Aneta Pašavová
Institute of Technology and Business in České Budějovice
Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic
e-mail: 33486@mail.vstecb.cz

Tomáš Řezníček
Institute of Technology and Business in České Budějovice
Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic
e-mail: 33241@mail.vstecb.cz

VLIV PANDEMIE COVID-19 A GEOPOLITICKÝCH UDÁLOSTÍ NA VÝVOJ CEN ENERGETICKÝCH KOMODIT V LETECH 2016-2024

Abstrakt. Cílem této studie bylo zhodnotit a zmapovat vývoj cen vybraných energetických komodit – zemního plynu, ropy a elektřiny – v období od roku 2016 do roku 2024, a zjistit, jakým způsobem pandemie COVID-19 ovlivnila růst těchto cen. Pro analýzu vývoje cen byla použita korelační analýza, která prokázala vzájemné ovlivňování cen jednotlivých komodit v daném období. Data o vývoji cen byla získávána prostřednictvím obsahové analýzy a byla vizualizována v grafech pro lepší identifikaci trendů za posledních osm let. Výsledky ukazují, že ceny všech sledovaných komodit v uvedeném období zaznamenaly jak nárůst, tak pokles. Hlavními faktory ovlivňujícími vývoj cen byly pandemie COVID-19 a válka na Ukrajině, přičemž pandemie měla výrazný vliv na růst cen energetických komodit. Geopolitické události, jako je COVID-19 a zmíněná válka na Ukrajině, představovaly největší omezení studie, neboť ovlivnily jak vývoj cen energií, tak výsledky výzkumu.

Klíčová slova: Zemní plyn; ropa; elektřina; pandemie COVID-19; vývoj cen.
JEL classification: Q20, Q41

Úvod

V posledních dvou desetiletích byl zaznamenán masivní příliv kapitálu na komoditní trhy, což bylo důvodem financializace komodit, která se stala významným podnětem pro studování cen na komoditních trzích,

financializace by také mohla být jedním z důvodů pro růst cen komodit (Ding et al., 2021). Komodity by se v jistém ohledu daly přirovnat k surovinám. Stejně jako suroviny jsou vyráběny v mnoha typech a za různé ceny. Komodity hrají ústřední roli jak v soukromé spotřebě, výrobě finálních statků, ale také neočekávaných příjmech pro státy (Troug, 2020). Svět by se dal rozdělit na země, které disponují komoditním bohatstvím a na země, které jsou závislé na dovozu komodit. Jedním z velkých problému, pro země závislé na dovozu se stala pandemie COVID-19. Kromě zdravotní krize a náhlého zastavení domácích ekonomických aktivit čelilo mnoho zemí zmatkům spojených se závislostí na komoditách. Ceny na krizi silně reagovaly a odrážely změny v nabídce a poptávce v důsledku politických opatření k omezení nákazy. Pandemie také odhalila strukturální zranitelnost zemí závislých na dovozu komodit (Tröster & Küblöck, 2020). Tímto se tedy k financializaci přidává COVID-19 jako další důvod růstu cen komodit. Firmy obchodující s komoditami jsou spojeny s finanční nestabilitou a sociálními otřesy, tyto firmy ve velké míře upřednostňují krátkodobé zisky, zatímco enviromentální a finanční aktivisti se obávají důsledků jejich činnosti. Jedno z řešeních by mohlo být rozsáhlejší úsilí na obranu živých systému na celé planetě (Baines & Hager, 2022). Evropské firmy jsou v tomto případě ovlivněny zelenou dohodou, která byla v prosinci 2019 představena Evropskou unií. Tato dohoda má začít řešit ekologickou krizi, kterou naše planeta prochází. Ekologická krize však není jediná krize v ohledu na trh s komoditami, další krizí, která v posledních letech vznikla je energetická krize. Energetická krize ohrožuje bezpečnost států a lidí v mnoha ohledech (Toma et al., 2023). Spotřebitelé nakupují energii v mnoha formách a někdy dochází ke spotřebě energetického zboží přímo (např. benzín, elektřina, zemní plyn) a někdy jsou náklady na energii zahrnuty v cenách zboží a služeb, které spotřebitelé nakupují (např. letenky, poštovní služby) (Kilian & Zhou, 2023).

Cílem práce je pokusit se zhodnotit a zmapovat vývoj cen vybraných energetických komodit – zemního plynu, ropy a elektřiny od roku 2016 do roku 2024 a zjistit jakým způsobem pandemie COVID-19 působila na nárůst cen.

V souvislosti s cílem jsou stanoveny následující výzkumné otázky:

VO1: Jak se vyvíjela cena zemního plynu, ropy a elektřiny od roku 2016 až do roku 2024?

Zodpovězením této výzkumné otázky bude zjištěno, jak se vyvíjely ceny v průběhu posledních 8 let. Tato data budou využívána k zodpovězení další výzkumné otázky.

VO2: Jaký vliv měla pandemie COVID-19 na vývoj cen zemního plynu, ropy a elektřiny?

Zodpovězením této výzkumné otázky bude vyhodnocení vlivu pandemie COVID-19 na vývoj cen. Bude se jednat o data z období od 1. 1. 2019 – 1. 6. 2023. Tyto data jsou vybrána záměrně tak, aby odpovídali časové linii před pandemií i během pandemie, která byla vyhlášena Světovou zdravotnickou organizací WHO dne 11. 3. 2020. Srovnáním dat z tohoto období bude možné určit, zda pandemie byla faktorem při vývoji cen energetických komodit.

1 Literární rešerše

Pochopení příčin prudkých nárůstů a poklesů cen na trhu komodit je pro globální ekonomiku prvořadé (Jacks & Stuermer, 2020). V uplynulých třech letech došlo k mnoha událostem, které významně ovlivnily celý svět a globální ekonomiku – jedním z nich např. pandemie COVID-19. Krize způsobená pandemií COVID-19 výrazně zbrzdila světovou ekonomiku, byla narušena průmyslová výroba, snížila se poptávka a hospodářské zpomalení vedlo k poklesu ekonomiky (Vochozka et al, 2023). Omezení, která byla vedena v rámci pandemie vyžadují, aby se studovalo, jak pandemie ovlivňuje globální komoditní sítě (Anwer et al., 2022). Komodity byly dlouho považovány za chudého příbuzného v investičním světě, a to z dobrého důvodu. Na rozdíl od akcií komodity nenabízejí tzv. tržní

betu, ale představují soubor jedinečných cenových výnosů, které odrážejí základní dynamiku nabídky a poptávky po fyzických aktivech, jež slouží jako stavební kámen globální ekonomiky (Boal & Wiederhold, 2021). Vliv cen komodit není v jednotlivých zemí světa a komoditních sektorech jednotný a liší se v čase. Použití cenových indexů s pevnou váhou nebo nominálních směnných kurzů a cen komodit vede k různorodým efektům cen komodit (Wang & Cheung, 2023).

Jak se COVID-19 šířil celým světem, lidské aktivity se výrazně změnily. Za takových okolností je odvětví elektřiny hluboce zasaženo a čelí velkým výzvám. Tento dokument poskytuje komplexní přehled dopadů, které pandemie způsobila na sektor elektřiny. Poptávka po elektřině prudce klesla, protože vlády po celém světě zavedly omezení blokování, přičemž se také změnilo složení zátěže a denní profil zátěže. Podíl výroby z obnovitelných zdrojů se zvýšil proti poklesu celkové výroby elektřiny. Změněná situace energetické bilance a zvýšená nejistota poptávky vytvořily vyšší tlak na provozovatele systému spolu s problémem narušení napětí a problémy pro údržbu a správu systému. Podstatně ovlivněn je i trh s elektřinou, přičemž se očekává, že dlouhodobé investice do čisté energie budou stabilní. Diskutuje se také o externalitách, jako je snížení emisí (Zhong et al., 2022).

První vlna pandemie COVID-19 vedla v různých zemích ke snížení poptávky po elektřině a zvýšení podílu obnovitelných zdrojů energie. V Německu vzrostl průměrný podíl čisté výroby elektřiny prostřednictvím obnovitelných zdrojů energie v první polovině roku 2020 nad 55 % ve srovnání se 47 % za stejné období roku 2019. Vzhledem k těmto změněným okolnostem v tomto článku se analyzuje, jak německá a další evropské elektrické systémy se chovaly během pandemie COVID-19. Použita byla vizualizace dat a popisné statistiky k vyhodnocování společných čísel pro elektrické systémy a trhy, srovnávání vývoje během pandemie COVID-19 s vývojem v předchozích letech. Hodnocení odhaluje znatelné změny ve spotřebě elektřiny, výrobě, cenách a dovozu/vývozu. Pokud jde o stabilitu sítě a podpůrné služby, nepozorujeme žádné nesrovnalosti. Při diskusi o úloze různých možností flexibility během pandemie COVID-19

mohla ke stabilitě sítě přispět zejména relativně vyšší kapacita sítě vyplývající ze snížené spotřeby elektřiny (Halbrügge et al., 2021).

Anwer et al. (2022) použili ve svém výzkumu dopadu COVID-19 na trh komodit metodu kvantilové regrese s využitím denních dat za období od 1. ledna 2018 do 27. října 2021, výsledky jejich práce ukazují na rostoucí systémové riziko. Kanamura (2022) využil pro zkoumání dopadu pandemie empirický výzkum a v jeho práci navrhuje nový model volatility závislé na pandemii. Tsagkanos et al. (2022) zjišťovali, zda existuje nějaký vztah mezi kovy, zemědělskými komoditami a energetickými komoditami. V jejich studii zjistili, že nejmenší efekt přelévání rizika mají energetické komodity a tyto výsledky mají důsledky jak pro investory, tak i pro politiky států. Gandasari & Dwidienawati (2020) zkoumali jaká ekonomická odvětví byla nejvíce zasažena během prvních dnů pandemie, k jejich výzkumu využili obsahovou a grafickou analýzu primárních dat.

Ropný a plynárenský průmysl jako zdroj příjmů státního rozpočtu a zdroj energie (zejména paliva) pro pohon různých oblastí života hraje v indonéské ekonomice důležitou roli. Účelem studie od Setiawan et al. (2021) je analyzovat vliv cen ropy na zemní plyn během pandemie Covid19 v Indonésii. Použitou výzkumnou metodou je vysvětlující metoda využívající rozklad reálné ceny ropy, kterou nedávno zavedl Kilian (2009). Tato studie rozvíjí čtyři proměnné pro trh ropy a zemního plynu prostřednictvím strukturálního vektorového autoregresního modelu (SVAR). Na základě výsledků analýzy byly tedy zjištěny určité důkazy, že trh s ropou ovlivňuje trh se zemním plynem v Indonésii prostřednictvím kombinace změn poptávky a nikoli prostřednictvím změn v nabídce ropy během pandemie Covid-19. Nejistota dodávek ropy v důsledku pandemie Covid-19 způsobila přesun trhu s ropou na trh se zemním plynem a zvýšila cenu zemního plynu jako hlavní náhražky ropy. Mezitím změny v poptávce v Indonésii během pandemie Covid19 ovlivnily ceny ropy a plynu a způsobily podobné výkyvy cen ropy a plynu.

Pandemie COVID-19 má silný dopad na ekonomiky všech zemí a negativně ovlivňuje téměř všechna odvětví. Tento článek porovnává španělské ceny elektřiny a zemního plynu v prvním pololetí roku 2020 s cenami

očekávanými pro toto období na konci roku 2019. Vybrané pololetí roku 2020 se kryje s obdobím největšího dopadu COVID-19 na Španělsko společnost. Očekávané ceny a jejich budoucí rozdělení pravděpodobnosti jsou počítány pomocí stochastického modelu s deterministickou a stochastickou částí; stochastická část zahrnuje vracení střední hodnoty a skokové chování. Model je kalibrován s denními spotovými cenami elektřiny 2016–2019 a denními cenami zemního plynu. Výsledky ukazují velké měsíční rozdíly mezi cenami očekávanými na konci roku 2019 a skutečnými cenami za pololetí; v květnu 2020 byly zjištěny velkoobchodní ceny elektřiny o 31,60 EUR/MWh nižší, než se očekávalo, tj. o 60 % nižší. V případě zemního plynu jsou ceny ve stejném měsíci o 8,96 EUR/MWh nižší, než se očekávalo, tedy o 62 %. Spark spread (SS) je kladný, ale nižší, než se očekávalo, a také nižší než ve stejných měsících předchozího roku (Abadie, 2021).

Karacan (2022) zkoumal dlouhodobý i krátkodobý vztah mezi energetickým průmyslem a ropným průmyslem během COVID-19 a k jeho výzkumu využil analýzu sekundárních dat. Stejnou analýzu využili při zkoumání negativních socioekonomických důsledků pandemie Figiel et al. (2023), kteří se věnovali interakcím se světovými cenami na trzích s energií, v jejich práci využili data Světové banky. Analýza sekundárních dat může být přínosem pro výzkumné pracovníky z řad akademiků, protože poskytuje velké výběrové soubory a rozmanité údaje o různých tématech (Renbarger et al., 2019). Hlavními překážkami kvalitativní analýzy sekundárních dat je archivace dat a dostupnost datových souborů (Sharp & Munly, 2022).

Swain a Karimu (2020) uvádí, že obnovitelná energie (RE) má silnou synergii s některými cíli udržitelného rozvoje (SDGs), takže její úspěšné nasazení může mít potenciálně dopad na tyto SDGs. V této studii zkoumali synergický efekt obnovitelné elektřiny na vybrané cíle udržitelného rozvoje prostřednictvím cen elektřiny pro země Evropské unie (EU). S využitím panelových dat a dvoufázového přístupu odhadu zjištění naznačují silný synergický efekt mezi cenami elektřiny z obnovitelných zdrojů, SDG 7 (dostupná a čistá energie) a SDG 8 (slušná práce a ekonomický

růst). Výsledky dále odhalují, že SDG 12 (odpovědná výroba a spotřeba) odpovídá za většinu budoucích kolísání cen elektřiny z obnovitelných zdrojů (kromě vlastního efektu), zatímco budoucí kolísání SDG 7 (dostupná a čistá energie) a SDG 13 (klimatické opatření) jsou vysvětluje většinou SDG 8 a SDG 12, v tomto pořadí.

Tento dokument zkoumá dopad COVID-19 a globální pandemie na dynamiku energetického sektoru. Hodinové údaje o poptávce po elektřině byly shromážděny a analyzovány pro provincii Ontario. Je zřejmé, že pandemie související se zdravím mají škodlivý a přímý vliv na koncept chytrého města. To se projevuje různými sociálními, ekonomickými, ekologickými, technologickými a energetickými změnami. Celková poptávka po elektřině v provincii za měsíc duben letošního roku uprostřed pandemických podmínek klesla o 14 % a dosáhla 1267 GW. Jedinečný trend reciproční poptávky po energii existuje po celý týden. Po COVID-19 naznačuje vyšší poptávku po energii v první části týdne a nižší poptávku ve druhé části týdne. Před pandemií byly dny nejvyšší poptávky po elektřině kromě víkendu i ve druhé části pracovního týdne (středa-pá). Po pandemii se nejvyšší poptávka po elektřině vyskytla na začátku týdne (po-út). Hodinová poptávka po elektřině vykazuje jasné zplošťování křivky během pandemie, zejména ve špičce 7–11 ráno a 5–7 večer, což má za následek výrazné snížení poptávky během těchto období. A konečně, kvůli COVID-19 bylo dosaženo snížení emisí skleníkových plynů o 40 000 tun CO 2 e spolu s úsporou 131 844 USD za měsíc duben (Abu-Rayash & Dincer, 2020).

Propuknutí koronaviru (COVID-19) zasáhlo globální ekonomiku jako tsunami. Každý aspekt lidské společnosti, včetně energetického průmyslu a trhu, je touto pandemií zasažen. Pandemie ovlivnila ceny, poptávku, nabídku, investice a několik dalších aspektů energetického sektoru, včetně ropného a plynárenského průmyslu. Tento článek si klade za cíl analyzovat dopady COVID-19 na ropný a plynárenský průmysl a poskytnout perspektivu trhu s ropou a plynem po COVID-19. Výsledky tohoto článku ukazují, že COVID-19 má dopad na ropný a plynárenský průmysl. Krátkodobým dopadem je téměř 25% pokles spotřeby ropy, která se pomalu

obnovuje na původní hodnotu a ještě více roste. Dlouhodobé dopady jsou 30% až 40% pokles CAPEX a investic do výzkumu a vývoje na trhu s ropou a plynem, což je regionální rozsah ve Spojených státech, což způsobilo pokles projektů těžby ropy z více než 800 v roce 2019 na 265. v roce 2021. A předpokládá se, že sníží konkurenceschopnost ropy a plynu v porovnání s jinými energetickými nosiči, jako jsou obnovitelné energie, které neustále snižují cenu. Ropný a plynárenský průmysl se tedy musí rychle změnit, než ztratí podstatný podíl na trhu s energií. Nakonec tento článek pojednává o uznání obchodu s ropou a plynem jako součásti předpisů Světové obchodní organizace (WTO/ECT). A považovat to za obecnou energetickou komoditu. Akt, který omezuje svobodu jednání vlád vyvážejících ropu a velkých ropných kartelů a chrání jejich zájmy na globalizujícím se konkurenčním trhu s energií (Nima, 2021).

Přes veškerý vědecký a technologický rozvoj v posledních sto letech představují biologické problémy, jako např. pandemie, pro společnost stálou hrozbu. Zatímco jedním z aspektů pandemie jsou ztráty na lidských životech, pandemie má mnohorozměrné dopady napříč společností. Závažnost pandemie významně ovlivnila poptávku po ropě, a to jak přímo, tak nepřímo (Norouzi et al., 2020). Ropné trhy se v období vypuknutí krize potýkaly s mimořádnými problémy. V této souvislosti byla cenová dynamika na trzích s ropou také významně ovlivněna obávaným prostředím a bezprecedentním rizikem, které se během pandemie vyskytlo. Studie provedená Naeem et al. (2023), která zkoumala trhy s ropou využila vysokofrekvenční data čtyř hlavních ropných trhů a k odhalení chování využila fluktuační analýzu. Korelační analýzu ve své studii použili Aslam et al. (2024), kde analyzovali energetický trh a vývoj cen. Korelační analýza je jednou z vícerozměrných statistických metod a odhaluje vztah mezi souborem proměnných (Unal & Tatlidil, 2018).

Cílem dokumentu bylo prozkoumat faktory, které vedly k cenovému vývoji měsíčního kontraktu Title Transfer Facility (TTF) pomocí lineární regrese v období 2016–2019, kdy se trh TTF stal nejlikvidnějším uzlem zemního plynu a primárním referenčním zdrojem pro ceny plynu. v Evropě. Prozkoumali se možné základy a byla použita metodologie OLS k

odhadu lineárního regresního modelu, který vysvětlil vývoj TTF MA. Cena byla uzavřena na základě faktorů určujících mezní poptávku a nabídku. Nejvýznamnějšími faktory se zdály být proměnné představující cenu německé elektřiny a cenu uhlí, protože konkurence mezi uhlím a plynem ve výrobě elektřiny určuje mezní poptávku, která určuje cenu plynu. Dalším významným faktorem byla změna celkové poptávky, i když její dopad byl menší. Význam proměnné LNG indikoval vystavení evropské ceny zemního plynu globální nabídce a poptávce. Model také naznačil důležitost skladovací kapacity pro celý systém (Obadi & Korček, 2020).

COVID-19 přímo ovlivnil průmysl s ropou a ropnými produkty, a to v důsledku významných změn ve způsobu využívání energie. S nástupem pandemie a jejím přetrváváním čelily tyto produkty systematickým změnám ve struktuře poptávky, které museli výrobci ropy odhalovat a monitorovat, aby vhodně reagovali na potřeby trhu (Raza & Siddiqui, 2021). V posledním desetiletí se množství dat v ropném průmyslu rychle zvýšilo a poptávka po dolování dalších dat stále roste. Analýza těchto dat může vědecky pomoci lépe řídit průzkum a vývoj, rafinaci ropy a chemický průmysl, přepravu, a i marketing ropného průmyslu (Wang et al., 2021).

Ropný průmysl je nezbytný pro uspokojování světové poptávky po energii, ale je také spojen s řadou enviromentálních problémů, jako je znečištění půdy a úniky ropy (Sharma et al., 2023). Navzdory negativnímu vlivu pandemie na ekonomiku může pomoci snížit emise z činností spojených se spotřebou energie v souladu s Pařížskou dohodou, zejména v zemích s vysokými emisemi (Hartono et al, 2021).

Spolu s uzavíráním hranic, dlouhodobými pobyty doma a sociálním odloučení se měnili vzorce spotřeby energie (Tsai, 2021). Výrazně se tedy změnila spotřeba elektřiny. Podle výzkumu, který provedli Imani et al. (2023), o dopadu pandemie COVID-19 na poptávku po elektřině vyplývá, že pandemie způsobila pokles spotřeby a následně pokles cen na trhu. Klíčovou charakteristikou cen elektřiny je jejich citlivost na změny nabídky a poptávky (Pizarro-Irizar, 2023). Pandemie COVID-19 přinesla výzvu, kterou bylo uspokojení poptávky po elektřině. Miliony lidí byli

uzavřeni ve svých domovech, v každém z nich bylo zapotřebí aby byla spolehlivá dodávka elektřiny, která podporuje práci na dálku, elektrické spotřebiče jako osvětlení, ledničky, ohřívače vody atd. Kromě toho byla elektřina také potřebná k provozu zdravotnických zařízení v nemocnicích (El-Hafez et al., 2022). Pandemie také změnila životní styl lidí a způsob jakým využívají elektřinu, což bylo také jedním z faktorů, který ovlivnil poptávku. (Dong et al., 2024). Je jasné, že poptávka firem po elektřině klesala, zatímco poptávka domácností rostla. Halbrügge et al. (2021) analyzovali, jak se trh s elektřinou choval během pandemie a k této analýze využili vizualizaci dat a popisnou statistiku, kde porovnávali vývoj během COVID-19 a vývoj v předchozích letech. Oviedo-Gomez et al. (2021) ve své práci zjišťovali, za pomocí empirické analýzy, jaká byla reakce cen elektřiny během povinné izolace domácností.

Opatření zavedená za účelem omezení šíření pandemie COVID-19 měla značný vliv také na spotřebu zemního plynu (Ceylan, 2023). Zemní plyn je důležitým zdrojem energie ve světové ekonomice, a proto je pro ekonomické subjekty důležité pochopit faktory, které ovlivňují jeho ceny (Rubaszek et al., 2021). Stejně jako tomu bylo u elektřiny, spotřeba v průmyslu se snížila, zatímco spotřeba domácností vzrostla. Došlo také k výraznému poklesu spotřeby zemního plynu u komerčních spotřebitelů (Cieslik et al., 2022). Spolu se soustavným zvyšováním růstu populace a prudkým nárůstem globálních ekonomických aktivit vzniká obrovský rozdíl mezi poptávkou a nabídkou přírodních zdrojů. Fang & Chang (2023) zjistili, že obchodování s ropou a zemním plynem, globalizace a inflace mají pozitivní vazbu na hospodaření s přírodními zdroji v Číně. Li et al. (2021) provedli výzkum zaměřující se na dopad COVID-19 na dodávky zemního plynu a zjistili, že faktor pandemie výrazně snížil spolehlivosti dodávek plynu.

Pandemická bouře COVID-19 zasáhla světové ekonomiky a energetické trhy s extrémní silou. Cílem naší studie je posoudit, jak pandemie ovlivnila ceny ropy a zemního plynu, s využitím reakcí trhu s energií ve Spojených státech a Japonsku. Aby Nyga-Łukaszewska & Aruga (2020) prozkoumali dopad případů COVID-19 na trhy s ropou a zemním plynem,

použili přístup Auto-Regressive Distributive Lag (ARDL) na počet případů COVID-19 v USA a Japonsku a ceny energií. Studijní období je od 21. ledna 2020 do 2. června 2020 a využívá nejnovější data dostupná v době kalibrace modelu a zachycuje tzv. „první pandemickou vlnu“. V USA měla pandemie COVID-19 statisticky negativní dopad na cenu ropy, zatímco pozitivně ovlivnila cenu plynu. V Japonsku byl tento negativní dopad na trhu s ropou patrný až s dvoudenním zpožděním. Možná vysvětlení výsledků mohou zahrnovat rozdíly ve vývoji pandemie v USA a Japonsku a různé role obou zemí na energetických trzích.

Pro sběr sekundárních dat v této práci bude použita hlavně obsahová analýza. Zjištění budou analyzována komparací dat před pandemií, během pandemie a po pandemií a grafickou analýzou, korelační analýzou a za pomocí absolutních přírůstků. Pomocí těchto analýz budou zodpovězeny všechny výzkumné otázky.

2 Data a metody

K zodpovězení první výzkumné otázky bude použita obsahová analýza, pomocí níž budou analyzována data z webové stránky Kurzy.cz (Kurzy.cz, 2024). Sledované období dat bude od 1. 1. 2016 do 1. 1. 2024 a data budou zahrnovat vývoj cen zemního plynu, ropy a elektřiny. Data budou sledována ze začátku každého měsíce a zaznamenávána do tabulky vytvořené za pomoci MS Excel. Grafická analýza poskytne vizuální zobrazení dat a umožní identifikovat vzory a trendy posledních 8 let – grafy budou vytvořeny za pomoci MS Excel. Získaná data o cenách energetických komodit bude také nutno převést z EUR na CZK, bude tedy proveden převod měny s využitím kurzu 1EUR = 25.2627 Kč – kurz z webové stránky Kurzy.cz ke dni 18. 4. 2024. Získaná data budou statisticky popsána za pomocí průměru, minima a maxima a zjištěný průměr bude využit i u druhé výzkumné otázky.

K výpočtu průměru bude využit základní obecný vzorec (OpenStax, 2023):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \Sigma_i^n x_i$$

kde:

$\bar{x}$ – je aritmetický průměr [EUR/Barel; EUR/kWh; EUR/MWh]

n – je počet dat v souboru

x_i – jsou jednotlivá čísla dat

Σ – součet všech čísel dat

Data potřebná k zodpovězení druhé výzkumné otázky budou také analyzována pomocí obsahové analýzy dat získaných z webové stránky Kurzy.cz (Kurzy.cz, 2024). Bude sledována cena zemního plynu, ropy a elektřiny za období 1. 1. 2019 – 1. 6. 2023. Data budou zaznamenávána do tabulky vytvořené za pomoci MS Excel a grafická analýza bude také provedena s pomocí MS Excel. Sledované období je zvoleno, tak aby zachycovalo dobu, kdy se pandemie udála, ale i dobu před. Světová zdravotnická organizace (WHO) vyhlásila stav pandemie 11. března 2020 a oficiálně ji ukončila 11. května 2023. Data budou brána ze začátku každého měsíce vybraných let. Získaná data o cenách energetických komodit bude stejně jako u předchozí otázky také nutno převést z EUR na CZK, bude tedy proveden převod měny s využitím kurzu 1EUR = 25.2627 Kč – kurz z webové stránky Kurzy.cz ke dni 18. 4. 2024.

U druhé výzkumné otázky bude využit výpočet absolutního přírůstu (Hančlová & Tvrdý, 2003) a korelační analýza za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu. Absolutní přírůstek bude vypočten vzorcem a u každé vybrané komodity zvlášť, a to z dat ze začátku a konce pandemie.

$$A = K - P$$

kde:

A – absolutní přírůstek cen komodit [EUR/Barel; EUR/kWh; EUR/MWh]

K – konečná hodnota cen komodit [EUR/Barel; EUR/kWh; EUR/MWh]

P – počáteční hodnota cen komodit [EUR/Barel; EUR/kWh; EUR/MWh]

Pomocí Pearsonova korelačního koeficientu bude zjištěno, zda mezi cenami zemního plynu, ropy a elektřiny existuje lineární vztah. Bude vypočten pro zemní plyn a ropu, zemní plyn a elektřinu, ropu a elektřinu. Je dán vztahem (Puth et al., 2014):

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2 \Sigma(Y_i - \bar{Y})^2}$$

kde:

X_i – výběrové průměry cen komodity X [EUR/Barel; EUR/kWh; EUR/MWh]

Y_i – výběrové průměry cen komodity Y [EUR/Barel; EUR/kWh; EUR/MWh]

$\bar{X}$ – výběrové směrodatné odchylky cen komodity X

$\bar{Y}$ – výběrové směrodatné odchylky cen komodity Y

K vypočtení korelačního koeficientu (r) bude využita analýza dat v MS Excel. Pro účely této práce bude koeficient rozdělen do 3 kategorií, a to slabá lineární závislost, středně silná lineární závislost a silná lineární závislost. Rozdělení do kategorií bude sloužit k interpretaci vztahů mezi komoditami.

slabá lineární závislost	r = 0 – 0,4
středně silná lineární závislost	r = 0,4 – 0,8
silná lineární závislost	r> 0,8

Pokud je výsledek korelačního koeficientu roven 0 neexistuje mezi komoditami žádný vztah, kladné hodnoty znamenají, že mezi proměnnými vztah existuje, a to tedy znamená, že pokud cena jedné komodity vzroste, vzroste i cena komodity druhé. Lineární vztah je silnější, pokud se hodnota blíží k 1 či -1. Pro celou práci byla také stanovena hladina významnosti α na 5 %.

Díky výsledkům všech analýz bude možné porozumět, jaký vlastně dopad měla pandemie COVID-19 na vývoj vybraných energetických komodit a jak se tyto ceny vyvíjeli v lineárním vztahu.

3 Výsledky

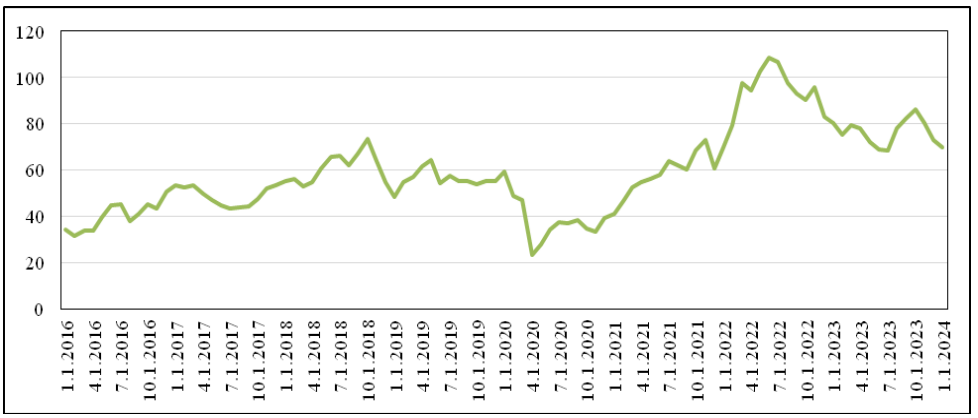
V tabulce 1. jsou popsaná vybraná odvětví energetických komodit a co využité zkratky jednotlivých měrných jednotek znamenají.

Tabulka 1. Zkratky měrných jednotek

Komodita	Zkratka	Vysvětlivka
Ropa	Barel	Barel
Elektřina	kWh	Kilowatthodina
Zemní plyn	MWh	Megawatthodina

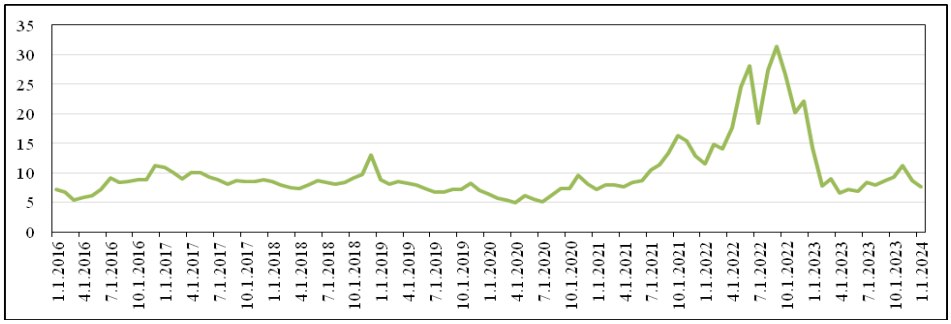
Zdroj: Vlastní zpracování.

Data o cenách zemního plynu, ropy a elektřiny byla sledována k 1. dni každého měsíce. S pomocí těchto dat byly v MS Excel vytvořeny grafy o vývoji cen během let 2016–2024.



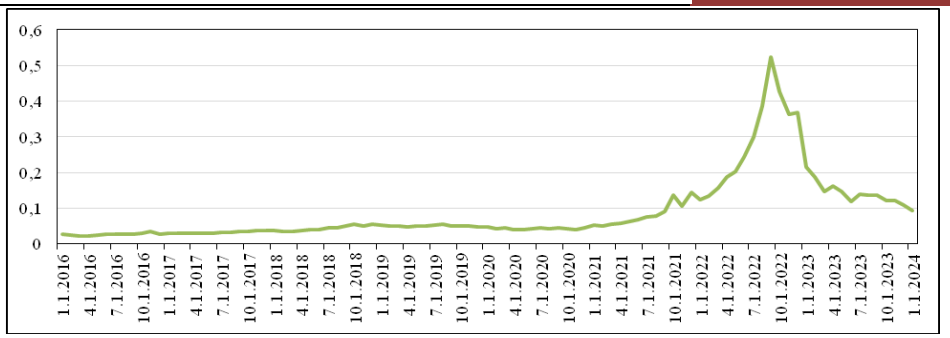
Graf 1. Vývoj ceny ropy Brent [EUR/Barel]
Zdroj: vlastní zpracování dle Kurzy.cz, 2024

Graf 1. zachycuje vývoj ropy Brent za období 1. 1. 2016 do 1. 1. 2024. Údaje o ceně této energetické komodity byly získány z webové stránky Kurzy.cz. Data byla zaznamenávána v evropské měně a v měrné jednotce EUR/Barel. Od roku 2020 je možné vidět zvyšování ceny o více jak 50 %. Nejníže cena dosáhla na začátku dubna roku 2020, cena za barel byla 23,412 EUR což je po převodu na CZK s kurzem 25,2627 (Kurzy.cz, 18. 4. 2024) 591,45 Kč/Barel. Během začátku roku 2022 cena za barel dosáhla maxima za posledních 8 let a to 119,55 EUR/Barel. Při převodu na CZK se stejným kurzem jako u minimální ceny jde o částku 2747,066 Kč/Barel.



Graf 2. Vývoj cen zemního plynu [EUR/MWh]
Zdroj: vlastní zpracování dle Kurzy.cz, 2024.

Graf 2. zachycuje vývoj cen zemního plynu za období od 1. 1. 2016 do 1. 1. 2024. Údaje o ceně této energetické komodity byly získány z webové stránky Kurzy.cz. Data byla zaznamenávána v evropské měně a měrnou jednotkou EUR/MWh. V grafu je vidět, že k maximální ceně se zemní plyn dostal v druhé polovině roku 2022. Maximální cena v tomto případě byla 31,44 EUR/MWh což po převodu na českou měnu se stejným kurzem, který byl využit u přepočtu ropy, vychází na 794,26 Kč/MWh. Od října 2022 klesla cena zemního plynu skoro o 45 % a zemní plyn je nyní nejlevnější za poslední 3 roky.



Graf 3. Vývoj cen elektřiny [EUR/kWh]
Zdroj: vlastní zpracování dle Kurzy.cz, 2024.

Graf 3. zachycuje vývoj cen elektřiny za období od 1. 1. 2016 do 1. 1. 2024. Údaje o ceně této energetické komodity byly získány z webové stránky Kurzy.cz. Data byla zaznamenávána v evropské měně a v měrné jednotce EUR/kWh. Od roku 2016 do roku 2020 je znát minimální nárůst, k prvnímu většímu nárůstu cen došlo na konci roku 2021. Maxima cena dosáhla v září roku 2022 a to k ceně 0,5224 EUR/kWh. Po převodu na CZK s kurzem 25,2627 (*Kurzy.cz, 18. 4. 2024*) vychází cena na 13,197 Kč/kWh.

U všech cen energetických komodit byl vypočten také průměr cen za posledních 8 let. Výsledek průměru u ropy Brent byl 59,22856 EUR/Barel, převedeno na českou měnu se jedná o 1496,2733 Kč/Barel. U zemního plynu byla průměrná cena za posledních 8 let 10,08 EUR/MWh. Po převodu z evropské měny na tu českou je průměrná cena 254,6514 Kč/MWh. Elektřina byla v průměru za cenu 0,089 EUR/kWh, po převodu 2,237 Kč/kWh.

Z dat z období pandemie (1. 1. 2020-1. 6. 2023) byl vypočítán absolutní přírůstek, který je zaznamenán pro každou komoditu zaznamenán v Tabulce 2. Z výsledků je možné vidět, že u zemního plynu se výsledné ceny dostaly do mínusové hodnoty, zatímco největší hodnotu absolutního přírůstku zaznamenala ropa – v přepočtu na CZK se jednalo o částku 524,226 Kč/Barel.

Tabulka 2. Absolutní přírůstek energetických komodit během pandemie

Měna	Ropa	Zemní plyn	Elektřina
v EUR	20,751	-2,01	0,0672
v CZK	524,2263	-50,73	1,697653

Zdroj: vlastní zpracování.

U všech komodit byl zjišťován lineární vztah během pandemie COVID-19 a využita byla korelační analýza. U všech komodit vyšli výsledky v rozsahu 0,5–0,8 což odpovídá středně silné lineární závislosti mezi komoditami a znamená to tedy, že mezi cenami energií existuje lineární vztah. Nejsilnější lineární vztah mají mezi sebou elektřina a zemní plyn, zde dosahuje koeficient k bodu 0,888, nejslabší vztah je mezi elektřinou a ropou, kde je koeficient u bodu 0,787. Všechny přesné výsledky jsou zaznamenány v Tabulce 3

Tabulka 3. Korelační analýza pro data z období pandemie

Komodity	Pearsonův koeficient
elektřina a zemní plyn	0,888
elektřina a ropa	0,787
zemní plyn a ropa	0,796

Zdroj: vlastní zpracování.

4 Diskuse výsledků

Na základě zjištěných výsledků můžeme odpovědět na stanovené výzkumné otázky:

VO1: Jak se vyvíjela cena zemního plynu, ropy a elektřiny od roku 2016 až do roku 2024?

Na začátku sledovaného období – 1. 1. 2016 – byla cena ropy Brent po přepočtu na českou měnu na úrovni 864,8938 Kč/Barel. Od roku 2020 se

cena ropy zvýšila o více než 60 % a na maximální cenu za určené období dosáhla ropa na začátku roku 2022. Průměrné ceny ropy Brent dosahují částky 1496,2733 Kč/Barel. Ceny ropy se nadále budou zvyšovat, organizace zemí vyvážejících ropu potvrdila, že počítá se silným růstem poptávky v letošním i příštím roce (ČTK & Forbes, 2024).

Jeden z největší vlivů měla v období roku 2020 pandemie COVID-19, největší šoky cen se totiž odehrávali v tomto roce. Dalším důležitým faktorem, který také ovlivňuje změny cen energií je geopolitické riziko. Energetický průmysl je velmi citlivý na geopolitické změny způsobené rusko-ukrajinským konfliktem, který začal vniknutí ruských vojsk na území Ukrajiny dne 24. února 2022 (Meng & Yu, 2023). Na začátku této války zaznamenali nárůst všechny vybrané energetické komodity a ve všech grafech je možno vidět nárůst cen po únoru 2022. Ceny elektřiny a zemního plynu po napadnutí Ukrajiny zaznamenali nárůst cen, ale do roku 2024 cena klesla, zatímco ropa se stále k nižším cenám nedostala. Zemní plyn je nyní nejlevnější za poslední 3 roky a jeho cena je nyní na podobné úrovni jako byla v roce 2016.

Výsledek práce Maurya et al. (2023) ukázal, že ruská invaze na Ukrajinu v plném rozsahu vyvolala globální inflaci a energetickou krizi. Závažnost inflace však byla dána geografickou blízkostí a obchodní aktivitou se zeměmi konfliktu. Zhang et al. (2024) ve své studii tvrdí to samé – válka a její další řetězové události způsobily nárůst cen energií, a to hlavně změny cen ropy. Sankce proti Rusku jsou jedním z příkladů těchto řetězových událostí.

Je tedy jasné, že stále probíhající rusko-ukrajinská válka silně ovlivnila trhy s energií jak v EU, tak i ve světě. Boungou & Yatié (2024) zjistili, že válka zvyšovala nejistoty, které negativně ovlivňují výkonnost světových finančních trhů, a to působí i na zvyšování cen komodit. Tyto nejistoty však mají tendenci klesat, pokud válka trvá déle.

Dalším geopolitickým konfliktem, který bude ovlivňovat ceny energetických komodit v následujících měsících je konflikt mezi Palestinou a Izraelem. Tento konflikt by však měl mít pouze krátkodobý dopad na ceny dovážených komodit jako jsou ropa, zlato a zemní plyn.

VO2: Jaký vliv měla pandemie COVID-19 na vývoj cen zemního plynu, ropy a elektřiny?

COVID-19 byl stanoven jako pandemie 11. března 2020 Světovou zdravotnickou organizací (WHO) a z výsledků je možné vidět, že tato situace měla vliv na ceny všech vybraných energetických komodit. U všech grafů je možno vidět jaké cenové skoky se odehrávali v období od roku 2020 do roku 2023. Z výsledků korelační analýzy je také jasné, že se během pandemie ceny navzájem ovlivňovali, při nárůstu ceny jedné komodity vzrostla cena i té další.

Po vypuknutí pandemie přišly prudké poklesy cen energií, které měli jednoznačně negativní dopad na globální hospodářský růst. Světové ceny energií v posledních desetiletích obecně vykazovali značnou proměnlivost, rychlé a prudké poklesy a vzestupy cen komodit jsou zdrojem tržního rizika a mají ničivé dopady na globální ekonomiku. Všechny ekonomiky TOP 10 největších světových ekonomik zažily v době pandemie výrazné růstové šoky, největší se odehrály ve Spojeném království a Francii.

Figiel et al. (2023) došli ve své práci ke stejným výsledkům za pomocí empirické analýzy, také tvrdí, že pandemie COVID-19 způsobila viditelný krátkodobý šok v cenách energií.

Závěr

Cílem této práce bylo pokusit se zhodnotit a zmapovat vývoj cen vybraných energetických komodit – zemního plynu, ropy a elektřiny od roku 2016 do roku 2024 a zjistit jakým způsobem pandemie COVID-19 působila na nárůst cen. Cíl práce byl splněn.

Sledování vývoje cen energetických komodit je klíčovým faktorem pro pochopení globálních trendů. Energetické krize ohrožují v posledních letech bezpečnost národů a lidí mnoha způsoby a v dnešní neustále se měnící globální situaci je důležité brát v úvahu při vývoji cen také faktory

jako jsou přírodní katastrofy, technologické inovace či politické rozhodnutí. Jedním z těchto faktorů byla celosvětová pandemie COVID-19.

V práci bylo zjištěno, že ceny vybraných komodit během pandemie rostly. Na začátku pandemie byla cena na úplném minimu posledních let, a to na úrovni 591,45 Kč/Barel a svého maxima dosáhla během pandemie v roce 2022 a to ceny 2747,066 Kč/Barel. Ceny zemního plynu a elektřiny se však vyvíjely odlišně od ropy.

Ve vývoji cen také silně zasáhl konflikt na Ukrajině, tento konflikt působil hlavně na cenu zemního plynu, kdy po začátku invaze dosáhl svého maxima - 31,44 EUR/MWh což je 794,26 Kč/MWh. Konflikt však zasáhl také ostatní komodity, i cena elektřiny dosáhla v tomto období své maximální ceny a to 13,197 Kč/kWh.

Výsledky korelační analýzy prokázaly, že se ceny navzájem ovlivňovaly. Koeficienty přesahovaly hodnotu 0,7. To znamená, že se jedná o středně silnou lineární závislost. Cena jedné energetické komodity tedy ovlivňovala cenu té druhé. Tyto informace můžou být nadále užitečné pro strategické rozhodování energetického odvětví.

Největším limitem této práce byla samotná pandemie COVID-19 a konflikt na území Ukrajiny. Tyto dvě globální události se promítly do vývoje cen všech vybraných energetických komodit, to se tedy promítlo i ve výsledcích výzkumu.

Doporučením pro další výzkum je po ustání všech možných vlivů pandemie COVID-19 a válečné situace na Ukrajině sesbírat nové potřebné údaje a provést nové výpočty. Poté by byla potřeba všechny výsledky porovnat. Dalším doporučením by mohlo být sbírat větší množství dat, aby mohlo být dosaženo přesnějších výsledků.

Seznam zdrojů

ABADIE, L. M. (2021). Energy market prices in times of COVID-19: The case of electricity and natural gas in Spain. Energies, 14(6), 1632.

ABU-RAYASH, A., & DINCER, I. (2020). Analysis of the electricity demand trends amidst the COVID-19 coronavirus pandemic. Energy Research & Social Science, 68, 101682.

ANWER, Z., KHAN, A., NAEEM, M. A., & TIWARI, A. K. (2022). Modelling systemic risk of energy and non-energy commodity markets during the COVID-19 pandemic. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/ WOS: 000837953000003

ASLAM, F., HUNJRA, A. I., MEMON, B. A., & ZHANG, M. D. (2024). Interplay of multifractal dynamics between shadow policy rates and energy markets. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001175166000001

BAINES, J., & HAGER, S. (2022). Commodity traders in a storm: financialization, corporate power and ecological crisis. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000611613100001

BOAL, F., & WIEDERHOLD, J. (2021). Rethinking Commodities. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000669448100009

BOUNGOU, W., & YATIÉ, A. (2024). Uncertainty, stock and commodity prices during the Ukraine-Russia war. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001142356300001

CEYLAN, Z. (2023). Comparative analysis of deep learning and classical time series methods to forecast natural gas demand during COVID-19 pandemic. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001038593800001

CIESLIK, T., NARLOCH, P., SZURLEJ, A., & KOGUT, K. (2022). Indirect Impact of the COVID-19 Pandemic on Natural Gas Consumption by Commercial Consumers in a Selected City in Poland. Web of Science.

https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000763439400001

ČTK, & FORBES ČESKO. (2024). Ceny ropy se zvyšují. OPEC potvrdil prognózy pro růst poptávky. Forbes.cz. https://forbes.cz/ceny-ropy-se-zvysuji-opec-potvrdil-prognozy-pro-rust-poptavky/

DING, S., CUI, T., ZHENG, D., & DU, M. (2021). The effects of commodity financialization on commodity market volatily. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000695172400076

DONG, Y. L., YAN, C. S., & SHAO, Y. (2024). The electricity demand forecasting in the UK under the impact of the COVID-19 pandemic. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001152084700001

EL-HAFEZ, O. J., ELMEKKAWY, T. Y., KHARBECHE, M., & MASSOUD, A. (2022). Impact of COVID-19 Pandemic on Qatar Electricity Demand and Load Forecasting: Preparedness of Distribution Networks for Emerging Situations. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000840254900001

FANG, M., & CHANG, C. L. (2023). The impact of oil and natural gas trading and globalization on natural resources management in China. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001097379700001

FIGIEL, S., FLORIANCZYK, Z., & WIGIER, M. (2023). Impact of the COVID-19 Pandemic on the World Energy and Food Commodity Prices: Implications for Global Economic Growth. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000969304300001

GANDASARI, D., & DWIDIENAWATI, D. (2020). Content analysis of social and economic issues in Indonesia during the COVID-19 pandemic. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000649388700159

HALBRÜGGE, S., SCHOTT, P., WEIBELZAHL, M., BUHL, H. U., FRIDGEN, G., & SCHÖPF, M. (2021). How did the German and other European electricity systems react to the COVID-19 pandemic?. Applied Energy, 285, 116370.

HANČLOVÁ, J., & TVRDÝ, L. (2003). Úvod do analýzy časových řad. ČVUT. https://www.fd.cvut.cz/department/k611/PEDAGOG/VSM/7_AnalyzaCasRad.pdf

HARTONO, D., YUSUF, A. A., HASTUTI, S. H., SAPUTRI, N. K., & SYAIFUDIN, N. (2021). Effect of COVID-19 on energy consumption and carbon dioxide emissions in Indonesia. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000682955300029

HOLMES, A., ILLOWSKY, B., & DEAN, S. (2023). Sigma notation and calculating the arithmetic mean. OpenStax. https://openstax.org/books/introductory-business-statistics-2e/pages/2-4-sigma-notation-and-calculating-the-arithmetic-mean

IMANI, M. H., BOMPARD, E., COLELLA, P., & HUANG, T. (2023). Impacts of COVID-19 Pandemic on Italian Electricity Demand and Markets. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000964745600035

JACKS, D. S., & STUERMER, M. (2020). What drives commodity price booms and busts? Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000527274000048

KANAMURA, T. (2022). Timing differences in the impact of Covid-19 on price volatility between assets. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000817091200022

KARACAN, R. (2022). Corporate Carbon Footprint Environmental Quality and Combating the Covid-19 Pandemic (US Example). Web of

Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001014567800008

KILIAN, L. (2009). "Not All Oil Price Shocks Are Alike: Disentangling Demand and Supply Shocks in the Crude Oil Market," American Economic Review, 99, 1053-1069.

KILIAN, L., & ZHOU, X. (2023). A broader perspective on the inflationary effects of energy price shocks. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001048794200001

KURZY.CZ. (2024). Elektřina – ceny a grafy elektřiny, vývoj ceny elektřiny 1 kWh. [Citováno 19. dubna, 2024] https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektriny-graf-vyvoje-ceny/1kWh-eur-1-rok?dat_field=01.01.2016&dat_field2=18.04.2024

KURZY.CZ. (2024) Ropa – online ropa Brent. [Citováno 19. dubna, 2024] https://www.kurzy.cz/komodity/ropa/

KURZY.CZ. (2024) Zemní plyn – ceny a grafy zemního plynu, vývoj ceny zemního plynu. [Citováno 19. dubna, 2024] https://www.kurzy.cz/komodity/zemni-plyn-graf-vyvoje-ceny/

LI, Y. C., YU, W. C., HAN, Z. H., SHI, S., HUANG, W. H., WEN, K., & GONG, J. (2021). Analysis of COVID-19 Impact on Natural Gas Supply Reliability. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000609405700006

MAURYA, P. K., BANSAL, R., & MISHRA, A. K. (2023). Russia-Ukraine conflict and its impact on global inflation: an event study-based approach. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000961035200001

MENG, X., & YU, Y. N. (2023). Does the Russia-Ukraine conflict affect gasoline prices? Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001102444600001

NAEEM, M. A., FARID, S., YOUSAF, I., & KANG, S. H. (2023). Asymmetric efficiency in petroleum markets before and during COVID-19. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001084125800001

NOROUZI, N. (2021). Post‐COVID‐19 and globalization of oil and natural gas trade: Challenges, opportunities, lessons, regulations, and strategies. International journal of energy research, 45(10), 14338-14356.

NOROUZI, N., DE RUBENS, G. Z., CHOUPANPIESHEH, S., & ENEVOLDSEN, P. (2020). When pandemics impact economies and climate change: Exploring the impacts of COVID-19 on oil and electricity demand in China. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000565212600007

NYGA-ŁUKASZEWSKA, H., & ARUGA, K. (2020). Energy prices and COVID-immunity: The case of crude oil and natural gas prices in the US and Japan. Energies, 13(23), 6300.

OBADI, S. M., & KORCEK, M. (2020). Driving fundamentals of natural gas price in Europe. International Journal of Energy Economics and Policy, 10(6), 318-324.

OVIEDO-GOMEZ, A., LONDONO-HERNANDEZ, S. M., & MANOTAS-DUQUE, D. F. (2021). Effects of the COVID-19 Pandemic on the Spot Price of Colombian Electricity. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000718970700001

PIZARRO-IRIZAR, C. (2023). Is it all about supply? Demand-side effects on the Spanish electricity market following Covid-19 lockdown policies. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000918664900001

PUTH, M. T., NEUHAEUSER, M., & RUXTON, G. D. (2014). Effective use of Pearson's product-moment correlation coefficient. Science Directs. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347214002127?via%3Dihub

RAZA, S. A., & SIDDIQUI, A. W. (2021). Discovering COVID-19 Induced Shifts in Refined Petroleum Products Demand: A Sequence-based Time Series Mining Approach. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000937542900085

RENBARGER, R. L., SULAK, T. N., & KAUL, C. R. (2019). Finding, Accessing, and Using Secondary Data for Research on Gifted Education and Advanced Academics. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000477215800001

RUBASZEK, M., SZAFRANEK, K., & UDDIN, G. S. (2021). The dynamics and elasticities on the US natural gas market. A Bayesian Structural VAR analysis. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000704529900010

SETIAWAN, E. B., AGUSINTA, L., SURYAWAN, R. F., RICARDIANTO, P., SARIA, M., MULYONO, S., & SAKTI, R. F. J. (2021). Changes in demand and supply of the crude oil market during the COVID-19 pandemic and its effects on the natural gas market. International Journal of Energy Economics and Policy, 11(3), 1-6.

SHARMA, N., LAVANIA, M., & LAL, B. (2023). Biosurfactant: an emerging tool for the petroleum industries. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001072697800001

SHARP, E. A., & MUNLY, K. (2022). Reopening a can of words: Qualitative secondary data analysis. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000748291700001

SWAIN, R. B., & KARIMU, A. (2020). Renewable electricity and sustainable development goals in the EU. World Development, 125, 104693.

THROUGH, H. (2021). The heterogeneity among commodity-rich economies. Web of Science.

https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000615719000014

TOMA, P., FRITTELLI, M., & APERGIS, N. (2023). The economic sustainability of optimizing feedstock imports with environmental constraints. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001016737200001

TRÖSTER, B., & KÜBLBÖCK, K. (2020). Unprecedented but not Unpredictable: Effects of the COVID-19 Crisis on Commodity-Dependent Countries. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001048794200001

TSAGKANOS, A., SHARMA, A., & GHOSH, B. (2022). Green Bonds and Commodities: A New Asymmetric Sustainable Relationship. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000809964200001

TSAI, W. T. (2021). Impact of COVID-19 on energy use patterns and renewable energy development in Taiwan. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000630696800001

UNAL, C., & TATLIDIL, H. (2018). The investigation of the relationship between social and economic indicators by canonical correlation and partial canonical correlation analysis for eu and other developed countries including Turkey. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000454346300010

VOCHOZKA, M., NEUSCHLOVA, L., & JANIKOVA, J. (2023). Evaluation and prediction of polyolefin price development. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001145998600013

WANG, H., WU, H., & WANG, X. L. (2021). Research on the Application of Big Data in the Petroleum Industry. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000797316200044

WANG, W. H., & CHEUNG, Y. W. (2023). Commodity price effects on currencies. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000876972200005

YAN, C., & ZHUN, S. (2024). A study on time-varying dependence between energy markets and linked assets based on the Russia-Ukraine conflict. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001160211900001

ZHANG, Q., HU, Y., JIAO, J. B., & WANG, S. Y. (2024). The impact of Russia-Ukraine war on crude oil prices: an EMC framework. Web of Science. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001135019600026