura

Těžba zemního plynu v EU probíhá různými technikami, včetně konvenční a nekonvenční těžby. Konvenční těžební techniky, jako je vrtání a štěpení, se používají především k těžbě konvenčního plynu ze snadno dostupných ložisek. Vrtání může být vertikální nebo horizontální, zatímco štěpení využívá tlak k vstřikování vody, písku a chemikálií k vytvoření trhlin a uvolnění plynu. S rozvojem technologií se objevují nové nekonvenční technologie a postupy těžby plynu, které umožňují těžít plyn z hůře dostupných zdrojů. Mezi tyto technologie patří těžba z břidlic (použití šikmého vrtání a štěpení k vytvoření horizontálních trhlin v břidlicových horninách za účelem uvolnění zemního plynu) a hlubinná těžba [13].

Po těžbě musí být zemní plyn přepraven k odběratelům nebo uskladněn v zásobnících. Existují dva hlavní způsoby přepravy zemního plynu na velké vzdálenosti: potrubí a tankery. Potrubí je vyrobeno z plastových nebo ocelových trubek, které udržují stabilní tlak zemního plynu. Potrubí se dělí na mezistátní a vnitrostátní. Oba typy potrubních sítí jsou v rámci EU důležité.

Vnitrostátní plynovody přepravují zemní plyn v rámci členských států, zatímco mezistátní plynovody (například Nord Stream nebo Turkish Stream) spojují EU s hlavními dodavatelskými zeměmi. V České republice se většina plynu dováží ze zahraničí a následně se s ním obchoduje mezi účastníky trhu s plynem. Žádná z těchto společností nenakupuje plyn přímo od Gazpromu, ale ve skutečnosti převážná část českého plynu pochází z Ruska a je dodávána sítí plynovodů z ruských plynových nalezišť. Mezi plynovody procházející Českou republikou patří plynovody Jamal-Evropa, OPAL, EUGAL a GAZELA. V České republice se nachází několik důležitých plynovodů, které jsou součástí širší evropské plynovodní sítě. Plynovod Gazela vede z České republiky do Německa a je propojen s plynovodem OPAL, který je pak spojen s mezinárodním plynovodem Nord Stream. Paralelně s tím plynovod MEGAL je důležitý pro dodávky plynu mezi Německem a Českou republikou, a zajišťuje dodávky plynu nejen do České republiky, ale dále vede do Rakouska a přes německou hranici s Francií. NET4GAS je součástí české plynovodní sítě a zajišťuje přepravu, která je nezbytná pro zajištění spolehlivých a bezpečných dodávek plynu domácnostem a průmyslu [14].

Kromě toho má Česká republika několik přeshraničních plynovodů, které ji spojují se sousedními zeměmi, jako je Slovensko, Polsko a Německo, a které jsou důležité pro mezinárodní obchod s plynem. Celkově je infrastruktura pro distribuci zemního plynu v České republice a v celé EU složitá a neustále se vyvíjí v závislosti na měnících se energetických potřebách a geopolitické realitě [15].

Jamal-Evropa

Plynovod Jamal-Evropa je ruský exportní plynovod se zdrojovou základnou v západní části Sibíře. Spojuje tamní ložiska zemního plynu se západní Evropou přes Bělorusko a Polsko. Hlavními účastníky plynovodních úseků jsou Gazprom v Rusku a Bělorusku, Eurogas v Polsku a WINGAS v Německu. Celková délka plynovodu je více než 2000 kilometrů. EU uznala plynovod Jamal-Evropa za prioritní investiční projekt v rámci TEN. Status prioritního projektu umožňuje přístup k evropským fondům a přispívá ke zlepšení infrastruktury a přepravní kapacity plynu, čímž posiluje energetickou integraci a spolupráci v rámci EU. Pokračováním plynovodu Jamal-Evropa v Německu je systém YAGAL-Nord, který je napojen na zásobník plynu STEGAL-MIDAL-REDEN. Plynovod má strategický význam pro dodávky zemního plynu do Evropy a zvyšuje energetickou bezpečnost v regionu. V roce 2013 probíhala jednání o projektu Jamal-Evropa 2, jehož cílem by mělo být zvýšení dodávek zemního plynu do Evropy. Polsko však rusko-běloruský projekt nepodpořilo a v roce 2014 Gazprom od projektu odstoupil. Kromě tradičního potrubního systému je přeprava zemního plynu pomocí specializovaných tankerů stále významnějším způsobem dopravy tohoto energetického zdroje v rámci EU. Tankery, určené pro přepravu zemního plynu, se dělí do dvou hlavních kategorií: LNG a CNG [14] [15].

LNG tankery přepravují zemní plyn ve zkapalněné formě při velmi nízkých teplotách, což umožňuje efektivní přepravu velkých objemů plynu na mezistátní a interkontinentální vzdálenosti. Po doručení na cílovou destinaci je zkapalněný plyn regasifikován a veden do místní plynovodní sítě. Jako jeden z průkopníků v oblasti LNG v Evropě má Španělsko několik LNG terminálů, například v Barceloně, Bilbau a Cartageně. Tyto terminály umožňují Španělsku importovat zemní plyn z různých zemí, což snižuje jeho závislost na tradičních dodavatelích. V reakci na potřebu snížit závislost na ruském zemním plynu otevřelo Polsko LNG terminál v Świnoujście [14].

Na druhé straně CNG tankery přepravují zemní plyn ve stlačené formě, což je vhodné pro kratší vzdálenosti a oblasti s omezeným přístupem k potrubní infrastruktuře. V rámci Evropské unie je přeprava CNG pomocí tankerů méně běžná, protože CNG je obvykle přepravován po pevninských trasách, například pomocí nákladních vozidel nebo vlaků [16].

3.3 Trh se zemním plynem

3.3.1 Charakteristika trhu

Trh se zemním plynem je složitý a je ovlivňován mnoha aspekty, včetně geopolitických událostí, ekonomických podmínek a technologického pokroku i environmentálních regulací.

Obrázek 1- Mechanismus trhu zemního plynu



Zdroj: Ekonomika ropy a zemního plynu

Proces tržního mechanismu představuje pohyb od výroby ke spotřebě zemního plynu prostřednictvím výměny, což představuje složitost trhu s tímto druhem energie. Počáteční fáze výroby zemního plynu zahrnuje použití složitých technologií, které vyžadují značné finanční a technické zdroje. Následuje fáze výměny, během níž je správné fungování tržních mechanismů a distribuční sítě důležité pro zajištění toku plynu od výrobců ke spotřebitelům. Regulace a efektivní využití jsou nezbytné v celé fázi spotřeby, aby byl zajištěn udržitelný růst energetického sektoru a snížen jeho negativní dopad na životní prostředí. Schéma mechanismu trhu zemního plynu je znázorněno na obrázku 1 [3].

3.3.2 Obchodování se zemním plynem

Zemní plyn je jednou z hlavních energetických komodit obchodovaných na mezinárodních trzích. Techniky obchodování a tvorba cen jsou do značné míry ovlivněny odlišnými zákonitostmi, kterými se každý z těchto trhů vyznačuje. Vytváření spojení a výměn mezi jednotlivými účastníky trhu je efektivní obchodní strategií.

Vztahy na trhu

Identifikace jednotlivých účastníků a jejich role na trhu se zemním plynem je zajištěna rozdělením trhu na fyzickou a finanční úroveň. Toto rozdělení umožňuje pochopit, jak na sebe účastníci vzájemně působí.

Na fyzické úrovni výrobci dodávají plyn provozovatelům přepravních soustav, kteří jej dodávají do distribučních míst. Na této úrovni dochází k faktické dodávce plynu, po níž jej provozovatelé distribučních soustav distribují spotřebitelům. Provozovatelé skladovacích zařízení mohou plyn skladovat, a tím vyrovnávat nabídku a poptávku nebo vytvářet strategické rezervy [3].

Na finanční úrovni dodavatelé nakupují plyn od výrobců a prodávají jej spotřebitelům. Nedochozí tedy k fyzické manipulaci s plynem na trhu, ale k finanční manipulaci, kdy se tradeři zaměřují na nákup a prodej plynu za účelem zisku. Finanční instituce a investoři se účastní trhu s plynem prostřednictvím investic nebo finančních nástrojů, čímž zvyšují likviditu a podporují zajišťovací a spekulativní strategie [3].

Komoditní burzy a obchodní kontrakty

Komoditní burzy a kontrakty hrají důležitou roli při propojování fyzické a finanční úrovně trhu se zemním plynem. Obchodování se smlouvami na těchto burzách umožňuje účastníkům trhu zajistit se proti kolísání cen a spekulacím.

- Spotové kontrakty umožňují obchodovat s plynem s okamžitou dodávkou, což znamená, že ceny plynu odrážejí aktuální podmínky nabídky a poptávky, a jsou proto velmi volatilní. Tento typ kontraktu je důležitý pro reakci na krátkodobé změny na trhu a umožňuje obchodníkům využít příležitostí, které tyto krátkodobé výkyvy vytvářejí [3].
- Dlouhodobé smlouvy, jako jsou smlouvy typu "ber nebo plat", zajišťují cenovou stabilitu pro větší spotřebitele a energetické společnosti. Cenové vzorce těchto smluv jsou často založeny na cenových indexech a referenčních hodnotách, jako je Henry Hub v Severní Americe, v Evropě se jako benchmark často používá TTF, resp. NBP pro Velkou Británii [17].

3.3.3 Cena zemního plynu a význam EROEI

Historie cen zemního plynu má velmi dynamický charakter. V prvních letech komerčního využití zemního plynu, tedy v průběhu 19. a na začátku 20. století, byly ceny plynu nízké a stabilní, protože byl těžen především jako vedlejší produkt těžby ropy. Nicméně, s rostoucím využitím zemního plynu jako zdroje energie v průmyslu i domácnostech v polovině 20. století se začaly ceny zemního plynu zvyšovat. Historicky dosáhla cena zemního plynu v EU v období 2013-2022 svého maxima 345 EUR/MWh.

Jedním z klíčových faktorů, které je třeba vzít v úvahu při zkoumání cen zemního plynu, je EROEI neboli množství energie získané z jednotky investované energie. U zemního plynu je EROEI významný, protože extrakce, přeprava a skladování zemního plynu vyžadují významné energetické investice. Jak se technologie a infrastruktura zlepšují, EROEI zemního plynu se může měnit, což může mít dopad na celkové náklady, a tedy i na cenu zemního plynu [18].

V dnešní době obnovitelné zdroje mají nižší a pomalejší EROEI než současný globální energetický mix, zvláště uhlí a plyn, ale solární energie by mohla v konečném důsledku předčít EROEI uhlí a plynu až dvojnásobně. Toto potenciální zvýšení EROEI by mohlo představovat významný posun ve skladbě zdrojů energie a mohlo by nás posunout směrem k obnovitelné energii [18].

Tabulka 2 - Hodnota EROEI

Zdroj	EROEI
Jaderná energie	75
Vodní energie	25
Uhlí	30
Plynové turbíny	28
Solární energie	9
Větrné turbíny	4
Biomasa	4
Fotovoltaika	2

Zdroj: EROEI, vlastní zpracování

Tabulka 2 uvádí hodnoty EROEI pro různé zdroje energie. Jaderná energie má nejvyšší hodnotu EROEI, což znamená, že poskytuje největší energetickou návratnost v poměru k energii investované do její produkce.

3.3.4 Složení ceny zemního plynu

Ceny zemního plynu pro konečné spotřebitele jsou výsledkem složité interakce mezi tržními mechanismy a regulačními opatřeními. Složení ceny se dělí na regulovanou a neregulovanou složku.

Neregulovaná složka

Neregulovaná složka ceny plynu tvoří významnou část celkové ceny a odráží tržní hodnotu plynu. Tato složka je dynamická a dodavatelé plynu ji mohou upravovat v závislosti na své obchodní strategii a tržních podmínkách. Zahrnuje především cenu samotné komodity (plynu), cenu obchodních činností a dalších služeb souvisejících s dodávkami plynu. Cena komodity zahrnuje nákupní cenu plynu od dovozců nebo jiných obchodníků. Obchodní ceny odrážejí náklady a marže dodavatele, zatímco ostatní služby mohou zahrnovat náklady na skladování a přepravu plynu [21].

Regulovaná složka

Na druhé straně regulovaná složka ceny zahrnuje část, která je definována a regulována státním orgánem. V ČR se regulací zabývá Energetický regulační úřad (ERÚ). V rámci EU si ceny plynu regulují jednotlivé země, ale v souladu s pravidly EU pro jednotný trh s energií. Tato pravidla podporují hospodářskou konkurenci a ochranu spotřebitele. EU chce, aby byl trh otevřený a transparentní a aby byly zabezpečeny dodávky a podporovaná zelená energie. Regulovaná složka zahrnuje:

- Cena za přepravu plynu. Tento poplatek se vztahuje na náklady spojené s přepravou zemního plynu od státní hranice do místa, kde vstupuje do distribuční sítě.
- Distribuční poplatky. Představují náklady na distribuci plynu z distribučního místa do místa spotřeby.
- Služby operátora trhu. Společnost OTE, a. s. zajišťuje tyto služby v ČR. Tyto služby zahrnují obchodování mezi dodavateli nebo zpracování důležitých dat pro správné fungování systému. Kromě toho jsou zde zahrnuty i poplatky za administrativu a činnost Energetického regulačního úřadu [21].

Daňová složka

V rámci Evropské unie jsou jednotlivé členské státy, včetně České republiky, oprávněny určovat daňové a poplatkové politiky týkající se energetického sektoru v souladu s obecnými směnicemi Evropské unie. V České republice je regulace cen plynu a souvisejícího daňového břemena v kompetenci vlády, energetického regulačního úřadu, Ministerstva průmyslu a obchodu a Finanční správy České republiky. V energetickém sektoru, zejména v kontextu obchodování se zemním plynem, se v České republice uplatňuje řada daňových a poplatkových mechanismů zaměřených na energetický sektor, včetně obchodování se zemním plynem. Mezi ně patří následující:

1. Spotřební daň z minerálních olejů (353/2003 Sb.) Ačkoli zemní plyn není přímo zahrnut do kategorie minerálních olejů, tento zákon souvisí s oblastí energetických daní a stanoví rámec pro energetické daně [3].
2. Prodej zemního plynu podléhá DPH, která je v České republice vybírána v základní sazbě 21 %. Tato daň se uplatňuje na celkovou cenu plynu včetně všech složek a poplatků. Výše této daně je stanovena legislativou a může se lišit v závislosti na typu spotřebitele (např. průmysloví zákazníci nebo domácnosti) [3].

3.3.5 Faktory působící na cenu zemního plynu

Cena zemního plynu je výrazně ovlivňována rovnováhou mezi nabídkou a poptávkou. Tato situace je důsledkem omezeného množství alternativních paliv k zemnímu plynu, zejména v období vyšší poptávky. Krátkodobé změny v nabídce a poptávce mohou rychle vést ke změnám cen zemního plynu. Ceny slouží jako mechanismus pro přizpůsobení nabídky a poptávky na trhu [3].

Nábidka

Nábidka zemního plynu úzce souvisí s cenou a množstvím, které je na trhu k dispozici. Stejně jako na trhu práce se s růstem mezd zvyšuje nabídka práce, i na trhu se zemním plynem se s růstem cen zvyšuje nabídka zemního plynu. Tento vztah je dán tím, že rostoucí ceny zemního plynu podněcují producenty ke zvyšování těžby, k investicím do nových těžebních technologií a k průzkumu nových nalezišť. Naopak klesající ceny mohou vést k poklesu těžby, protože těžba se stává méně ekonomicky výhodnou. Avšak tento vztah není absolutní a může být modulován řadou exogenních faktorů [3].

Poptávka

Dynamika poptávky po zemním plynu odráží nejen aktuální tržní podmínky, ale také širší socioekonomické a politické trendy, které utvářejí energetický sektor. Poptávka definována jako množství zboží a služeb, které spotřebitelé chtějí a které jim může být poskytnuto za předem stanovenou cenu v určitém časovém období. Stejně jako u většiny zboží a služeb je křivka poptávky po zemním plynu obecně klesající, což odráží zákon klesajícího mezního užítku a ukazuje, že s rostoucí cenou plynu klesá množství, které si spotřebitelé chtějí a mohou dovolit koupit. Mezi determinanty poptávky patří:

- **Cena a substituční efekt.** Zvýšení cen plynu vede k poklesu spotřeby. Tento jev je dále prohlubován substitučním efektem, jinými slovy, když ceny plynu rostou, spotřebitelé hledají alternativní zdroje energie, které by zemní plyn nahradily.
- **Ekonomický růst a příjmový efekt.** S rostoucím příjmem se zvyšuje spotřeba energie, včetně zemního plynu. Naopak během ekonomického poklesu může poptávka po plynu při nízkých příjmech klesat.
- **Sezónnost a počasí.** Poptávka po plynu na vytápění se v chladném období zvyšuje, ale v létě může klesat.
- **Technologický rozvoj.** Kromě rozvoje solární a větrné energie mohou potřebu plynu snížit účinnější spotřebiče a tepelná izolace budov.
- **Regulace a energetická politika.** Legislativa zaměřená na snižování emisí skleníkových plynů a podporu využívání obnovitelných zdrojů energie může snížit využívání fosilních paliv, včetně zemního plynu. Na druhou stranu politika podporující využívání zemního plynu jako relativně čistšího fosilního paliva, např. uhlí, může stimulovat poptávku [6].

Tržní spekulaci

Evropské ceny plynu jsou silně ovlivňovány tržními spekulacemi, přičemž vysoká závislost na dovozu zvyšuje pravděpodobnost spekulací. Plánování spotřeby zemního plynu závislými společnostmi nebo spotřebiteli komplikuje skutečnost, že spekulanti mohou rychle ovlivnit ceny nákupem nebo prodejem futures kontraktů v reakci na krátkodobé očekávané změny v nabídce a poptávce.

Jedním z hlavních právních předpisů v této oblasti je nařízení Evropské unie o trzích finančních nástrojů (MiFID II) a nařízení o trzích s deriváty, tržních infrastrukturách a centrálním zúčtování (EMIR). EMIR byl zaveden v reakci na finanční krizi v roce 2008 s cílem zvýšit stabilitu a transparentnost trhů s deriváty. Nařízení se vztahuje na všechny typy derivátů, včetně těch, které jsou obchodovány mimo regulované trhy. Nalezení rovnováhy mezi omezením spekulativní činnosti, udržováním tržní likvidity a efektivity je nejtěžším problémem, jelikož přílišná regulace může omezit obchodní aktivitu a snížit tržní likviditu, což vede k cenové volatilitě a potížím se zajišťováním [19] [20].

Obnovitelné zdroje energie:

Obnovitelné zdroje energie, jako solární a větrná energie, poskytují větší možnost výroby dostatečného množství čisté energie. energii ze slunce lze využít pomocí fotovoltaických zařízení pro efektivní akumulaci energie. Druhou možností je jaderná energie, která je rovněž kontroverzní z důvodu bezpečnostních rizik a vzniku jaderného odpadu. Biomasa se skládá z biologické hmoty, která může poskytovat energii, ale její rozsáhlé pěstování a intenzivní výroba vyžadují obrovské investice, a tím omezují využití. Mezi další obnovitelné zdroje energie patří vodní energie, bioplyn, a dokonce i geotermální energie, avšak každý z nich má své výhody a nevýhody. Všechny zmíněné alternativní zdroje energie vedou ke změnám v energetické politice, a tedy i v legislativě, která přímo ovlivňuje ceny plynu [14].

3.3.6 Spotřeba zemního plynu

Spotřeba zemního plynu v Evropské unii je rozdělena do několika klíčových odvětví, což odráží rozmanitost použití. Spotřeba má přímý dopad na ekonomiku a pro každou zemi v EU je důležité znát úroveň spotřeby v jednotlivých odvětvích, aby bylo zajištěno efektivní rozdělování zdrojů a minimalizována rizika spojená s cenovými šoky.

Domácnosti

Zemní plyn je v domácnosti zcela nezbytný, používá se k vytápění, vaření, a dokonce i k ohřevu vody. Většina domácností je vybavena plynovým centrálním vytápěním. Takový systém se ve skutečnosti snadno ovládá a v rámci takového systému je v podstatě lehké udržet v místnosti rovnoměrnou teplotu. Očekává se také, že spotřeba zemního plynu v sektoru domácnosti bude nadále klesat, a to zejména proto, že většina obyvatel začíná uplatňovat moderní a účinné způsoby vytápění domácností s pomocí obnovitelných zdrojů energie, jako je například zavádění solárních panelů na výrobu elektřiny [14].

Energetika

Energetický sektor EU se nachází na strategické klíčové pozici, konkrétně v oblasti výroby elektřiny a energie. Plynové elektrárny mohou zvyšovat a snižovat výrobu elektřiny s účinnou kontrolou zatížení, kterou lze udržet díky stabilitě sítě. To je nezbytné s rostoucím podílem obnovitelných zdrojů energie, které mají proměnlivý charakter. Elektrárny se neustále adaptují. Na jedné straně slouží jako řešení pro dekarbonizaci, zatímco na druhé straně dále přispívá k zvyšování emisí. Přesto hrají obrovskou roli v zajištění spolehlivých a regulovaných dodávek energie [14].

Průmysl

Evropský průmyslový sektor široce využívá zemní plyn k výrobě tepla a elektrické energie, což lze považovat za současné využití v chemickém průmyslu pro přeměnu surovin na různá zpracovaná hnojiva a zemědělské produkty. To znamená, že jde o úzkou provázanost mezi energetikou a průmyslovou výrobou s cenou a dostupností zemního plynu a přímo na ní závisí výrobní náklady, tedy i konkurenceschopnost podniků. Zemní plyn se tak především díky svým jedinečným vlastnostem stává základní surovinou pro řadu průmyslových odvětví patřících do oblastí metalurgie, sklářství, keramiky a dalších [14].

Transport

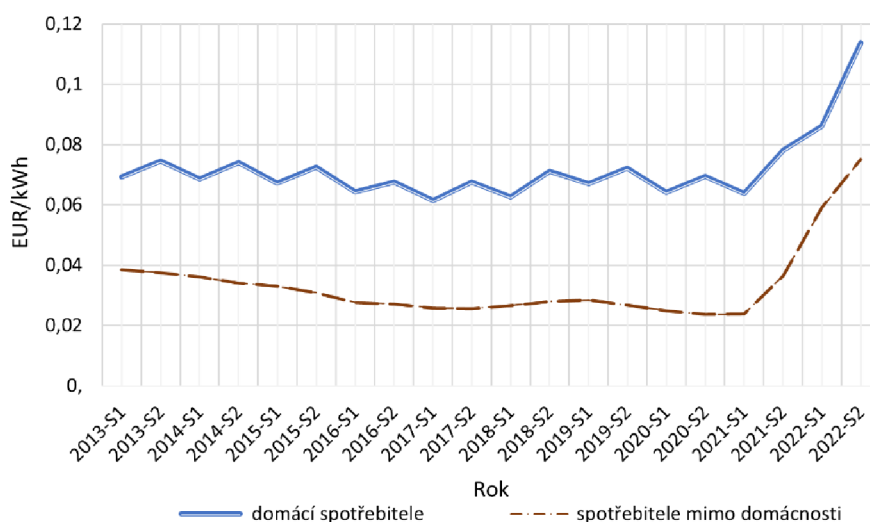
Sektor dopravy aktivně využívá zemní plyn v kapalné a stlačené formě jako alternativní palivo namísto tradičního benzínu a nafty. Tento trend souvisí s řadou blízkých snah o snížení emisí oxidu uhličitého a dalších znečišťujících látek, které produkují silniční doprava. Kromě komerční a nákladní dopravy se zemní plyn v dopravě rozšiřuje i na veřejnou dopravu, jako jsou autobusy a taxíky. Používání paliva na bázi zemního plynu přináší snížení ekologické zátěže ve městech a závislosti na produktech na bázi ropy [14].

4 Vlastní zpracování

4.1 Dynamika cen zemního plynu

Při analýze dynamiky cen plynu je třeba se zaměřit na dva hlavní segmenty spotřebitelů, a to domácnosti a subjekty mimo domácnosti. Hlavními proměnnými, které ovlivňují ceny pro domácnosti, jsou regulace, daně, distribuční náklady ovlivňované trhem, sociální a politické aspekty, jejichž cílem je zajistit cenovou dostupnost pro konečné spotřebitele. Na druhou stranu ceny pro jiné subjekty, než domácnosti jsou více ovlivňovány dynamikou trhu, jako je globální nabídka a poptávka, velkoobchodní indexy a smlouvy, což jim dává větší flexibilitu při úpravě spotřeby v reakci na cenové signály. Dynamika cen zemního plynu pro dva typy spotřebitelů v letech 2013-2022 je znázorněn na grafu 1.

Graf 1 Dynamika cen zemního plynu



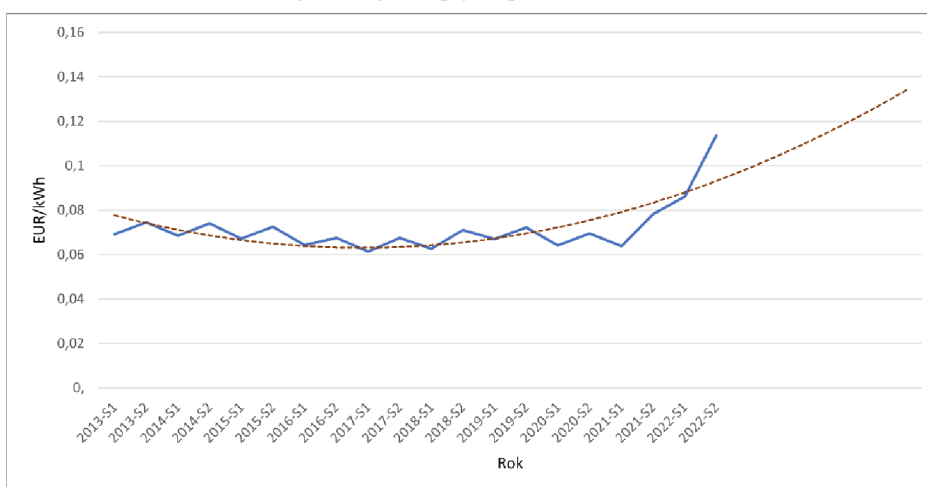
Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Pozoruje se, že ceny pro domácnosti a ceny mimo domácnosti se vyvíjejí souběžně s mírnými rozdíly v některých letech. Oba typy spotřebitelů však vykazují od roku 2021 rostoucí trend cen zemního plynu.

V prvním pololetí roku 2013 činily ceny zemního plynu 0,0692 EUR/kWh pro spotřebitele z oblasti domácností a 0,0385 EUR/kWh pro spotřebitele z oblasti mimo domácností. Ve druhé polovině roku 2013 se ceny zemního plynu pro spotřebitele domácností zvýšily na 0,0746 EUR/kWh, což představuje nárůst o 7,8 %, který odráží vyšší poptávku v chladnějších měsících, zatímco ceny pro spotřebitele mimo domácnost se snížily o 2,6 % na 0,0375 EUR/kWh, protože probíhající revoluce v oblasti břidlicového plynu vedla ke zvýšení nabídky a snížení cen na trhu se zemním plynem. V roce 2014 ceny v první a druhé polovině roku zopakovaly trend z roku 2013, pro domácnosti klesly v první polovině roku o 8,04 % a ve druhé polovině roku vzrostly o 8,02 %, zatímco pro subjekty mimo domácnosti klesly ceny v první polovině roku 2014 o 3,73 % a ve druhé polovině roku o 5,54 %, což odráželo vyšší poptávku v zimních měsících během topné sezóny a pokračující stabilní politické klima v hlavních producentských zemích. V porovnání s koncem roku 2014 se cena pro domácnosti v prvním pololetí roku 2015 snížila z 0,0741 EUR/kWh na 0,0672 EUR/kWh, což představuje pokles o 9,31 % vzhledem k tomu, že rok začal poklesem světových cen ropy, který ovlivnil i trh se zemním plynem. Ten byl způsoben nadměrnou nabídkou v USA a nižší poptávkou v Asii, zejména v Číně. Kromě nadměrné nabídky vedly zvýšené investice do obnovitelných zdrojů energie k poklesu cen zemního plynu pro spotřebitele mimo domácnost o 6,36 % z 0,033 EUR/kWh na 0,0309 EUR/kWh o 6,36 % v roce 2015. Po prudkém poklesu v první polovině roku 2016 se ceny energie pro domácnosti začaly oživovat a do konce roku vzrostly na 0,0643 EUR/kWh a dále se zvýšily na 0,0675 EUR/kWh o 4,98 %. Rok 2017 se vyznačoval nárůstem cen pro domácnosti v druhé polovině roku na 0,0258 EUR/kWh v důsledku konfliktů na Blízkém východě a do konce roku 2017 se ceny pro domácnosti snížily na 0,0256 EUR/kWh o 0,78 %. V roce 2018 se ceny v sektoru mimo domácnost začaly zvyšovat z 0,0256 EUR/kWh na 0,0266 EUR/kWh v první polovině roku a na 0,028 EUR/kWh v druhé polovině roku o 5,26 % v důsledku zpřísnění environmentální regulace EU. K charakteristickému poklesu cen v sektoru domácností došlo v roce 2020, a to o 11 % oproti roku 2019, neboť pandemie Covid-19 vedla k hospodářskému poklesu a snížení cen. Podobná situace byla zaznamenána i v sektoru mimo domácnosti, kde ceny v první polovině roku 2020 oproti konci roku 2019 poklesly o 6,74 %. Období 2021-2022 je charakterizováno překonáním pandemie a začátkem energetické krize v EU způsobené nízkými dodávkami plynu a také sníženými dodávkami z Ruska v důsledku konfliktu na Ukrajině, což vedlo k prudkému nárůstu cen pro domácnosti v roce 2022 o 64,31 % oproti roku 2013, zatímco pro odběratele mimo domácnosti bylo druhé pololetí roku 2022 o 95 % vyšší než v roce 2013.

Trendová funkce dynamiky cen zemního plynu pro domácnosti, vyjádřena v EUR/kWh během období 2013-S1 až 2022-S2, je prezentovaná na grafu 2. Kvadratická trendová funkce má tvar $T_t = 0,0818 - 0,0042t + 0,0002t^2$. Na základě této funkce a předpovědi na tři roky dopředu lze očekávat, že ceny zemního plynu pro domácnosti budou postupně růst. Funkce odráží střední úroveň vysvětlující variability cen zemního plynu vzhledem k časové proměnné, což se projevuje hodnotou koeficientu determinace $I^2 = 0,58309$ a indexu korelace $I = 0,7636$.

Graf 2 Trendová funkce dynamiky cen plynu pro domácnosti



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Model je schopen vysvětlit značnou část variability cen plynu v čase, ale stále zůstává určitý prostor pro nepředvídané výkyvy, které model nemůže plně zachytit.

$$T_{2023-S1} = 0,0988$$

$$T_{2023-S2} = 0,1049$$

$$T_{2024-S1} = 0,1114$$

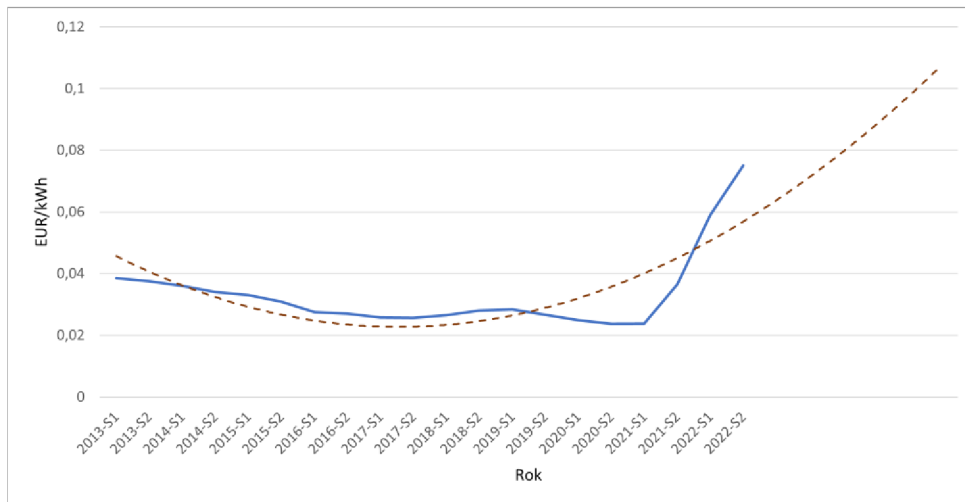
$$T_{2024-S2} = 0,1184$$

$$T_{2025-S1} = 0,1260$$

$$T_{2025-S2} = 0,1340$$

Skutečné ceny zemního plynu se mohou lišit od predikovaných hodnot v případě významných změn na trhu, jako jsou výkyvy v nabídce a poptávce, geopolitický vývoj nebo změny regulací.

Graf 3 Trendová funkce dynamiky cen pro ostatní spotřebitele včetně prognózy



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Graf 3 prezentuje kvadratický trend cen zemního plynu pro spotřebitele mimo domácnosti, reprezentovaný funkcí ve tvaru $T_t = 0,0514 - 0,006t + 0,0003t^2$. Tato funkce s koeficientem determinace $I^2 = 0,6404$ a koeficientem korelace $I = 0,8002$ naznačuje, že model má silnou korelaci a přibližně 64 % variability je vysvětleno modelem. Predikované hodnoty se rovnají:

$$T_{2023-S1} = 0,0638$$

$$T_{2023-S2} = 0,0712$$

$$T_{2024-S1} = 0,0793$$

$$T_{2024-S2} = 0,0881$$

$$T_{2025-S1} = 0,0975$$

$$T_{2025-S2} = 0,1075$$

Z vypočtených předpovědí vyplývá, že dochází k vyrovnávání cen jak pro domácnosti, tak pro ostatní spotřebitele. Při provedeném výpočtu se tento rozdíl sníží z 0,0349 EUR/kWh stanoveného pro první polovinu roku 2023 na 0,02654 EUR/kWh do konce roku 2025. Procentuální rozdíl cen pro oba typy spotřebitelů se tak mezi jednotlivými pololetími snižuje o 5,37 %. Což odráží, že stát méně zasahuje přímo do trhu se zemním plynem a nechává regulaci cen a rozhodnutí na tržních silách. Však může být skutečný vývoj cen ovlivněn řadou vnějších faktorů i přes modelové výsledky.

4.2 Dynamika produkce zemního plynu

Analýza produkce zemního plynu v Nizozemsku a Norsku (mimo EU) je nezbytná pro odhad budoucí energetické bilance EU, pochopení dynamiky trhu a vytvoření politik, které zaručí spolehlivé a udržitelné dodávky.

Tabulka 3 prezentuje data o produkci zemního plynu v členských státech EU, jako jsou Nizozemsko a Německo, stejně jako v státech mimo EU, jako jsou Spojené království a Norsko, a celkové množství zemního plynu vyprodukovaného ve všech členských státech EU.

Tabulka 3 Produkce zemního plynu v zemích EU i mimo EU

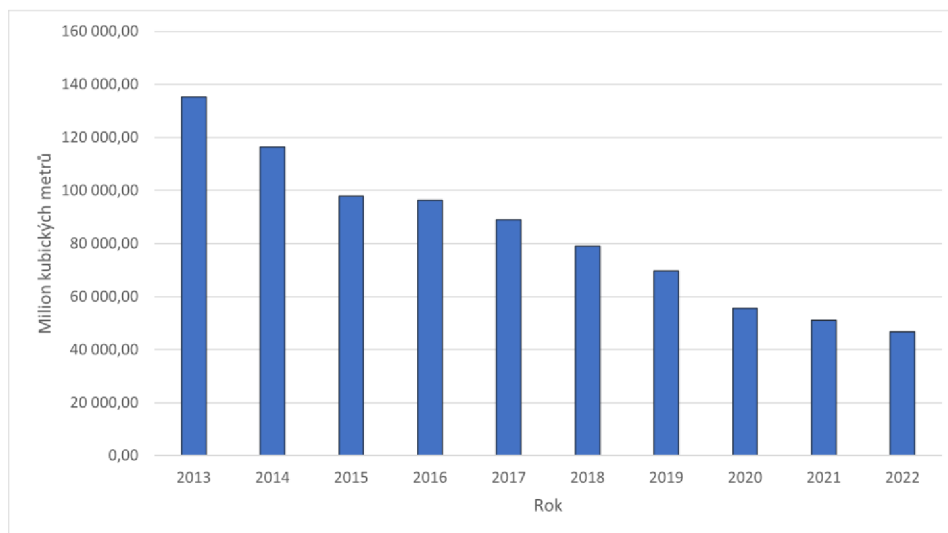
Rok	EU	Nizozemsko	Norsko	Německo	Spojené Království
2013	135 259,581	86 872,000	113 131,901	12 220,000	37 350,000
2014	116 513,403	72 451,000	112 835,356	9 469,000	38 766,000
2015	97 816,332	55 047,683	121 351,767	8 730,000	40 480,000
2016	96 315,583	53 147,422	120 634,373	9 033,000	41 694,183
2017	89 057,416	45 509,504	128 678,904	8 247,525	42 100,344
2018	79 053,242	38 978,063	126 228,985	6 509,316	41 034,052
2019	69 704,528	33 289,903	119 033,193	5 995,841	39 672,721
2020	55 704,414	24 109,675	115 916,409	5 863,640	39 784,367
2021	51 104,097	21 624,494	119 025,247	5 383,872	32 235,875
2022	46 835,586	17 975,550	128 052,191	5 008,412	38 542,356

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Toto období zahrnuje data od roku 2013 do roku 2022. V roce 2022 se celkové množství zemního plynu vyprodukovaného v EU snížilo o 67 % v porovnání s rokem 2013, což odráží klesající trend. V souladu s tím vykazují země EU, Nizozemsko a Německo také výrazný pokles produkce zemního plynu, přičemž v Německu se produkce od roku 2013 do roku 2022 snížila o 59 % v důsledku vyčerpání zdrojů a přechodu na alternativní zdroje energie a v Nizozemsku o 79 % v důsledku seismické aktivity a postupného ukončení produkce plynu v největším evropském plynovém ložisku. Naopak Norsko vykazuje 13 % nárůst těžby oproti roku 2013, což z něj činí klíčového dodavatele plynu do Evropy, a Spojené království navzdory výkyvům v produkci plynu celkovou produkcí mezi lety 2013 a 2022 zvýšilo o 3 %.

Na grafu 4 je znázorněna produkce zemního plynu ve všech členských státech EU v milionech metrů kubických během období 2013 až 2022.

Graf 4 Dynamika produkce zemního plynu v EU v letech 2013-2022



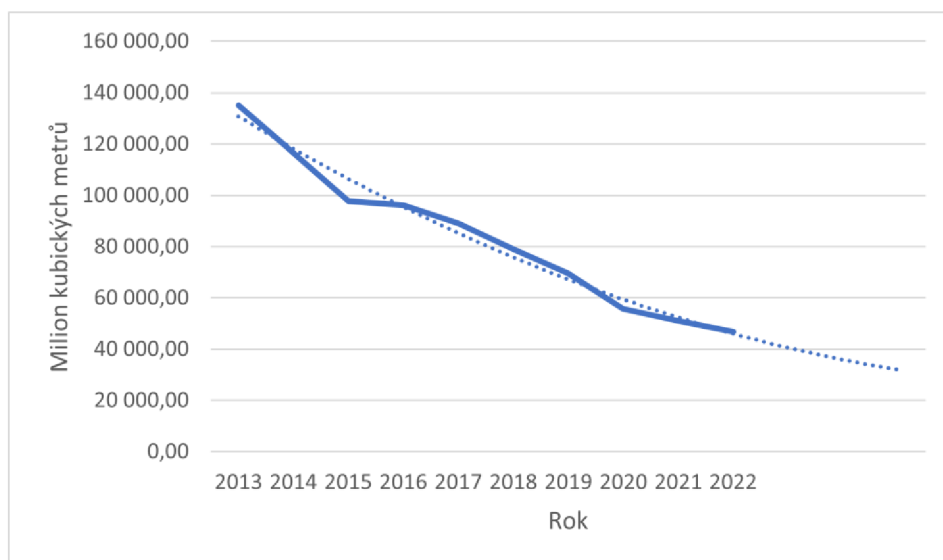
Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

V roce 2013 produkce zemního plynu činila 135 259,58 milionu metrů kubických. V roce 2014 se těžba zemního plynu snížila o 13,86 % na 116 513,40 milionu metrů kubických. Trend poklesu těžby pokračoval a v roce 2015 se produkce snížila o 16 % na 97 816,33 milionu metrů kubických. V roce 2016 byl pokles oproti všem ostatním rokům menší o 1,53 % na 96 315,58 milionu metrů kubických, jelikož v tomto roce byla podepsána Pařížská klimatická dohoda a přijaty dohody o snížení emisí, v roce 2017 již pokles produkce dosáhl hodnoty 89 057,42 milionu metrů kubických, což je o 7,54 % méně. V letech 2018 a 2019 se produkce snížila rovnoměrně o 11 % a v roce 2019 dosáhla 69 704,53 milionu metrů kubických. Před rokem 2020 EU zavedla "Evropskou zelenou dohodu" a přijala "Balíček čisté energie pro všechny", jehož cílem je snížit využívání fosilních paliv a přejít na obnovitelné zdroje energie do roku 2050. V roce 2020 došlo k největšímu poklesu o 20 % a produkce dosáhla hodnoty 55 704,41 milionů metrů kubických, což odráží dopad pandemie COVID-19 a to zejména v souvislosti s prudkým poklesem poptávky po energii v důsledku uzavření průmyslových podniků a výrazného snížení hospodářské aktivity. V roce 2021 bylo v zemích EU vyprodukováno 51 104,10 milionů metrů kubických zemního plynu a v posledním roce 2022 tohoto období tato hodnota činila 46 835,59 milionů metrů kubických.

Celkově lze konstatovat, že trend produkce zemního plynu v zemích EU má po celou dobu klesající tendenci, celková produkce vykázala pokles ze 135 259,58 milionu metrů kubických na 46 835,59 milionu metrů kubických, což znamená pokles o 88 423,99 milionu metrů kubických. Průměrný roční pokles činil přibližně 9,419 milionu metrů kubických.

Na grafu 5 je znázorněna kvadratická trendová funkce, která byla vybraná pro popis dynamiky produkce zemního plynu v EU na základě nejvyšších hodnot indexu determinace $I^2 = 0,9808$ a indexu korelace $I = 0,9903$, model vysvětluje přibližně 98,08% variability dat a vykazuje velmi silnou pozitivní korelaci. Tvar funkce je $T_t = 144188 - 13743t + 393,11t^2$.

Graf 5 Trend vyjadřující dynamiku produkce plynu v EU



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Na základě grafické analýzy lze konstatovat, že vytvořená kvadratická funkce přesně odráží skutečný vývoj těžby zemního plynu v EU. Tříletá prognóza trendové funkce je tedy následující:

$$T_{2023} = 40582,3416$$

$$T_{2024} = 35881,0637$$

$$T_{2025} = 31966,0154$$

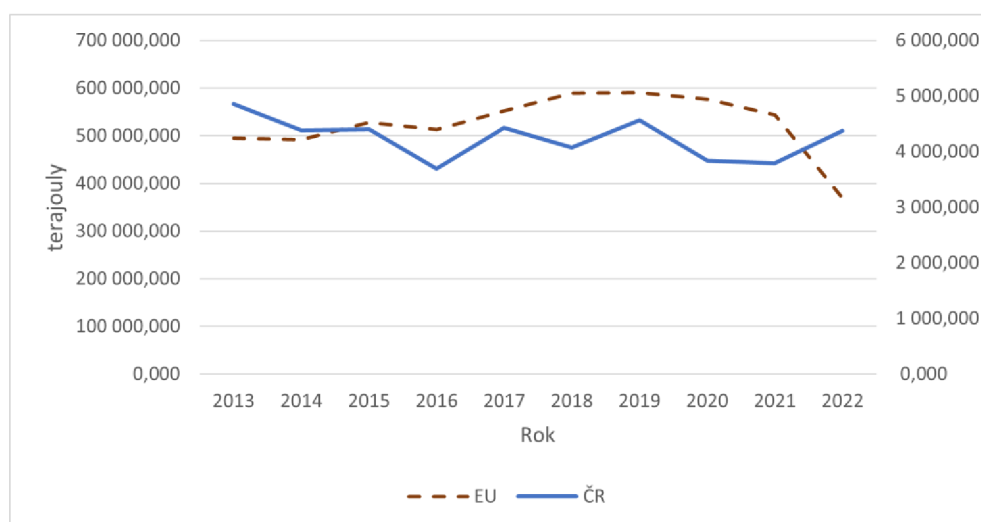
Podle předpovědí produkce na příští roky bude klesající trend pokračovat, což odpovídá probíhajícím snahám o přesun od fosilních paliv k obnovitelným zdrojům energie.

4.3 Dynamika spotřeby zemního plynu

Analýza spotřeby zemního plynu v odvětví energetiky a v odvětví domácnosti je především aktuální v souvislosti s rostoucími obavami o energetickou bezpečnost a diverzifikaci energetických zdrojů. Tyto sektory jsou v centru pozornosti jako dva největší spotřebitelé zemního plynu a klíčová odvětví pro investice a zavádění technologií.

Graf 6 prezentuje spotřebu zemního plynu v sektoru energetiky v terajoulech pro EU a ČR během období 2013-2022.

Graf 6 Dynamika spotřeby zemního plynu v sektoru energetiky



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

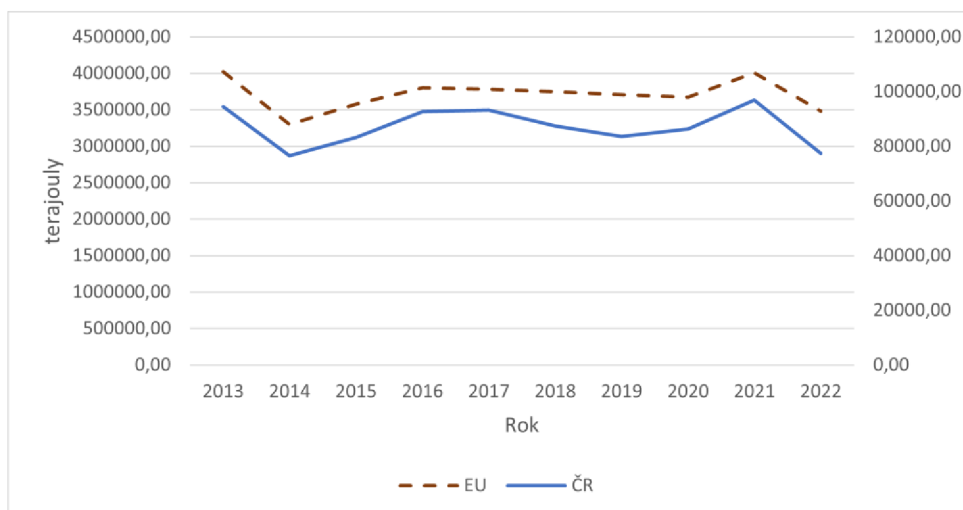
V roce 2013 dosáhla spotřeba zemního plynu v energetice v EU celkem 495 089 940 TJ a v České republice 4 859 000 TJ. V roce 2014 se spotřeba zemního plynu v Evropě snížila o 0,76 % na 491 329 839 TJ, v České republice se spotřeba snížila ještě více, a to o 9,71 % na 4 387 000 TJ, což je způsobeno zvýšením energetické účinnosti po zavedení směrnice o energetické efektivnosti v roce 2012. Spotřeba energie v roce 2015 vzrostla jak v celé EU, tak v ČR, v případě ČR nárůst činil 0,30 % na 4 400 000 TJ a v EU nárůst představoval 7,4 % na 527 684 277 TJ. V roce 2016 došlo v ČR k největšímu poklesu spotřeby zemního plynu v energetice, a to o 16 % na 3 696 000 TJ, zatímco v EU došlo k poklesu o 2,72 % oproti roku 2015 a celkem bylo spotřebováno 513 309 830 TJ. V následujícím roce 2017 naopak došlo k nejvyššímu nárůstu za toto období u ČR o 19,74 % oproti předchozímu roku 2016 a to ve výši 4 426 000 TJ, vzhledem k chladným zimám, v EU došlo k nárůstu o 7,63 % a to ve výši 552 491 235 TJ. V Evropě došlo v roce 2018 k nárůstu spotřeby zemního plynu o 6,62 % oproti roku 2017 a celková spotřeba dosáhla

589 078 342 TJ, zatímco v České republice došlo v tomto roce k poklesu o 7,91 % na celkovou hodnotu 4 075 975 TJ. V roce 2019 došlo v ČR znovu k velkému nárůstu spotřeby, oproti roku 2018 se spotřeba zvýšila o 11,96 % na 4 563 269 TJ, zatímco v EU došlo k mírnému nárůstu o 0,32 % na 590 936 193 TJ. V roce 2022 se spotřeba Evropské unie i České republiky znovu klesá, a to o 2,35 %, pro Evropskou unii a o 15,82 %, pro Českou republiku, podobný pokles byl zaznamenán již v roce 2016. V roce 2021 pak pro Českou republiku došlo opět k 1,28 % poklesu spotřeby oproti roku 2020 na 3 792 321 TJ, v Evropské unii došlo také k poklesu a hodnota dosáhla 544 120 231 TJ, což je způsobeno vlivem pandemie. V roce 2022 došlo v Evropě k největšímu poklesu v tomto období o 32,27 % na 368 531 531 TJ, na trhu se zemním plynem působila opatření EU na snížení poptávky po fosilních palivech z Ruska v rámci plánu REPowerEU, v České republice naopak došlo k nárůstu o 15,28 % na 4 371 872 TJ.

Obecně lze říci, že časové období 2013-2022 vykazuje v Evropské unii klesající trend, kdy se celá spotřeba snížila o 25,56 %, zatímco v České republice se v této desetiletí snížila méně výrazně, a to o 10,03 %. Meziroční snížení spotřeby v sektoru energetiky pro Evropskou unii činí 3,23 %, pro Českou republiku je to 1,17 %. To signalizuje rozdíly v národní energetické politice České republiky a v současném celkovém směřování Evropské unie k alternativním zdrojům energie.

Na základě tohoto grafu 7 je možné sledovat dynamiku spotřeby zemního plynu v sektoru domácností EU a ČR, který pokrývá období 2013-2022, vyjádřený v terajoulech.

Graf 7 Dynamika spotřeby zemního plynu v sektoru domácnosti

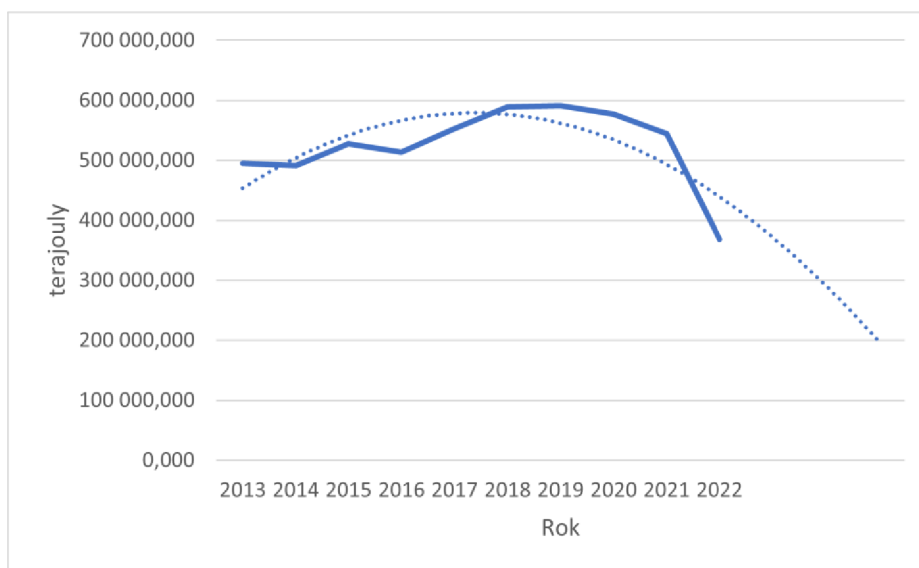


Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Konečně, z grafu spotřeby zemního plynu v sektoru domácnosti je zřejmé, že spotřeba plynu se v období 2013-2022 částečně měnila, ale víceméně nevykazovala žádný výrazný vzestupný nebo sestupný trend. To může naznačovat, že spotřeba zemního plynu v tomto případě podléhá různým faktorům, včetně změn počasí, cenových tarifů zemního plynu, přechodu na jiné zdroje energie a dalších socioekonomických faktorů, které mají větší dopad na spotřebu než samotný čas. Proto prognózování spotřeby v sektoru domácností pomocí časové řady s využitím trendové funkce je nerelevantní.

Níže uvedený graf 8 ilustruje změnu spotřeby zemního plynu v energetickém sektoru EU pomocí kvadratické trendové funkce, kterou lze vyjádřit jako $T_t = 389144 + 70594t - 6557,2t^2$. Důvod volby tohoto modelu spočívá v tom, že vysvětluje přibližně 58,80 % rozptylu dat, jak je patrné z hodnoty indexu determinace $I^2 = 0,5880$. Dále korelační koeficient $I = 0,7668$ potvrzuje poměrně vysokou míru lineární korelace mezi časem a spotřebou.

Graf 8 Trend dynamiky spotřeby v energetice v EU



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Na základě koeficientu determinace a korelace lze model považovat do jisté míry za spolehlivý a poměrně vhodný pro předpovídání budoucích trendů spotřeby zemního plynu v energetickém sektoru EU na další období:

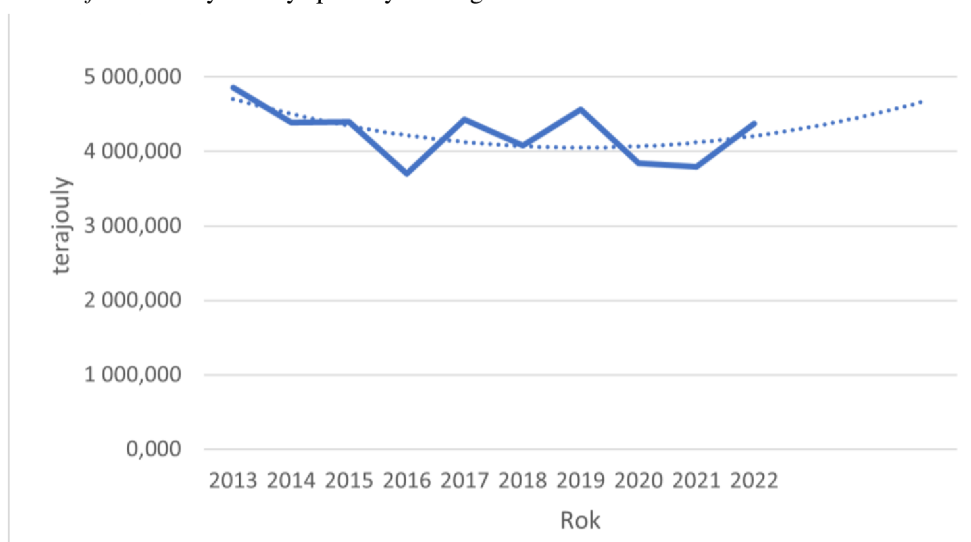
$$T_{2023} = 372258,93$$

$$T_{2024} = 292037,31$$

$$T_{2025} = 198701,25$$

Spotřebu zemního plynu v sektoru energetiky ČR ilustruje kvadratická trendová funkce ve tvaru $T_t = 4937,3 + 251,61t - 17,867t^2$, jak ukazuje graf 9. Funkce byla vybrána podle nejvyššího indexu determinace $I^2 = 0,3300$ a korelačního indexu $I = 0,5745$.

Graf 9 Trend dynamiky spotřeby v energetice v ČR



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Koeficient determinace je relativně nízký, což naznačuje, že model není zcela přesný při predikci spotřeby zemního plynu v energetickém sektoru. V předpovědích pro nadcházející léta může existovat určitá míra nejistoty, v letech 2016 a 2020 až 2021 model vykazuje větší rozdíly oproti skutečným hodnotám, ale trendová funkce může být stále použita pro obecný popis spotřeby v energetickém sektoru ČR. Modelové predikce na další 3 roky vykazují mírný nárůst spotřeby zemního plynu:

$$T_{2023} = 4331,41$$

$$T_{2024} = 4490,73$$

$$T_{2025} = 4685,78$$

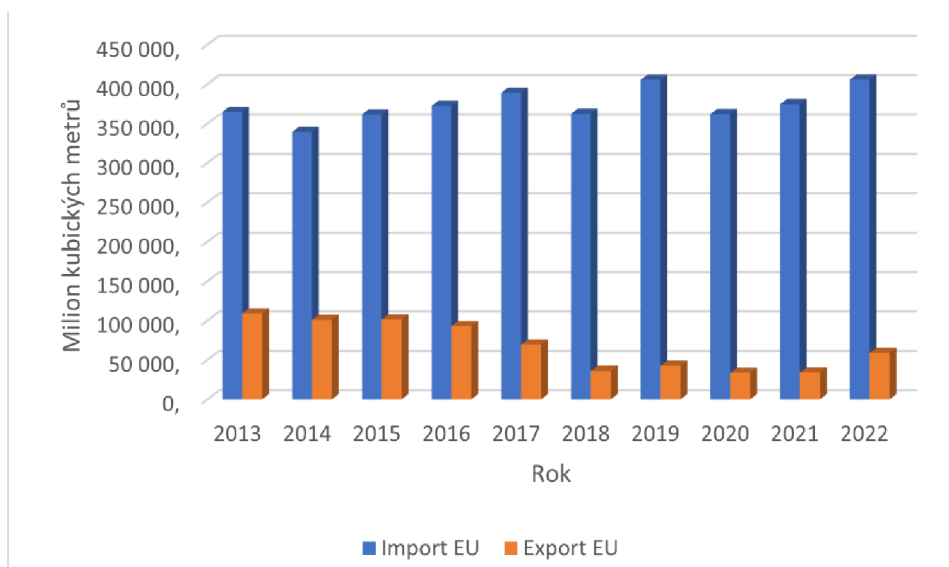
Ve skutečnosti je málo pravděpodobné, aby došlo k výraznému zvýšení spotřeby zemního plynu v energetickém sektoru v České republice. Lze očekávat, že spotřeba v EU bude nadále klesat v souladu s politickými cíli a tlakem na dekarbonizaci energetiky.

4.4 Dynamika exportu a importu zemního plynu v EU

Míra závislosti na vnějších dodávkách zemního plynu se posuzuje na základě analýzy importu. V kontextu rostoucí geopolitické nestability umožňuje pochopení těchto závislostí Evropské unii vypracovat strategie pro zajištění energetické bezpečnosti. Zatímco analýza exportu umožňuje posoudit vnitřní trh a potenciál pro rozvoj energetické infrastruktury.

Graf 10 ukazuje dynamiku exportu a importu zemního plynu v rámci Evropské unie v období 2013-2022.

Graf 10 Dynamika exportu a importu zemního plynu v EU



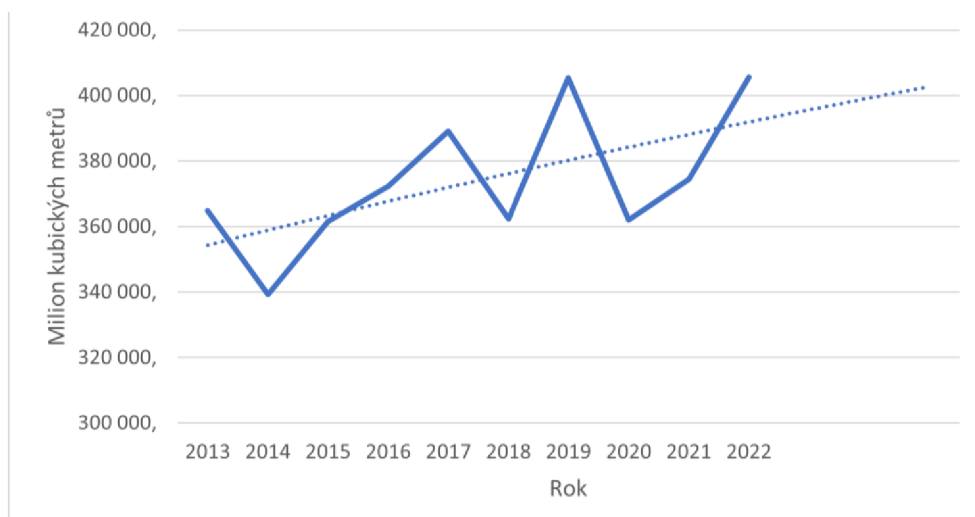
Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

V roce 2013 dosáhl import zemního plynu do EU celkem 364 760,736 milionů metrů kubických. Naproti tomu vývoz zemního plynu dosahoval 109 096,314 milionu metrů kubických. V roce 2014 se import snížil o 6,97 % na 339 322,925 milionu metrů kubických, což lze vysvětlit konfliktem mezi Ruskem a Ukrajinou a následným dopadem na tranzitní trasy přes Ukrajinu. Export zemního plynu se snížil o 7,55 % na 100 861,012 milionu metrů kubických, což bylo způsobeno následným uvalením sankcí. Import zemního plynu se v roce 2015 mírně zvýšil o 6,52 % na 361 460,017 milionu metrů kubických, což odráželo nižší ceny na trhu s ropou a plynem. Export zemního plynu se zvýšil o 0,50 % na 101 366,588 milionu metrů kubických. V roce 2016 import zemního plynu opět vzrostl, tentokrát o 3,02 % na 372 352,385 milionů metrů kubických, zatímco export poklesl o 8,31 % na 92 936,326 milionů metrů kubických, což může souviset s geopolitickým napětím. V roce 2017 dosáhl import zemního plynu do EU 389 057,730 milionu metrů kubických, což představuje nárůst o 4,49 %, zatímco export plynu klesl o 25,09 % na 69 535,889 milionu metrů kubických, což svědčí o klesající těžbě v rámci EU. Import se v roce 2018 snížil

o 6,88 % na 362 339,237 milionu metrů kubických, což mohlo být důsledkem zvýšeného využívání obnovitelných zdrojů energie nebo energetické účinnosti v EU. Export zemního plynu klesl na 35 996,452 milionu metrů kubických, tedy o 48,19 %, což je důsledek dalšího snížení těžby. V roce 2019 se import a export zemního plynu opět zvýšil, přičemž import vzrostl o 11,89 % a export o 17,88 %. V roce 2020 se dovoz snížil o 10,69 % na 362 008,090 milionu metrů kubických a export o 20,91 % na 33 561,214 milionu metrů kubických, což může být důsledek pandemie COVID-19 a s ní spojeného poklesu ekonomické aktivity. Rok 2021 je charakterizován hospodářským oživením po pandemii, přičemž import zemního plynu vzrostl o 3,45 % na 374 502,517 milionu metrů kubických a export o 1,20 % na 33 962,313 milionu metrů kubických, což naznačuje stabilizaci trhu po předchozím poklesu. V roce 2022 se dovoz zvýšil o 8,31 % na 405 619,876 milionu metrů kubických, zatímco vývoz zemního plynu zaznamenal nárůst o 73,84 % na 59 109,674 milionu metrů kubických, což odráží zvýšení množství vyváženého LNG.

Na grafu 11 je zobrazená trendová funkce popisující dynamiku importu zemního plynu v EU. Funkce má tvar $T_t = 349672 + 4696,4t - 47,203t^2$, z důvodu vyššího koeficientu determinace $I^2 = 0,3655$ a korelačního indexu $I = 0,6046$ byl zvolen model.

Graf 11 Kvadratická funkce trendu importu plynu v EU



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Model má střední schopnost předpovědi budoucích vývoje importu podle indexu determinace a korelaci. Jinými slovy, z grafu je patrné, že kvadratická trendová funkce odráží skutečný vývoj importu plynu jen slabě. Její hodnoty se výrazně liší od hodnot prognózy pro období 2019 až 2022. Další tři roky prognózy:

$$T_{2023} = 395621,22$$

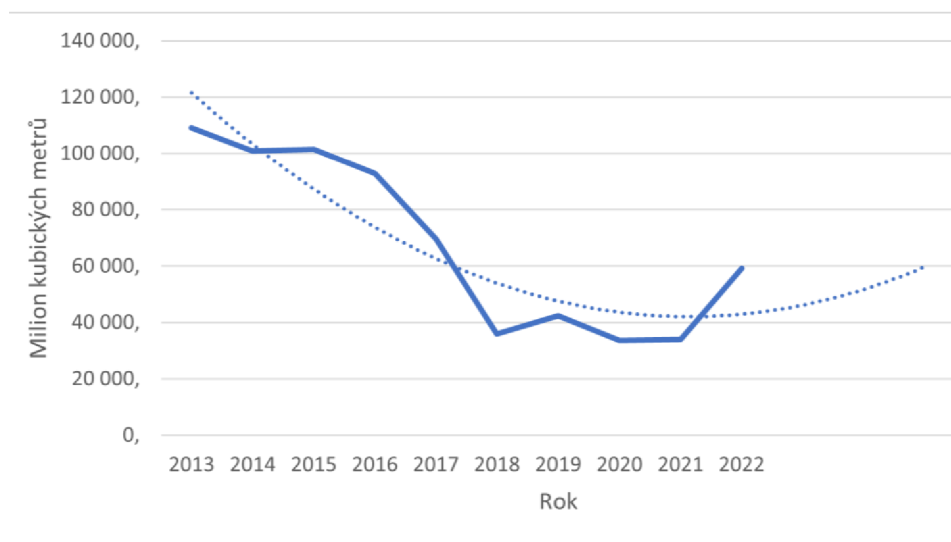
$$T_{2024} = 399231,98$$

$$T_{2025} = 402748,33$$

Lze očekávat, že import zemního plynu do EU si udrží mírně rostoucí trend, dokud nebudou plně rozvinuty obnovitelné zdroje energie.

Graf 12 charakterizuje kvadratickou funkce popisující dynamiku exportu zemního plynu v EU ve tvaru. $T_t = 142271 + 21896t - 11959t^2$, funkce byla zvolena na základě nevyššího indexu determinace $I^2 = 0,8200$ a korelačního indexu $I = 0,9055$.

Graf 12 Kvadratická funkce trendu exportu plynu v EU



Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Z hlediska toho, že korelační koeficient a koeficient determinace mají vysoké hodnoty, takže model má vysokou schopnost vysvětlit variabilitu dat. Při vizuálním posouzení trendového grafu lze pozorovat, že v letech 2016, 2020 až 2022 dochází k významným odchylkám od skutečných hodnot. Toto může být způsobeno vnějšími faktory, který model nezohledňuje. Následující předpověď na tři roky:

$$T_{2023} = 46120,81$$

$$T_{2024} = 51730,82$$

$$T_{2025} = 59732,65$$

Navzdory zpomalení růstu exportu zůstává perspektiva pro export zemního plynu pozitivní a bude v příštích letech nadále mírně růst.

5 Závěr

Popis trendů, který byl proveden, shrnuje několik klíčových bodů, které charakterizují celkovou dynamiku spotřeby, těžby a obchodu se zemním plynem v EU a v České republice v období 2013 až 2022.

Dynamika cen zemního plynu zaznamenala, že zvýšení cen plynu mimo domácnosti bylo většinou mnohem výraznější, konkrétně ve druhé polovině roku 2022 zvýšení dosáhlo 95 % oproti roku 2013. Podle dat z Eurostatu ve stejném období u spotřebitelů domácnosti došlo k nárůstu cen o 64,31 %. Změna dynamiky cen mezi oběma segmenty spotřebitelů ukazuje, že trh s plynem pro subjekty mimo domácnosti je pravděpodobně značně ovlivněn tržními a globálními faktory, které ovlivňují nabídku a poptávku, což vede k vyšší volatilitě cen.

Další zkoumání dat o produkci zemního plynu v EU a některých státech mimo EU ukázalo tendenci k výraznému poklesu. V roce 2013 činila celková produkce 135 259,58 milionu metrů kubických, zatímco v roce 2022 představovala 46 835,59 milionu metrů kubických. Jedná se o celkový pokles o více než 65 %, což jednoznačně dokládá pokles těžby zemního plynu v EU. Tento pokles je velmi výrazný zejména v Nizozemsku a Německu, kde došlo k vyčerpání zdrojů a větší závislosti na alternativních zdrojích energie. Mezitím Norsko, země, která nepatří do EU, zaznamenalo nárůst těžby o 13 % oproti roku 2013 a stále patří mezi přední dodavatele plynu do zemí EU.

Energetický sektor vykázal tendence poklesu spotřeby zemního plynu v rámci sledovaného desetiletí. Tento trend vychází z řady faktorů, které lze označit jako zlepšení energetické účinnosti, vliv obnovitelných zdrojů energie a politická opatření zaměřená na snížení spotřeby. Pokud jde o Českou republiku, snižování spotřeby se nevyvíjelo tak výrazné jako v případě spotřeby EU, což je potenciálně způsobeno národními, specifickými energetickými politikami.

Dovoz do EU v roce 2022 zvýšil o 11,2 % než v roce 2013. Na druhou stranu vývoz z EU v roce 2022 vzrostl na 59 109,674 milionu metrů krychlových, což je sice nárůst oproti minulým letům, ale oproti roku 2013 se snížil o 45,8 %. To dokazuje, že bez ohledu na nárůst exportního potenciálu v roce 2022 ze strany EU stále dochází k velkému dovozu zemního plynu a energetická citlivost EU zůstává silná.

Celková dynamika na energetickém trhu EU ukazuje na pokles hodnot domácí produkce a rostoucí závislost na dovozu. To zdůrazňuje požadavek evropské energetické nezávislosti a příklonu k obnovitelným zdrojům energie.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] HINDLS, Richard, ARLTOVÁ, Markéta, HRONOVÁ, Stanislava, MALÁ, Ivana, MAREK, Luboš, PECÁKOVÁ, Iva, ŘEZANKOVÁ, Hana. Statistika v ekonomii. Praha: Professional Publishing, 2018. 395 s. ISBN 978-80-88260-09-7.
- [2] HINDLS, Richard et al. Statistika pro ekonomy. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.
- [3] PINKA, Ján a PINKA, Lukáš. Ekonomika ropy a zemního plynu. Vydanie: prvé. Ostrava: Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, 2015. 201 stran. ISBN 978-80-248 3872-4.
- [4] Background. [online] NaturalGas.org [Citace: 20.09.2013.]. Dostupné z: <http://naturalgas.org/overview/background/>
- [5] Zemní plyn – těžba, vlastnosti a rozdělení. [online] OENERGETICE.cz [Citace: 12.04.2015.]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/>
- [6] ĎURICA, Dušan, SUK, Miloš a CIPRYS, Vladimír. Energetické zdroje včera, dnes a zítra. Vyd. 1. Brno: Moravské zemské muzeum, 2010. 165 s. ISBN 978-80-7028-374-5.
- [7] Těžba plynu v Evropě. [online] plyn.cz [Citace: 4.11.2014.]. Dostupné z: <https://www.plyn.cz/>
- [8] Netherlands. [online] U.S. Energy Information Administration [Citace: 01.08.2016.]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/>
- [9] Germany. [online] Enerdata [Citace: 09.01.2022.]. Dostupné z: <https://www.enerdata.net/>
- [10] United Kingdom. [online] U.S. Energy Information Administration [Citace: 11.05.2022.]. Dostupné z: <https://www.eia.gov/>
- [11] CIHELKOVÁ, E. Vnější ekonomické vztahy Evropské unie. Praha: C.H. Beck, 2003. ISBN 80-7179-804-5.
- [12] Norwegian. [online] Norwegian Petroleum [Citace 21.02.2024]. Dostupné z: <https://www.norskpetroleum.no/en/>
- [13] Těžba zemního plynu. [online] METGroup [Citace: 30.09.2020]. Dostupné z: <https://group.met.com/en>
- [14] VLČEK, Tomáš a ČERNOCH, Filip. Energetický sektor České republiky. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 501 s. ISBN 978-80-210-5982-5.

- [15]TEN. [online] European Commission [Citace: 24.07.2006.]. Dostupné z:
https://commission.europa.eu/index_en
- [16]BINHACK, P. -- TICHÝ, L. Energetická bezpečnost ČR a budoucnost energetické politiky EU. Praha: Ústav mezinárodních vztahů, 2011. ISBN 978-80-87558-02-7.
- [17]Natural gas price. [online] Constellation [Citace: 09.05.2023]. Dostupné z:
<https://blogs.constellation.com/>
- [18]EROEI. [online] THUNDER SAID ENERGY [Citace: 23.03.2023]. Dostupné z:
<https://thundersaidenergy.com/>
- [19]EMIR. [online] European Commission [Citace: 07.02.2024]. Dostupné z:
https://commission.europa.eu/index_en
- [20]MiFID II. [online] Investopedia [Citace: 21.12.2023]. Dostupné z:
<https://www.investopedia.com/>
- [21]Složka enegrií. [online] ERÚ [Citace: 03.11.2023]. Dostupné z: <https://eru.gov.cz/>

Přílohy

Příloha 1 Elementární charakteristiky cen pro domácnosti

Příloha 2 Trendová funkce cen pro domácnosti

Příloha 3 Elementární charakteristiky cen pro subjekty mimo domácnosti

Příloha 4 Trendová funkce cen pro subjekty mimo domácnosti

Příloha 5 Elementární charakteristiky produkce zemního plynu v EU

Příloha 6 Trendová funkce produkce zemního plynu v EU

Příloha 7 Elementární charakteristiky spotřeby v energetice v EU

Příloha 8 Trendová funkce spotřeby v energetice v EU

Příloha 9 Elementární charakteristiky spotřeby v energetice v ČR

Příloha 10 Trendová funkce spotřeby v energetice v ČR

Příloha 11 Elementární charakteristiky spotřeby domácnosti v EU

Příloha 12 Elementární charakteristiky spotřeby domácnosti v ČR

Příloha 13 Elementární charakteristiky importu zemního plynu v EU

Příloha 14 Trendová funkce importu zemního plynu v EU

Příloha 15 Elementární charakteristiky exportu zemního plynu v EU

Příloha 16 Trendová funkce exportu zemního plynu v EU

Příloha 1 Elementární charakteristiky cen pro domácnosti

Rok	Cena euro/kWh	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013-S1	0,0692	-	-	-	-
2013-S2	0,0746	0,005	-	1,078	107,803
2014-S1	0,0686	-0,006	-0,011	0,920	91,957
2014-S2	0,0741	0,006	0,012	1,080	108,017
2015-S1	0,0672	-0,007	-0,012	0,907	90,688
2015-S2	0,0725	0,005	0,012	1,079	107,887
2016-S1	0,0643	-0,010	-0,015	0,868	86,775
2016-S2	0,0675	0,000	0,007	1,004	100,446
2017-S1	0,0615	-0,011	-0,016	0,848	84,828
2017-S2	0,0676	0,006	0,017	1,099	109,919
2018-S1	0,0627	-0,005	-0,011	0,928	92,751
2018-S2	0,0711	0,008	0,013	1,134	113,397
2019-S1	0,067	-0,004	-0,013	0,942	94,233
2019-S2	0,0722	0,005	0,009	1,078	107,761
2020-S1	0,0642	-0,008	-0,013	0,889	88,920
2020-S2	0,0695	0,005	0,013	1,083	108,255
2021-S1	0,0638	-0,006	-0,011	0,918	91,799
2021-S2	0,0782	0,014	0,020	1,226	122,571
2022-S1	0,0861	0,008	-0,007	1,101	110,102
2022-S2	0,1137	0,028	0,020	1,321	132,056

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 2 Trendová funkce cen pro domácnosti

Rok	Vypočítaná cena
2013-S1	0,0778
2013-S2	0,0743
2014-S1	0,0712
2014-S2	0,0687
2015-S1	0,0666
2015-S2	0,0650
2016-S1	0,0639
2016-S2	0,0633
2017-S1	0,0631
2017-S2	0,0635
2018-S1	0,0643
2018-S2	0,0656
2019-S1	0,0673
2019-S2	0,0696
2020-S1	0,0723
2020-S2	0,0755
2021-S1	0,0792
2021-S2	0,0834
2022-S1	0,0880
2022-S2	0,0932
Předpovědi	
2023-S1	0,1049
2023-S2	0,1114
2024-S1	0,1185
2024-S2	0,1260
2025-S1	0,1340
2025-S2	0,0778

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 3 Elementární charakteristiky cen pro subjekty mimo domácnosti

Rok	Cena euro/kWh	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013-S1	0,0385	-	-	-	-
2013-S2	0,0375	-0,001	-	0,974	97,403
2014-S1	0,0361	-0,001	0,000	0,963	96,267
2014-S2	0,0341	-0,002	-0,001	0,945	94,460
2015-S1	0,033	-0,001	0,001	0,968	96,774
2015-S2	0,0309	-0,002	-0,001	0,936	93,636
2016-S1	0,0276	-0,007	-0,005	0,809	80,938
2016-S2	0,0271	-0,006	-0,005	0,821	82,121
2017-S1	0,0258	-0,005	-0,003	0,835	83,495
2017-S2	0,0256	0,000	0,005	0,992	99,225
2018-S1	0,0266	0,001	0,001	1,039	103,906
2018-S2	0,028	0,001	0,000	1,053	105,263
2019-S1	0,0284	0,000	-0,001	1,014	101,429
2019-S2	0,0267	-0,002	-0,002	0,940	94,014
2020-S1	0,0249	-0,002	0,000	0,933	93,258
2020-S2	0,0237	-0,001	0,001	0,952	95,181
2021-S1	0,0238	0,000	0,001	1,004	100,422
2021-S2	0,0365	0,013	0,013	1,534	153,361
2022-S1	0,059	0,023	0,010	1,616	161,644
2022-S2	0,0751	0,016	-0,006	1,273	127,288

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 4 Trendová funkce cen pro subjekty mimo domácnosti

Rok	Vypočítaná cena
2013-S1	0,0457
2013-S2	0,0407
2014-S1	0,0362
2014-S2	0,0324
2015-S1	0,0293
2015-S2	0,0267
2016-S1	0,0248
2016-S2	0,0235
2017-S1	0,0228
2017-S2	0,0228
2018-S1	0,0234
2018-S2	0,0246
2019-S1	0,0265
2019-S2	0,0289
2020-S1	0,0320
2020-S2	0,0357
2021-S1	0,0401
2021-S2	0,0451
2022-S1	0,0507
2022-S2	0,0569
Předpovědi	
2023-S1	0,0638
2023-S2	0,0713
2024-S1	0,0794
2024-S2	0,0881
2025-S1	0,0975
2025-S2	0,1075

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 5 Elementární charakteristiky produkce zemního plynu v EU

Rok	m ³	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	135 259,58	-	-	-	-
2014	116 513,40	-18 746,18	-	0,86	86,14
2015	97 816,33	-18 697,07	49,11	0,84	83,95
2016	96 315,58	-1 500,75	17 196,32	0,98	98,47
2017	89 057,42	-7 258,17	-5 757,42	0,92	92,46
2018	79 053,24	-10 004,17	-2 746,01	0,89	88,77
2019	69 704,53	-9 348,71	655,46	0,88	88,17
2020	55 704,41	-14 000,11	-4 651,40	0,80	79,92
2021	51 104,10	-4 600,32	9 399,80	0,92	91,74
2022	46 835,59	-4 268,51	331,81	0,92	91,65

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 6 Trendová funkce produkce zemního plynu v EU

Rok	Vypočítaná produkce
2013	130 837,74
2014	118 274,17
2015	106 496,83
2016	95 505,71
2017	85 300,83
2018	75 882,17
2019	67 249,75
2020	59 403,55
2021	52 343,59
2022	46 069,85
Předpovědi	
2023	40582,3416
2024	35881,0637
2025	31966,0154

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 7 Elementární charakteristiky spotřeby v energetice v EU

Rok	Terajoule	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	495 089,940	-	-	-	-
2014	491 329,839	-3 760,10	-	0,99	99,24
2015	527 684,277	36 354,44	40 114,54	1,07	107,40
2016	513 309,830	-14 374,45	-50 728,89	0,97	97,28
2017	552 491,235	39 181,41	53 555,85	1,08	107,63
2018	589 078,342	36 587,11	-2 594,30	1,07	106,62
2019	590 936,193	1 857,85	-34 729,26	1,00	100,32
2020	577 032,927	-13 903,27	-15 761,12	0,98	97,65
2021	544 120,231	-32 912,70	-19 009,43	0,94	94,30
2022	368 531,531	-175 588,70	-142 676,00	0,68	67,73

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 8 Trendová funkce spotřeby v energetice v EU

Rok	Vypočítaná spotřeba
2013	453 181,59
2014	504 104,26
2015	541 912,49
2016	566 606,30
2017	578 185,68
2018	576 650,62
2019	562 001,14
2020	534 237,23
2021	493 358,90
2022	439 366,13
Předpovědi	
2023	372 258,93
2024	292 037,31
2025	198 701,25

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 9 Elementární charakteristiky spotřeby v energetice v ČR

Rok	Terajoule	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	4 859,000	-	-	-	-
2014	4 387,000	-472,00	-	0,90	90,29
2015	4 400,000	13,00	485,00	1,00	100,30
2016	3 696,000	-704,00	-717,00	0,84	84,00
2017	4 426,000	730,00	1 434,00	1,20	119,75
2018	4 075,975	-350,03	-1 080,03	0,92	92,09
2019	4 563,269	487,29	837,32	1,12	111,96
2020	3 841,380	-721,89	-1 209,18	0,84	84,18
2021	3 792,321	-49,06	672,83	0,99	98,72
2022	4 371,872	579,55	628,61	1,15	115,28

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 10 Trendová funkce spotřeby v energetice v ČR

Rok	Vypočítaná spotřeba
2013	4 703,54
2014	4 505,53
2015	4 343,25
2016	4 216,70
2017	4 125,89
2018	4 070,81
2019	4 051,46
2020	4 067,85
2021	4 119,97
2022	4 207,82
Předpovědi	
2023	4 331,41
2024	4 490,73
2025	4 685,78

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 11 Elementární charakteristiky spotřeby domácnosti v EU

Rok	Terajoule	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	4023780,74	-	-	-	-
2014	3298796,31	-724 984,43	-	0,82	81,98
2015	3573822,19	275 025,88	1 000 010,31	1,08	108,34
2016	3801922,80	228 100,62	-46 925,26	1,06	106,38
2017	3784786,41	-17 136,39	-245 237,01	1,00	99,55
2018	3746017,76	-38 768,65	-21 632,26	0,99	98,98
2019	3704578,86	-41 438,90	-2 670,25	0,99	98,89
2020	3673301,18	-31 277,67	10 161,23	0,99	99,16
2021	4005061,65	331 760,46	363 038,14	1,09	109,03
2022	3483086,78	-521 974,87	-853 735,33	0,87	86,97

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 12 Elementární charakteristiky spotřeby domácnosti v ČR

Rok	Terajoule	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	94433,00	-	-	-	-
2014	76526,00	-17 907,00	-	0,81	81,04
2015	83243,00	6 717,00	24 624,00	1,09	108,78
2016	92746,00	9 503,00	2 786,00	1,11	111,42
2017	93248,00	502,00	-9 001,00	1,01	100,54
2018	87403,78	-5 844,23	-6 346,23	0,94	93,73
2019	83521,42	-3 882,35	1 961,87	0,96	95,56
2020	86340,85	2 819,42	6 701,77	1,03	103,38
2021	96835,62	10 494,77	7 675,35	1,12	112,16
2022	77317,78	-19 517,84	-30 012,61	0,80	79,84

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 13 Elementární charakteristiky importu zemního plynu v EU

Rok	Spotřeba (TJ)	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	364 760,736	-	-	-	-
2014	339 322,925	-25 437,81	-	0,93	93,03
2015	361 460,017	22 137,09	47 574,90	1,07	106,52
2016	372 352,385	10 892,37	-11 244,72	1,03	103,01
2017	389 057,730	16 705,35	5 812,98	1,04	104,49
2018	362 339,237	-26 718,49	-43 423,84	0,93	93,13
2019	405 427,706	43 088,47	69 806,96	1,12	111,89
2020	362 008,090	-43 419,62	-86 508,09	0,89	89,29
2021	374 502,517	12 494,43	55 914,04	1,03	103,45
2022	405 619,876	31 117,36	18 622,93	1,08	108,31

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 14 Trendová funkce importu zemního plynu v EU

Rok	Vypočtený import
2013	354 321,30
2014	358 876,12
2015	363 336,54
2016	367 702,55
2017	371 974,15
2018	376 151,35
2019	380 234,14
2020	384 222,52
2021	388 116,49
2022	391 916,06
Předpovědi	
2023	395 621,22
2024	399 231,98
2025	402 748,33

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 15 Elementární charakteristiky exportu zemního plynu v EU

Rok	Terajoule	1.diference	2.diference	Koeficient růstu	Tempo růstu
2013	109 096,314	-	-	-	-
2014	100 861,012	-8 235,30	-	0,92	92,45
2015	101 366,588	505,58	8 740,88	1,01	100,50
2016	92 936,326	-8 430,26	-8 935,84	0,92	91,68
2017	69 535,889	-23 400,44	-14 970,18	0,75	74,82
2018	35 996,452	-33 539,44	-10 139,00	0,52	51,77
2019	42 432,102	6 435,65	39 975,09	1,18	117,88
2020	33 561,214	-8 870,89	-15 306,54	0,79	79,09
2021	33 962,313	401,10	9 271,99	1,01	101,20
2022	59 109,674	25 147,36	24 746,26	1,74	174,04

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování

Příloha 16 Trendová funkce exportu zemního plynu v EU

Rok	Vypočtený export
2013	121 570,78
2014	103 262,60
2015	87 346,24
2016	73 821,69
2017	62 688,97
2018	53 948,06
2019	47 598,97
2020	43 641,70
2021	42 076,25
2022	42 902,62
Předpovědi	
2023	46 120,81
2024	51 730,82
2025	59 732,65

Zdroj: Eurostat, vlastní zpracování