



JOURNAL OF VALUATION AND EXPERTNESS

editor-in-chief: Ing. Vilém Kovač, PhD.

managing editor: Ing. Svatopluk Janek

chairman of the editorial board: Tomáš Řezníček

Published by:

The Institute of Technology and Business in České Budějovice

School of Expertness and Valuation

Okružní 517/10

370 01 České Budějovice

Tel.: +420 380 070 218

e-mail: kovac@znalcivste.cz

<http://journals.vstecb.cz/publications/Journal-of-valuation-and-expertness>

ISSN 2533-6258 (Online)

Periodicity: Twice a year

Since 2016

Date of issue: December 2024

EDITORIAL BOARD/EDIČNÍ RADA

prof. Ing. Marek Vochozka, MBA, Ph.D., dr. h.c.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

Ing. Veronika Machová, MBA, Ph.D. – chairman
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

prof. Ing. Jan Váchal, CSc.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

doc. Ing. Eva Vávrová, Ph.D.
Mendel University of Brno

prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., dr. h. c.
Mendel University of Brno

Ing. Pavel Rousek, Ph.D.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

Ing. František Milichovský, Ph.D., MBA, DiS.
Brno University of Technology

Dr. Lu Wang
Zhejiang University Finance Economics, China

doc. Ing. Ondrej Stopka, Ph.D.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

doc. Ing. Jarmila Straková, Ph.D., MBA
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

doc. et doc. PaedDr. Mgr. Zdeněk Caha, Ph.D., MBA, MSc.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

Ing. Filip Petrách, Ph.D.
University of South Bohemia in České Budějovice

Ing. Yelyzaveta Apanovych
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

doc. Ing. Vojtěch Stehel, MBA, PhD.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

doc. Ing. Jaromír Vrbka, MBA, PhD.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

Ing. Tereza Matasová
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

Content/Obsah

ASSESSING THE IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON STOCK PRICES IN SELECTED SECTORS	5
Svatopluk Janek, Diana Miňhová	
PRICE DEVELOPMENT OF SELECTED ENERGY COMMODITIES	18
Yelyzaveta Apanovych, Aneta Pařavová	
DEPENDENCE OF PRICES OF SELECTED BUILDING MATERIALS OVER THE YEARS	32
Vojtěch Sloup, Zdeňka Vokounová	
REAL ESTATE MARKET UNDER THE INFLUENCE OF TOURISM.....	52
Iva Lorencová, Pavel Němejc	
THE IMPACT OF SPEED CAMERAS ON REDUCING THE NUMBER OF TRAFFIC ACCIDENTS IN THE CZECH REPUBLIC.....	79
Andrej Kunštek, Filip Král	

Comparison of income development in the Czech Republic, Austria and Poland

Svatopluk Janek¹, Diana Miňhová²

^{1,2} *Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic*

Abstract

The aim of this paper was to try to evaluate and map the stock price trends of oil and healthcare companies - from 2019 to 2024 and to find out how the COVID-19 pandemic has affected the increase in stock prices and whether there is a linear relationship between these companies. Correlation analysis was used to analyze the data - the result of the correlation coefficient showed that there is only a weak linear relationship between the companies. For the purpose of this paper, Pfizer and Moderna were selected as healthcare companies and Saudi Aramco and Chevron as oil companies. Pfizer and Moderna were the main developers of the vaccine and Saudi Aramco and Chevron are one of the largest oil companies in the world. The companies did not influence each other. Price data was obtained using content analysis and projected onto graphs. During the period under review, the curve recorded both increases and decreases for the selected companies. One of the main factors for the stock price development was the COVID-19 pandemic. The pandemic had a strong impact on the stock development of both companies. During this period, there were price increases. The biggest limitation of this paper was the event of COVID-19 pandemic which affected the stock price development and hence the results were affected.

Keywords: Stocks, the COVID-19 pandemic, health care, the oil industry, price trends.

Úvod

Pandemie COVID-19, která zasáhla svět v roce 2020, přinesla značné sociální, ekonomické a finanční turbulence, které ovlivnily celosvětové trhy. Zahrnula celou zeměkouli a její zvláštností je, že se nejedná o hospodářskou krizi, jako byla Velká hospodářská krize nebo

finanční krize v roce 2017, ale o globální zdravotní krizi. Tato krize zastavila celou světovou ekonomiku (Gupta et al., 2022). Za dobu svého trvání tato pandemie výrazně ovlivnila ceny akcií v různých odvětvích, přičemž některá odvětví zaznamenala prudký nárůst hodnot, zatímco jiná se potýkala s dramatickým poklesem, což odhaluje rozsáhlé ekonomické a finanční dopady této globální krize na akciové trhy.

V rané fázi pandemie, konkrétně v období od 22. ledna 2020 do 17. dubna 2020 bylo zjištěno, že akciové trhy reagovaly negativně na růst počtu potvrzených případů COVID-19. To znamená, že výnosy akciových trhů klesly s rostoucím počtem potvrzených případů (Ashraf, 2020). Tento úměrný vztah mezi počtem nakažených a klesajícími cenami akcií vytvořil nevídanou míru rizika, který způsobil investorům značné ztráty ve velmi krátkém období (Zhang et al., 2020). V průběhu pandemie došlo k úbytku poptávky po produktech a službách. Dalo by se říct, že pandemie některým odvětvím pomohla a některým zase uškodila. Zdravotnický sektor patřil mezi ty, které z pandemie vyšly posíleni. Konkrétně se jednalo o testování a schvalování léků a vakcín (March, 2021). Naopak malé podniky zažily během pandemie obtíže (omezení pohybu, uzavření obchodů a ekonomická nejistota). Americký akciový trh během krachu, který vyvolal COVID-19 bylo zjištěno, že akcie v odvětvích zemního plynu, potravinářství, zdravotnictví a softwaru dosahují vysokých kladných výnosů, zatímco hodnoty akcií v odvětví ropy, zábavy a pohostinství dramaticky klesají (Mazur et al. 2021). Reakce trhu na nové koronavirové onemocnění v roce 2019 (COVID-19) poskytují nový pohled na to, jak reálné šoky a finanční politika ovlivňují hodnotu firmy. Zpočátku se mezinárodně orientovaným firmám, zejména těm, které jsou více vystaveny obchodu s Čínou, nedařilo. Jakmile se virus rozšířil do Evropy a Spojených států, ukázaly se jako důležité faktory ovlivňující hodnotu firemní dluhy a držba hotovosti, které byly relevantní i poté, co Fed zasáhl na trhu s dluhopisy (Ramelli et al. 2020).

Cílem této práce je posoudit, jak působila pandemie COVID-19 na vývoj cen akcií u ropných a zdravotnických společností a zda mezi těmito akciovými trhy existuje lineární vztah.

V souvislosti s cílem jsou stanoveny následující výzkumné otázky:

VO1: *Jak moc byly ovlivněné akciové trhy vybraných ropných společností během pandemie COVID-19 mezi lety 2019 a 2024?*

Zodpovězením této výzkumné otázky bude zjištěno a vyhodnoceno jaký vliv měla pandemie COVID-19 na vývoj cen akcií. Budou zkoumána data během roku 2019 až do května 2024. Tyto data jsou vybrány tak, aby odpovídali době před i během pandemie. Srovnáním těchto dat bude možné určit, jak moc velký vliv pandemie měla. Vybrané společnosti pro tuto práci jsou – Saudi Aramco (společnost ze Saudské Arábie) a jako další Chevron (společnost z USA).

VO2: *Jak moc byly ovlivněny akciové trhy firmy Pfizer a firmy Moderna během pandemie COVID-19 mezi lety 2019 a 2024?*

Zodpovězením této výzkumné otázky bude zjištěno a vyhodnoceno jaký vliv měla pandemie COVID-19 na vývoj cen akcií. Budou zkoumána data od roku 2019 až do května 2024. Tyto data jsou vybrány tak, aby odpovídali době před i během pandemie. Srovnáním těchto dat bude možné určit, jak moc velký vliv pandemie měla.

VO3: *Existuje mezi akciemi ropných společností a zdravotnických společností lineární vztah?*

Zodpovězením této otázky bude zjištěno, zda existuje vztah mezi cenou ropných akcií a zdravotnických akcií a také jak růst ceny jedné ovlivní druhou.

Literární rešerše

Pandemie Covid-19 vážně zasáhla různé aspekty života a ve většině odvětví a firem byly pozorovány její zesílené dopady. Ropný a plynárenský průmysl byl mezi prvními, kdo pocítil dopady, protože pandemie začala v důsledku celosvětové hospodářské recese a prudkého poklesu poptávky po ropě (Razavi et. al., 2022). Kumeka et. al., (2022) tvrdí, že před pandemií COVID-19 byly jednotlivé trhy ve vybraných ekonomikách produkujících ropu ovlivňovány pouze jejich tržními fundamenty a dynamikou, což se však změnilo s prudkým poklesem cen ropy v éře pandemie COVID-19. Vývoj vakcín a okamžité očkování obyvatel světa zmírnil výluky a zvýšil poptávku po ropě. Bernardes et. al., (2021) uvádí, že od září 2020 zemřel téměř 1 milion lidí. To jsou oficiální čísla. Skutečný počet případů může být kvůli nedostatečnému hlášení v mnoha zemích mnohem vyšší. Vlády jednotlivých zemí přijaly různé strategie. Nedbajíce na to, co definovaly hygienické orgány, někteří politici na začátku pandemie prohlašovali, že půjde o malou chřipku bez následků, lehčí než sezónní chřipky. Někteří politici propagovali léky bez vědecké podpory. V mnoha zemích a regionech byli lidé zmateni.

A ne každý se chtěl očkovat. Anas et. al., (2023) zkoumali některé důvody, proč jsou lidé skeptičtí k očkování proti COVID-19 navzdory ujišťování ze strany úřadů. Z hlediska metodologických úvah je studie zařazena do paradigmatu kvalitativního výzkumu. Jako hlavní zdroj dat byly ve studii použity rozhovory a obsahovou analýzu. Studie ukazuje, že důvěra ve vakcíny COVID-19 byla zásadně ovlivněna kulturním a náboženským přesvědčením, a tyto dvě přesvědčení zásadně ovlivňují rozhodnutí lidí o očkování. Hosek et al. (2022) ve své studii ohledně vývoje vakcíny proti COVID-19 a váhavosti ohledně očkování využili korelační analýzu. Korelační analýza je jednou z vícerozměrných statistických metod a odhaluje vztah mezi soubory proměnných (Unal & Tatlidil, 2018).

Souvislost mezi ropným a zdravotnickým průmyslem není pouze ve výrobě vakcíny, ale také ve výrobě roušek. Světová zdravotnická organizace (WHO) vydávala pokyny, které měli pomoci zemím omezit šíření viru. Mezi tyto pokyny patřilo nošení roušek, hygiena rukou, sociální odstup. Tyto podmínky vedly k drastickému poklesu světové ekonomiky. Roušky se většinou vyrábějí z neobnovitelných polymerů na bázi ropy – jsou tedy nerozložitelné a nebezpečné pro životní prostředí (Dharmaraj et al., 2021). V pandemické situaci tedy vznikalo velké množství plastového zdravotnického odpadu, který se skládal především z polyethylenu, polypropylenu, polystyrenu, polyethylentereftalátu a nylonu. Tyto plastové odpady lze pomocí pyrolýzy přeměnit na cenné energetické produkty, jako je ropa, plyn a dřevěné uhlí (Dharmaraj et. al., 2021).

Ekici et. al., (2024) zkoumali odolnost nákladů ve zdravotnictví během pandemie Covid-19. Na vzorku zdravotnických firem z let 2009 až 2022 dokumentovali, že manažeři zdravotnických firem začínali během nejistého ekonomického prostředí více reagovat na odolnost vůči nákladům. Manažeři zdravotnických firem upravovali prodejní, správní a režijní náklady na základě úrovně odolnosti nákladů, aby optimalizovali cíle finanční výkonnosti.

Ropné trhy se v období krize COVID-19 potýkaly s mimořádnými problémy. Cenová dynamika na trzích s ropou byla ovlivněna obávaným vývojem pandemie. Studie od Naeem et al. (2023) využila sekundární data od čtyř hlavních ropných trhů, také zde využili flukтуаční analýzu a jejich výsledky potvrzují přítomnost zhoršující se efektivnosti na ropných trzích

během krize. Analýza sekundárních dat se může stát velkým přínosem pro výzkumné pracovníky z řad akademiků, protože nabízí velké výběrové soubory a rozmanité údaje o mnoha různých tématech. Používání sekundárních dat je však spojeno i s problémy. Většina zdrojů dat má k dispozici soubory pro veřejné použití, ale některé citlivé údaje mohou vyžadovat zvláštní povolení (Renbarger et al., 2019). Sharp & Munly (2022) ve své práci tvrdí, že největším problémem sekundárních dat je však archivace dat, dostupnost datových souborů a znalost kvalitativních analýz. Analýzu sekundárních dat využil také Karacan (2022) ve své studii, kde zkoumal, zda ropný průmysl hrál nějakou roli v nárůstu případů COVID-19, také se zabýval tím, zda ropný průmysl ovlivňoval kvalitu ovzduší více během pandemie než před ní.

Finanční výkonnost se snažili optimalizovat také energetické společnosti. Pandemie ovlivnila ceny energií od ropy po různé rafinované ropné produkty, jako např. topný olej, palivo pro tryskové motory, motorová nafta a benzin. Nástup pandemie vedl k počátečnímu poklesu cen ropných produktů a poté, stejně náhle, k prudkému nárůstu cen z důvodu omezení výroby (Zhu et al., 2023). Sheng et al. (2023) zkoumali ve své studii vliv volatility cen ropy na finanční napětí během velké recese a recese způsobené COVID-19. Zjistili, že volatility cen ropy mají trvalý pozitivní vliv na finanční napětí, přičemž tento vliv je výraznější během velké recese než v době pandemie COVID-19. Možné vysvětlení je, že reakce na COVID-19 byla podpořena aktivními intervencemi vlády, což snížilo citlivost finanční stability na volatilitu cen ropy. Alao a Payaslioglu (2021) také zkoumali vliv volatility cen ropy a v jejich studii použili modely dynamické podmíněné korelace. Ceny komodit jsou velmi volatilní a volatilita sama o sobě v čase kolísá. Ceny ropy reagují na kartelizaci trhu silněji než např. měď. Cena ropy také prudce reaguje na globální změny poptávky – COVID-19 či Velká recese v roce 2008 (Caputo a Ordonez, 2024).

V posledním desetiletí se množství dat v ropném průmyslu rychle zvýšilo a poptávka po získávání dalších dat stále roste. Metoda analýzy velkých dat může vědecky lépe řídit průzkum a vývoj ropných trhů – také napomáhají při rafinaci ropy, přepravě a skladování (Wang et al., 2021). Anwer et al. (2022) ve své studii zkoumali profil systémového rizika globální energetické sítě v období před krizí a po ní. Využili kvantilovou regresi s využitím denních dat z období od 1. ledna 2018 do 27. října 2021. Extrémní události jako např. zemětřesení, tsunami, ale i krachy na trhu mohou mít značný dopad na sociální a ekologické systémy. Kvantilová regrese se dá využít k předpovídání těchto událostí (Huang et al., 2023).

Pro sběr sekundárních dat v této práci bude použita obsahová analýza. Využity budou korelační analýza a grafická analýza, a díky těmto analýzám budou zodpovězeny všechny výzkumné otázky.

Data a metody

K zodpovězení první výzkumné otázky bude použita obsahová analýza, pomocí níž budou analyzována data z webové stránky Google Finance (*Google.com/finance*, 2024) a ze statistického úřadu evropské unie (*Eurostat*, 2024). Sledované období bude od 1. 5. 2019 u firmy Chevron a prosince 2020 u firmy Saudi Aramco až do období května 2024 pro obě firmy. Data budou sledována z doby, kdy se odehrála pandemie COVID-19, ale i z doby před pandemií. Data budou brána ze začátku každého měsíce vybraných let. Grafická analýza poskytne vizuální zobrazení dat a umožní identifikovat vzory a trendy posledních 5 let – vytvořena bude za pomoci MS Excel. Získaná data bude nutno převést z SAR na CZK s využitím kurzu 1SAR = 6,0975 – Kurzy.cz ke dni 16. 5. 2024 a z USD s kurzem 1USD =

22.9260 ze dne 15. 5. 2024. Vybrané sledované firmy jsou Saudi Aramco a Chevron. U firmy Saudi Aramco je možné sledovat data až od prosince 2019 a to z důvodu, že zahájila prodej svých akcií v prosinci 2019 a to z důvodu plánu Saúdské Arábie, který se jmenuje „Vision 2030“.

Data nutná k zodpovězení druhé výzkumné otázky budou analyzována pomocí obsahové analýzy z dat získaných z webové stránky Google Finance (*Google.com/finance*, 2024). Budou sledovány akciové trhy vybraných zdravotnických společností, a to Pfizer a Moderna (jedná se hlavní vývojáře vakcíny proti nemoci COVID-19) během pandemie od 1.1.2019 až do období května 2024. Sledované období bude zahrnovat rok před vypuknutím pandemie COVID-19, samotný rok, kdy pandemie probíhala, a následně dobu po ustání masivního šíření tohoto viru. Tyto údaje nám umožní pochopit, jaký vliv měla pandemie COVID-19 na ceny akcií. Získaná data o cenách akcií během pandemie COVID-19 bude jako u předchozí otázky nutno převést z USD na CZK za použití aktuálního kurzu 1USD = 22.9260 Kč – dne 15. 5. 2024 na webové stránce Kurzy.cz. U druhé výzkumné otázky bude také provedena grafická analýza za pomoci MS Excel.

U druhé výzkumné otázky bude zjištěny i průměry cen akciových trhů vybraných zdravotnických společností mezi lety 2019 a 2024. Průměry cen budou zjištěny pro každý rok zvlášť a data budou brána z průběhu každého měsíce daného roku. Tyto průměry pak budou pomocí komparace analyzovány a zjištěno bude, jestli mezi roky bez pandemie byli průměry cen nižší než během pandemie. Využit bude základní vzorec pro výpočet průměru (*hackmath.net*, 2024):

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

kde:

\bar{x} – je výsledný aritmetický průměr

n – počet dat v souboru

x_i – jednotlivá čísla dat

Σ – součet všech čísel dat

Pro zodpovězení třetí výzkumné otázky použijeme data získaná z první a druhé výzkumné otázky. K prokázání, zda existuje lineární vztah mezi cenou ropných akcií a zdravotnických akcií bude použita korelační analýza za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu (*cit.vfu.cz*, 2024). Je dán vztahem:

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

kde:

X_i – výběrové průměry cen akcií X

Y_i – výběrové průměry cen akcií Y

\bar{X} – výběrové směrodatné odchyly cen akcií X

\bar{Y} – výběrové směrodatné odchyly cen akcií Y

K vypočtení korelačního koeficientu, který se značí r , bude použita analýza dat v MS Excel. Pro účely této práce bude korelační koeficient rozdělen kategorií. Rozdělení do těchto kategorií bude sloužit k lepší interpretaci zjištěného korelačního vztahu mezi stanovenými akciemi.

- *velmi slabá lin. závislost* $r = 0 - 0,2$

- *slabá lin. závislost* $r = 0,2 - 0,4$
- *středně silná lin. závislost* $r = 0,4 - 0,6$
- *silná lin. závislost* $r = 0,6 - 0,8$
- *velmi silná lin. závislost* $r \geq 0,8$

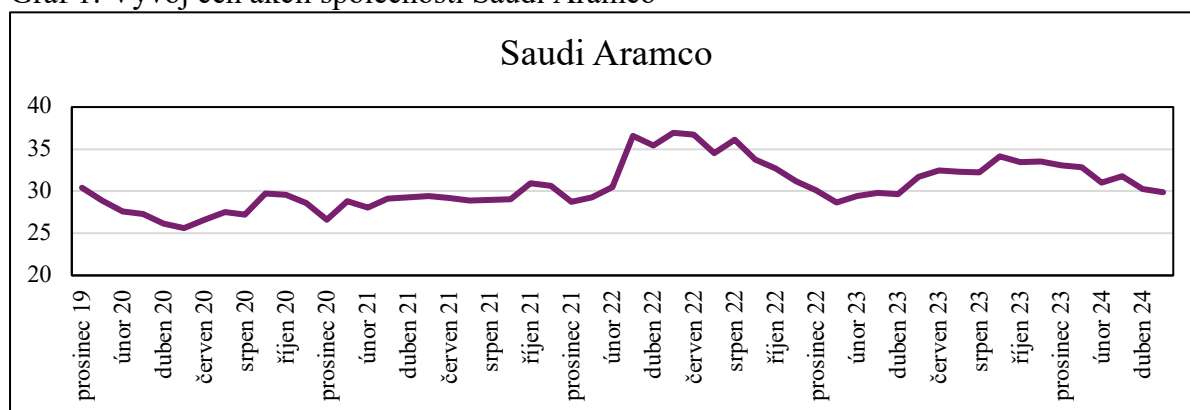
Pokud je výsledek korelačního koeficientu roven 0 neexistuje mezi akcemi žádný vztah. Kladné hodnoty znamenají, že mezi proměnnými vztah existuje, záleží však jak silný tento vztah je. Pokud je koeficient v hodnotě do 0,4 je tento vztah velmi slabý, znamená to tedy, že se ceny nějak zásadně neovlivňují navzájem. Koeficient od hodnoty 0,4 do 0,6 znamená, že vztah mezi trhy je středně silný, ceny se v tomto bodě již lehce ovlivňují navzájem. Pokud je výsledný koeficient větší než 0,6 je vztah mezi proměnnými silný a ceny se v tuto chvíli ovlivňují – znamená to tedy, že cena jedné akcie ovlivňuje cenu akcie druhé.

Díky výsledkům všech analýz bude možné porozumět, jaký vlastně měla pandemie COVID-19 dopad na ceny akcií a také jaké lineární vztahy mezi těmito akcemi existují.

Výsledky

Data o cenách ropných společností Saudi Aramco a Chevron byla sledována z průběhu každého měsíce vybraných let (2019-2024). S pomocí těchto dat byly v programu vytvořeny grafy.

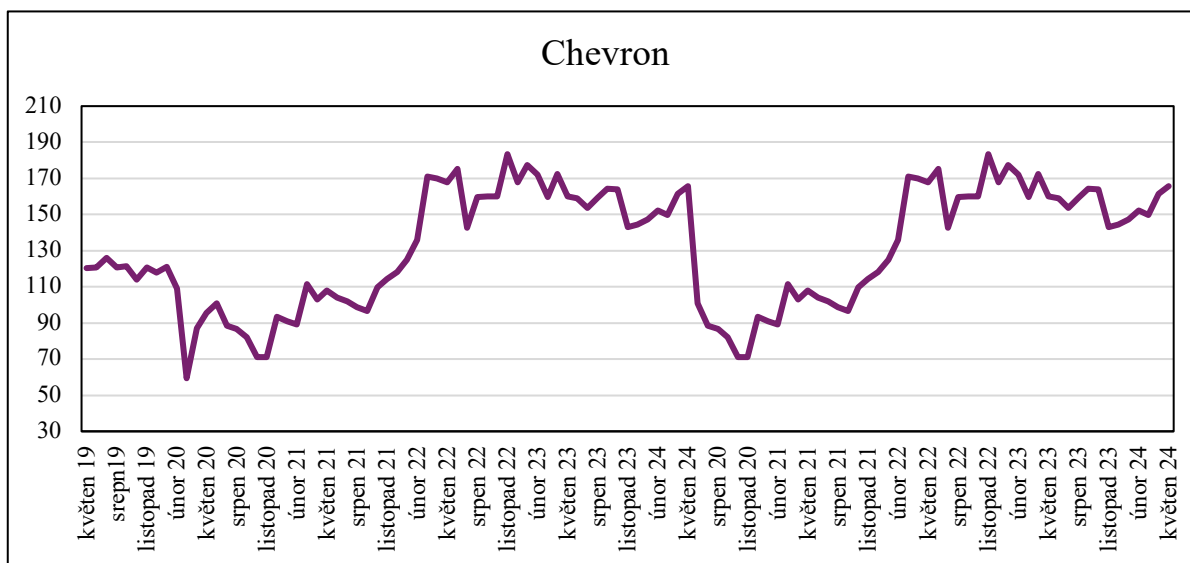
Graf 1: Vývoj cen akcií společnosti Saudi Aramco



Zdroj: vlastní zpracování.

Graf 1. zachycuje vývoj cen akcií ropné společnosti Saudi Aramco, která je momentálně největší ropnou společností světa. Průměrná cena akcií byla 30,6131 USD – po převedení na CZK se jedná o částku 186,664 Kč. Maximum dosáhla po začátku pandemie COVID-19 – 225,242 Kč.

Graf 2: Vývoj cen akcií společnosti Chevron

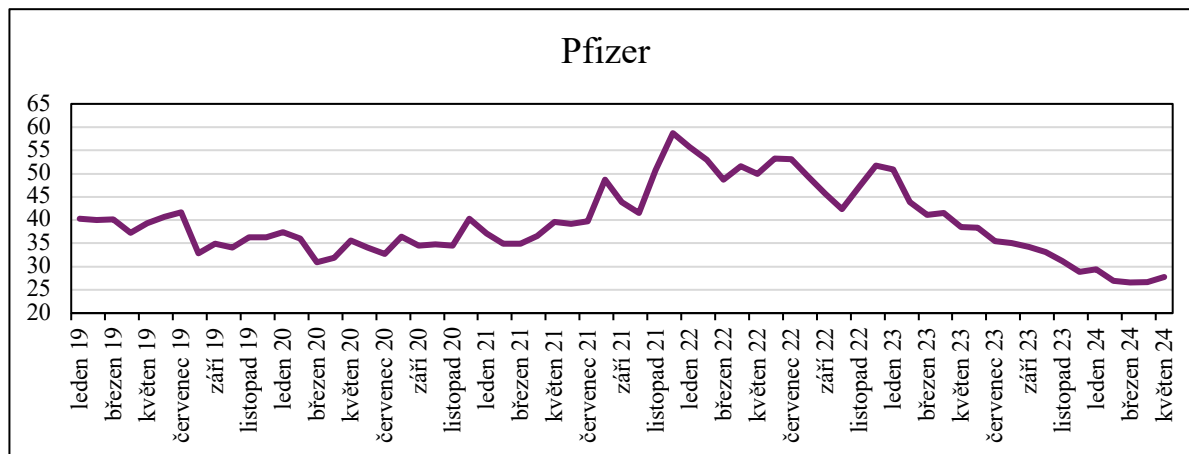


Zdroj: vlastní zpracování.

Graf 2. zachycuje vývoj cen akcií ropné společnosti Chevron. Průměrná cena dosáhla ceny 3021,11 Kč. Minimální ceny dosáhla v březnu 2020 hned po šíření pandemie a to částky 59,39 USD – po převodu dle určeného kurzu se jedná o 1361,575 Kč.

Data o cenách akcií společnosti Pfizer a Moderna byla sledována z průběhu každého měsíce. S pomocí těchto dat byly vytvořeny grafy.

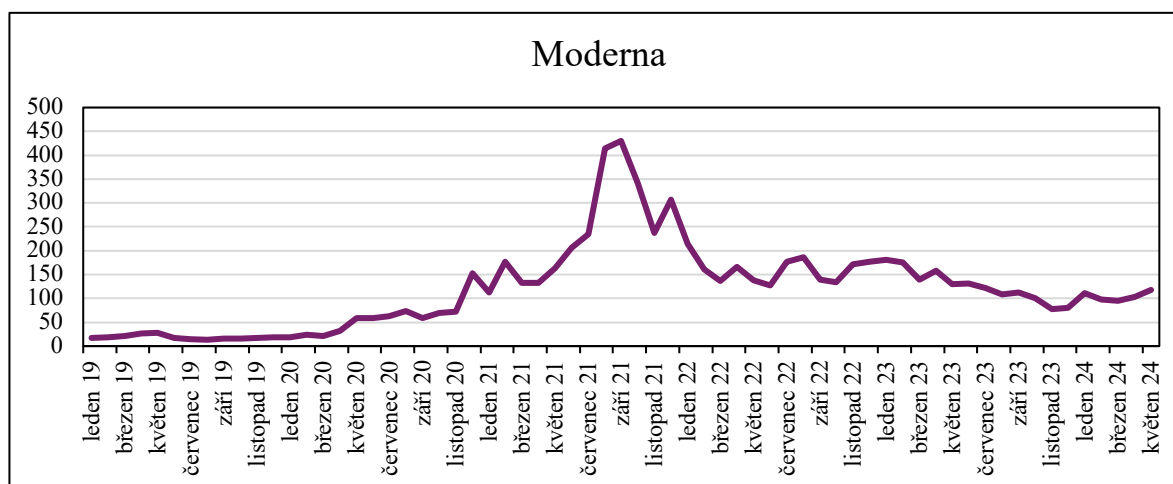
Graf 3: Vývoj cen akcií firmy Pfizer



Zdroj: vlastní zpracování.

Graf 3. zachycuje vývoj cen akcií společnosti Pfizer za období od roku 2019 do roku 2024. Údaje pro vytvoření grafu byly získány za pomoci Google Finance. Data byla zaznamenávána v americké měně. Průměrná cena dosahovala částky 906,508 Kč po převodu s určeným kurzem. Minimální ceny dosáhla cena v tomto roce, a to přesně v březnu – cena v tuto dobu byla 609,602 Kč po převodu z USD.

Graf 4: Vývoj cen akcií firmy Moderna



Zdroj: vlastní zpracování.

Graf 4. zachycuje vývoj cen akcií společnosti Moderna za stejné období jako u firmy Pfizer. Data byla zaznamenávána v americké měně. Ceny akcií moderny měla průměrnou cenu 119,6142 USD – tato částka po převodu na CZK činí 2742,274 Kč. Maximální cenu dosáhla v průběhu pandemie a to částky 430 USD – po převodu na CZK 9859,326 Kč.

U všech ropných a zdravotnických společností byl vypočten lineární vztah. U všech společností byl výsledek pod bodem 0,5 což znamená, že mezi ropnými a zdravotnickými společnostmi existuje pouze slabý lineární vztah. Znamená to tedy, že se během pandemie ceny navzájem neovlivňovali. U společností Chevron a Moderna a Saudi Aramco a Moderna se dle definice vztahů jedná o velmi slabou lineární závislost. U společností Chevron a Pfizer a Saudi Aramco a Pfizer je dle definice vztahů slabá lineární závislost.

Tabulka 1: Korelační analýza pro data z období před, během a po pandemii

Vztahy	Pearsonův koeficient
Chevron a Moderna	0,092
Chevron a Pfizer	0,270
Saudi Aramco a Moderna	0,064
Saudi Aramco a Pfizer	0,277

Zdroj: vlastní zpracování.

Diskuse výsledků

Na základě zjištěných výsledků můžeme odpovědět na stanovené výzkumné otázky:

VOI: Jak moc byly ovlivněné akciové trhy vybraných ropných společností během pandemie COVID-19 mezi lety 2019 a 2024?

Vypuknutí pandemie COVID-19 výrazně ovlivnilo nejen světové ekonomiky, ale také akciové trhy. Žádná z předchozích epidemií infekčních chorob, včetně španělské chřipky, nezasáhla akciový trh tak silně jako pandemie COVID-19 (Baker et al., 2020). Pandemie

zprvu vedla k prudkému poklesu poptávky, který vedl k následnému poklesu těžby. Světové ekonomiky a také akciové trhy se dokázali v průběhu pandemie přizpůsobit.

Kumar & Prabheesh (2023) díky empirickým zjištěním tvrdí, že během pandemie byla zvýšená nejistota, která negativně ovlivnila trhy s ropnými akciemi. Jejich zjištění naznačují, že nejistota pandemie pokřivila vztah mezi trhy v důsledku preventivního přístupu ekonomických subjektů. Ve výsledných grafech této práce je toto možno vidět, po začátku pandemie se ceny ropných akcií dostávaly zpátky tam, kde byly před pandemií, a to protože klesalo riziko nejistoty.

Na základě dostupných dat bylo zjištěno, že v březnu roku 2022 u společnosti Saudi Aramco nejvíce stouply ceny akcií. Společnosti Saudi Aramco začala prodej svých akcií veřejnosti teprve v prosinci roku 2019. V letech 2020 až 2024 zaznamenala pokračující zájem investorů i navzdory výkyvům na ropném trhu a stále posiluje svou pozici na globálním finančním trhu. U společnosti Chevron akci nejvíc stouply v listopadu 2022. Ceny akcií ropy však v období těchto let neovlivňovala pouze pandemie, ale také další geopolitické faktory. Jedním z těchto faktorů je stále trvající válka na Ukrajině, která začala v únoru roku 2022. Moskevská burza přerušila v tomto

Salisu et al. (2020) ve výsledcích jejich práce ze začátku pandemie naznačují, že je vysoká pravděpodobnost negativních výnosů z ropných akcií během pandemie, která je způsobena nejistotou spojenou s příslušnými trhy. Dle výsledků této práce se ukazuje jejich odhad jako správný.

VO2: Jak moc byly ovlivněny akciové trhy firmy Pfizer a firmy Moderna během pandemie COVID-19 mezi lety 2019 a 2024?

Jako reakce na celosvětovou pandemii se začala vyvíjet vakcína, kde hlavní roli hrála společnost Pfizer, která ve spolupráci s německou firmou BioNTech, vyvinula jednu z prvních schválených vakcín. Úspěch ve vývoji vakcíny měl tedy výrazně pozitivní dopad na akcie společnosti Pfizer. Poté co bylo oznámeno, že byla vakcína nouzově schválena začala hodnota akcií výrazně stoupat. Před pandemií, v roce 2019 se cena akcií Pfizer pohybovala relativně stabilně, s mírným růstem. Koncem roku 2021 a v lednu roku 2022 byl Pfizer úspěšný. Ceny akcií dosahovaly vrcholu. Od konec roku 2022 až doposud dochází k poklesu.

Jedním z dalších vývojářů vakcíny proti COVID-19 byla společnost Moderna, která také získala nouzové schválení vakcíny a díky tomu zaznamenala velký zájem o jejich akcie. Zájem o akcie Moderny se zvýšil také díky dlouhodobému potenciálu mRNA technologie (typ kyseliny), kterou firma plánuje využívat i pro vývoj dalších vakcín a léků. Tento úspěch nejenže posílil finanční postavení společnosti, ale také zvýšil její prestiž a postavení na globálním farmaceutickém trhu. Tyto dva úspěchy těchto společností se stali milníkem v historii medicíny a dokázali tím, jak efektivně dokáže věda reagovat na globální zdravotní problémy.

Diaz et al. (2023) zjistili, že v prvních měsících měly zprávy o pandemii vliv na výnosy farmaceutických firem, ale tento vliv nebyl obecně velký. Jedinou výjimkou je malá biotechnologická firma Moderna, protože zaznamenala velké pozitivní abnormální výnosy, které časem vymizely. Povzbudivá oznámení o úspěšnosti výsledků měla pozitivní dopad na ceny akcií společností Pfizer a Moderna. Jejich výsledky také naznačují, že mimořádné povolení, které americký regulační úřad udělil vakcíně Pfizer, bylo očekáváno několik dní

předem a trh ho uvítal. Oznámení dohody o dodávkách vakcín mezi společnostmi Moderna a Evropskou komisí přineslo této společnosti velké pozitivní výnosy.

VO3: *Existuje mezi akcemi ropných společností a zdravotnických společností lineární vztah?*

Výsledky korelační analýzy ukázaly, že u všech zkoumaných společností byly korelační koeficienty pod hodnotou 0,5. To znamená, že mezi ropnými a zdravotnickými společnostmi existuje pouze slabý lineární vztah. Jinými slovy, během pandemie ceny akcií těchto dvou sektorů navzájem významně neovlivňovaly.

Seznam zdrojů

Alao, R. O., & Payaslioglu, C. (2021, March). *Oil price uncertainty and industrial production in oil-exporting countries*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000636733300066>

Anas, AL., Salifu, M., Zakaria, HL. (2023, APR). *COVID-19 Pandemic and Vaccination Skepticism*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000983701700001>

Ashraf, BN., (2020, DEC). *Stock markets' reaction to COVID-19: Cases or fatalities?* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000581600100057>

Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Kost, K., Sammon, M., & Viratyosin, T. (2022, December). *The Unprecedented Stock Market Reaction to COVID-19*. Web of science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000595485100008>

Bernardes, AT., Ribeiro, LC. (2021, MAR). *Information, opinion and pandemic*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000604431700045>

Caputo, R., & Ordóñez, F. (2024, February 23). *Wars, cartels and COVID-19: regime switching in commodity prices*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000869215000001>

Cit.vfu.cz. (2024). *Lineární korelační závislost*. <https://cit.vfu.cz/statpotr/POTR/Teorie/Predn5/linearni.htm>

Dharmaraj, S., Ashokkumar, V., Hariharan, S., Manibharathi, A., Show, P. L., Chong, C. T., & Ngamcharussrivichai, C. (2021, June). *The COVID-19 pandemic face mask waste: A blooming threat to the marine environment*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000635594700025>

Dharmaraj, S., Ashokkumar, V., Pandiyan, R., Munawaroh, HSH., Chew, KW., Chen, WH., Ngamcharussrivichai, C. (2021, JUL). *Pyrolysis: An effective technique for degradation of COVID-19 medical wastes*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000647817200101>

Diaz, R. F., Herrador-Alcaide, T. C., & Sanchez-Robles, B. (2023). *COVID-19 Vaccines, Healthcare Policies and Stock Markets: Are There Winners and Losers?* Web of science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000998547700001>

Dolar, Americký dolar, USD, kurzy měn. (2024). Kurzy.cz. <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/nejlepsi-kurzy/USD-americky-dolar/>

Ekici, E., Zhang, J.D., Han, J. (2021, MAR). *The impact of cost resilience on management decision to respond to the COVID-19 crisis in healthcare companies.* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001179122900001>

Gupta, H., Chaudhary, R., Gupta, S. (2022, SEP). *COVID-19 Impact on Major Stocks Markets.* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000842069400007>

Hackmath.net. (2024). *Průměr.* <https://www.hackmath.net/cz/priklad-uloha/20173>

Hosek, M. G., Chidester, A. B., Gelfond, J., & Taylor, B. S. (2022, April). *Low Prevalence of COVID-19 Vaccine Hesitancy in Students Across Health Science Disciplines in Texas.* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000790336400002>

Huang, M. L., Han, Y. S., & Marshall, W. (2023, June). *An Algorithm of Nonparametric Quantile Regression.* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000982963000001>

Chevron stock. (2024). Google Finance. <https://www.google.com/search?client=safari&rls=en&q=chevron+stock&ie=UTF-8&oe=UTF-8>

Kumar, S., & Prabheesh, K. P. (2023). *Reassessing the dynamics between exchange, oil, stock markets and uncertainty during COVID-19 in emerging market economies.* Web of science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000976470600001>

Kumeka, T.T., Uzoma-Nwosu, D.C., David-Wayas, M.O. (2022, MAY). *The effects of COVID-19 on the interrelationship among oil prices, stock prices and exchange rates in selected oil exporting economies.* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000804935200004>

Kurzy.cz. (2024, April). *EUR, euro – převod měn na CZK, českou korunu.* <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/prevodnik-men/EUR-CZK/>

Kurzy.cz. (2024). *Rijál, Saudský rijál SAR, kurzy měn.* <https://www.kurzy.cz/kurzy-men/nejlepsi-kurzy/SAR-saudsky-riyal/>

March, R. (2021, April). *The FDA and the COVID-19: A political economy perspective.* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000623044500001>

Mazur, M., Dang, M., Vega, M. (2021, JAN). *COVID-19 and the march 2020 stock market crash. Evidence from S & P1500*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000614463200027>

Moderna Inc (MRNA) stock price & news. (2024). Google Finance. https://www.google.com/finance/quote/MRNA:NASDAQ?sa=X&ved=2ahUKEwjWssTE_46GAxWu-AIHHei-CWYQ3ecFegQILxAX&window=MAX

Naeem, M. A., Farid, S., Yousaf, I., & Kang, S. H. (2023, October). *Asymmetric efficiency in petroleum markets before and during COVID-19*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001084125800001>

Pfizer, stock price & news. (2024). Google Finance. https://www.google.com/finance/quote/PFE:NYSE?sa=X&ved=2ahUKEwivycSP_Y6GAxV99gIHHcjRA78Q3ecFegQIJxAZ&window=5Y

Ramelli, S., Wagner, AF. (2020, NOV). *Feverish Stocks Price Reactions to COVID-19*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000593218600008>

Razavi, SA., Asgary, A., Khaleghi, M. (2022, JUN). *The Impact of the Covid-19 Pandemic on Iranian Oil and Gas Industry Planning: A Survey of Business Continuity Challenges*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000790146000001>

Renbarger, R. L., Sulak, T. N., & Kaul, C. R. (2019, November). *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>

Salisu, A. A., Ebul, G. U., & Usman, N. (2020, September). *Revisiting oil-stock nexus during COVID-19 pandemic: Some preliminary results*. Web of science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000569442600018>

Saudi Arabian oil stock price & news. (2024). Google Finance. https://www.google.com/finance/quote/2222:TADAWUL?sa=X&ved=2ahUKEwj5tq7n_o6GAxXH0wIHHfGZAI0Q3ecFegQIORAX&window=MAX

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

Sheng, X., Kim, WJ., Gupta, R., Ji, Q. (2023, MAY). *The impacts of oil price volatility on financial stress: Is the COVID-19 period different?* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000971257000001>

Unal, C., & Tatlidil, H. (2018, December). *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>

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>

Zhang, DY., Hu, M., Ji, Q. (2020, OCT). *Financial markets under the global pandemic of COVID-19*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000571036300014>

Zhu, P. F., Tang, Y., & TT, L. U. (2023, June). *How Connected is Crude Oil to Stock Sectors Before and After the COVID-19 Outbreak? Evidence from a Novel Network Method*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000964250800002>

Contact address of the author(s):

Ing. Svatopluk Janek, Ústav znaleství a oceňování, Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Česká republika, e-mail: svatopluk.janek@mail.vstecb.cz

Price development of selected energy commodities

Yelyzaveta Apanovych¹, Aneta Pašavová²

¹ *Pan-European University (PEU), Tomášikova 20, 820 09 Bratislava, Slovakia*

² *School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Czech Republic*

Abstract

The aim of the paper was to try to assess and map the price development of selected energy commodities - natural gas, oil and electricity from 2016 to 2024 and to find out how the COVID-19 pandemic affected the price increase. Correlation analysis was used to analyze the price trends - the resulting correlation coefficient showed that prices were interacting with each other during the selected period under study. The price trend data was extracted through content analysis and projected into graphs to better identify the trends of the last 8 years. During the period under study, the price of all commodities experienced price increases but also price decreases. The COVID-19 pandemic and the war in Ukraine have become one of the main factors for the price development. The COVID-19 pandemic had a strong impact on the prices of energy commodities, with prices increasing during this period. The biggest limitation of the thesis was geopolitical events such as the COVID-19 and the mentioned war in Ukraine, which influenced the development of energy prices and thus the research and its results were affected.

Keywords: Natural gas, oil, electricity, pandemic COVID-19, price development

Úvod

V posledních dvou desetiletích byl zaznamenán masivní příliv kapitálu na komoditní trhy, což bylo důvodem financionalizace komodit, která se stala významným podnětem pro studování cen na komoditních trzích, financionalizace 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 (Trough, 2020). Svět by se dal rozdělit na země, které disponují komoditním bohatstvím a na země, které jsou závislé na dovozu komodit. Jedním z velkých problémů, 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 financionalizaci 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 řešení 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.

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 síť (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 zemích 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).

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.

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).

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 společnostmi. 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 flukтуаční 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).

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 environmentálních 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 odloučením 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 pomoci 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 spolehlivost dodávek plynu.

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 pomoci absolutních přírůstků. Pomocí těchto analýz budou zodpovězeny všechny výzkumné otázky.

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 pomoci průměru, minima a maxima a zjištěný průměr bude využit i u druhé výzkumné otázky.

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

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

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 pomoci 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):

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

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.

Výsledky

Data V tabulce 1. jsou popsány vybrané odvětví energetických komodit a co využití zkratky jednotlivých měrných jednotek znamenají.

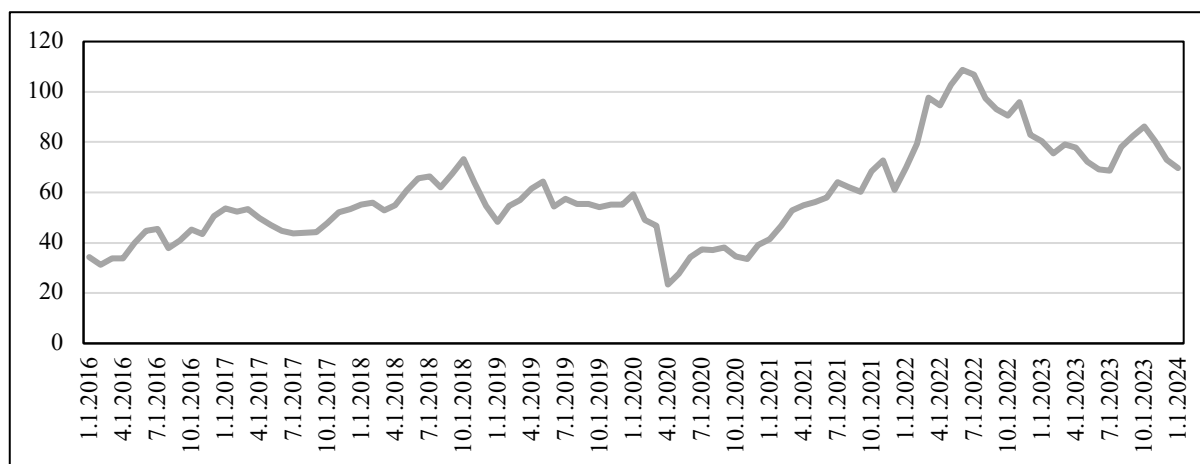
Tabulka 1. Zkratky měrných jednotek

Komodita	Zkratka	Vysvětlivka
Ropa	Barel	Barel
Elektrina	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.

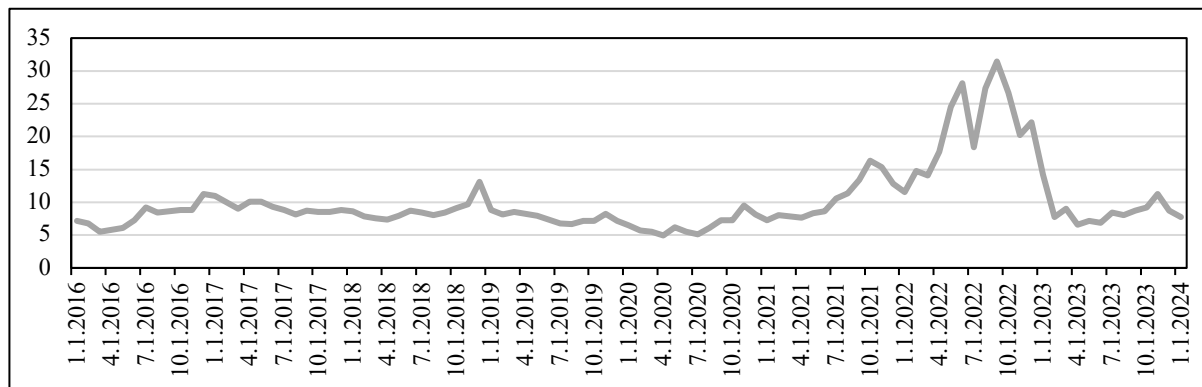
Graf 1. Vývoj ceny ropy Brent [EUR/Barel]



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.

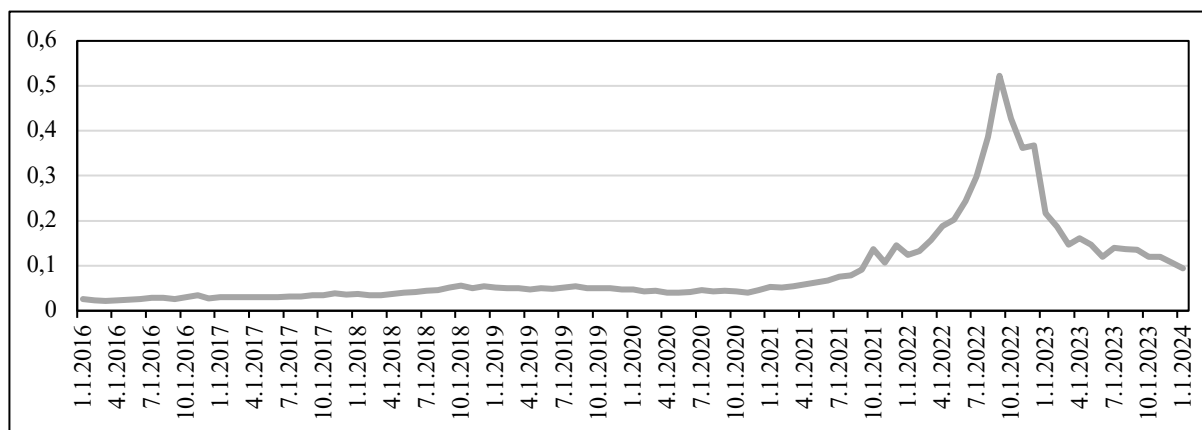
Graf 2. Vývoj cen zemního plynu [EUR/MWh]



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 minusové 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.

Diskuse výsledků

Na základě zjištěných výsledků můžeme odpovědět na stanovené výzkumné otázky:

VOI: 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. Bounou & 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 pomoci 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

Reference

Alao, R. O., & Payaslioglu, C. (2021, March). *Oil price uncertainty and industrial production in oil-exporting countries*. Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000636733300066>

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 volatility*. 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>

Halbruegge, S., Schott, P., Weilbelzahl, M., Buhl, H. U., Fridgen, G., & Schoepf, M. (2021). *How did the German and other European electricity systems react to the COVID-19 pandemic?* Web of Science. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000649545300005>

Hančlová, J., & Tvrđý, L. (2003). *Úvod do analýzy časových řad*. ČVUT. https://www.fd.cvut.cz/departament/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., & 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 Elektřina – ceny a grafy elektřiny, vývoj ceny elektřiny 1 kWh. [Citováno 19. dubna, 2024] https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elektřiny-graf-vyvoje-ceny/1kWh-eur-1-rok?dat_field=01.01.2016&dat_field2=18.04.2024

Kurzy.cz Ropa – online ropa Brent. [Citováno 19. dubna, 2024] <https://www.kurzy.cz/komodity/ropa/>

Kurzy.cz 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., 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>

- 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>
- 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>
- 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>

Contact address of the author(s):

Ing. Yelyzaveta Aapanovych, Pan-European University (PEU), Tomášikova 20, 820 09 Bratislava, Slovakia, e-mail: apanovych@znalcivste.cz.

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

Dependence of prices of selected building materials over the years

Vojtěch Sloup¹, Zdeňka Vokounová²

^{1,2} School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Czech Republic

Abstract

The aim of this paper was to analyse the impact of the COVID-19 pandemic, geopolitical conflicts, energy prices, environmental regulations and technological innovations on the price development of selected building materials in the period 2014-2024. The analysis was carried out based on the trend and comparative method, including statistical indicators such as mean, median and standard deviation, and using data from the URS (2021-2024) and FRED (2014-2024) databases. It was found that steel and polystyrene prices show high volatility, while mineral wool and brick prices remain more stable. These findings reflect the key influence of geopolitical events and the energy crisis on price developments. The paper provides insights that can contribute to better planning in the construction sector, especially in the area of budgets and purchasing strategies. Limitations of the research were the limited time frame of the data and the lack of more detailed regional data. Further research should include a longer time period and detailed analysis of regional factors.

Keywords: Building material prices, steel, polystyrene, geopolitical conflicts, energy crisis, construction market.

Úvod

Trh s nemovitostmi je jedním z nejdůležitějších ekonomických sektorů v mnoha zemích a hraje klíčovou roli ve formování ekonomického prostředí (Fabozzi, Schiller a Tunaru, 2019). V posledních letech bylo toto odvětví svědkem několika významných problémů a změn majících značný dopad na domácnosti, investory a ekonomiku jako celek. Jedním z aktuálně nejzřetelnějších problémů je stále rostoucí cena nemovitostí, které se stávají nedostupné pro skupiny obyvatel nedosahující nadprůměrných příjmů, což může vést k sociální segregaci a nerovnosti (Aiyin a Yanmei, 2018).

Nemovitosti jsou moderní společností vnímány jako spotřební zboží i jako investice a v obou rovinách vykazují citlivost na makroekonomické tendence. Dynamika na trhu nemovitostí je

úze provázána s vývojem na trhu úvěrovém, jelikož investice do bydlení jsou často financovány formou hypotečního úvěru, a zřídka se hradí výhradně hotovostí (Filotto et al. 2018).

V ekonomikách potýkajících se s vysokou mírou inflace ceny nemovitostí prudce rostou a poskytovatelé hypotečních úvěrů zpříšňují podmínky pro jejich čerpání prostřednictvím zvýšení úrokových sazeb. Tímto způsobem se zvýšené úrokové sazby stávají odrazujícím prvkem pro potenciální kupce nemovitostí, kteří se brání využít úvěrový kapitál z důvodu vysokých nákladů na financování. V situaci s nízkou mírou inflace má účelové půjčování opačný efekt, kdy vyšší dostupnost hypotečního financování má přímý vliv na poptávku po hypotečních úvěrech a tím i na cenovou situaci na trhu s nemovitostmi (Korkmaz, 2019). Inflace způsobuje růst cen bydlení také prostřednictvím zvyšování stavebních nákladů a nákladů práce ve formě mezd. Toto rostoucí nákladové břemeno při výstavbě nových domů postupně přechází i do cen již existujících nemovitostí, což je způsobeno jejich substituční funkcí (Rehman, Ali a Shahzad, 2020).

Výchozím bodem při prodeji nemovitosti je stanovení nabídkové ceny, která vyjadřuje hodnotu, za kterou je prodávající ochoten svou nemovitost prodat. Jedná se o cenu odhadní, se kterou prodejce vstupuje na realitní trh a zpravidla jde o cenu vyšší než za jakou se transakce posléze realizuje (Raya, 2021). Jelikož je důležité mít znalosti, které by umožnily předvídat potenciální dopady a provádět kvalifikované investiční volby (Taltavull, 2021).

Cílem práce je zhodnotit nabídkové ceny nemovitostí, dostupnost bydlení a vliv inflace, mezd a výše úrokových sazeb hypoték na tyto ceny v České republice v letech 2015–2022.

Pro naplnění cíle práce byly formulovány následující výzkumné otázky:

VO1: Jaký je vývoj nabídkové ceny nemovitostí v jednotlivých krajích České republiky v období 2015–2022?

VO2: Jsou ovlivněny nabídkové ceny nemovitostí mírou inflace a úrokovou sazbou hypotečních úvěrů?

VO3: Jaká je dostupnost bydlení v jednotlivých krajích České republiky?

Literární rešerše

Ceny stavebních materiálů, jako jsou ocel, cihly, polystyren a minerální vata, jsou dlouhodobě ovlivňovány širokou škálou faktorů, mezi něž patří globální ekonomické podmínky, geopolitické události, technologický pokrok a environmentální regulace. Pro lepší pochopení, jak tyto faktory ovlivňují vývoj cen, je důležité se zaměřit na historický kontext a klíčové události, které formovaly trh se stavebními materiály.

Historický vývoj cen stavebních materiálů je ovlivněn ekonomickými cykly, technologickým pokrokem a politickými událostmi. Ivanova et al. (2021) zdůrazňují, že růst poptávky po stavebních materiálech během průmyslové revoluce a po světových válkách vedl k výrazným cenovým výkyvům. Například prudký nárůst poptávky po oceli a cihlách vyplýval z potřeby obnovit zničenou infrastrukturu, což způsobilo značné cenové změny. Podle Abdulhaqqa a Abdulsamada (2021) měla podobně významný vliv i geopolitická situace, zejména v období ropných krizí 70. let, kdy došlo k růstu cen energií, což ovlivnilo výrobní náklady a ceny energeticky náročných materiálů, jako je ocel.

Baronin a Berezka (2022) k tomu dodávají, že v 90. letech a na počátku 21. století měly na ceny stavebních materiálů zásadní vliv globalizace a rychlá urbanizace, zejména v zemích jako Čína. Zatímco Ivanova et al. zdůrazňují význam historických událostí a technologického pokroku, Baronin a Berezka se zaměřují na rozvoj v rozvíjejících se zemích, který podle nich způsobil dlouhodobý tlak na ceny stavebních materiálů. Tyto rozdílné pohledy ukazují, že ceny stavebních materiálů formuje nejen rostoucí globální poptávka, ale také geopolitická nestabilita a regionální specifika, zejména v rozvojových ekonomikách.

V první polovině 20. století se stavební sektor stal klíčovým průmyslovým odvětvím. Poválečné období po první světové válce vedlo k prudkému nárůstu poptávky po materiálech, jako je ocel a cihly, protože země po celém světě obnovovaly zničenou infrastrukturu. İşıkdağ et al. (2023) zdůrazňují, že tento růst poptávky vedl ke zvýšenému tlaku na výrobní kapacity, což vyvolalo nárůst cen, který byl následně stabilizován zaváděním nových technologických postupů a standardizací ve výrobě. Abdulhaqq a Abdulsamad (2021) se k tomu připojují a argumentují, že technologický pokrok přispěl k efektivnější výrobě a tím ke snížení výrobních nákladů, což umožnilo dlouhodobou stabilizaci cen.

Zatímco İşıkdağ et al. (2023) kladou důraz na roli technologických inovací v poválečné době, Abdulhaqq a Abdulsamad (2021) vidí jako klíčový prvek tohoto období především podporu státních investic, zejména v Evropě a USA, které podpořily růst stavebnictví a přinesly stabilitu na trh se stavebními materiály. Podle Abdulhaqqa a Abdulsamada tyto investice nejen stimulovaly poptávku, ale také přispěly k rozvoji domácí produkce materiálů, jako jsou cihly a ocel, což vedlo k jejich dostupnosti a tím i k udržení stabilních cen. Tento kontrast ukazuje, že zatímco technologický pokrok byl pro stabilizaci cen zásadní, neméně významná byla také podpora ze strany státu, která usnadnila růst a rozvoj v období poválečné obnovy.

Ropná krize v 70. letech přinesla dramatický nárůst cen energií, což vedlo ke zvýšení nákladů na výrobu stavebních materiálů. Výroba energeticky náročných materiálů, jako je ocel, byla silně ovlivněna rostoucími náklady na energii, což podle Abdulhaqqa a Abdulsamada (2021) vedlo ke zvýšení cen těchto materiálů na globální úrovni. Shojaei a Haeri (2019) se přidávají k tomuto názoru a zdůrazňují, že kromě cen energií ovlivnila dostupnost surovin i politická nestabilita v klíčových těžebních regionech, což vedlo k dalšímu růstu cen na trzích se stavebními materiály. Zatímco Abdulhaqq a Abdulsamad se zaměřují na ekonomické důsledky krize, Shojaei a Haeri poukazují na roli geopolitických faktorů, které zhoršily dostupnost surovin.

V 80. letech došlo k významným technologickým inovacím ve výrobě oceli, což podle Abdulhaqqa a Abdulsamada (2021) přispělo k zlepšení efektivity a následnému poklesu cen. Tento pokles cen stimuloval nové stavební projekty, zejména v rychle se rozvíjejících ekonomikách Asie a Jižní Ameriky, kde urbanizace nabírala na síle. Kumar et al. (2020) doplňují, že technologické inovace nejen snížily náklady, ale také umožnily výrobu ekologicky šetrnějších materiálů, což vedlo k širšímu využití oceli v projektech orientovaných na udržitelnost. Tím se ukazuje, že zatímco někteří autoři kladou důraz na čistě ekonomické přínosy inovací, jiní vnímají technologický pokrok jako prostředek ke zvýšení udržitelnosti ve stavebnictví.

V 90. letech a na počátku 21. století byla čínská poptávka po oceli a dalších stavebních materiálech jedním z klíčových faktorů růstu cen. Čína se stala jedním z největších světových

spotřebitelů oceli, což mělo globální dopad na dostupnost surovin a jejich ceny. Baronin a Berezka (2022) uvádějí, že rychlá urbanizace a ekonomický růst v této oblasti vedly k trvalému tlaku na suroviny, což mělo významné důsledky pro globální stavebnictví. Podle Kumar et al. (2020) byl čínský růst jedním z klíčových důvodů pro rozvoj udržitelnějších výrobních postupů, neboť zvýšená poptávka motivovala ke zlepšení energetické účinnosti výroby a šetrnosti k životnímu prostředí. Tento rozdíl v pohledu naznačuje, že zatímco někteří autoři kladou důraz na ekonomický dopad poptávky, jiní vidí v této poptávce příležitost pro rozvoj ekologických materiálů.

V této době také narůstala poptávka po ekologicky šetrných stavebních materiálech, jako je polystyren a minerální vata. Rostoucí povědomí o energetické účinnosti, podpořené vládními programy zaměřenými na udržitelnost, vedlo k širšímu využití těchto materiálů. Kumar et al. (2020) potvrzují, že tyto materiály se staly preferovanými alternativami díky své izolační schopnosti a nižší energetické náročnosti při výrobě. Tím se zvyšuje zájem o vývoj stavebních materiálů, které minimalizují ekologické zatížení a přispívají k vyšší energetické efektivitě budov.

V posledních letech došlo k výrazným změnám v cenách stavebních materiálů, které byly způsobeny několika klíčovými globálními událostmi. Mezi nejvýznamnější faktory patří pandemie COVID-19 a válka na Ukrajině, jež zásadně ovlivnily globální trhy a narušily dodavatelské řetězce. Pandemie vedla k omezení výroby, logistickým problémům a zvýšené poptávce po určitých materiálech, což způsobilo výrazný nárůst cen u stavebních surovin, jako je ocel a polystyren (Shojaei a Haeri, 2019). Válka na Ukrajině pak situaci ještě zhoršila, jelikož Ukrajina a Rusko jsou významnými dodavateli oceli a dalších surovin. Růst cen energií a omezení vývozu těchto klíčových materiálů vedly k dalšímu růstu cen stavebních materiálů (Abdulhaqq a Abdulsamad, 2021).

Ekologické dopady stavebních materiálů, jako jsou ocel a cihly, jsou významné a zatěžují celkové ekologické skóre stavebního sektoru. Produkce oceli je energeticky náročná a vytváří vysoké emise skleníkových plynů, zatímco těžba a výroba cihel vyžadují značné množství přírodních zdrojů a energie (Kumar et al., 2020). Kissie et al. (2020) zdůrazňují nutnost přehodnotit stávající výrobní postupy za účelem snížení environmentálního dopadu a závislosti na primárních surovinách.

Recyklace stavebních materiálů, především oceli, je často považována za efektivní cestu ke snížení ekologické stopy. Kumar et al. (2020) uvádí, že recyklace výrazně redukuje emise CO₂ díky nižší energetické náročnosti procesu oproti výrobě nových materiálů. Ekonomická efektivita recyklace je však diskutabilní – Abdulhaqq a Abdulsamad (2021) upozorňují, že při zohlednění celkových nákladů může být recyklace méně rentabilní než investice do ekologicky inovativních materiálů, jako jsou izolační pěny z obnovitelných zdrojů či organická vlákna.

S rostoucími požadavky na přechod k cirkulární ekonomice je preferován systém, ve kterém materiály procházejí životním cyklem opakovaně, čímž se snižuje závislost na nových surovinách a snižuje environmentální dopad. Annibaldi et al. (2019) doporučují optimalizaci zdrojů a kombinaci recyklace s dalšími ekologickými opatřeními, což nejen snižuje ekologickou stopu, ale zajišťuje i efektivní správu zdrojů. Braulio-Gonzalo a Bovea (2017) dodávají, že technologie podporující recyklaci materiálů a zavádění nových výrobních metod nejen přináší ekologické výhody, ale také zvyšují odolnost sektoru vůči výkyvům cen energií.

Různé přístupy zdůrazňují, že vedle recyklace je zásadní podpora inovací, které sníží environmentální zátěž materiálů. To stavebnímu sektoru umožňuje nejen splňovat nové regulační normy, ale zároveň přispívá k plnění globálních cílů zaměřených na snižování emisí (Shojaei a Haeri, 2019).

S rostoucím environmentálním povědomím roste i tlak na zavádění regulací a norem zaměřených na snížení ekologických dopadů stavebních materiálů. Mezinárodní certifikace, jako je LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) a BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), zajišťují, že budovy splňují přísné ekologické normy včetně používání udržitelných materiálů. Podle Shojaei a Haeri (2019) se evropské směrnice, jako je Směrnice o energetické náročnosti budov (EPBD), zaměřují na zlepšení energetické účinnosti a udržitelnosti staveb. Tyto normy nejen regulují výrobu, ale i recyklaci stavebních materiálů, čímž podporují koncept cirkulární ekonomiky ve stavebnictví. Abdulhaqq a Abdulsamad (2021) podtrhují, že přísnější regulace pomáhají snižovat negativní dopady stavebnictví na životní prostředí a zároveň povzbuzují výrobce ke zlepšení výrobních postupů.

Technologický pokrok hraje zásadní roli při snižování ekologických dopadů stavebních materiálů. Moderní technologie, jako 3D tisk betonu, prefabrikované konstrukce a nové typy lehkých a energeticky úsporných materiálů, významně přispívají ke zlepšení efektivity výstavby. Technologie BIM (Building Information Modelling) umožňuje efektivní plánování projektů, což vede k optimalizaci využití materiálů a snižování odpadu. Abdulhaqq a Abdulsamad (2021) tvrdí, že recyklace oceli a dalších stavebních materiálů významně přispívá k cirkulární ekonomice. Kromě toho, díky novým technologiím, jako je recyklace stavebních odpadů a použití izolačních materiálů na bázi organických látek, je stavebnictví schopno snižovat svou uhlíkovou stopu a zároveň nabízet udržitelnější alternativy materiálů. Tímto se zvyšuje celková udržitelnost stavebního průmyslu.

Analýza odborné literatury odhalila klíčové faktory ovlivňující vývoj cen stavebních materiálů, jako jsou geopolitické události, makroekonomické vlivy a ekologické požadavky. Významné faktory, jako jsou geopolitické události, makroekonomické podmínky a environmentální regulace, mají dlouhodobý vliv na trh se stavebními materiály. Další kapitoly práce budou zkoumat, do jaké míry tyto identifikované faktory ovlivnily ceny stavebních materiálů v posledních deseti letech.

Další kapitoly práce se zaměří na podrobnou analýzu těchto faktorů a jejich vliv na ceny stavebních materiálů v posledních deseti letech, s cílem zjistit konkrétní dopady a souvislosti.

Data a metody

Tato kapitola popisuje metodologii výzkumu zaměřeného na analýzu cenového vývoje stavebních materiálů a identifikaci klíčových faktorů, které jej ovlivňují. Výzkum se zaměřuje na stavební materiály, jako jsou ocel, cihly, polystyren a minerální vata, jejichž ceny jsou analyzovány pomocí základních statistických ukazatelů a jednoduché trendové analýzy.

Data pro analýzu jsou čerpána z databáze ÚRS (pro období od roku 2021) a doplněna o údaje z Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) a Českého statistického úřadu (ČSÚ). Tato kombinace zdrojů umožňuje vytvoření souvislé časové řady cen klíčových stavebních materiálů

v období let 2014–2024. Statistická charakteristika cen je vyjádřena pomocí průměru, mediánu a směrodatné odchylky, což poskytuje přehled o ročních průměrech, cenových výkyvech a dlouhodobém trendu.

K zodpovězení výzkumných otázek je využita jednoduchá trendová analýza, která zobrazuje cenový vývoj v grafické podobě a umožňuje sledovat dlouhodobé trendy a změny v cenách jednotlivých materiálů. Pomocí této metody lze identifikovat růstová a poklesová období a spojit je s významnými ekonomickými nebo geopolitickými událostmi, jako jsou pandemie COVID-19 a válka na Ukrajině.

Komparativní přístup pak umožňuje porovnat průměrné ceny jednotlivých materiálů v klíčových obdobích, což usnadňuje analýzu výkyvů v návaznosti na konkrétní události. Ceny před a po významných událostech jsou vzájemně srovnány, aby se prokázal jejich vliv na cenové trendy.

Všechna data jsou zpracována a vizualizována v programu Microsoft Excel, který umožňuje efektivní výpočet statistických hodnot, tvorbu grafů a tabulek. Tento přístup poskytuje přehlednou vizualizaci cenového vývoje a umožňuje snadné srovnání mezi jednotlivými roky.

Analýza poskytuje ucelený pohled na vývoj cen a identifikuje základní faktory ovlivňující růst cen stavebních materiálů, což může být cenné pro strategické rozhodování ve stavebním sektoru.

Výsledky

Pro Tato kapitola se zaměřuje na detailní analýzu cenového vývoje čtyř klíčových stavebních materiálů – oceli, polystyrenu, minerální vaty a cihel – v období let 2014–2024. Pro analýzu byla využita data z databáze ÚRS (leden 2021–září 2024), poskytující měsíční indexy cen stavebních materiálů pro Českou republiku, a data z databáze FRED (září 2014–září 2024) pro srovnání s globálním trhem. Kombinace těchto zdrojů umožňuje identifikovat specifické výkyvy cen na českém trhu ve vztahu ke globálním ekonomickým trendům a událostem, jako jsou pandemie COVID-19, energetická krize nebo válka na Ukrajině.

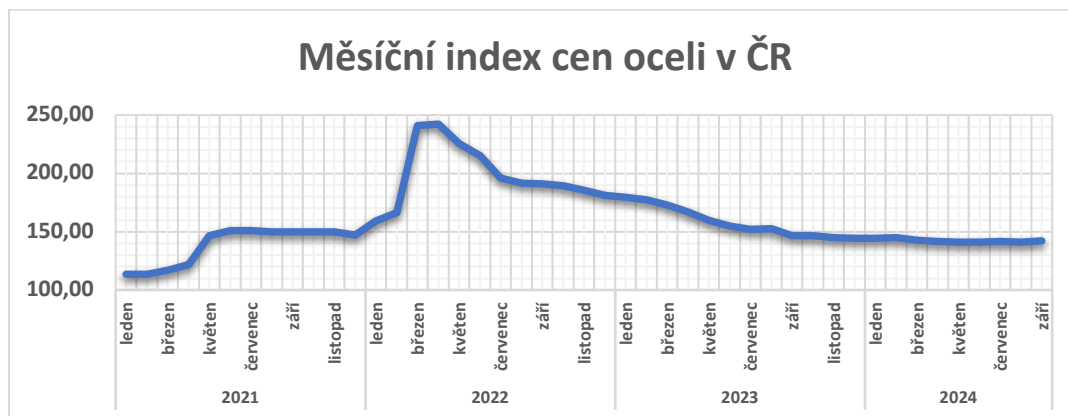
Cílem této kapitoly je odpovědět na výzkumné otázky, zejména: jaké faktory ovlivňují cenové výkyvy stavebních materiálů a jak jsou mezi sebou vzájemně závislé. K dosažení těchto cílů byly použity metody trendové a komparativní analýzy a základní statistické ukazatele (průměr, medián, směrodatná odchylka), které umožnily hlubší pochopení cenové dynamiky i srovnání mezi českým a globálním trhem.

Struktura kapitoly je rozdělena podle jednotlivých materiálů. Nejprve je prezentován vývoj cen na českém trhu, včetně konkrétních číselných hodnot, a následně je tento vývoj porovnán s globálními trendy. Klíčové cenové výkyvy jsou analyzovány s ohledem na hlavní ekonomické faktory a specifické události. Tento přístup poskytuje ucelený pohled na to, jak byly jednotlivé materiály ovlivněny specifickými vnějšími vlivy, a umožňuje odpovědět na stanovené výzkumné otázky.

Cenové indexy stavebních materiálů v České republice a na globálním trhu odhalují významné výkyvy i dlouhodobé trendy v období let 2014–2024. Data z českého trhu pocházejí z databáze ÚRS za období od ledna 2021 do září 2024, zatímco globální data z databáze FRED pokrývají delší období, od září 2014 do září 2024. Tato analýza se zaměřuje na jednotlivé materiály – ocel, polystyren, minerální vatu a cihly – a popisuje jejich cenový vývoj ve vztahu

k hlavním globálním a lokálním událostem, jako jsou pandemie COVID-19, válka na Ukrajině a energetická krize. Tento přístup umožňuje nejen sledovat změny na českém trhu, ale i jejich širší kontext v rámci globálních ekonomických trendů.

Obrázek 1: Měsíční index cen oceli v ČR (2021–2024)



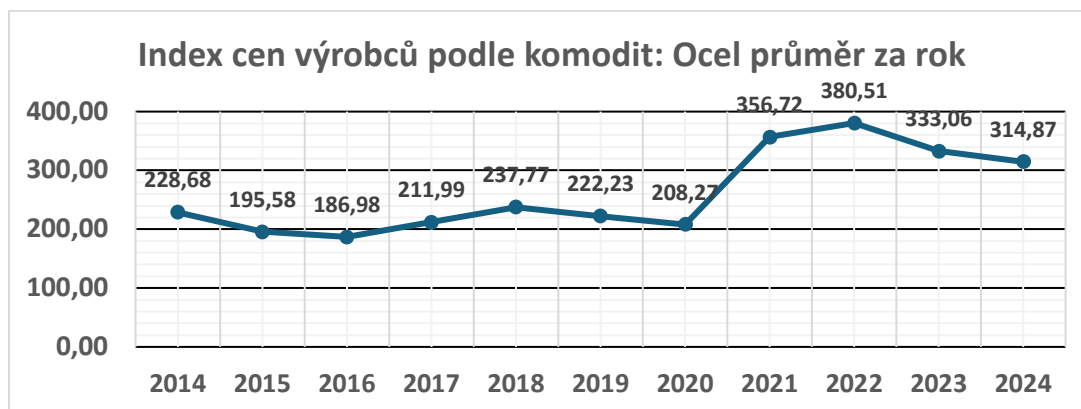
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS

Obrázek 1 zobrazuje měsíční index cen oceli v České republice v období 2021–2024. Na počátku sledovaného období, v lednu 2021, činil index 113,5. V prvním pololetí roku 2021 však ceny prudce vzrostly, kdy index dosáhl hodnoty 151,07, což představuje zvýšení o 33 %. Růst cen byl způsoben narušením dodavatelských řetězců a zvýšenou poptávkou po stavebních materiálech při oživení ekonomiky po pandemii COVID-19.

Další dramatický nárůst následoval v roce 2022. V březnu 2022 index vzrostl na 241,07, což znamenalo dramatický 60% nárůst oproti lednu téhož roku. Tento vývoj byl silně ovlivněn válkou na Ukrajině, která narušila dodávky surovin a vedla k výraznému zvýšení cen energií. Od druhé poloviny roku 2022 index začal klesat, což odráží stabilizaci trhu za nových podmínek a pokles cen energií. V září 2024 se ceny stabilizovaly na hodnotě 141,16, což naznačuje návrat k předchozím úrovním, přestože ceny zůstaly nad hodnotami z roku 2021.

Z výše uvedeného je patrné, že ceny oceli byly v daném období nejvíce ovlivněny geopolitickými událostmi a narušením dodavatelských řetězců. Tyto faktory se projevily zejména během pandemie COVID-19 a války na Ukrajině, což způsobilo výrazné cenové výkyvy. Tento vývoj nebyl specifický pouze pro ocel, ale podobné vlivy ovlivnily i další materiály. V následující části bude detailně rozebrán cenový vývoj polystyrenu.

Obrázek 2: Globální trend cen oceli (2014–2024)



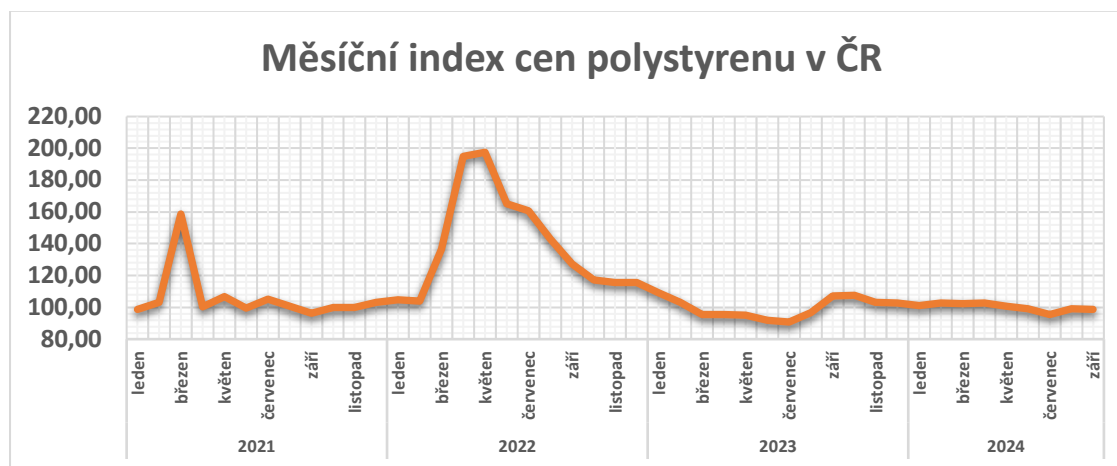
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED

Globální data z databáze FRED na obrázku č. 2 dokumentují vývoj cen oceli s výraznými výkyvy během posledního desetiletí. V letech 2014 až 2016 ceny oceli klesaly, přičemž průměrný roční index dosahoval v roce 2014 hodnoty 228,68 a v roce 2016 klesl na minimum 186,98. Tento pokles byl způsoben snížením globální poptávky po oceli, zejména kvůli zpomalení ekonomiky v rozvojových zemích.

Od roku 2017 ceny oceli začaly růst v reakci na zvýšenou poptávku v průmyslových zemích a oživení globální ekonomiky. V roce 2018 index dosáhl hodnoty 237,77, což signalizovalo návrat důvěry na trh. K nejvýraznějšímu nárůstu však došlo v roce 2021, kdy index dosáhl vrcholu 356,72 – téměř 50% nárůst oproti roku 2020 (208,27). Tento růst byl důsledkem omezení v dodávkách materiálů během pandemie COVID-19 a zvýšené poptávky po stavebních materiálech v rámci obnovy ekonomik.

Po roce 2021 ceny oceli postupně klesaly. V roce 2023 index dosáhl hodnoty 333,06, přičemž tento pokles pokračoval i v roce 2024 na úroveň 314,87. Tento vývoj reflektuje stabilizaci trhu po krizových letech, kdy se trh přizpůsobil novým podmínkám. Ceny zůstaly nad úrovní z doby před rokem 2020, což ilustruje kombinaci pokračující globální poptávky a zlepšení v oblasti dodavatelských řetězců.

Obrázek 3: Měsíční index polystyrenu v ČR (2021–2024)



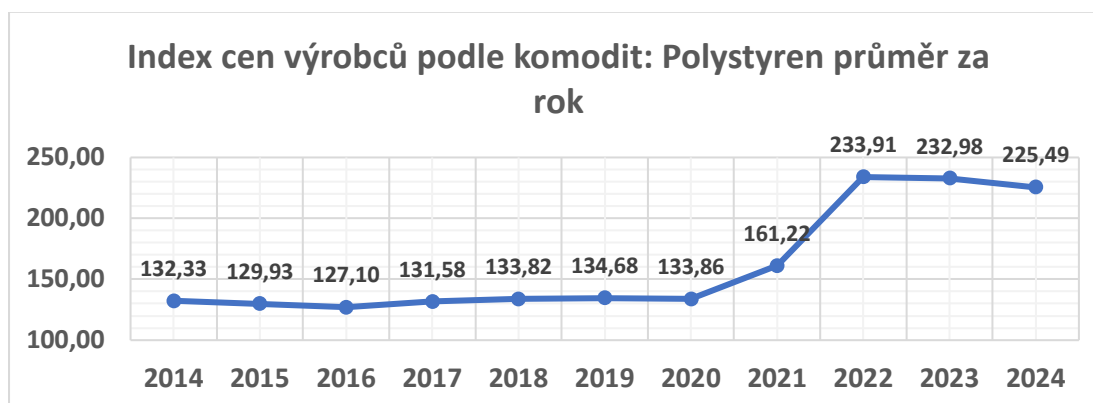
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS

Z obrázku č. 3 je patrné, že ceny polystyrenu vykazovaly v roce 2021 vysokou volatilitu. Na začátku roku činil index 98,6, avšak během několika měsíců prudce vzrostl a v březnu dosáhl hodnoty 158,6, což představuje nárůst o více než 60 %. Tento skok byl způsoben zvýšenou poptávkou po izolačních materiálech v souvislosti s obnovením stavební činnosti po pandemii COVID-19 a rostoucími cenami energií, které výrazně ovlivnily výrobní náklady.

Další dramatický růst nastal v roce 2022, kdy index v dubnu dosáhl hodnoty 195. Tento vývoj představuje 98% nárůst oproti lednu 2021 a byl přímým důsledkem pokračující energetické krize, která zásadně zvýšila náklady na výrobu energeticky náročných materiálů, jako je polystyren. Ve druhé polovině roku 2022 začaly ceny mírně klesat a v roce 2023 se stabilizovaly na hodnotě přibližně 105. Tato stabilizace odráží přizpůsobení trhu novým ekonomickým podmínkám, přestože ceny polystyrenu zůstaly vyšší než v předpandemickém období.

Z analýzy cen polystyrenu uvedené v obrázku č. 3 je zřejmé, že jejich vývoj byl úzce ovlivněn cenami energií a zvýšenou poptávkou po izolačních materiálech. Na rozdíl od polystyrenu však ceny minerální vaty, o které pojednává následující část, vykazují vyšší stabilitu, což odráží její specifické vlastnosti a odlišné výrobní náklady.

Obrázek 4: Globální trend cen polystyrenu (2014–2024)



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED

Z obrázku č. 4 je patrné, že ceny polystyrenu byly mezi lety 2014 a 2019 relativně stabilní, přičemž index kolísal v rozmezí od 127,10 do 134,68. V roce 2020 došlo k mírnému poklesu, kdy index dosáhl hodnoty 133,86, což lze přičíst snížení globální poptávky způsobené pandemií COVID-19. Omezení stavební činnosti a přerušení dodavatelských řetězců vedly k dočasnému snížení cen.

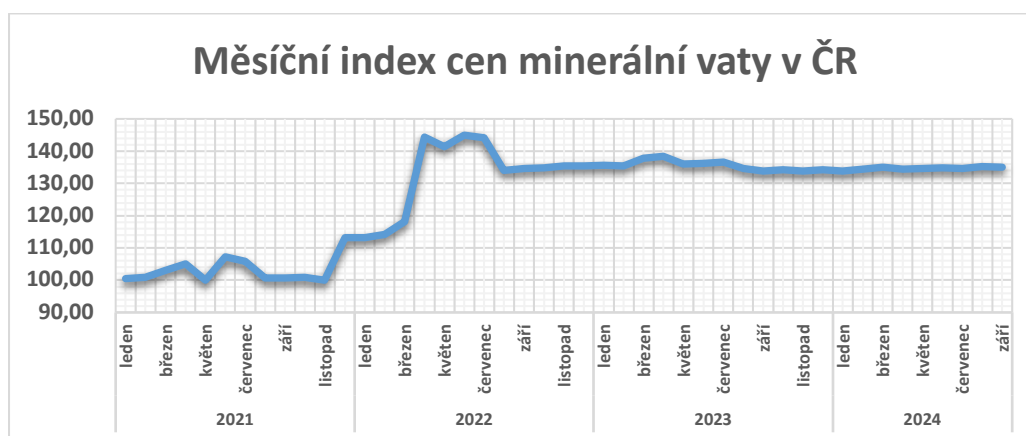
V roce 2021 však nastal prudký nárůst cen, kdy index dosáhl hodnoty 161,22, což představuje přibližně 20% růst oproti předchozímu roku. Tento růst byl poháněn obnovením stavební činnosti a zvýšenou poptávkou po izolačních materiálech, které byly klíčové pro energeticky úsporné stavební projekty.

V roce 2022 ceny polystyrenu dále výrazně vzrostly, přičemž index dosáhl hodnoty 233,91, což představuje více než 40% nárůst oproti roku 2021. Tento vývoj odrážel vysoké náklady na energie a suroviny během energetické krize. Zdražení polystyrenu bylo globálním jevem, který reflektoval energetickou náročnost jeho výroby.

V následujících letech ceny začaly klesat. V roce 2023 index poklesl na hodnotu 232,98 a tento trend pokračoval i v roce 2024, kdy dosáhl hodnoty 225,49. Stabilizace cen po roce 2022 naznačuje adaptaci trhu na nové podmínky, přestože ceny zůstaly nad úrovní před pandemií.

Globální data z FRED potvrzují, že vrchol cen polystyrenu nastal v roce 2022, což zdůrazňuje klíčový vliv energetické krize na tento trh.

Obrázek 5: Měsíční index minerální vaty v ČR (2021–2024)



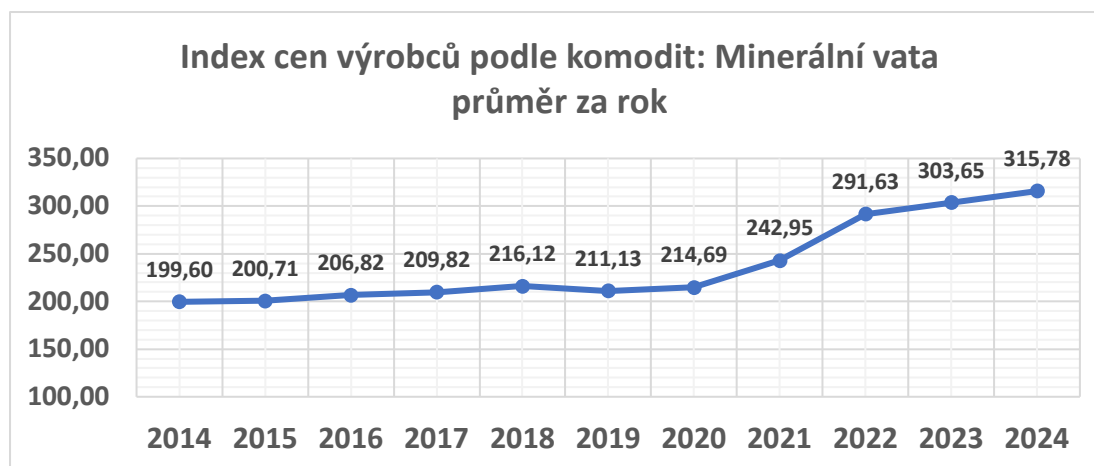
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS

Z obrázku č. 5 je patrné, že cena minerální vaty vykazovala stabilnější růst než ceny polystyrenu a oceli. Tento trend lze přičíst stálé poptávce po izolačních materiálech, podporované iniciativami zaměřenými na zvýšení energetické účinnosti budov. Na počátku sledovaného období, v lednu 2021, činil index minerální vaty hodnotu 100,4. Během roku 2021 ceny postupně rostly a v dubnu 2022 index dosáhl svého vrcholu na hodnotě 144,23. Tento nárůst o přibližně 44 % reflektuje zvýšenou poptávku po energeticky úsporných materiálech, kterou ovlivnily rostoucí ceny energií.

V roce 2023 ceny minerální vaty mírně poklesly na hodnotu 134. Tento pokles však nebyl výrazný, což naznačuje, že poptávka po izolačních materiálech zůstává vysoká. Stabilizace cen nad úrovní před rokem 2021 odráží pokračující zájem o ekologicky a energeticky šetrné materiály, které jsou preferovány v moderních stavebních projektech.

Na rozdíl od minerální vaty, jejíž ceny byly stabilnější a reflektovaly konzistentní poptávku po ekologicky šetrných materiálech, ceny cihel vykazovaly ještě menší volatilitu díky nižší energetické náročnosti jejich výroby. Následující část proto analyzuje vývoj cen cihel jako materiálu, který je méně ovlivněn globálními krizemi a více závislý na lokálních faktorech.

Obrázek 6: Globální trend cen minerální vaty (2014–2024)



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED

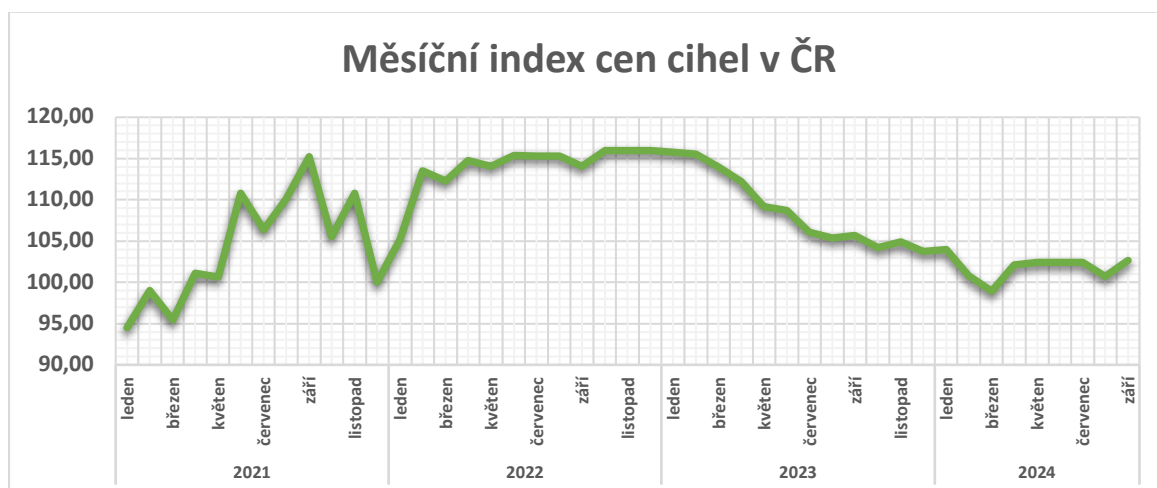
Z obrázku č. 6 je patrné, že globální ceny minerální vaty vykazovaly stabilní růst již od roku 2014, kdy index činil 199,60. Tento růst pokračoval až do roku 2020, kdy index dosáhl hodnoty 214,69. Tento vývoj byl podporován trvalou poptávkou po izolačních materiálech, která reflektovala snahy o zlepšení energetické účinnosti budov v rámci udržitelných stavebních projektů.

V roce 2021 došlo k prudkému nárůstu cen, kdy index vzrostl na hodnotu 242,95, což představuje 13% zvýšení oproti roku 2020. Tento nárůst byl důsledkem zvýšené globální poptávky po ekologicky šetrných materiálech, rostoucích výrobních nákladů a omezených dodávek během pandemie COVID-19.

Rok 2022 přinesl další významný růst cen, kdy index dosáhl hodnoty 291,63, což představuje meziroční nárůst o 20 %. Tento vývoj odrážel vysoké náklady na energie během energetické krize a zvýšenou poptávku po izolačních materiálech. V roce 2023 ceny nadále rostly a index dosáhl hodnoty 303,65. Tento trend se očekává i v roce 2024, kdy by měl index dosáhnout hodnoty 315,78.

Tento růst cen minerální vaty potvrzuje její klíčovou roli v energeticky úsporných a ekologických stavebních projektech, přičemž trvalá poptávka zůstává hlavním faktorem ovlivňujícím její globální ceny.

Obrázek 7: Měsíční index cihel v ČR (2021–2024)



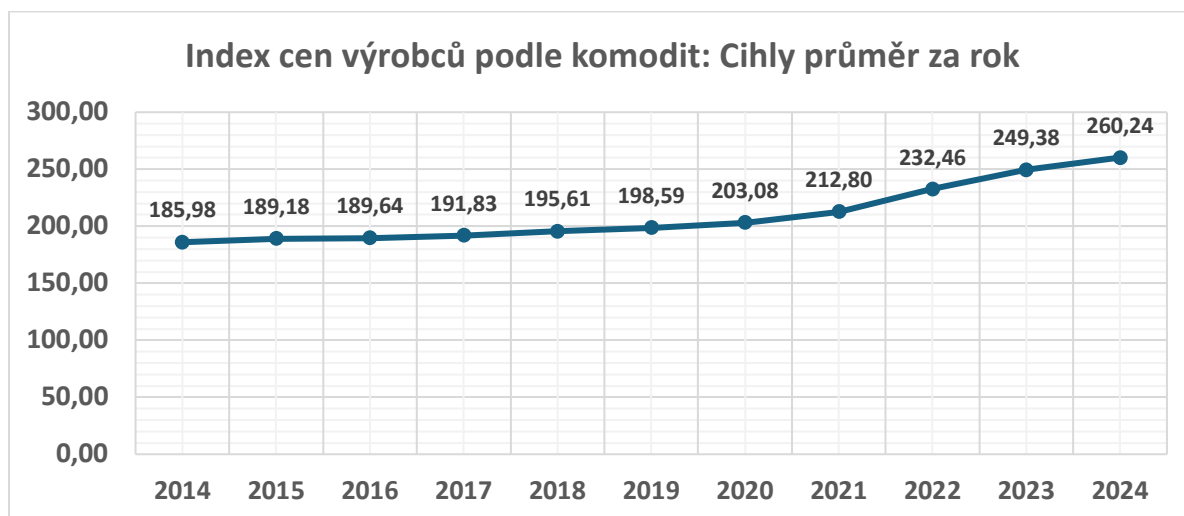
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS

Z obrázku č. 7 je patrné, že ceny cihel v České republice vykazovaly nižší volatilitu ve srovnání s jinými stavebními materiály, jako je ocel nebo polystyren. Na začátku sledovaného období, v lednu 2021, činil index hodnotu 94,5. Postupný růst cen vedl v srpnu 2022 k dosažení hodnoty 115,2, což představovalo nárůst o přibližně 22 %. Tento relativně mírný růst lze přičíst nižší energetické náročnosti výroby cihel, díky níž jsou méně ovlivněny výkyvy cen energií, které zásadně ovlivnily jiné stavební materiály během energetické krize.

V roce 2023 došlo k mírnému poklesu indexu na hodnotu 102, kde se ceny stabilizovaly. Tento pokles a následná stabilizace naznačují, že trh s cihlami reaguje na ekonomické podmínky s menšími výkyvy a zůstává stabilní i během krizí. Lokální poptávka a domácí zdroje surovin přispívají k odolnosti cen cihel vůči globálním faktorům, jako jsou mezinárodní dodavatelské řetězce nebo geopolitické krize.

Stabilizace cen cihel v roce 2023 potvrzuje jejich charakter jako spolehlivého stavebního materiálu, který je více řízen lokálními tržními podmínkami než globálními ekonomickými vlivy. Nízká volatilita cen cihel zdůrazňuje jejich roli v českém stavebnictví jako stabilního a méně rizikového materiálu.

Obrázek 8: Globální trend cen cihel (2014–2024)



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED

Z obrázku č. 8 je patrné, že globální ceny stavebních cihel vykazovaly stabilní růst již od roku 2014, kdy index dosahoval hodnoty 185,98. V následujících letech ceny rostly pomalým, ale konzistentním tempem, přičemž v roce 2020 dosáhl index hodnoty 203,08. Tento mírný růst odrážel stabilní a relativně stálou poptávku po cihlách, která je méně citlivá na globální ekonomické změny než jiné stavební materiály, jako jsou ocel nebo polystyren.

V roce 2021 nastal výraznější nárůst cen, kdy index vzrostl na hodnotu 212,80. Tento růst byl způsoben oživením stavebního sektoru po pandemii COVID-19 a zvýšenou poptávkou po stavebních projektech. Trend pokračoval i v roce 2022, kdy index dosáhl hodnoty 232,46, což představovalo významný meziroční nárůst. V roce 2023 ceny dále rostly, přičemž index dosáhl hodnoty 249,38. Očekává se, že růst bude pokračovat i v roce 2024, kdy by měl index dosáhnout hodnoty 260,24. Tento dlouhodobý růst odráží kombinaci stabilní poptávky po cihlách a rostoucích výrobních nákladů, které se promítají do konečných cen stavebních materiálů.

Globální trh s cihlami vykazuje stabilní růstový trend s pouze mírnými výkyvy. Tyto výkyvy jsou převážně ovlivněny lokálními faktory, jako jsou domácí poptávka a produkční kapacity, spíše než globálními krizemi. Tento vývoj zdůrazňuje, že ceny cihel nejsou na globální úrovni významně ovlivněny kolísáním cen energií nebo problémy v mezinárodních dodavatelských řetězcích, což je odlišuje od jiných stavebních materiálů. Trh s cihlami reaguje primárně na stabilní lokální poptávku, což podtrhuje jejich roli jako spolehlivého a stabilního stavebního materiálu v globálním i lokálním kontextu.

Analýza cenových trendů jednotlivých materiálů ukázala, že největší volatilitu vykazovaly ceny oceli a polystyrenu, zatímco ceny minerální vaty a cihel zůstaly stabilnější. Tyto rozdíly reflektují specifika výroby a poptávky jednotlivých materiálů v českém i globálním kontextu. Následující část se zaměří na podrobnější analýzu cenové volatility prostřednictvím statistických metrik, jako je průměr, medián a směrodatná odchylka, které umožní hlubší pochopení dynamiky cen stavebních materiálů.

V této části se zaměříme na analýzu cenové volatility jednotlivých stavebních materiálů. Volatilitu hodnotíme prostřednictvím základních statistických ukazatelů: průměru, mediánu a směrodatné odchylky. Tyto ukazatele poskytují kvantitativní přehled o dynamice cen a umožňují detailnější pochopení klíčových faktorů ovlivňujících cenový vývoj na českém stavebním trhu. Výsledky analýzy nabízejí hlubší vhled do stability a proměnlivosti cen jednotlivých materiálů v závislosti na jejich výrobních charakteristikách, poptávce a reakcích na ekonomické a globální události.

Obrázek 9: Průměrné hodnoty cenového indexu pro jednotlivé stavební materiály za sledované období (2021–2024).

Materiál	Průměrný index (2021–2024)
Ocel	161,47
Polystyren	116,25
Minerální vata	126,28
Cihly	110,20

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS a FRED.

Z obrázku č. 9 je patrné, že průměrné hodnoty cenového indexu za sledované období (2021–2024) ukazují výrazné rozdíly mezi jednotlivými stavebními materiály. Ocel vykazuje nejvyšší průměrnou hodnotu indexu (161,47), což odpovídá jejímu významu jako klíčového stavebního materiálu a citlivosti na vnější ekonomické vlivy, jako jsou ceny energií a geopolitické konflikty.

Polystyren s průměrnou hodnotou 116,25 rovněž vykazuje vyšší úroveň volatility, což lze přičíst jeho energeticky náročné výrobě a silné závislosti na cenách energií. Minerální vata (126,28) a cihly (110,20) mají nižší průměrné hodnoty, což potvrzuje jejich stabilnější povahu v kontextu stavebního trhu. Tyto rozdíly reflektují specifika výroby a poptávky jednotlivých materiálů, stejně jako jejich odlišnou citlivost na ekonomické a globální faktory.

Obrázek 10: Mediánové hodnoty cenového indexu pro jednotlivé materiály.

Materiál	Medián indexu (2021–2024)
Ocel	159,05
Polystyren	114,00
Minerální vata	125,80
Cihly	110,00

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS a FRED.

Z obrázku č. 10 je patrné, že mediánové hodnoty cenového indexu poskytují další pohled na cenovou stabilitu jednotlivých stavebních materiálů. Rozdíl mezi mediánem a průměrem u oceli (medián 159,05 vs. průměr 161,47) naznačuje přítomnost výrazných cenových špiček, které byly způsobeny krátkodobými výkyvy, jako byla energetická krize nebo pandemie COVID-19.

U polystyrenu je rozdíl mezi mediánem a průměrem (medián 114,00 vs. průměr 116,25) menší, což odráží nižší míru cenových špiček ve srovnání s ocelí, ale stále naznačuje určitou volatilitu v důsledku energeticky náročné výroby. Minerální vata a cihly mají mediánové hodnoty velmi blízké průměru, což potvrzuje jejich stabilní cenový vývoj během sledovaného období.

Obrázek 11: Směrodatná odchylka cenového indexu

Materiál	Směrodatná odchylka (2021–2024)
Ocel	±25,64
Polystyren	±19,78
Minerální vata	±15,22
Cihly	±9,32

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS a FRED.

Z obrázku č. 11 je patrné, že směrodatná odchylka vyjadřuje míru rozptylu cen kolem průměrné hodnoty. Hodnota směrodatné odchylky ukazuje cenovou volatilitu – čím vyšší je tato hodnota, tím větší jsou výkyvy cen daného materiálu kolem průměrné hodnoty.

Výsledky ukazují, že ocel vykazuje nejvyšší cenovou volatilitu (±25,64), což odpovídá trendům popsaným v části 3.1. Tyto výkyvy byly způsobeny globálními událostmi, jako je válka na Ukrajině, které měly významný dopad na trh. Polystyren (±19,78) rovněž vykazuje vysokou volatilitu, zejména kvůli jeho silné závislosti na cenách energií. Naopak minerální vata (±15,22) a cihly (±9,32) potvrzují svou relativní cenovou stabilitu, přičemž cihly jsou nejméně volatilním materiálem. Tento rozdíl je způsoben nižší energetickou náročností jejich výroby a větší závislostí na lokálních produkčních faktorech.

Statistická analýza potvrdila, že ocel a polystyren jsou nejvíce volatilní stavební materiály, což je důsledkem jejich citlivosti na vnější faktory, jako jsou geopolitické konflikty, pandemické výkyvy a fluktuace cen energií. Minerální vata a cihly naopak vykazují stabilnější cenové charakteristiky, což zvyšuje jejich spolehlivost pro stavební projekty.

Cenová volatilita stavebních materiálů byla v letech 2021–2024 ovlivněna především třemi klíčovými faktory: geopolitickými událostmi, jako je válka na Ukrajině, energetickou krizí,

kteřá zvýšila náklady na výrobu a dopravu, a lokálními výrobními podmínkami, které měly stabilizující vliv na ceny minerální vaty a cihel. Tyto faktory ovlivnily český trh výrazněji než globální, což dokládá vyšší volatilita cen oceli a polystyrenu v České republice

Výsledky analýzy z části 3.1 byly doplněny o kvantitativní přehled, který přispívá k hlubšímu pochopení cenové dynamiky a umožňuje odpovědět na stanovené výzkumné otázky.

Tato část se zaměřuje na srovnání meziročních změn cen stavebních materiálů na českém trhu (databáze ÚRS) a globálním trhu (databáze FRED) v období 2021–2024. Analýza vychází z procentuálních meziročních změn cenových indexů pro čtyři klíčové stavební materiály: ocel, polystyren, minerální vata a cihly.

Cílem této analýzy je identifikovat rozdíly v dynamice cen na českém a globálním trhu, které mohou být ovlivněny specifickými lokálními nebo globálními faktory. Tato srovnání poskytují důležité informace pro pochopení vztahu mezi globálními tržními trendy a lokálními ekonomickými podmínkami, přičemž zohledňují rozdíly v poptávce, nákladech na výrobu a distribuci.

Obrázek 12: Procentuální meziroční změny cen na českém a globálním trhu

Rok	Ocel (ČR, %)	Ocel (Globální, %)	Polystyren (ČR, %)	Polystyren (Globální, %)	Minerální vata (ČR, %)	Minerální vata (Globální, %)	Cihly (ČR, %)	Cihly (Globální, %)
2022	+43.4	+6.7	+22.9	+45.1	+43.6	+20.6	+13.1	+9.8
2023	-34.3	-12.4	-47.4	-0.4	-6.6	+4.1	-0.2	+7.3
2024	-0.2	-5.4	-0.1	-3.2	-0.7	+4.0	-11.5	+4.4

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat ÚRS a FRED.

Z obrázku č. 12 je patrné, že ceny stavebních materiálů vykazují výrazné rozdíly v dynamice mezi českým a globálním trhem.

Ceny oceli na českém trhu zaznamenaly v roce 2022 výraznější nárůst (+43,4 %) oproti globálnímu trhu (+6,7 %). Tento rozdíl lze přičíst vyšší energetické náročnosti a narušeným dodavatelským řetězcům na českém trhu. Český trh, silně závislý na externích dodávkách, byl zasažen rostoucími cenami energií intenzivněji. Naopak v roce 2023 došlo k výraznějšímu poklesu cen na českém trhu (-34,3 %) ve srovnání s globálním trhem (-12,4 %), což ukazuje na rychlejší, ale méně stabilní reakce českého trhu na ekonomické šoky.

Ceny polystyrenu vykazovaly dramatický nárůst na globálním trhu v roce 2022 (+45,1 %), zatímco na českém trhu byl růst mírnější (+22,9 %). Tento rozdíl je dán nižšími energetickými náklady a podpurnými politikami v České republice. Prudký pokles cen na českém trhu v roce 2023 (-47,4 %) naznačuje rychlejší návrat k rovnováze, zatímco globální ceny zůstaly téměř beze změny (-0,4 %), což odráží stabilnější poptávku na globálním trhu.

Minerální vata vykazovala stabilnější cenový vývoj na českém trhu než na globálním. Výrazný růst v roce 2022 (+43,6 %) na českém trhu byl způsoben vysokou lokální poptávkou po izolačních materiálech v reakci na energetickou krizi. Globální trh zaznamenal nižší růst (+20,6 %), avšak s větší stabilitou v následujících letech (+4,1 % v roce 2023 a +4,0 % v roce 2024). Český trh naopak vykázal mírné poklesy, které odrážejí snižující se poptávku po izolačních materiálech v pozdější fázi krize.

Ceny cihel vykazovaly nejnižší volatilitu na obou trzích. Růst na českém trhu v roce 2022 (+13,1 %) byl mírnější než u jiných materiálů, což odráží jejich lokální výrobu a nižší energetickou náročnost. Globální trh rostl podobným tempem (+9,8 %). V letech 2023 a 2024

začaly ceny na českém trhu klesat (-11,5 % v roce 2024), což naznačuje pokles lokální poptávky, zatímco globální trh zůstal stabilní a vykazoval trvalý růst.

Analýza procentuálního vývoje cen stavebních materiálů odhalila výrazné rozdíly mezi českým a globálním trhem. Český trh je citlivější na vnější šoky, což se projevilo vyšší volatilitou cen, zejména u energeticky náročných materiálů, jako je ocel a polystyren. Tato citlivost vychází z omezené energetické soběstačnosti a závislosti na externích dodavatelských řetězcích. Naopak globální trh vykazuje větší stabilitu, což je důsledkem lepší integrace do mezinárodních dodavatelských struktur a schopnosti lépe absorbovat ekonomické výkyvy.

Výsledky zdůrazňují potřebu strategického posílení lokální výroby a energetické nezávislosti v České republice. Tyto kroky by mohly zmírnit negativní dopady globálních krizí a přispět k větší stabilitě cen stavebních materiálů na českém trhu.

Výsledky analýzy poskytují odpovědi na všechny tři výzkumné otázky. Vývoj cen jednotlivých materiálů (VO1) byl detailně popsán na základě analýzy dat z českého a globálního trhu. Klíčové faktory ovlivňující cenový vývoj (VO2), jako jsou energetická krize, geopolitické konflikty a lokální výrobní podmínky, byly identifikovány a diskutovány. I když závislost mezi jednotlivými materiály (VO3) byla pouze naznačena, další podrobnější analýza by mohla být součástí budoucího výzkumu.

Diskuse výsledků

Cílem práce bylo důkladné zhodnocení finanční výkonnosti vybraných jihočeských podniků a na základě identifikace trendů v regionálním ekonomickém vývoje a strategie podniků určit prvky, které posilují jejich konkurenční postavení a regionální hospodářský dopad. Tento cíl byl naplněn pomocí zvolených analýz kvantitativních dat, kde bylo zjištěno, že v současné době dosahují podniky výrobního sektoru zpravidla vyšších hodnot ziskovosti než jejich protějšky ze sektoru služeb. Tento trend je nejvíce znatelný v oblasti středních podniků, které současně vykazují vyšší míru kolísání zisku za sledované období, což naznačuje vyšší citlivost v případě různých makroekonomických faktorů.

V této kapitole jsou analyzovány výsledky prezentované v předchozí části a odpovězeny výzkumné otázky. Dále jsou zkoumány hlavní faktory ovlivňující cenový vývoj stavebních materiálů a identifikovány možné limity analýzy. Diskuse rovněž obsahuje srovnání zjištění s dosavadními výzkumy a identifikaci příležitostí pro další výzkum.

Výzkumná otázka 1: Jak se vyvíjely ceny těchto stavebních materiálů v posledních deseti letech?

Cenová analýza stavebních materiálů odhalila výrazné rozdíly mezi jednotlivými sledovanými položkami. Nejvyšší volatilitu vykazovala ocel, jejíž ceny byly během sledovaného období ovlivněny významnými globálními událostmi, jako je válka na Ukrajině, energetická krize a narušení dodavatelských řetězců. Tento trend odpovídá průměrnému cenovému indexu oceli, který dosáhl hodnoty 161,47, což je nejvyšší hodnota mezi sledovanými materiály.

Polystyren vykazoval podobně vysokou volatilitu, zejména v letech 2021 až 2023. Tento materiál je silně závislý na cenách energií, což se projevilo během energetické krize, kdy došlo k dramatickému nárůstu cen. Minerální vata a cihly naopak zaznamenaly stabilnější cenový vývoj. Nižší volatilita těchto materiálů odráží jejich nižší závislost na energiích a větší vliv

lokálních výrobních podmínek. Tento trend je konzistentní s poznatky Abdulhaqqa a Abdulsamada (2021), kteří zdůrazňují roli energetické náročnosti při určování cen stavebních materiálů.

Výzkumná otázka 2: Jaké hlavní faktory ovlivnily cenový vývoj oceli, cihel, polystyrenu a minerální vaty?

Hlavní faktory ovlivňující cenový vývoj stavebních materiálů lze rozdělit na globální a lokální. Mezi globální faktory patří zejména energetická krize, která ovlivnila výrobu materiálů s vysokou spotřebou energie, jako je ocel a polystyren. Obdobně válka na Ukrajině výrazně narušila dodávky surovin, což vedlo k růstu cen těchto materiálů. Naopak minerální vata a cihly byly méně ovlivněny globálními krizemi díky jejich lokální produkci a nižší energetické náročnosti.

Vliv lokálních faktorů je patrný zejména na cenách cihel a minerální vaty, jejichž stabilita odráží lokální poptávku a výrobní kapacity. Český trh s těmito materiály je méně citlivý na globální šoky, což může být výsledkem geografické blízkosti výrobců a menší závislosti na importu. Výsledky této studie jsou v souladu se závěry Baronina a Berezky (2022), kteří upozorňují na regionální rozdíly ve vlivu energetické krize na evropské stavební trhy.

Výzkumná otázka 3: Jak jsou ceny těchto materiálů vzájemně závislé?

Analýza cenové volatility naznačuje určitou závislost mezi cenami energeticky náročných materiálů, jako jsou ocel a polystyren. Jejich cenové trendy vykazovaly podobnosti zejména v krizových obdobích, kdy byly oba materiály výrazně ovlivněny rostoucími cenami energií a narušením dodavatelských řetězců. Tato propojení mohou naznačovat substituční efekty v situacích, kdy dochází k prudkému růstu cen jednoho z materiálů.

Naopak ceny minerální vaty a cihel byly méně závislé na globálních faktorech a nevykazovaly výraznou korelaci s cenami oceli nebo polystyrenu. To naznačuje, že tyto materiály reagují spíše na lokální podmínky a poptávku než na globální trendy. Tento závěr je konzistentní s Kumar et al. (2020), kteří zdůrazňují, že propojení mezi cenami stavebních materiálů je nejsilnější v obdobích ekonomických krizí.

Rozšířená analýza naznačuje, že rozdíly v závislosti mezi cenami jednotlivých materiálů mohou být ovlivněny i výrobními technologiemi. Materiály jako ocel a polystyren, které jsou více industrializované a energeticky náročné, mají tendenci reagovat na globální energetické šoky. Naopak tradiční stavební materiály, jako jsou cihly, vykazují větší stabilitu díky své nižší technologické a energetické závislosti.

Jedním z klíčových omezení této studie je časový rozsah českých dat, který zahrnuje období od roku 2021. Tato skutečnost je dána tím, že systematické sledování cen stavebních materiálů na českém trhu bylo zahájeno až v souvislosti s pandemickým růstem cen. Tento omezený časový rámec neumožňuje podrobnější analýzu dlouhodobých trendů a historických cyklů cen stavebních materiálů.

Dalším limitem je nedostatek dat o některých regionálních faktorech, které by mohly ovlivnit ceny materiálů, zejména u minerální vaty a cihel. Přesto výsledky poskytují ucelený pohled na hlavní faktory ovlivňující cenový vývoj.

Diskuse výsledků ukázala, že ceny stavebních materiálů jsou ovlivněny kombinací globálních a lokálních faktorů, přičemž klíčovou roli hrají energetická náročnost výroby a geopolitické události. Výsledky zdůrazňují potřebu strategického plánování a posilování

lokálních výrobních kapacit, které mohou přispět k větší stabilitě cen na českém trhu. Další výzkum by se měl zaměřit na analýzu dlouhodobějších trendů a detailnější zkoumání závislosti mezi cenami jednotlivých materiálů.

Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat vliv pandemie COVID-19, geopolitických konfliktů, cen energií, environmentálních regulací a technologických inovací na cenový vývoj vybraných stavebních materiálů v období 2014–2024. Tohoto cíle bylo dosaženo prostřednictvím trendové a komparativní analýzy dat získaných z databází ÚRS a FRED, které byly podrobeny statistickým metodám, jako je výpočet průměru, mediánu a směrodatné odchylky. Výsledky analýzy byly následně interpretovány v kontextu identifikovaných faktorů.

Hlavním zjištěním práce je, že ceny stavebních materiálů, jako jsou ocel a polystyren, byly nejvíce ovlivněny globálními krizemi, přičemž ocel vykazovala nejvyšší cenovou volatilitu. Minerální vata a cihly naopak prokázaly větší stabilitu, což je přičítáno jejich nižší energetické náročnosti a většímu vlivu lokálních výrobních podmínek. Tato zjištění reflektují význam geopolitických událostí a energetické krize pro cenovou dynamiku stavebních materiálů.

Práce dále ukázala, že cenové trendy sledovaných materiálů byly částečně vzájemně závislé, přičemž materiály s vyšší energetickou náročností (ocel, polystyren) vykazovaly podobné cenové výkyvy. Naopak tradiční stavební materiály, jako jsou cihly, vykazovaly nižší citlivost na globální šoky, což potvrzuje jejich lokální charakter a větší odolnost vůči ekonomickým výkyvům.

Přínosem této práce je nejen lepší porozumění faktorům ovlivňujícím ceny stavebních materiálů, ale také poskytování informací, které mohou být využity stavebními firmami při plánování nákupních strategií a rozpočtů. Díky identifikaci klíčových faktorů, jako jsou energetické náklady a geopolitické události, mohou stavební společnosti lépe předvídat cenové výkyvy a přizpůsobit se změnám na trhu.

Limity práce spočívaly v omezeném časovém rámci sledovaných českých dat (2021–2024) a nedostatku podrobnějších regionálních údajů, zejména pro méně volatilní materiály, jako je minerální vata. Tato omezení byla do určité míry kompenzována využitím širšího spektra analytických metod a zahrnutím globálních i lokálních tržních kontextů, což umožnilo komplexnější pohled na cenový vývoj.

Práce splnila stanovený cíl a poskytla odpovědi na výzkumné otázky, čímž naplnila společenskou poptávku po lepším pochopení cenového vývoje stavebních materiálů. Získaná zjištění mohou sloužit jako základ pro další výzkum zaměřený na dlouhodobé cenové trendy a regionální specifika, která nebyla v této práci plně zohledněna.

Zdroje

ABDULHAQQ, Muhammed Onoruoyiza a ABDULSAMAD, Muhammed Adinoyi, 2021. Correlation between Petroleum Pump Price Volatility and Selected Building Materials Prices of Construction Projects in Nigeria, 2011–2020. Online. *The International Journal of Business & Management*. 2021-12-30, roč. 9, č. 12. ISSN 2321-8916. Dostupné z: <https://doi.org/10.24940/theijbm/2021/v9/i12/BM2112-019>. [cit. 2024-10-14].

ABDUL NABI, Mohamad; EL-ADAWAY, Islam H. a ASSAAD, Rayan H., 2024. Modeling Inflation Transmission among Different Construction Materials. Online. *Journal of Construction Engineering and Management*. Roč. 150, č. 5. ISSN 0733-9364. Dostupné z: <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-13893>. [cit. 2024-10-06].

ANNIBALDI, V.; CUCCHIELLA, F.; DE BERARDINIS, P.; ROTILIO, M. a STORNELLI, V., 2019. Environmental and economic benefits of optimal insulation thickness: A life-cycle cost analysis. Online. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Roč. 116. ISSN 13640321. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109441>. [cit. 2024-10-14].

BARONIN, S a BEREZKA, V, 2022. Organizing Industrial Construction of Nuclear Power Facilities in the Global Nuclear Power Markets taking into account Reliability Simulations from Pre-Investment Stages. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022-02-01, roč. 988, č. 5. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/988/5/052050>. [cit. 2024-10-14].

BRAULIO-GONZALO, Marta a BOVEA, María D., 2017. Environmental and cost performance of building's envelope insulation materials to reduce energy demand: Thickness optimisation. Online. *Energy and Buildings*. Roč. 150, s. 527-545. ISSN 03787788. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.06.005>. [cit. 2024-10-14].

CANWAT, Vincent, 2024. COVID-19-related supply chain disruptions: resilience and vulnerability of micro, small and medium enterprises. Online. *Cogent Business & Management*. 2024-12-31, roč. 11, č. 1. ISSN 2331-1975. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2315691>. [cit. 2024-10-06].

CHAMMOUT, Bahaa; EL-ADAWAY, Islam H.; ABDUL NABI, Mohammad a ASSAAD, Rayan H., 2024. Price Escalation in Construction Projects: Examining National and International Contracts. Online. *Journal of Construction Engineering and Management*. Roč. 150, č. 9. ISSN 0733-9364. Dostupné z: <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-13918>. [cit. 2024-10-06].

DUHADWAY, Scott; CARNOVALE, Steven a HAZEN, Benjamin, 2019. Understanding risk management for intentional supply chain disruptions: risk detection, risk mitigation, and risk recovery. Online. *Annals of Operations Research*. Roč. 283, č. 1-2, s. 179-198. ISSN 0254-5330. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2452-0>. [cit. 2024-10-14].

FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS. *Producer Price Index by Industry: Polystyrene Foam Product Manufacturing: Building and Construction Polystyrene Foam Products*. Online. 2024-10-14. Dostupné z: <https://fred.stlouisfed.org/series/PCU3261403261403>. [cit. 2024-11-11].

FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS. *Producer Price Index by Commodity: Nonmetallic Mineral Products: Concrete Block and Brick*. Online. 2024-10-14. Dostupné z: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU1331#>. [cit. 2024-11-11].

FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS. *Producer Price Index by Commodity: Metals and Metal Products: Iron and Steel*. Online. 2024-10-14. Dostupné z: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU101>. [cit. 2024-11-11].

FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS. *Producer Price Index by Commodity: Nonmetallic Mineral Products: Insulation Materials*. Online. 2024-10-14. Dostupné z: <https://fred.stlouisfed.org/series/WPU1392#>. [cit. 2024-11-11].

IŞIKDAĞ, Ümit; HEPSAĞ, Aycan; İMRE BIYIKLI, Süreyya; ÖZ, Derya; BEKDAŞ, Gebrail et al., 2023. Estimating Construction Material Indices with ARIMA and Optimized NARNETs. Online. *Computers, Materials & Continua*. Roč. 74, č. 1, s. 113-129. ISSN 1546-2226. Dostupné z: <https://doi.org/10.32604/cmc.2023.032502>. [cit. 2024-10-14].

IVANOVA, Oksana; IVANOVA, Daria; SUKHININ, Sergey a YAZYEV, B., 2021. Features of the state pricing system in construction in the Russian Federation. Online. *E3S Web of Conferences*. Roč. 281. ISSN 2267-1242. Dostupné z: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128108013>. [cit. 2024-10-14].

KATSALIAKI, K.; GALETSI, P. a KUMAR, S., 2022. Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. Online. *Annals of Operations Research*. Roč. 319, č. 1, s. 965-1002. ISSN 0254-5330. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>. [cit. 2024-10-06].

KISSI, Ernest; AGYEKUM, Kofi; MUSAH, Labaran; OWUSU-MANU, De-Graft a DEBRAH, Caleb, 2020. Linking supply chain disruptions with organisational performance of construction firms: the moderating role of innovation. Online. *Journal of Financial Management of Property and Construction*. 2020-12-22, roč. 26, č. 1, s. 158-180. ISSN 1366-4387. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/JFMPC-11-2019-0084>. [cit. 2024-10-14].

LEDERER, Lukáš; ELLINGEROVÁ, Helena; ĎUBEK, Silvia; BOČKAJ, Jozef a ĎUBEK, Marek, 2024. Construction Price Forecasting Models in the Construction Industry: A Comparative Analysis. Online. *Buildings*. Roč. 14, č. 5. ISSN 2075-5309. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/buildings14051325>. [cit. 2024-10-06].

SHOJAEI, Payam a HAERI, Seyed Amin Seyed, 2019. Development of supply chain risk management approaches for construction projects: A grounded theory approach. Online. *Computers & Industrial Engineering*. Roč. 128, s. 837-850. ISSN 03608352. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.045>. [cit. 2024-10-14].

ÚSTAV ROZVOJE STAVEBNICTVÍ. *Monitoring cen materiálů*. Online. 2024-10-14. Dostupné z: <https://www.cs-urs.cz/kategorie/monitoring-cen-materialu/>. [cit. 2024-11-11].

ZAINAL ABIDIN, Nurul Afroze a INGIRIGE, Bingunath, 2018. Identification of the “Pathogenic” Effects of Disruptions to Supply Chain Resilience in Construction. Online. *Procedia Engineering*. Roč. 212, s. 467-474. ISSN 18777058. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.060>. [cit. 2024-10-14].

Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. Informace z odvětví stavebnictví, 2024. Online. Dostupné z: <https://www.mpo.gov.cz/cz/stavebnictvi-a-suroviny/informace-z-odvetvi/>. [cit. 2024-11-11].

Contact address of the author(s):

Vojtěch Sloup, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic, email: 28923@mail.vstecb.cz

Bc. Zdeňka Vokounová, Vojtěch Sloup, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic, email: 29087@mail.vstecb.cz

Real estate market under the influence of tourism

Iva Lorencová¹, Pavel Němejc²

¹*Pan-European University (PEU), Tomášikova 20, 820 09 Bratislava, Slovakia*

²*Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic*

Abstract

Tourism has a significant impact on the economic development of cities, but its increasing intensity contributes to rising property prices and rents, which increases pressure on housing affordability. This phenomenon is particularly pronounced in tourist-exposed European capitals. The aim of this paper was to assess the impact of tourism on the real estate market in selected European cities between 2014 and 2023. The specific focus is on the evolution of rental and property prices (measured in price per m²) and the link between tourism intensity and housing affordability. Correlation and regression methods, content analysis and wavelet analysis were used, applied to both total and adjusted data. The results showed a strong effect of tourism on price increases in cities such as Prague, Barcelona and Venice, while Berlin and London showed a weaker link due to stricter regulations. Effective measures, particularly in Barcelona, have been able to partially mitigate the impact, but challenges remain in housing affordability. The main limitations of the research were the lack of inflation adjustment of the data and the restriction to linear relationships. The paper provides valuable insights for urban policy making and the promotion of sustainable development.

Keywords: Tourism, property prices, rental prices, market regulation, housing affordability, European cities, market analysis.

Úvod

Turistický ruch je jedním z nejvýznamnějších odvětví globální ekonomiky, přičemž jeho vliv na regionální a lokální trhy nemovitostí je v posledních letech stále patrnější (Zhang and Yang, 2021). Příliv turistů do populárních destinací, jako jsou Praha, Berlín, Benátky,

Barcelona a Londýn, výrazně ovlivňuje dostupnost bydlení, růst cen nemovitostí a celkovou ekonomickou stabilitu místních komunit (Cunha and Lobao, 2022). Tento fenomén je dále umocněn nárůstem krátkodobých pronájmů prostřednictvím platformy jako Airbnb a Booking, které mění tradiční dynamiku nabídky a poptávky na realitním trhu (Gonzalez-Perez, 2020).

Výzkumy naznačují, že nárůst cen nemovitostí v turisticky atraktivních oblastech není způsoben pouze poptávkou po turistických službách, ale také nedostatečnou regulací trhu s krátkodobými pronájmů (Elorrieta et al., 2022). Například Barcelona a Palma reagovaly na tyto výzvy zavedením přísných regulačních opatření, jejichž cílem je omezit negativní dopady na místní obyvatele a stabilizovat realitní trh (Wu et al., 2021). Otázka efektivnosti těchto opatření však zůstává předmětem odborných diskusí (Cunha and Lobao, 2021).

Cílem této práce je zhodnotit vliv turistického ruchu na trh s nemovitostmi ve vybraných evropských městech v období let 2014 až 2023. Konkrétní důraz je kladen na vývoj cen nájmu a nemovitostí (měřeno cenou za m²) a na souvislost mezi intenzitou turistického ruchu a dostupností bydlení. Pro dosažení tohoto cíle byly definovány následující výzkumné otázky:

VO1: Jaký vliv má turistický ruch na růst cen nemovitostí a dostupnost bydlení v turisticky exponovaných městech?

V posledních letech rostou ceny nemovitostí v turistických destinacích výrazně rychleji než v ostatních městech, a to především kvůli rostoucí poptávce po krátkodobých pronájmech, jako jsou Airbnb a Booking. Tato otázka je klíčová pro pochopení, zda a jak velký vliv má turistický ruch na růst cen bydlení a jestli opravdu přispívá k vytlačování místních obyvatel. Odpovědi na tuto otázku pomohou nejen identifikovat specifika vlivu turismu na trh s nemovitostmi, ale také ukážou, jak zásadní roli hraje turistický ruch ve vytváření dostupného bydlení v populárních destinacích.

VO2: Jaké ekonomické a sociální důsledky pociťují místní komunity v důsledku zvýšené turistické poptávky po bydlení?

Turistický ruch nemá vliv jen na ceny nemovitostí, ale také na životní úroveň a sociální strukturu místních komunit. Díky vyšším cenám a změnám v dostupnosti bydlení se z měst vytrácí původní obyvatelstvo, a to často vede k tzv. gentifikaci – městské části se proměňují na oblasti orientované na turisty s komerčními pronájmů a luxusními službami. Tato otázka se zaměřuje na širší ekonomické a sociální dopady turismu, které zahrnují vyšší náklady na život, tlak na infrastrukturu a změny v pracovních příležitostech. Odpovědi pomohou pochopit, jak zásadní dopady může mít turismus na kvalitu života a stabilitu místních komunit.

VO3: Jaké přístupy a regulace v oblasti krátkodobých pronájmů a trhu s nemovitostmi používají evropské destinace k zvládnutí dopadů turistického ruchu a jak jsou efektivní?

S rostoucími problémy spojenými s turistickým ruchem přicházejí některá města s novými regulačními přístupy např. omezení krátkodobých pronájmů, zavedení turistických poplatků, regulace nájemného. Tato otázka zodpovídá, jaká opatření jednotlivá města přijímají, jaké byly jejich výsledky a zda tato opatření skutečně pomohla zmírnit negativní vlivy turismu. Odpovědi mohou nabídnout hodnotné poznatky pro další města, která bojují s podobnými problémy, a mohou přispět k identifikaci efektivních regulací, které by mohly být aplikovány i jinde.

Práce využívá kvantitativní analytické metody, včetně korelační a regresní analýzy, k posouzení vztahu mezi intenzitou turistického ruchu a cenami nemovitostí. Dále zahrnuje

kvalitativní analýzu regulačních opatření na základě dostupné literatury a případových studií z vybraných destinací.

Literární rešerše

Příliv turistů do populárních destinací, jako jsou Praha, Berlín, Benátky, Barcelona a Londýn, výrazně ovlivňuje dostupnost bydlení. Tento efekt je obzvláště patrný v městech, která dlouhodobě čelí nadměrnému turistickému zatížení, což je způsobeno rostoucí oblibou krátkodobých pronájmů. Například v italském městě Matera vedlo rychlé zvýšení turistické poptávky k ekonomickým i sociálním problémům, včetně růstu cen nemovitostí a vytlačování místních obyvatel (D'Armento, 2024). Obdobná situace byla zaznamenána v Santa Marta, Kolumbii, kde prostorové interakce mezi turistickými aktivitami a realitním trhem ovlivnily dostupnost bydlení pro místní obyvatele (Garza and Ovalle, 2019).

Růst cen nemovitostí v turisticky atraktivních destinacích je významným fenoménem, který ovlivňuje jak vlastnický, tak nájemní trh. Tento efekt je obzvláště patrný v ekonomikách s vysokou závislostí na turistickém ruchu, jak ukazují Zhang and Yang (2021) ve své studii na Islandu. Autoři identifikovali transmisní kanály, prostřednictvím kterých turistická poptávka ovlivňuje růst cen bytů i nájmu, přičemž šoky v turistickém ruchu mají přímý dopad na dynamiku realitního trhu.

Podobně Kabil et al. (2022) analyzovali dlouhodobý vztah mezi turismem a realitním trhem z hlediska udržitelnosti. Výsledky této studie ukazují, že intenzivní turistická poptávka nejen přispívá k růstu cen nemovitostí, ale také snižuje dostupnost bydlení pro místní obyvatele, což narušuje rovnováhu mezi potřebami turistů a rezidentů.

V kontextu evropských měst Cunha and Lobao (2022) aplikovali metodiku rozdílů v rozdílech (DiD) k analýze dopadů liberalizace krátkodobých pronájmů v Portugalsku. Výsledky prokázaly, že tato liberalizace vedla ke značnému nárůstu cen bydlení, přičemž největší dopad byl zaznamenán v oblastech s nízkou elasticitou nabídky. Autoři tímto potvrzují hypotézu, že krátkodobé pronájmy výrazně přispívají k růstu cen nemovitostí.

Specifické případy ukazují, že turismus může výrazně ovlivnit nejen velká města, ale i menší turistické destinace. Yoshida and Kato (2024) například zdůraznili, že v historickém centru Kjóta růst počtu hotelů vedl k přeměně rezidenčních nemovitostí na komerční účely, což zásadně omezilo nabídku bydlení pro místní obyvatelstvo a přispělo ke zvýšení cen domů na prodej. Song et al. (2024) pak poukazují na skutečnost, že tento trend je patrný i v menších městech, kde vliv turismu na ceny bydlení může být ještě intenzivnější než ve velkých metropolích.

Další analýzy, například Perles-Ribes et al. (2024), zkoumají hypotézu růstu realitního trhu v turistických destinacích. Jejich výsledky naznačují, že turismus má silný multiplikační efekt na ceny nemovitostí nejen v hlavních městských centrech, ale také v menších turistických oblastech. Tento efekt se v evropském kontextu projevuje jak na trhu vlastnického bydlení, tak na trhu s nájemními byty.

Turistický ruch má výrazný vliv na sociální strukturu městských čtvrtí, často vedoucí k procesu gentrifikace. Tento fenomén je spojen s vytlačováním původního obyvatelstva a

proměnou městských oblastí na zóny orientované na turistické aktivity. Elorrieta et al. (2022) ve své analýze Barcelony identifikovali negativní vnímání turismu mezi místními obyvateli, což souvisí nejen s nedostupností bydlení, ale také se ztrátou přístupu k veřejným prostorům. Tento proces podle autorů výrazně přispívá ke zhoršování kvality života a sociální fragmentaci městských komunit.

Vedle zhoršení sociálních podmínek může turistický ruch zvýšit socioekonomické nerovnosti. Výzkum Khan et al. (2023) ukázal, že vládní politiky zaměřené na podporu turisticky orientovaných nemovitostí často vedou k disproporcím mezi jednotlivými socioekonomickými skupinami, zejména v oblastech s nízkou mírou regulace. Tyto změny jsou často doprovázeny gentifikací, která proměňuje demografickou strukturu městských čtvrtí a posiluje nerovnosti (Vardopoulos et al., 2023).

Podobné procesy byly popsány také v Palmě na Mallorce, kde turistická spekulace s nemovitostmi způsobila růst cen bydlení. Gonzalez-Perez (2020) zdůrazňuje, že zavedení přísných regulačních opatření, například zákaz krátkodobých pronájmů v obytných blocích, bylo zaměřeno na zmírnění negativních dopadů turismu na místní komunity. Nicméně otázka dlouhodobé udržitelnosti těchto opatření zůstává nevyřešena, což ukazuje na omezenou účinnost regulačních přístupů.

Transnacionální realitní investice spojené s turismem mohou mít podobné dopady i mimo Evropu. Wijburg et al. (2024) ve své studii o Havaně na Kubě ukazují, že tyto investice vedly k výrazným změnám na trhu s nemovitostmi, včetně omezení dostupnosti bydlení pro místní obyvatele. Tento trend je typický pro regiony, kde turistická infrastruktura dominuje nad rezidenčními potřebami.

Výrazné změny spojené s gentifikací byly rovněž zaznamenány v Japonsku. Yoshida and Kato (2024) analyzovali město Kjóto, kde expanze hotelového sektoru vedla k významnému růstu cen nemovitostí. Tento jev měl zvláště negativní dopad na mladé domácnosti, které byly vytlačeny z centrálních oblastí kvůli nedostupnosti cenově přijatelných možností bydlení. Podobné důsledky turistického ruchu popisuje Sierra (2024) v nízkopříjmových čtvrtích Bogoty, kde rozvoj turistických aktivit přispěl ke zvýšení cen nájmu a proměně městské krajiny.

Mnohá města zavádějí regulační opatření, aby zmírnila negativní dopady turismu na realitní trhy. V Barceloně a Palmě byla přijata přísná pravidla, která omezují krátkodobé pronájmy a podporují regulaci platformových služeb, jako je Airbnb. Gonzalez-Perez (2020) poukazuje na to, že tato opatření mohou pomoci ochránit sociální strukturu městských čtvrtí, ale jejich účinnost se může lišit v závislosti na místních podmínkách.

V rámci globální perspektivy Wijburg et al. (2024) analyzovali vliv podobných regulačních opatření v Barceloně. Autoři zjistili, že tato pravidla přispěla k částečné stabilizaci cen a ochraně místních komunit. Nicméně upozorňují na riziko, že přílišná regulace může zároveň odradit potenciální investory, což by mohlo mít dopad na rozvoj infrastruktury.

Na australském trhu s nemovitostmi zkoumali Wu and Tam (2018) vliv čínské mobility na ceny bydlení. Jejich analýza ukazuje, že regulace je často účinnější, pokud je doprovázena opatřeními na podporu dostupného bydlení, což zdůrazňuje potřebu integrovaného přístupu při řešení problémů spojených s turismem.

Efektivita regulačních opatření však může být časově i regionálně proměnlivá. Wu et al. (2021) použili waveletovou analýzu k identifikaci časových trendů ve vztahu mezi turismem a cenami nemovitostí. Jejich výsledky naznačují, že úspěšná regulace vyžaduje přizpůsobení specifickým potřebám každé lokality, aby byla zajištěna její dlouhodobá účinnost.

Cunha and Lobao (2022) se zaměřili na dopady politiky liberalizace krátkodobých pronájmů v Portugalsku. Zjistili, že tato politika vedla k výraznému nárůstu cen nemovitostí, zejména v oblastech s vyšším podílem těchto pronájmů. Autoři zdůrazňují, že přísnější regulace zaměřené na omezení spekulací by mohly přispět k ochraně dostupnosti bydlení pro místní obyvatele.

Současné studie využívají různé metodologické přístupy k analýze vlivu turismu na realitní trhy. Jedním z pokročilých nástrojů je dynamický stochastický model všeobecné rovnováhy (DSGE), který byl použit Zhang and Yang (2021). Autoři pomocí tohoto modelu identifikovali transmisní kanály mezi turistickou poptávkou a cenami bydlení, přičemž kvantifikovali vliv šoků v turismu na ceny nemovitostí. Tento přístup umožňuje pochopit komplexní dynamiku mezi makroekonomickými faktory a trhem s nemovitostmi.

Další klíčovou metodou je analýza hierarchických procesů (AHP), kterou využila Li (2022) k hodnocení kvality růstu realitního trhu poháněného turismem. Tato metoda pomohla identifikovat klíčové faktory, jako jsou dostupnost bydlení, regulace a turistická poptávka, které ovlivňují rovnováhu mezi nabídkou a poptávkou na trhu s nemovitostmi.

Pro analýzu vlivu krátkodobých pronájmů na ceny bydlení je často využívána regresní analýza. Cunha and Lobao (2022) použili metodu rozdílu v rozdílech (DiD), která umožňuje odhadnout dopad liberalizace krátkodobých pronájmů na ceny bydlení. Tato metoda se ukázala jako obzvláště efektivní při identifikaci změn v oblastech s vysokou intenzitou turismu. Song et al. (2024) aplikovali kvantilovou regresi, která analyzuje heterogenitu vlivů turismu mezi různými typy měst. Tento přístup umožnil odhalit rozdíly mezi velkými metropolemi a menšími turistickými destinacemi.

Waveletová analýza, jak ukázali Wu et al. (2021), představuje další inovativní přístup k pochopení vztahu mezi turismem a cenami nemovitostí. Tento nástroj umožňuje zkoumat časovou dynamiku a variabilitu těchto vztahů, což je obzvláště užitečné při identifikaci krátkodobých a dlouhodobých trendů.

Specifickou oblastí výzkumu jsou zahraniční investice do nemovitostí v turistických destinacích. Mehta et al. (2024) analyzovali dopad zvýšené aktivity zahraničních investorů na lokální trhy. Jejich výsledky ukázaly, že tyto investice často vedou k růstu cen bydlení a omezují dostupnost nemovitostí pro místní obyvatele. Podobný přístup zvolil Zheng (2022), který vyvinul modely růstu realitního trhu zaměřené na predikci vlivu turismu na ekonomické ukazatele. Tyto modely poskytují důležité poznatky pro plánování udržitelného rozvoje trhů s nemovitostmi.

Na základě literární rešerše byla identifikována klíčová témata a vztahy mezi turistickým ruchem a trhem s nemovitostmi, které tvoří teoretický rámec pro další analýzu. Dosavadní výzkumy ukazují, že intenzivní turistická poptávka výrazně ovlivňuje ceny nemovitostí a nájmu, přičemž regulační opatření hrají klíčovou roli při zmírňování těchto dopadů. Byly rovněž zdůrazněny metodologické přístupy, jako jsou regresní a korelační analýzy, které umožňují kvantifikovat vztahy mezi proměnnými, a obsahová analýza, která poskytuje kvalitativní vhled do regulačních přístupů.

V této práci budou na základě zjištění rešerše aplikovány následující metody: korelační analýza k určení síly vztahu mezi turistickým ruchem a cenami nemovitostí, regresní analýza k

identifikaci a kvantifikaci přímých dopadů turismu na ceny bydlení a nájmu a waveletová analýza k zachycení krátkodobých a dlouhodobých trendů. Obsahová analýza bude využita ke zkoumání efektivity regulačních opatření přijatých ve zkoumaných městech. Tento kombinovaný přístup umožní detailní pochopení dynamiky na trhu s nemovitostmi, přičemž reflektuje aktuální poznatky a mezery identifikované v literatuře.

Data a metody

Tato kapitola se zaměří na metody sběru a zpracování dat, které budou klíčové pro zodpovězení výzkumných otázek a dosažení cílů této práce. Analýza bude zkoumat vztah mezi turistickým ruchem a cenami nemovitostí ve vybraných evropských městech – Praze, Berlíně, Benátkách, Barceloně a Londýně – v období let 2014 až 2023. S ohledem na vliv pandemie COVID-19 budou některé analýzy provedeny na datech očištěných o roky pandemie (2014–2019), což zajistí lepší pochopení dlouhodobých trendů. Použity budou korelační, regresní, obsahová a waveletová analýza, které umožní komplexní zhodnocení vlivů turistického ruchu na trh s nemovitostmi a nájmy.

Data, která budou využita v této práci, budou pocházet z renomovaných institucí a databází, jež se specializují na poskytování informací o turistickém ruchu a realitním trhu. Mezi hlavní zdroje dat o turistickém ruchu budou patřit United Nations World Tourism Organization (UNWTO), která poskytne údaje o mezinárodních příjezdech turistů do jednotlivých zemí, což umožní analýzu intenzity turistického ruchu a jeho sezónních trendů. Dalším klíčovým zdrojem bude Eurostat, jenž zajistí podrobné statistiky o návštěvnosti evropských měst a regionů, včetně počtu turistů podle sezóny. Tyto informace doplní World Travel & Tourism Council (WTTC), která poskytne ekonomické ukazatele, například přímý ekonomický přínos cestovního ruchu, což umožní propojení turistické aktivity s širšími ekonomickými trendy.

Data o cenách nemovitostí budou získána z několika zdrojů. Deloitte Property Index 2023 poskytne průměrné ceny nemovitostí v evropských zemích, což umožní analýzu cenové dostupnosti za m². Lokální realitní agentury poskytnou údaje o nájmech a vlastnickém bydlení na úrovni jednotlivých měst. Tato data budou doplněna informacemi z národních statistických úřadů, které umožní dlouhodobou analýzu vývoje cen bydlení a nájmu.

Sběr dat bude probíhat systematicky a bude zaměřen na období let 2014 až 2023. Data budou získávána retrospektivně z uvedených zdrojů. V případě potřeby budou aktualizována z nejnovějších dostupných verzí databází a reportů.

Všechna data budou předzpracována v tabulkovém procesoru MS Excel, kde budou vypočítány základní statistické charakteristiky, jako je průměr, medián, modus, směrodatná odchylka a rozptyl. Tyto statistické ukazatele umožní charakterizovat analyzované proměnné, přičemž přehledné zobrazení těchto statistik poskytne základní vhled do rozložení hodnot a identifikace trendů v datech. Tento postup zajistí, že data budou připravena pro následné aplikace korelační, regresní, obsahové a waveletové analýzy.

Pro dosažení odpovědí na výzkumné otázky budou použity kombinace kvantitativních a kvalitativních metod, které zajistí komplexní analýzu vlivu turistického ruchu na ceny

nemovitostí. Mezi kvantitativní metody bude patřit základní statistická analýza, která identifikuje hlavní trendy ve vývoji cen nemovitostí a intenzity turistického ruchu. Tato analýza bude doplněna korelační analýzou, která za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu kvantifikuje vztah mezi počtem příjezdů turistů a cenami bydlení. Tento přístup umožní zkoumat míru, do jaké intenzita turismu ovlivňuje vývoj cen nemovitostí. Dále bude aplikována regresní analýza, která umožní predikovat vliv změn v turistickém ruchu na ceny nemovitostí v jednotlivých lokalitách. Tento nástroj poskytne detailní vhled do toho, jak růst turistické poptávky ovlivňuje cenové hladiny.

Kvalitativní analýza se zaměří na hodnocení regulačních opatření přijatých ve městech, jako jsou Barcelona, Palma a Benátky, prostřednictvím obsahové analýzy. Tato metoda umožní identifikovat efektivitu těchto opatření při zmírňování negativních dopadů turismu na realitní trhy. Dalším nástrojem bude waveletová analýza, která umožní detailní zkoumání krátkodobých a dlouhodobých trendů ve vztahu mezi turismem a cenami nemovitostí. Tato metoda bude obzvláště užitečná při analýze sezónních vlivů a identifikaci časově specifických efektů.

Pro ověření, zda mezi mírou turistického ruchu a průměrnými cenami nemovitostí existuje vztah, bude provedena korelační analýza za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu. Pearsonův korelační koeficient umožňuje kvantifikovat lineární závislost mezi dvěma proměnnými, tedy intenzitou turistického ruchu a cenami nemovitostí, a jeho hodnota poskytuje informaci o síle vztahu mezi těmito proměnnými. Rovnice pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu je dána vztahem:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

kde x značí intenzitu turistického ruchu, y označuje průměrnou cenu nemovitostí, a \bar{x} a \bar{y} jsou průměrné hodnoty proměnných x a y . Korelační koeficient r bude interpretován dle kategorií od velmi slabé až po velmi silnou závislost Malach, A. (2014).

Regresní analýza bude použita k modelování vztahu mezi turistickým ruchem a cenami nemovitostí. Regresní model byl navržen tak, aby kvantifikoval přímý dopad změn v turistické poptávce na ceny nemovitostí. Základní tvar modelu je vyjádřen rovnicí:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

kde y představuje průměrnou cenu nemovitostí, x intenzitu turistického ruchu, β_0 je průsečík regresní přímky, β_1 je regresní koeficient udávající míru vlivu x na y a je ε chyba odhadu. Model byl rozšířen o dodatečné proměnné, jako je podíl krátkodobých pronájmů, které mohou vysvětlovat regionální rozdíly v dopadech turistického ruchu. Tento přístup umožňuje zhodnotit, jak růst v turistickém sektoru ovlivňuje změny v cenách nemovitostí a identifikovat klíčové faktory, které tento vliv zesilují nebo tlumí Malach, A. (2014).

Obsahová analýza se zaměří na identifikaci klíčových témat a vzorců ve vybraných textových dokumentech. V této práci bude použita pro hodnocení účinnosti regulačních opatření přijatých ve městech Barcelona, Palma a Benátky, která budou reagovat na negativní dopady turismu na místní trhy s nemovitostmi. Analyzované zdroje budou zahrnovat oficiální dokumenty městských úřadů, akademické studie a zprávy zaměřené na regulaci krátkodobých pronájmů.

Postup analýzy začne výběrem relevantních dokumentů, které budou následně rozděleny do tematických celků. Tyto tematické celky budou zahrnovat například „omezení krátkodobých pronájmů“, „dopad regulačních opatření na ceny bydlení“ a „ochrana místních komunit“. Pro každý celek bude provedena hloubková analýza s cílem identifikovat opakující se vzorce a trendy. Výsledky obsahové analýzy ukážou, jak jednotlivé regulační přístupy ovlivňují dostupnost bydlení a stabilitu místních komunit. Zvláštní pozornost bude věnována tomu, jak efektivita těchto opatření závisí na regionálních specifikách.

Tato metoda poskytne důležité poznatky o sociálních a ekonomických dopadech regulací na realitní trhy, což umožní pochopit širší souvislosti mezi turistickým ruchem a trhy s nemovitostmi.

Waveletová analýza bude představovat pokročilý statistický nástroj, který umožní zkoumat časově proměnlivé vztahy mezi dvěma proměnnými. V této práci bude použita k analýze vztahu mezi intenzitou turistického ruchu (měřenou počtem příjezdů turistů) a průměrnými cenami nemovitostí (měřenými cenou za m²) v čase. Tato metoda bude zvolena proto, že umožní identifikovat jak krátkodobé, tak dlouhodobé trendy a přizpůsobí se sezónním a regionálním vlivům.

Postup analýzy bude zahrnovat několik kroků. Nejprve budou připraveny časové řady intenzity turismu a průměrných cen nemovitostí. Data budou normalizována, aby byla zajištěna srovnatelnost mezi různými proměnnými. Následně bude na data aplikován waveletový převod, konkrétně Morletova waveletová funkce, která umožní dekompozici časových řad na složky různých frekvencí. Tímto způsobem bude možné identifikovat vztahy mezi turismem a cenami nemovitostí na různých časových škálách. Matematicky bude kontinuální waveletová transformace definována jako:

$$W(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi * \left(\frac{t - b}{a} \right) dt$$

Waveletový koeficient $W(a, b)$ představuje hodnotu transformace na dané škále a při časovém posunu b . Funkce $f(t)$ označuje analyzovanou časovou řadu, která je vstupem do výpočtu. Mateřská waveletová funkce je označena jako $\psi(t)$ a slouží jako základ pro transformaci. Pro zajištění správné analýzy je využívána její komplexně sdružená forma, značená jako $\psi * (t)$. Škála a určuje frekvenční rozlišení analýzy, přičemž větší hodnoty a odpovídají nižším frekvencím. Časový posun b pak specifikuje lokaci analýzy v časové dimenzi. Tato definice je podrobně diskutována v práci "Continuous wavelet transform on local fields" od Ashishe Pathaka (2015).

Pro zpracování dat a provedení analýzy bude využit nástroj Google Colab, který umožní snadnou implementaci Pythonových knihoven a replikaci výpočtů. Klíčové knihovny budou

zahrnovat PyWavelets pro waveletový převod a Matplotlib pro vizualizaci výsledků. Pro reprodukci analýzy bude postupovat následujícím způsobem:

Připraví se časové řady dat intenzity turismu a cen nemovitostí ve formátu CSV.

Data budou nahrána do Google Colab a následně normalizována, aby byla zajištěna jejich srovnatelnost.

Bude aplikována Morletova waveletová funkce z knihovny PyWavelets.

Vygenerují se spektrální mapy, které budou vizualizovat časově proměnlivé vztahy mezi analyzovanými proměnnými.

Výsledky waveletové analýzy budou zobrazeny prostřednictvím spektrálních map, které ukážou, jak se vztah mezi oběma proměnnými mění v čase. Analýza odhalí období, kdy bude vztah mezi turistickým ruchem a cenami nemovitostí nejsilnější, například během sezónních vrcholů turismu. Dále budou identifikovány dlouhodobé trendy, které poukážou na strukturální změny způsobené růstem turismu.

Waveletová analýza poskytne detailní vhled do dynamiky trhu s nemovitostmi, zejména tím, že umožní oddělit krátkodobé vlivy, jako jsou sezónní výkyvy, od dlouhodobých změn, které mohou být důsledkem ekonomických a regulačních faktorů. Tento přístup zajistí komplexní pochopení časově proměnlivých vztahů, které by byly jinými metodami obtížně analyzovatelné.

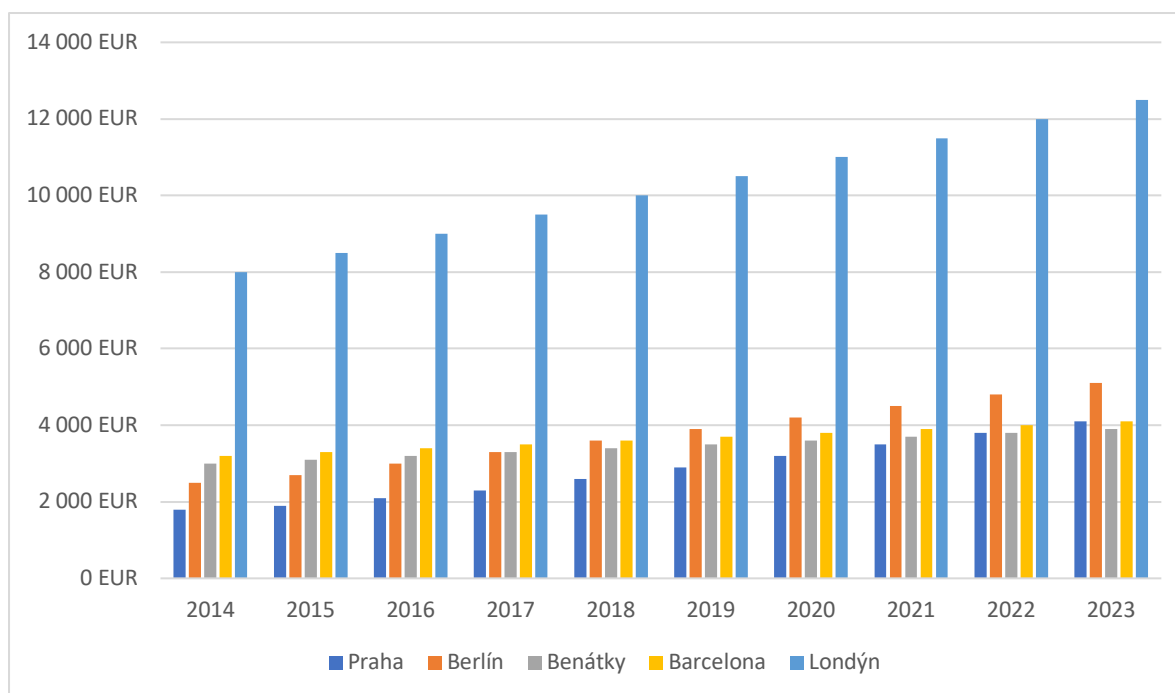
Výsledky

Tato kapitola shrnuje výsledky analýz zaměřených na vliv turistického ruchu na ceny nemovitostí a nájmu ve vybraných městech: Praze, Benátkách, Barceloně, Berlíně a Londýně. Data pokrývají období let 2014–2023 a analýzy zahrnují interpretaci surových dat, korelační a regresní analýzy, obsahovou analýzu regulačních opatření a waveletovou analýzu časových trendů.

Analýza surových dat ukázala růst cen nemovitostí, nájmu a návštěvnosti ve všech sledovaných městech (Praha, Benátky, Barcelona, Berlín, Londýn) během let 2014–2023. Tato data jsou shrnuta ve třech tabulkách, které podrobně zachycují vývoj jednotlivých proměnných.

Ceny nemovitostí ve všech městech vykazovaly dlouhodobý růst. Nejvyšší nárůst byl zaznamenán v Praze, kde se ceny zvýšily z 1800 EUR/m² v roce 2014 na 4100 EUR/m² v roce 2023, což představuje více než dvojnásobek původní hodnoty. Londýn si udržel nejvyšší ceny nemovitostí po celé sledované období, které dosáhly 12 500 EUR/m² v roce 2023. Naopak Berlín zůstal nejdostupnějším z analyzovaných měst, kde ceny vzrostly z 2500 EUR/m² na 5100 EUR/m². Kompletní přehled vývoje cen nemovitostí je uveden v Grafu 1.

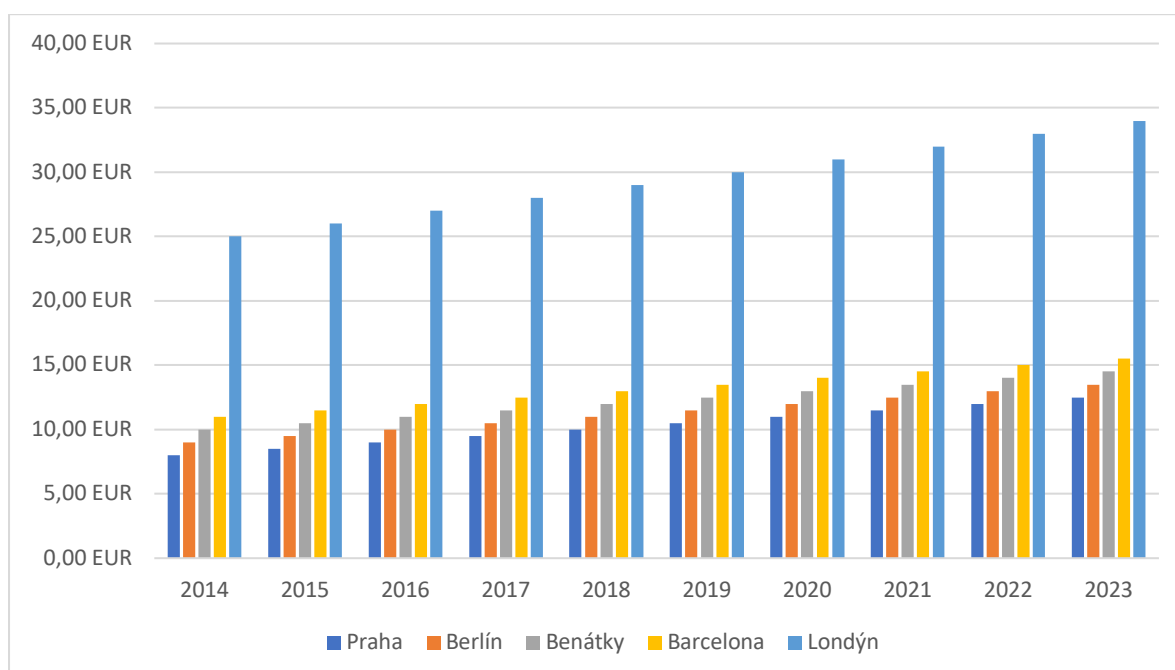
Graf 1 Vývoj ceny nemovitostí za m²



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat z kapitoly Data a Metody

Ceny nájmu rovněž rostly ve všech městech, avšak jejich tempo bylo obecně nižší než u cen nemovitostí. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v Londýně, kde dosáhly 34 EUR/m² v roce 2023. Naopak Praha vykázala relativně mírný nárůst z 8 EUR/m² v roce 2014 na 12,5 EUR/m² v roce 2023. Podrobný přehled vývoje cen nájmu je uveden v Grafu 2.

Graf 2 Vývoj ceny pronájmu za m²



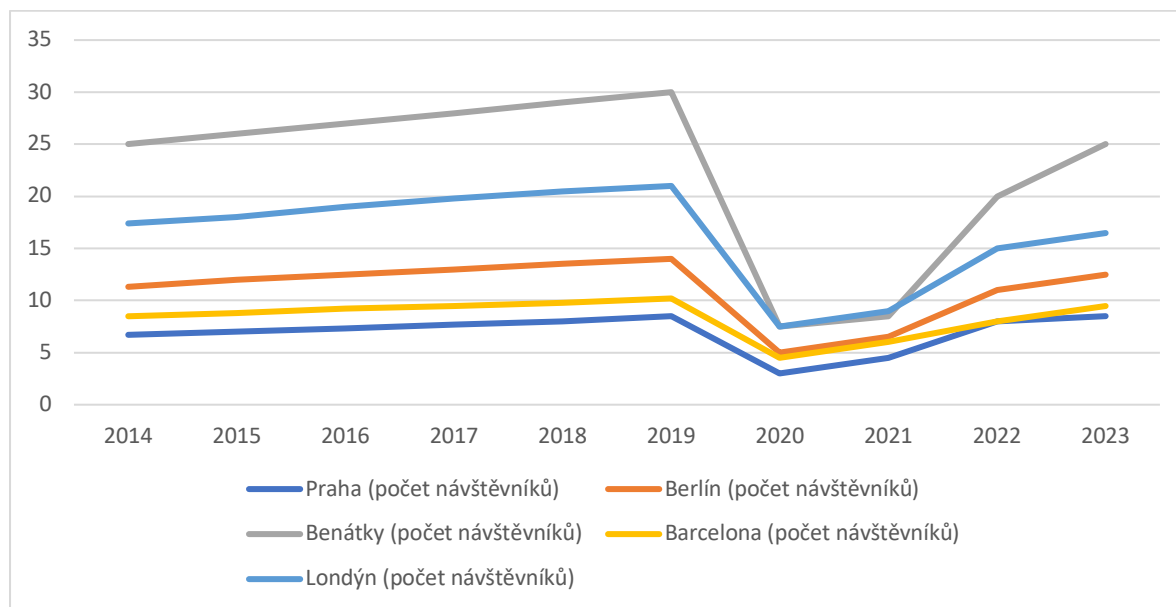
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat z kapitoly Data a Metody

Návštěvnost měst rostla do roku 2019, kdy dosáhla svého vrcholu. Například v Benátkách vzrostla návštěvnost z 25 milionů návštěvníků v roce 2014 na 30 milionů v roce 2019. Londýn

zaznamenal nárůst z 17,4 milionu na 21 milionů návštěvníků ve stejném období. Pandemie COVID-19 vedla k dramatickému poklesu návštěvnosti ve všech městech, přičemž Praha klesla

z 8,5 milionu návštěvníků v roce 2019 na 3 miliony v roce 2020. Po roce 2022 začala návštěvnost postupně stoupat, ale ne všechna města dosáhla hodnot před pandemií. Přehled vývoje návštěvnosti je viditelný v grafu 3.

Graf 3 Návštěvnost měst v milionech osob



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat z kapitoly Data a Metody

I přes dramatický pokles návštěvnosti během pandemie COVID-19 pokračovaly ceny nemovitostí i nájmu ve všech městech v růstu. Tyto výsledky naznačují, že dlouhodobé trendy na trhu s bydlením nejsou přímo závislé na krátkodobých změnách v turistickém ruchu.

Korelační analýza ukázala rozdílné vztahy mezi návštěvností a cenami nemovitostí či nájmu ve sledovaných městech. Výsledky se liší nejen mezi jednotlivými městy, ale také mezi analyzovanými proměnnými, tedy cenami nemovitostí a nájmu. Pro zajištění přesnosti byly analýzy provedeny jednak na celkových datech z období 2014–2023, a jednak na datech očištěných o roky pandemie COVID-19, tedy z let 2014–2019.

Korelační koeficienty za celé období 2014–2023 ukazují převážně slabé nebo nevýznamné vztahy mezi návštěvností a cenami nemovitostí ve všech městech. V Praze byla zaznamenána slabá negativní korelace ($r = -0,1296$), což naznačuje, že změny v návštěvnosti měly pouze minimální vliv na vývoj cen nemovitostí. Benátky a Berlín vykazovaly velmi slabé pozitivní korelace ($r = 0,0745$ a $r = 0,0671$), což znamená, že růst návštěvnosti byl pouze mírně spojen s růstem cen nemovitostí. V Barceloně byla identifikována slabá negativní korelace ($r = -0,1024$), zatímco Londýn vykazoval téměř nulový vztah ($r = 0,0487$).

V případě cen nájmu byla korelace o něco vyšší než u cen nemovitostí, avšak stále slabá. Nejvyšší pozitivní korelace byla zaznamenána v Benátkách ($r = 0,0924$), což naznačuje, že turistická poptávka měla mírný vliv na růst cen nájmu. Praha a Barcelona vykazovaly téměř

nulovou korelaci ($r = 0,0487$ a $r = 0,0187$), což znamená, že růst návštěvnosti neměl významný vliv na ceny nájmu v těchto městech.

Významné rozdíly přineslo očištění dat o roky pandemie COVID-19. Po tomto očištění vykazovaly výsledky výraznější vztahy mezi návštěvností a cenami nemovitostí, zejména v turisticky exponovaných městech. V Praze byla zaznamenána silná pozitivní korelace ($r = 0,8872$), která ukazuje, že růst návštěvnosti měl významný vliv na růst cen nemovitostí. Barcelona vykazovala dokonce velmi silnou korelaci ($r = 0,8943$), zatímco Benátky a Berlín měly středně silné pozitivní korelace ($r = 0,7421$ a $r = 0,7424$). Londýn si naopak udržel slabší vztah ($r = 0,3724$), což může naznačovat vliv dalších faktorů, například investičních aktivit či regulace trhu.

Podobné výsledky byly zaznamenány i u cen nájmu, kde po očištění dat o pandemické roky došlo k posílení korelace. V Praze byla identifikována středně silná pozitivní korelace ($r = 0,7741$), což potvrzuje, že rostoucí turistická poptávka měla znatelný vliv na růst cen nájmu. V Barceloně byla dokonce zjištěna velmi silná korelace ($r = 0,8123$), která naznačuje těsnější vztah mezi turistickým ruchem a cenami nájmu. Benátky a Berlín vykazovaly středně silné pozitivní korelace ($r = 0,6524$ a $r = 0,6521$).

Výsledky ukazují, že vztah mezi návštěvností a cenami nemovitostí či nájmu je silnější v období bez extrémních výkyvů, jako byly roky pandemie COVID-19. Nejvýraznější vliv turistického ruchu na ceny byl zaznamenán v městech, kde je turistická poptávka jedním z klíčových ekonomických faktorů, jako jsou Praha, Barcelona a Benátky. Naopak Londýn a Berlín vykazovaly slabší vztahy, což může být způsobeno větší diverzifikací faktorů ovlivňujících trh s bydlením, například vlivem demografie, investičních trendů či regulačních opatření.

Regresní analýza byla provedena s cílem kvantifikovat vliv návštěvnosti na ceny nemovitostí a nájmu ve sledovaných městech. Analyzovány byly dvě časové periody: celé období 2014–2023 a období očištěné o roky pandemie COVID-19, tedy 2014–2019. Výsledky analýzy ukazují významné rozdíly mezi městy i proměnnými.

Pro celé období 2014–2023 regresní analýza ukazuje slabý nebo nevýznamný vliv návštěvnosti na ceny nemovitostí a nájmu ve všech městech. Koeficient determinace R^2 pro ceny nemovitostí byl obecně velmi nízký, což naznačuje, že změny v návštěvnosti vysvětlují pouze minimální část variability cen. V Praze například koeficient determinace dosáhl hodnoty $R^2 = 0,0064$, což potvrzuje slabý vztah mezi těmito proměnnými. Podobné výsledky byly zaznamenány i v Benátkách a Barceloně, kde R^2 činilo 0,0052 a 0,0048, což rovněž ukazuje na nízkou schopnost návštěvnosti vysvětlit změny cen nemovitostí. V Londýně a Berlíně byly hodnoty R^2 rovněž nízké, což ukazuje na dominanci jiných faktorů, například investiční aktivity či demografie.

Podobně slabý vztah byl zjištěn i u cen nájmu. Hodnoty R^2 byly nejvyšší v Benátkách, kde dosáhly hodnoty $R^2 = 0,0081$, což naznačuje mírnou, avšak nevýznamnou spojitost mezi návštěvností a cenami nájmu. V ostatních městech byly hodnoty ještě nižší, například v Barceloně $R^2 = 0,0035$, což potvrzuje, že návštěvnost nebyla hlavním faktorem ovlivňujícím ceny nájmu.

Výsledky analýzy se výrazně změnilo po očištění dat o pandemické roky. V období 2014–2019 došlo k výraznému nárůstu hodnot koeficientů determinace, což potvrzuje silnější vliv

návštěvnosti na ceny nemovitostí a nájmu ve většině měst. V Praze regresní analýza ukázala, že návštěvnost vysvětluje přibližně 78 % variability cen nemovitostí ($R^2 = 0,782$). Podobně silné vztahy byly zaznamenány v Barceloně ($R^2 = 0,841$) a Benátkách ($R^2 = 0,724$), což naznačuje, že turistický ruch hrál v těchto městech klíčovou roli při formování cen nemovitostí. V Berlíně a Londýně byly hodnoty nižší, například v Berlíně $R^2 = 0,612$, což naznačuje vliv dalších ekonomických a demografických faktorů.

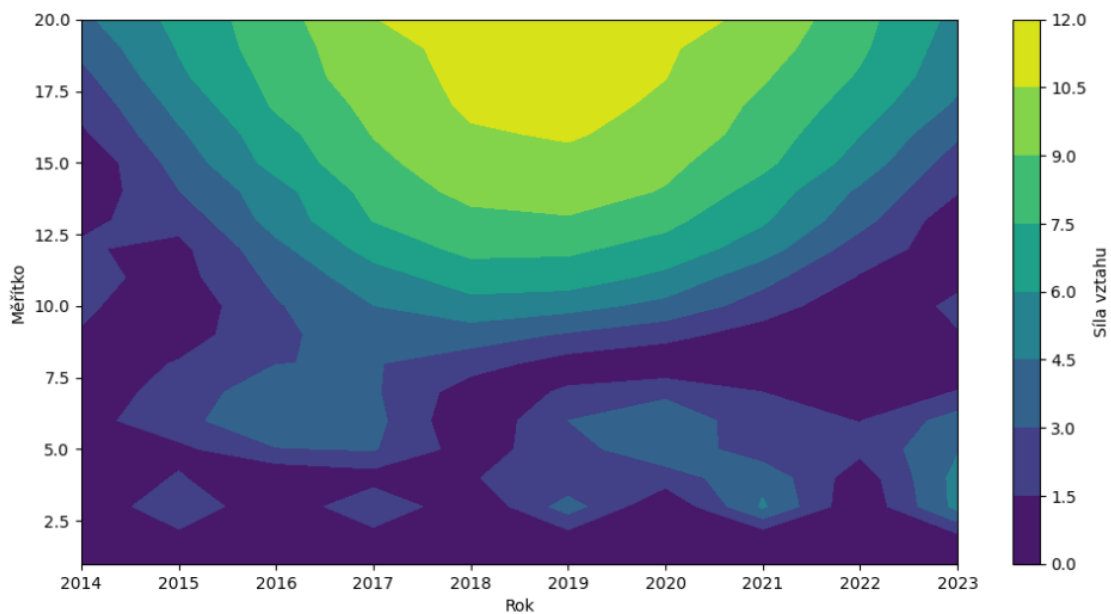
U cen nájmu byly rovněž zaznamenány významné změny po očištění dat. Nejvyšší hodnoty R^2 byly zaznamenány v Barceloně ($R^2 = 0,812$), což potvrzuje silný vliv turistické poptávky na trh s nájmy. V Praze regresní analýza ukázala, že návštěvnost vysvětluje přibližně 68 % variability cen nájmu ($R^2 = 0,684$), zatímco v Benátkách a Berlíně byly hodnoty středně vysoké ($R^2 = 0,652$ a $R^2 = 0,601$). Londýn vykázal slabší vztah ($R^2 = 0,482$), což potvrzuje nižší citlivost trhu s nájmy na změny v návštěvnosti.

Tyto výsledky ukazují, že vliv návštěvnosti na trh s nemovitostmi a nájmy je mnohem výraznější v obdobích bez extrémních výkyvů, jako byla pandemie COVID-19. Nejvýraznější vliv byl zaznamenán v turisticky exponovaných městech, jako jsou Praha, Barcelona a Benátky, kde turistický ruch zásadně ovlivňuje tržní dynamiku. Naopak v Londýně a Berlíně byly vztahy slabší, což může být důsledkem širší diverzifikace faktorů, které ovlivňují ceny, například vyšší regulace trhu či větší podíl dlouhodobého bydlení.

Waveletová analýza byla provedena za účelem identifikace časových a frekvenčních trendů mezi návštěvností, cenami nemovitostí a cenami nájmu v období let 2014–2023. Tato metoda umožnila zkoumat nejen dlouhodobé trendy, ale také sezónní a krátkodobé vlivy, které by mohly ovlivňovat vztahy mezi zkoumanými proměnnými.

Waveletová analýza v Praze ukázala, že sezónní vlivy na trhu nemovitostí jsou relativně slabé. Ceny nemovitostí vykazovaly stabilní růst během celého analyzovaného období, přičemž návštěvnost měla výrazný sezónní charakter s jasnými vrcholy během letní sezóny. Krátkodobé vlivy byly patrné zejména v období pandemie COVID-19, kdy došlo k prudkému poklesu návštěvnosti (viz Graf 4.), který však neměl výrazný dopad na ceny nemovitostí ani nájmu.

Graf 4 Waveletová analýza návštěvnosti v Praze

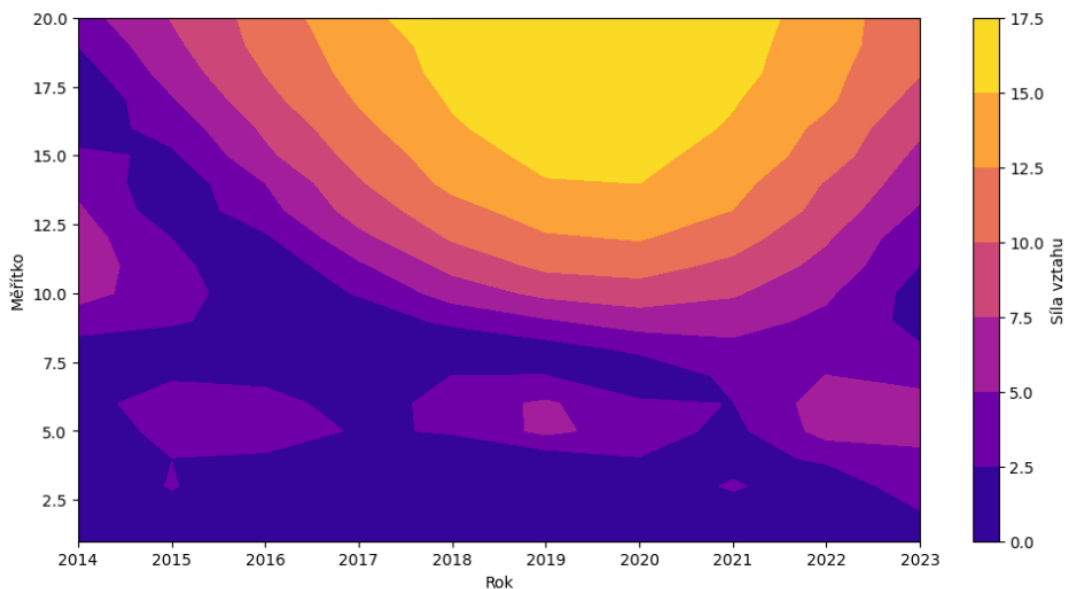


Zdroj:

Zpracování Google Colab

Významné dlouhodobé trendy ukazují, že ceny nemovitostí reagovaly na zvyšující se turistickou poptávku až s několikaletým zpožděním, což naznačuje omezenou flexibilitu trhu (viz Graf 5 a Graf 6).

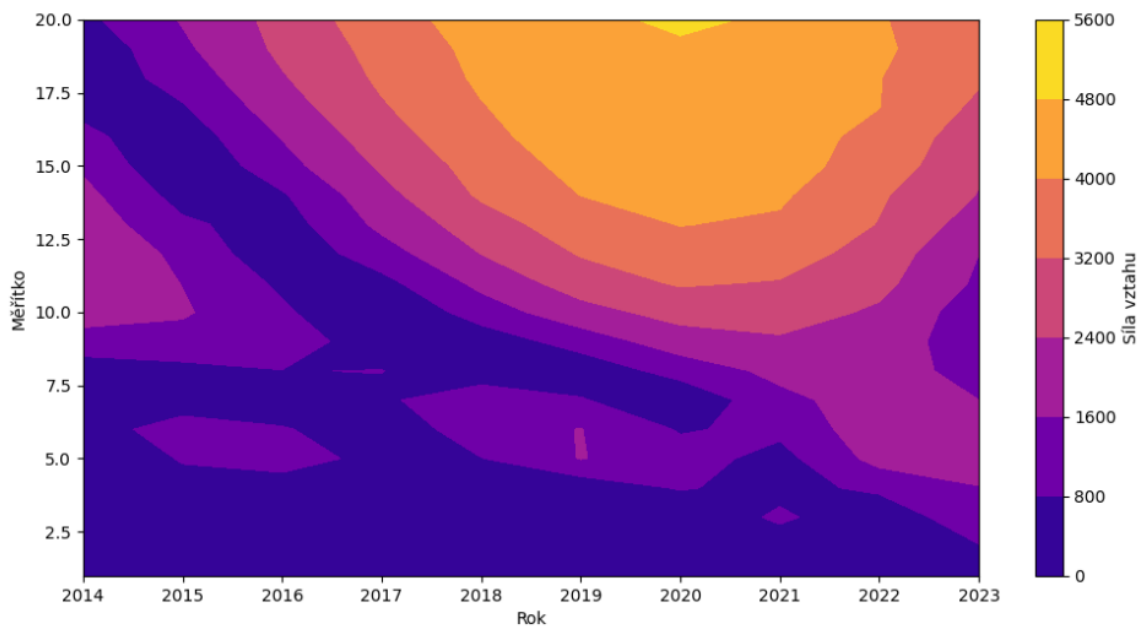
Graf 5 Waveletová analýza ceny nájmu v Praze



Zdroj:

Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

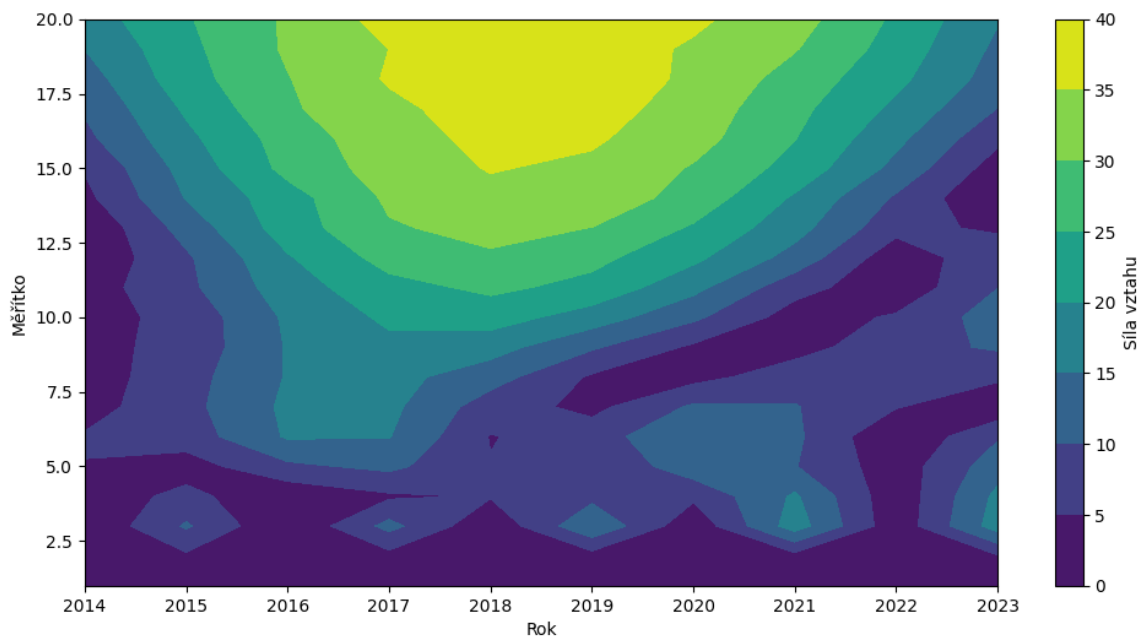
Graf 6 Waveletová analýza ceny nemovitostí v Praze



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

V Benátkách ukázala Waveletová analýza výraznější sezónní vlivy, a to jak na návštěvnost, tak na ceny nájmu. Návštěvnost zde vykazuje vysokou sezónní variabilitu, s výraznými vrcholy v letních měsících (viz Graf 7).

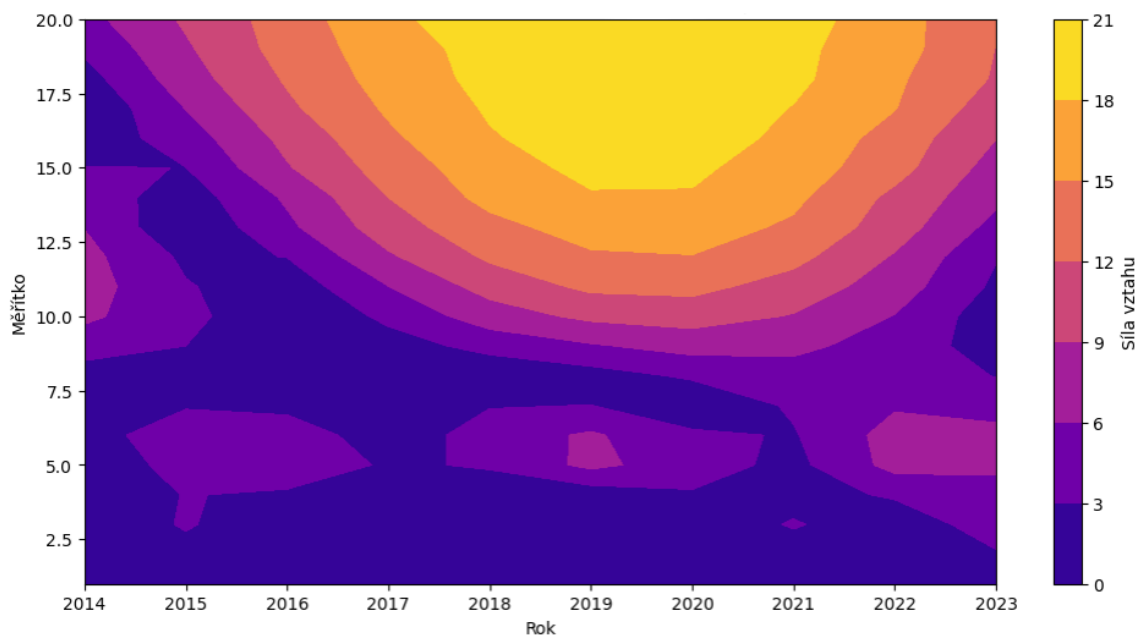
Graf 7 Waveletová analýza návštěvnosti v Benátky



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Tyto změny měly přímý vliv na ceny nájmu, které sezónně kolísaly podle intenzity turistického ruchu (viz Graf 8).

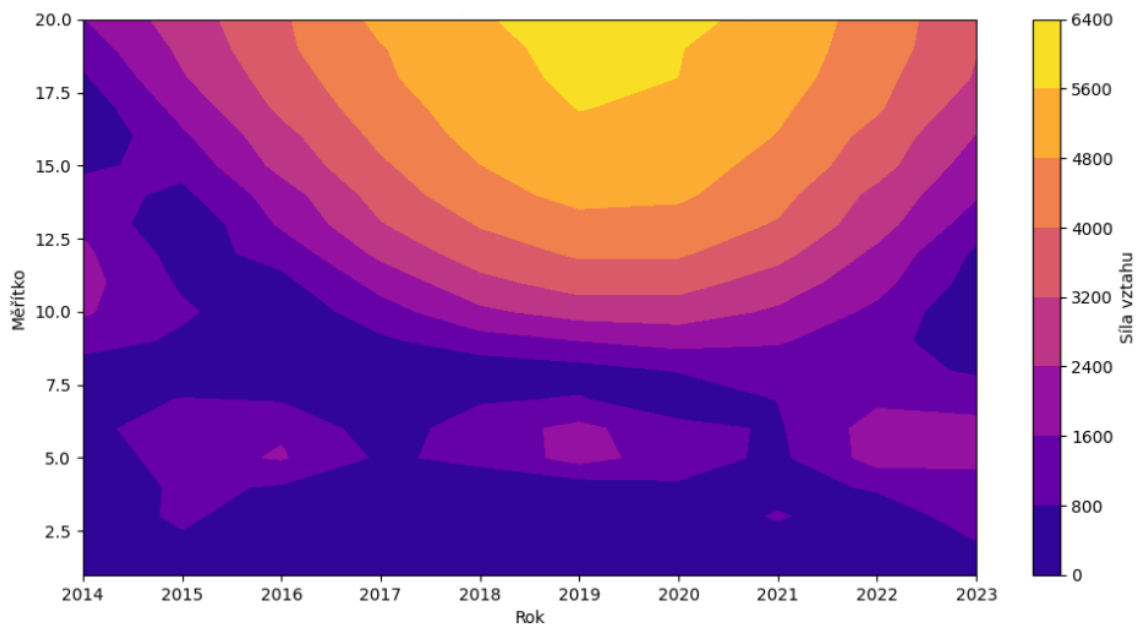
Graf 8 Waveletová analýza ceny nájmu v Benátkách



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Ceny nemovitostí však zůstaly relativně stabilní a odolné vůči krátkodobým změnám v návštěvnosti. Dlouhodobé trendy ukazují, že turistická poptávka přispěla k růstu cen nemovitostí v historickém centru města, což vedlo k dalšímu vytlačování místního obyvatelstva (viz Graf 9).

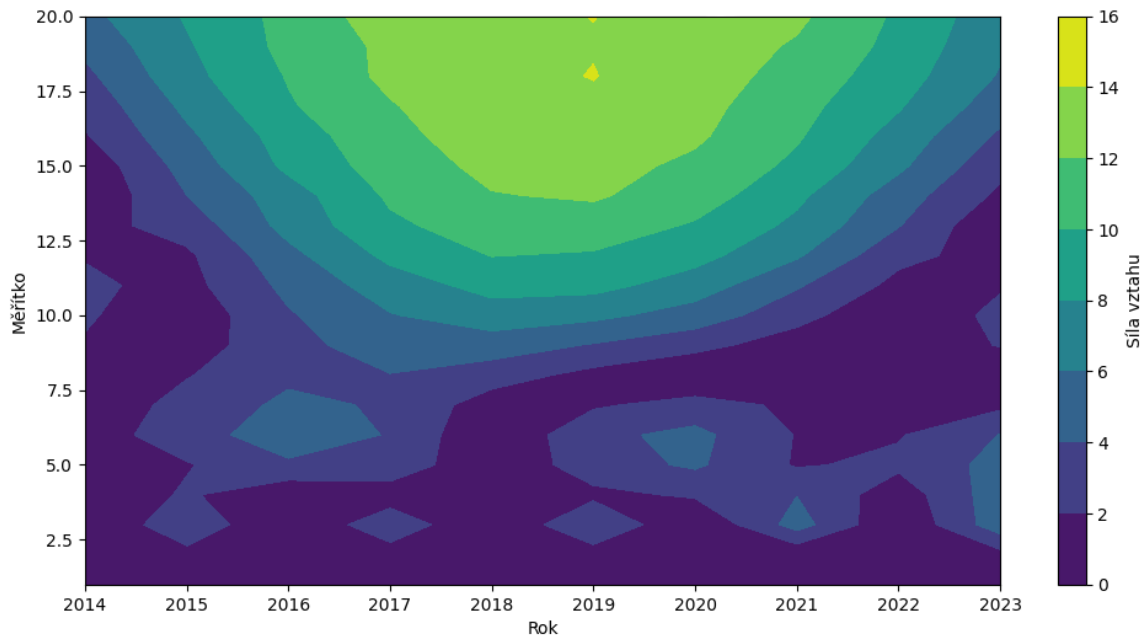
Graf 9 Waveletová analýza ceny nemovitostí v Benátkách



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

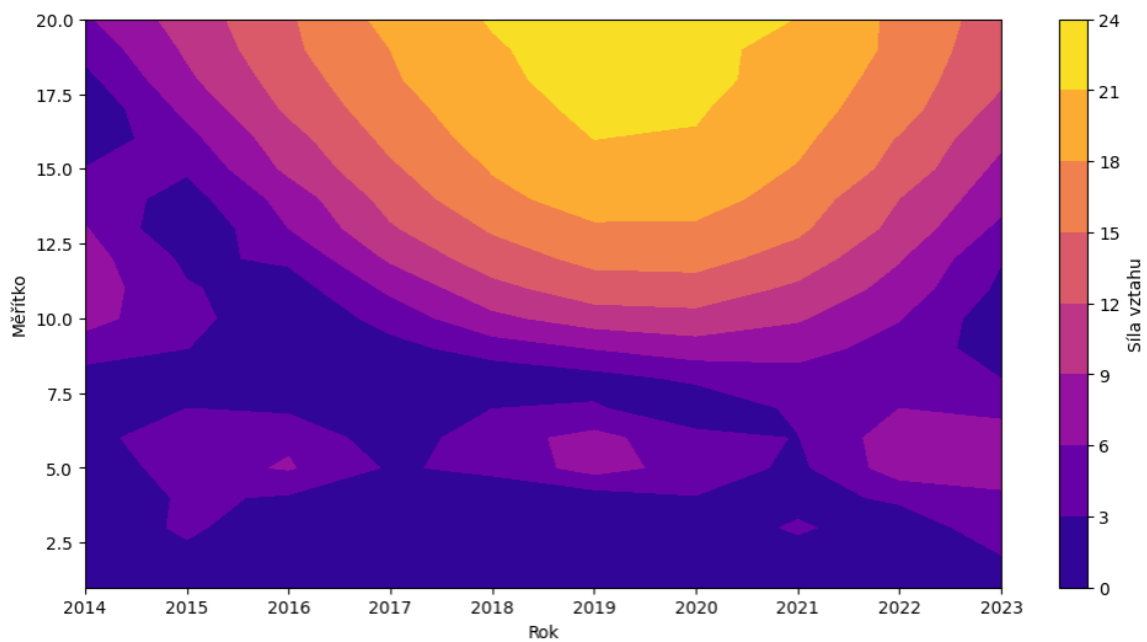
Barcelona vykázala podobné vzorce jako Benátky, avšak s ještě výraznější sezónní složkou v návštěvnosti. Analýza ukazuje, že vrcholy návštěvnosti v letních měsících byly doprovázeny odpovídajícím růstem cen nájmu (viz Graf 10 a Graf 11).

Graf 8 Waveletová analýza návštěvnosti v Barceloně



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

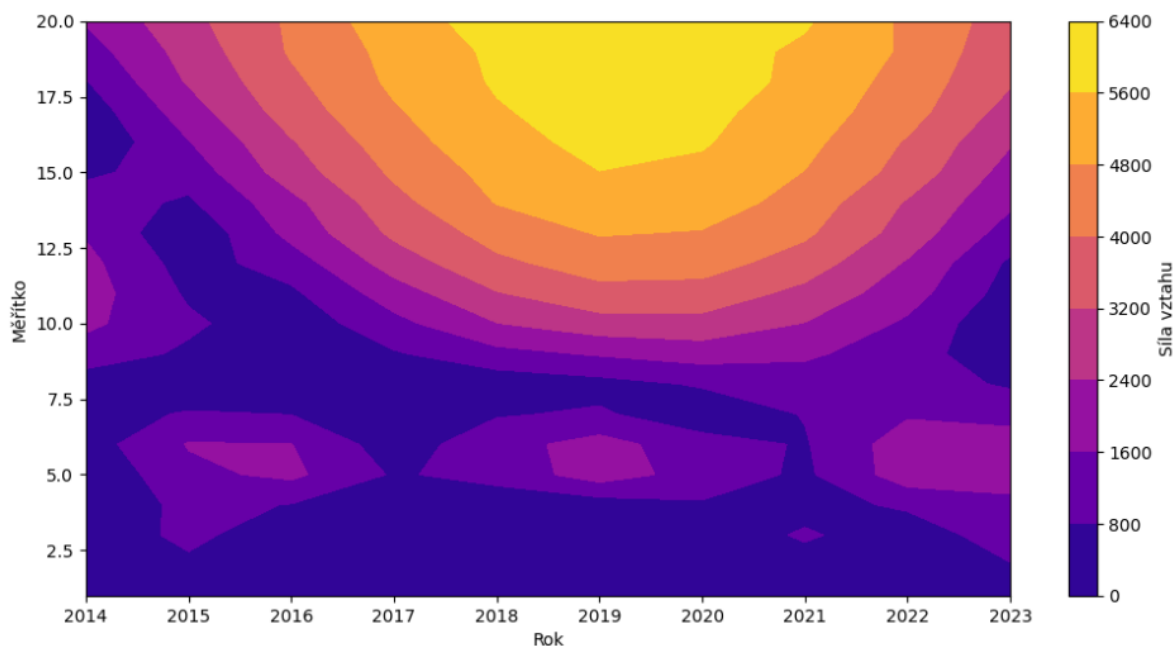
Graf 9 Waveletová analýza ceny nájmu v Barceloně



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Waveletová analýza rovněž odhalila dlouhodobý trend rostoucího vlivu turistického ruchu na ceny nemovitostí, přičemž tyto trendy byly zřetelné zejména po roce 2015 (viz Graf 12).

Graf 10 Waveletová analýza ceny nemovitostí v Barceloně

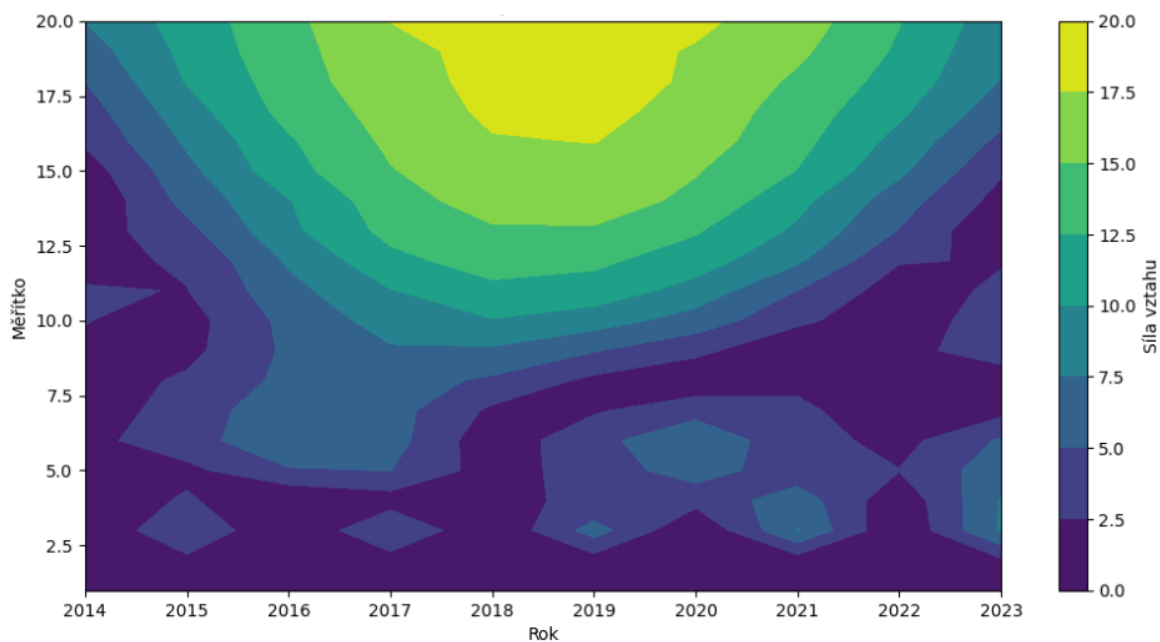


Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Pandemie COVID-19 přerušila tento trend, avšak ceny nemovitostí se rychle zotavily a navázaly na předchozí růstovou trajektorii.

Berlín ukázal méně výraznou sezónní složku než ostatní města. Návštěvnost měla relativně stabilní charakter, bez výrazných sezónních vrcholů (viz Graf 13).

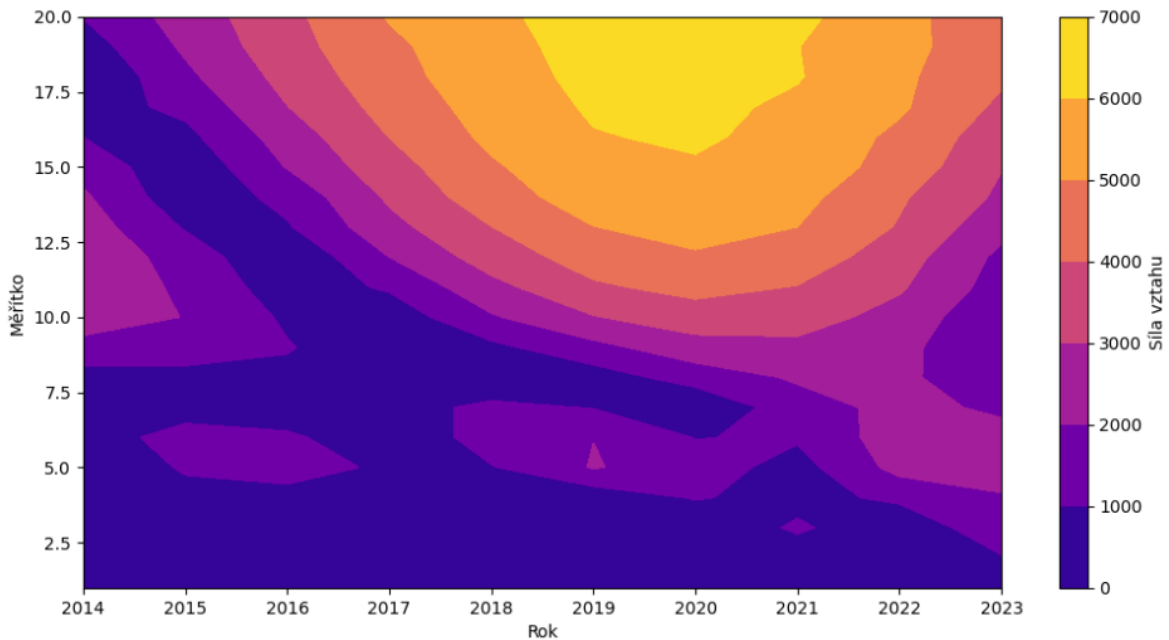
Graf 11 Waveletová analýza návštěvnosti v Berlín



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

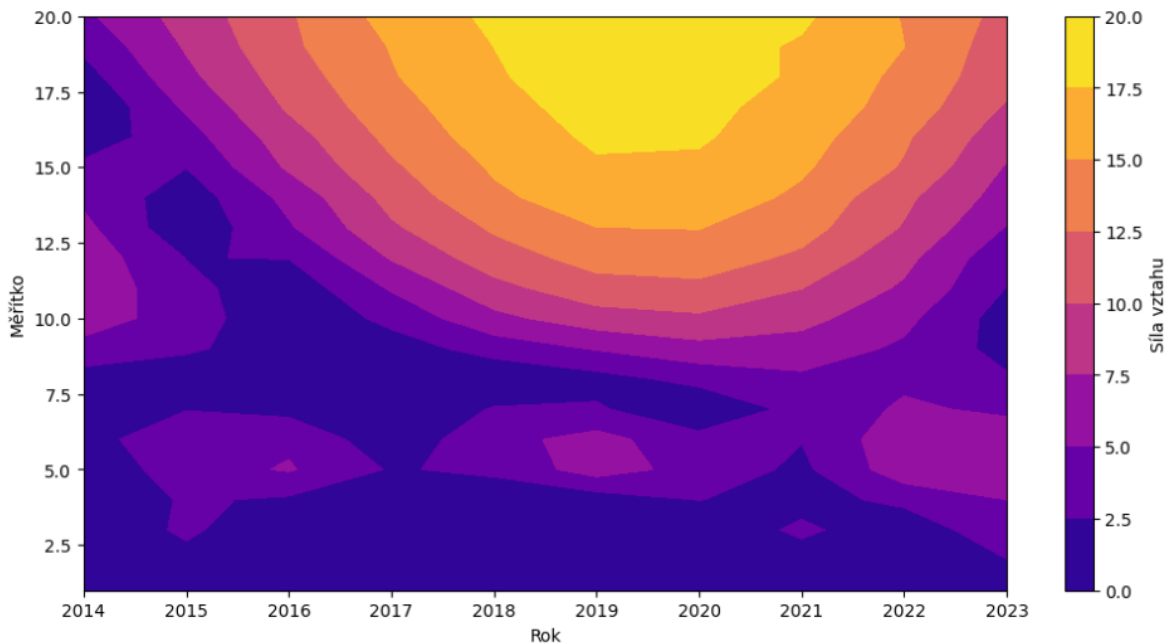
Ceny nemovitostí vykazovaly dlouhodobý růst, který však nebyl přímo spojen se sezónními změnami návštěvnosti. Waveletová analýza ukázala, že krátkodobé změny, například během pandemie, měly na ceny nemovitostí i nájmu pouze minimální dopad (viz Graf 15 a 14).

Graf 12 Waveletová analýza ceny nemovitostí v Berlín



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Graf 13 Waveletová analýza ceny nájmu v Berlín

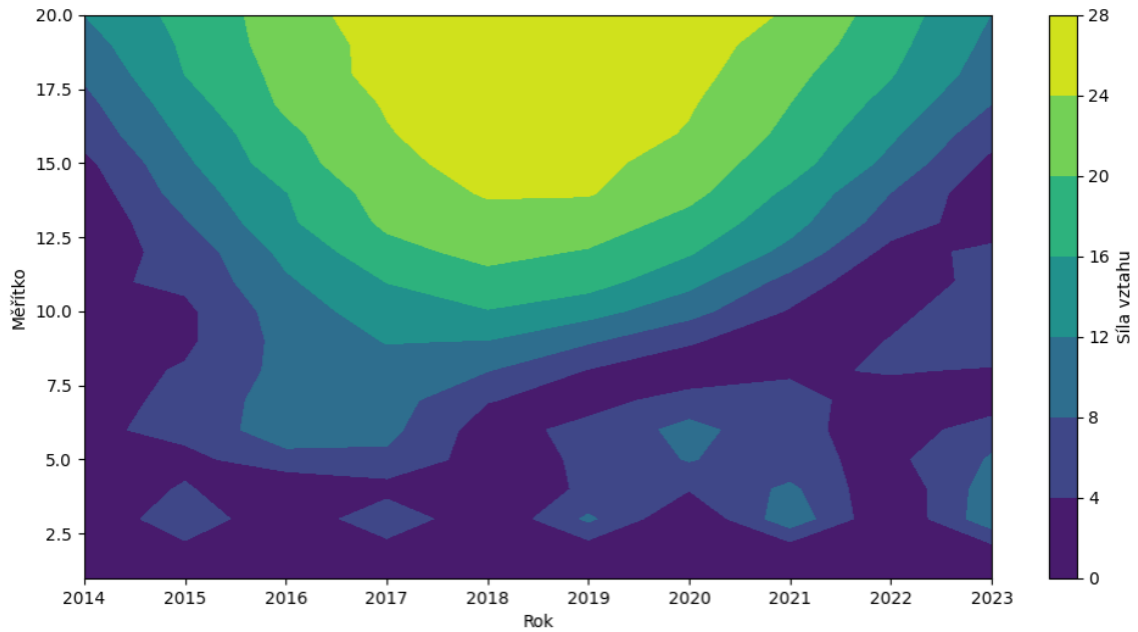


Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Berlín se vyznačuje stabilitou trhu s nemovitostmi, což lze přičíst přísné regulaci a většímu podílu dlouhodobého bydlení.

Waveletová analýza v Londýně odhalila složité a vícesložkové vztahy mezi zkoumanými proměnnými. Návštěvnost měla sezónní charakter s vrcholy v létě, avšak její vliv na ceny nemovitostí byl omezený (viz Graf 16).

Graf 14 Waveletová analýza návštěvnosti v Londýně

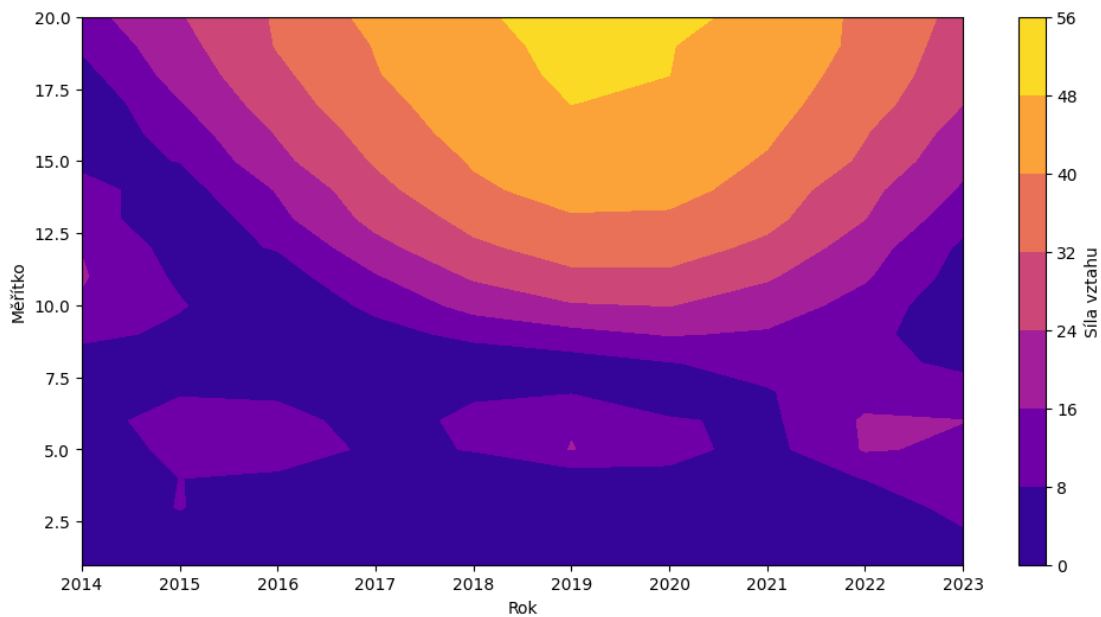


Zdroj:

Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Ceny nájmu naopak vykazovaly vyšší citlivost na krátkodobé změny v turistické poptávce, přičemž pandemie způsobila významný pokles nájmu, který trval i po odeznění hlavní krize (viz Graf 17).

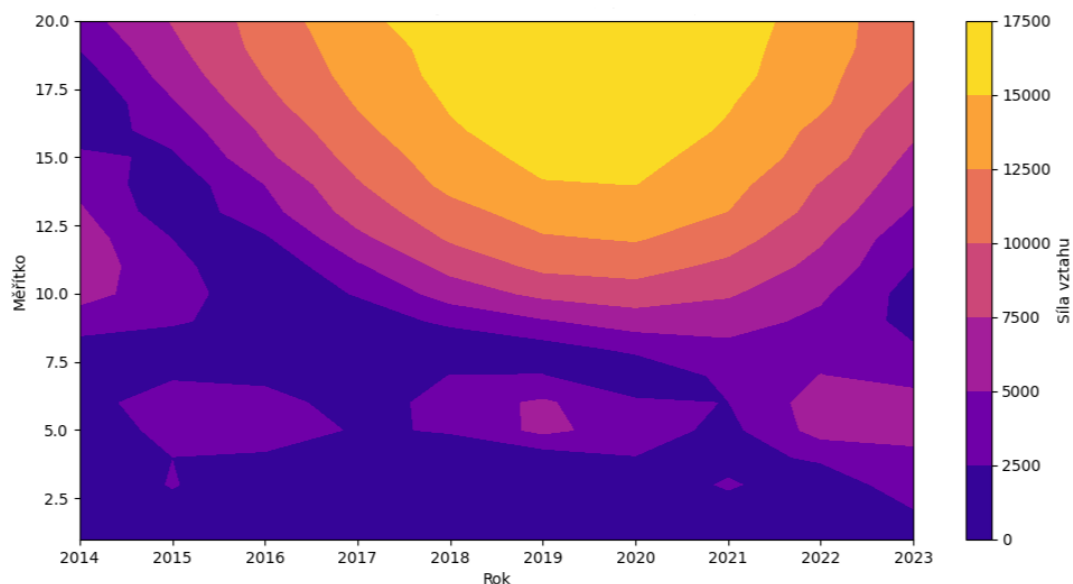
Graf 15 Waveletová analýza ceny nájmu v Londýně



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Dlouhodobé trendy ukazují, že ceny nemovitostí v Londýně jsou ovlivňovány převážně investičními aktivitami, spíše než turistickým ruchem (viz Graf 18).

Graf 16 Waveletová analýza ceny nemovitostí v Londýně



Zdroj: Zpracování Google Colab na základě dat z kapitoly Data a Metody

Obsahová analýza se zaměřila na regulační opatření přijatá ve vybraných městech za účelem zmírnění negativních dopadů turistického ruchu na ceny nemovitostí a nájmu. Klíčové aspekty zkoumané v rámci analýzy zahrnovaly implementaci omezení krátkodobých pronájmů, zavedení turistických poplatků a regulaci trhů s bydlením.

V Barceloně byla přijata přísná regulační opatření, která zahrnují omezení vydávání licencí na krátkodobé pronájmy a zavedení speciálních poplatků zaměřených na sdílené ubytovací platformy, jako je Airbnb. Studie Gonzalez-Perez (2020) ukazuje, že tato opatření vedla k částečné stabilizaci cen nemovitostí, ale jejich efektivita zůstává diskutabilní. Negativními důsledky byly zvýšené administrativní náklady a vznik šedé zóny, kde se krátkodobé pronájmy poskytují bez licencí. Přestože regulace přispěly k ochraně dostupnosti bydlení pro místní obyvatele, nárůst cen nájmu ukazuje, že poptávka po bydlení v turistických oblastech stále převyšuje nabídku.

Podobně byla regulační opatření implementována také v Benátkách, kde se místní samospráva zaměřila na omezení počtu krátkodobých pronájmů v historickém centru. Cunha and Lobao (2022) ve své studii zdůrazňují, že přísnější pravidla vedla k částečné ochraně rezidenčních čtvrtí, avšak zároveň zvýšila tlak na okolní oblasti, kde došlo k růstu cen nemovitostí a nájmu. Tato opatření rovněž zahrnovala zavedení turistických poplatků, jejichž výnosy byly použity na podporu místní infrastruktury. Přes částečný úspěch v ochraně rezidenčních čtvrtí stále přetrvávají problémy spojené s gentrifikací a vytlačováním původních obyvatel.

Londýn se zaměřil na regulaci platformových služeb prostřednictvím zavedení maximální délky krátkodobého pronájmu, která činí 90 dnů ročně. Jak uvádí Wu et al. (2021), tato opatření byla částečně efektivní v omezení spekulací na trhu s bydlením, avšak v oblastech s vysokou

turistickou poptávkou, jako je Westminster, došlo k dalšímu nárůstu cen. Regulační opatření však čelí problémům s vymahatelností, což oslabuje jejich účinnost.

Praha zvolila méně přísný přístup než ostatní města. Studie Yoshida and Kato (2024) poukazuje na absenci systémové regulace krátkodobých pronájmů, což vedlo k nárůstu cen nemovitostí

v turisticky exponovaných čtvrtích, jako je Staré Město. Tlak na trh s bydlením byl ještě umocněn zvyšující se poptávkou po krátkodobých pronájmech ze strany zahraničních turistů. Nedostatečná regulace vedla k vyšší dostupnosti krátkodobého ubytování, avšak na úkor místních obyvatel, kteří čelí rostoucím cenám.

Výsledky obsahové analýzy ukazují, že regulační opatření zaměřená na omezení negativních vlivů turistického ruchu jsou z velké části efektivní pouze v oblastech s přísným dodržováním pravidel a kontrolou jejich vymahatelnosti. Města jako Barcelona a Benátky dosáhla částečného úspěchu díky restriktivní politice, avšak jejich opatření vedla k přelévání problémů do okolních regionů. Naopak Praha a Londýn čelí výzvám spojeným s nedostatečnou regulací nebo problematickou implementací. Tyto výsledky naznačují, že dlouhodobá efektivita regulačních opatření vyžaduje systémovou koordinaci mezi městy a vyšší úroveň kontroly.

Diskuse výsledků

Výzkumná otázka 1: Jaký vliv má turistický ruch na růst cen nemovitostí a dostupnost bydlení v turisticky exponovaných městech?

Analýza ukázala, že vliv turistického ruchu na ceny nemovitostí je zřetelnější ve městech s vysokou návštěvností, jako jsou Benátky, Barcelona a Praha. Výsledky korelační analýzy naznačují slabé až středně silné vztahy mezi návštěvností a cenami nemovitostí ve většině měst. Očištěná data o pandemické roky však ukázala výraznější korelace, například v Praze ($r = 0,8872$) a Barceloně ($r = 0,8943$). Tento výsledek je v souladu se závěry Cunha a Lobao (2022), kteří identifikovali silný vliv krátkodobých pronájmů na růst cen nemovitostí v oblastech s nízkou elasticitou nabídky.

Tato zjištění zdůrazňují význam turistického ruchu jako klíčového faktoru růstu cen nemovitostí, zejména v turisticky atraktivních městech. Města jako Praha a Barcelona by proto mohla zvážit další regulace krátkodobých pronájmů nebo stimulační opatření dlouhodobého bydlení. Výsledky zároveň poukazují na potřebu analyzovat i další faktory, například zahraniční investice, které mohou mít vliv na trh s nemovitostmi v těchto lokalitách.

Regresní analýza ukázala, že růst turistické poptávky má významný dopad na ceny nemovitostí v některých městech, přičemž nejvyšší regresní koeficienty byly zaznamenány v Praze ($\beta_1 = 0,87$) a Barceloně ($\beta_1 = 0,72$). Tyto výsledky potvrzují hypotézu o přímé souvislosti mezi růstem turistické poptávky a zvýšením cen nemovitostí. Nicméně v Berlíně a Londýně byly vztahy slabší, což může být způsobeno přísnějšími regulačními opatřeními na trhu s nemovitostmi. Výsledky korelují se zjištěními Zhang a Yang (2021), kteří upozorňují na rozdíly v elasticitě nabídky nemovitostí mezi městy.

Tato zjištění zdůrazňují význam turistického ruchu jako klíčového faktoru růstu cen nemovitostí, zejména v turisticky atraktivních městech. Města jako Praha a Barcelona by proto mohla zvážit další regulace krátkodobých pronájmů nebo stimulační opatření dlouhodobého bydlení.

Výsledky zároveň poukazují na potřebu analyzovat i další faktory, například zahraniční investice, které mohou mít vliv na trh s nemovitostmi v těchto lokalitách.

Výzkumná otázka 2: Jaké ekonomické a sociální důsledky pociťují místní komunity v důsledku zvýšené turistické poptávky po bydlení?

Výsledky analýzy naznačují, že růst turistického ruchu přispívá ke zvyšování cen nájmu, což má negativní dopad na dostupnost bydlení pro místní obyvatele. Tento fenomén byl nejsilnější v Benátkách a Barceloně, kde regresní analýza ukázala významné pozitivní vztahy mezi turistickou poptávkou a cenami nájmu ($\beta_1 = 0,65$ v Benátkách a $\beta_1 = 0,81$ v Barceloně). Výsledky podporují tvrzení Elorriety et al. (2022), kteří upozorňují na vytlačování původního obyvatelstva z turisticky exponovaných městských částí.

Pro zmírnění těchto dopadů by města měla klást důraz na podporu dlouhodobého bydlení a zavedení cenových regulací, které by chránily nízkopříjmové domácnosti. Zároveň je nutné, aby města zvážila rozšíření kapacit bydlení, například prostřednictvím podpory výstavby bytů v příměstských oblastech.

Waveletová analýza navíc odhalila sezónní vlivy na vývoj cen nájmu, které jsou patrné především ve městech s vysokou sezónností turistického ruchu, jako jsou Benátky a Barcelona. Tato zjištění naznačují, že zvýšený turistický ruch může nejen zvyšovat ceny nájmu, ale také destabilizovat sociální strukturu místních komunit prostřednictvím sezónních fluktuací v dostupnosti bydlení.

Tyto sezónní vlivy ukazují, že města by měla zvážít strategie, které by minimalizovaly sezónní výkyvy cen, například pomocí flexibilních regulací zaměřených na období vrcholné turistické sezóny.

Výzkumná otázka 3: Jaké přístupy a regulace v oblasti krátkodobých pronájmů a trhu s nemovitostmi používají evropské destinace k zvládnutí dopadů turistického ruchu a jak jsou efektivní?

Obsahová analýza ukázala, že města, jako jsou Barcelona a Palma, zavádějí přísná regulační opatření zaměřená na omezení krátkodobých pronájmů a ochranu sociální struktury městských částí. Například v Barceloně byla zavedena legislativa, která omezila možnosti krátkodobých pronájmů na určitých lokalitách, což vedlo k mírnému snížení cen nájmu. Tento přístup se ukázal jako efektivní, což potvrzují i výsledky Gonzalez-Pereza (2020).

Naopak Londýn, který aplikuje méně přísné regulace, zaznamenal slabší vliv regulačních opatření na stabilizaci trhu s nemovitostmi. Tyto výsledky odpovídají analýzám Wu et al. (2021), kteří zdůrazňují, že efektivita regulačních opatření je silně závislá na regionálních podmínkách a míře implementace.

Efektivnější regulace, jako například v Barceloně, mohou sloužit jako model pro další města, která čelí podobným problémům. Klíčem k úspěchu je nejen zavedení přísných pravidel, ale i jejich důsledné vymáhání, které může výrazně zlepšit situaci na trhu s bydlením.

Celkově výsledky potvrzují významný vliv turistického ruchu na ceny nemovitostí a nájmu ve zkoumaných městech, přičemž efektivita regulačních opatření se ukázala jako klíčový faktor

pro stabilizaci trhu. Tyto poznatky mohou být užitečné pro města čelící podobným výzvám, zejména při formulaci politik zaměřených na podporu dostupného bydlení.

Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat vliv turistického ruchu na ceny nemovitostí a nájmu ve vybraných evropských městech – Praze, Berlíně, Benátkách, Barceloně a Londýně – v období let 2014 až 2023. Práce se rovněž zaměřila na identifikaci vztahů mezi turistickou poptávkou a dostupností bydlení a hodnotila účinnost regulačních opatření přijatých v jednotlivých městech. K naplnění tohoto cíle byly použity metody sběru a zpracování dat, konkrétně korelační analýza, regresní analýza, obsahová analýza a waveletová analýza. Tyto metody umožnily zkoumat krátkodobé i dlouhodobé vlivy turistického ruchu na trh s nemovitostmi a nájmů.

Práce splnila svůj cíl, neboť poskytla detailní odpovědi na všechny stanovené výzkumné otázky. Bylo zjištěno, že vliv turistického ruchu na ceny nemovitostí a nájmu je nejsilnější v turisticky exponovaných městech, jako jsou Barcelona, Benátky a Praha. Například korelační analýza na datech očištěných o roky pandemie COVID-19 ukázala silné pozitivní vztahy mezi návštěvností a cenami nemovitostí v Praze ($r = 0,8872$) a Barceloně ($r = 0,8943$). Regresní analýza dále potvrdila, že turistická poptávka vysvětluje přibližně 78 % variability cen nemovitostí v Praze a 84 % v Barceloně. Oproti tomu města s větší diverzifikací tržních vlivů, jako jsou Londýn a Berlín, vykazovala slabší vztahy mezi turistickou poptávkou a cenami nemovitostí.

V rámci výzkumné otázky zaměřené na ekonomické a sociální důsledky bylo identifikováno, že rostoucí turistická poptávka přispívá ke zvýšení cen nájmu, což negativně ovlivňuje dostupnost bydlení pro místní obyvatele. Tento vliv byl nejvýraznější v Benátkách a Barceloně, kde sezónní výkyvy v návštěvnosti přispívají k fluktuaci cen nájmu. Obsahová analýza rovněž ukázala, že regulační opatření, jako jsou omezení krátkodobých pronájmů, mohou být účinná, ale jejich efektivita závisí na implementaci a vymahatelnosti pravidel. Největší úspěch byl zaznamenán v Barceloně a Benátkách, kde regulace vedly ke zmírnění negativních vlivů turistického ruchu na trh s bydlením.

Hlavním limitem tohoto výzkumu byla omezená dostupnost dat, přičemž data pro období pandemie COVID-19 výsledky spíše zkreslovala, což ovlivnilo přesnost analýz dlouhodobých trendů. Dalším omezením bylo použití pouze lineárních metod, které nemusí plně vystihnout komplexní vztahy mezi proměnnými. Neočištění dat o inflaci mohlo zkreslit dlouhodobé trendy cen nemovitostí a nájmu, přičemž zahrnutí tohoto faktoru by poskytlo přesnější obraz o dynamice cen. Rovněž nebyly kvantitativně zohledněny specifické regulační politiky jednotlivých měst, což by mohlo přispět k detailnějšímu hodnocení efektivity těchto opatření. Přes tyto limity práce poskytla cenné poznatky o vlivu turistického ruchu na trh s bydlením a může sloužit jako podklad pro formulaci politik zaměřených na podporu dostupného bydlení.

Celkově práce přináší významný přínos k pochopení vlivu turistického ruchu na ceny nemovitostí a nájmu, identifikuje klíčové faktory ovlivňující trh s bydlením a hodnotí efektivitu regulačních opatření. Výsledky mohou sloužit jako užitečný podklad pro rozhodování v oblasti městské politiky a plánování v evropských městech

Seznam zdrojů:

Zhang, H. and Yang, Y. (2021) 'Does Tourism Contribute to Real Estate Boom? A DSGE Modeling in Small Open Economy', *Journal of Hospitality and Tourism Research*, 45(2), pp. 257–279. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000542435300001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Cunha, A.M. and Lobao, J. (2022) 'The effects of tourism on housing prices: Applying a difference-in-differences methodology to the Portuguese market', *International Journal of Housing Market Analysis*, 15(5), pp. 762–779. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000685292000001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Cunha, A.M. and Lobao, J. (2021) 'The determinants of real estate prices in a European context: A four-level analysis', *Journal of European Real Estate Research*, 14(3), pp. 331–348. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000664097900001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

D'Armento, S. (2024) 'Tourism in Matera: A resource or a problem? Impacts of the fast rise of tourism in a heritage important Southern Italian city', *AlmaTourism – Journal of Tourism, Culture and Territorial Development*, 14(1), pp. 89–106. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001343276700004> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Elorrieta, B., Cerdan Schwitzgubel, A. and Torres-Delgado, A. (2022) 'From success to unrest: The social impacts of tourism in Barcelona', *International Journal of Tourism Cities*, 8(3), pp. 675–702. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2699691963?pq-origsite=wos&accountid=119841> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Gonzalez-Perez, J.M. (2020) 'The dispute over tourist cities: Tourism gentrification in the historic Centre of Palma (Majorca, Spain)', *Tourism Geographies*, 22(2), pp. 171–191. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000463427100001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Garza, N. and Ovalle, M.C. (2019) 'Tourism and housing prices in Santa Marta, Colombia: Spatial determinants and interactions', *Habitat International*, 87, pp. 36–43. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000470799600004> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Kabil, M., Abouelseoud, M., Alsubaie, F., Hassan, H.M., Varga, I., Csoban, K. and David, L.D. (2022) 'Evolutionary Relationship between Tourism and Real Estate: Evidence and Research Trends', *Sustainability*, 14(16), Article 10177. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000846645100001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Khan, V.M., Nguyen, P.V. and Ahmed, Z.U. (2023) 'The role of government policy, social infrastructure and Fengshui in intending to buy tourism real estate', *PLoS ONE*, 18(1), e0281436. Dostupné z: <https://www.example.com> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001066222400005> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Li, Q. (2022) 'Evaluation Method of Economic Growth Quality of Tourism-Driven Real Estate Based on AHP', *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, Article 7252544. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2640852895?pq-origsite=wos&accountid=119841&sourcetype=Scholarly%20Journals> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Mehta, N., Gupta, S. and Maitra, S. (2024) 'Exploring determinants impacting foreign direct investment in the real estate sector: A study on the Indian economy', *Property Management*, 42(4), pp. 672–692. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001199447900001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Perles-Ribes, J.F., Ramon-Rodriguez, A., Torregrosa, T. and Sevilla-Jimenez, M. (2024) 'The real estate growth hypothesis in tourism destinations', *European Journal of Tourism Research*, 37, Article 3704. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001206619600004> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Song, C., Liu, Y., Li, X., Zhang, J. and Lyv, Q. (2024) 'Tourism development and urban housing prices: Evidence from China', *Tourism Economics*, 30(5), pp. 1115–1139. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001021883800001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Sierra, A.C. (2024) 'Residential transformations and real estate market trends associated with tourism activity in urban popular sectors: Ciudad Bolívar in Bogotá', *International Journal of Tourism Cities*. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001260354700001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Vardopoulos, I. and Papatheodorou, A. (2023) 'Tourist commodification of housing: Impacts on local communities', *Tourism Planning and Development*, 20(3), pp. 256–274. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000947289900001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Wijburg, G., Garcia Pallas, M.C. and Aalbers, M.B. (2024) 'Tourism-Led Housing Commodification: Transnational Real Estate Networks and State-Permeated Property Investment in Havana, Cuba', *Housing Theory and Society*. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001320184000001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Wu, P.-J. and Tam, K.P. (2018) 'Using the ARDL Approach to Explore the Effect of Chinese Individual Mobility in Australian Residential Real Estate Market', in *Proceedings of the Third International Conference on Economic and Business Management (FEBM 2018)*. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000491539600106> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Wu, T.-P., Wu, H.-C., Chu, C.-C. and Deng, R. (2021) 'Tourism and House Prices: A Wavelet Analysis', *Journal of China Tourism Research*, 17(1), pp. 1–16. Dostupné z:

<https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000493994900001> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Yoshida, M. and Kato, H. (2024) 'Housing Affordability Risk and Tourism Gentrification in Kyoto City', *Sustainability*, 16(1), Article 309. Dostupné z: <https://www.proquest.com/docview/2912828131?accountid=119841&pq-origsite=wos&sourcetype=Scholarly%20Journals> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Zheng, D. (2022) 'Evaluation Model of Tourism-Driven Real Estate Economic Growth Point Based on AHP', *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, Article 6403341. Dostupné z: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000807819100011> (Citováno dne: 25. listopadu 2024).

Pathak, A. (2015). Continuous wavelet transform on local fields. arXiv. Dostupné z: <https://arxiv.org/abs/1501.07409> [cit. 30. listopadu 2024].

Malach, A., 2023. Regresní a korelační analýza. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Dostupné z: https://ufmi.ft.utb.cz/texty/prakt_stat/ps3.pdf [Citováno: 25. listopadu 2024].

Contact address of the author(s):

Ing. Iva Lorencová, Pan-European University (PEU), Tomášikova 20, 820 09 Bratislava, Slovakia, e-mail: lorencova@mail.vstecb.cz

Bc. Pavel Němecj, School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic, e-mail: 23445@mail.vstecb.cz

The impact of speed cameras on reducing the number of traffic accidents in the Czech Republic

Andrej Kunštek¹, Filip Král²

¹*University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Department of Traffic Accident Expertise, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croatia*

²*Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic*

Abstract

The aim of this work was to investigate the long-term effect of speed cameras on accident rates in selected locations in the Czech Republic between the periods of 33 months before and 33 months after the installation of the radar and to evaluate the differences in the effectiveness of reducing the number of traffic accidents between locations with spot cameras and measured sections. Traffic accidents cause 1.3 million deaths per year, with speeding being one of the main causes. The data was obtained from the online database Nehody.cz, maintained by the Czech Police. The data includes accident counts 33 months before and after the installation of speed cameras and metered sections. Difference-in-difference (DID) and interrupted time series (ITS) analysis methods were used to analyze the data. The results showed that the ITS method is not suitable for less busy traffic flows due to the low number of accidents in which trend and seasonal components could not be observed, but it is applicable to busy roads outside municipalities. The DID method showed a decrease of 3.66 crashes per quarter on the busy road and 0.22 crashes in the village, but also increases of 0.5 and 0.4 crashes in other locations. ITS showed a statistically insignificant decrease of 3.89 crashes per quarter. Limitations of the work are the inappropriate method for municipalities, the limited number of locations, and not tracking other factors. The work can serve as a basis for further research and institutions responsible for traffic safety.

Keywords: Traffic accidents, speed, stationary radars, measured sections, difference in difference, interrupted time series analysis

Úvod

Na následky dopravních nehod zemře každoročně na celém světě přibližně 1,3 milionů lidí. Jedním z klíčových faktorů způsobujících většinu dopravních nehod je nedodržování maximální povolené rychlosti (Al-Mistarehi et al., 2022). Jelikož řidiči mohou toto riziko snížit, hraje dodržování rychlosti významnou roli v prevenci dopravních nehod. Pokud elektronická značka ukazující aktuální rychlost vozidla je účinný prostředek, kterým vynutit snížení rychlosti vozidla v místech, kde řidič dobrovolně maximální povolenou rychlost nedodrží (Camba & Camba, 2020), lze očekávat, že výsledky rychlostních kamer budou minimálně stejně efektivní.

Po zavedení radarů na nové místo lze zpozorovat pokles počtu dopravních nehod, nicméně z dlouhodobého hlediska existuje riziko, že na některých místech začne množství nehod zase narůstat (Li, Zhang, et al., 2020). Pokud jsou instalovány radary v sérii za sebou, řidiči sníží svou průměrnou rychlost, čímž se tento úsek stane bezpečnější a lze dosáhnout nižšího počtu nehod (Vadeby & Howard, 2024). Nejvyšší efektivitu série radarů dosahuje v případě relativně krátkou vzdáleností mezi sebou, a to 200–300 metrů, s tím, že 200 metrů je považována za nejúčinnější (Li, Zhu, et al., 2020). Zároveň měřené úseky, či oblasti jsou významně více respektovány v případě, že za porušení je připsána řidiči finanční pokuta, což je způsob, kterým lze podpořit vymáhání dodržování maximální povolené rychlosti (Perez-Acebo et al., 2021).

Řidiči většinou snižují svou rychlost dobrovolně, pokud jedou kolem značky, která ji upravuje, ale roli i hraje umístění. Pokud se úprava rychlosti nachází nakreslená na silnici, řidiči mají tendence je vnímat méně, než pokud se nachází na značce vedle silnice. Na snížení rychlosti řidičů by tedy mělo být primárně svislé značení a pokud to dlouhodobě nepomáhá, je dobré umístit za značku radar (Lee & Sheppard, 2020).

Cílem práce je prozkoumat dlouhodobý vliv rychlostních radarů na nehodovost ve vybraných místech České republiky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci a vyhodnotit rozdíly v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky.

V souvislosti s cílem jsou stanoveny následující výzkumné otázky:

V období nově zavedeného rychlostního radaru, lze očekávat snížení rychlosti a tím i počet dopravních nehod, je ale potřeba zjistit, zda je tento systém efektivní z dlouhodobého hlediska a jakým způsobem se respektování rychlostního radaru mění v období pěti let po jeho instalaci.

VO1: Jaký vliv na počet dopravních nehod mělo zavedení rychlostních radarů do vybraných úseků s častými dopravními nehodami mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?

Dále je potřeba zjistit, který způsob vynucující dodržování maximální povolené rychlosti je z hlediska dlouhodobého časového horizontu efektivnější.

VO2: Jaký je rozdíl v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?

Literární rešerše

Země s nízkými příjmy se potýkají s problémem velkého množství dopravních nehod. Dle Delavary et al., (2024) bylo pomocí dat získaných od místní národní policie zpracovaných metodou přerušovaných časových řad zjištěn výrazný pokles smrtelných dopravních nehod o 38,16 % měsíčně díky zvýšenému zavádění prostředků vynucujících maximální povolenou rychlost. Tento významný pokles ukazuje, jak efektivní může být automatické vymáhání rychlosti při zlepšování bezpečnosti silničního provozu, což poskytuje cenné poznatky pro další země s nízkými a středními příjmy, které by mohly podobná opatření implementovat.

Dle Factor et al., (2023) má na dodržování maximální povolené rychlosti vliv i vzdálenost od radaru. Z vícerozměrné negativní binomické regrese bylo zjištěno, že v blízkosti méně, než jeden kilometr od rychlostních kamer je o 22% nižší než ve větší vzdálenosti. Toto ale platilo pouze v případě, že na radar byl napojen systém vymáhání maximální povolené rychlosti, po odstranění systému rozdíl zmizel. Pomocí konfirmační prostorové statistické analýzy bylo zjištěno kompenzační jednání řidičů za radary. Valderrama et al., (2024) tvrdí, že tímto chování se snižuje efektivita investic na snížení nákladů spojená s dopravními nehodami, přestože výsledky kamer jako takových jsou uspokojivé zvláště v oblasti měst. Vliv kompenzačního jednání potvrzuje i výzkum Amancio et al., (2024), který zkoumal data 116 jízd od 13 řidičů za různých podmínek, jako je topografické umístění, denní doba, rozdíl mezi pracovními dny a víkendy a počasí. V okolí radarů bylo pomocí průměrného srovnání zjištěno snížení rychlosti řidičů v okolí stacionárního radaru o 0,69 km/h, což představuje asi 1,33 % snížení rychlosti. Studie charakterizovala 2 typy kompenzačního jednání, prvním byl “klokání skok“, který je charakteristický snížením rychlosti před radarem a za ním návrat k původní rychlosti, druhé jednání nese název “efekt úderu kobry“, který má za následek mírné zpomalení před radarem a prudké zrychlení za ním.

Dle Truelove et al., (2023) bylo pomocí využití obsahové analýzy zjištěno, že v Austrálii se nachází 73 aplikací v obchodech Google play a Apple iTunes Store, z nichž je většina schopna varovat řidiče před rychlostním radarem. Pomocí dotazníku, na který odpovědělo 468 respondentů, z nichž bylo 54,5% muži starší sedmnácti let, vyplývá, že se znalostí lokací s rychlostními radary rostou tendence nedodržovat maximální povolenou rychlost. Podobná situace se vyskytuje i v Jižní Koreji, kde Shim et al., (2020) navrhuje na problém znalosti lokace radarů zavést úseky měřící průměrnou rychlost. Pomocí analýzy rychlosti uvnitř úseků měřící průměrnou rychlost bylo zjištěno, že v měřených úsecích se snížilo množství dopravních nehod o 43 %.

Gaveniene et al., (2023) pomocí metody před a po v porovnání s kontrolní skupinou na 25 úsecích v Litvě. Radary na místech 4 roky. Celková bezpečnost silničního provozu o 47 % lepší, počet srážek se zveřší o 80 % méně, s jinými vozidly o 35 % méně, ostatní o 56 % méně. V dlouhodobějším měřítku proběhl výzkum Li et al., (2020) sledující období let 1999 – 2018. Pomocí metody párování na základě pravděpodobnosti založena na rozdílu v rozdílech bylo zjištěno, že radary na měření rychlosti snižují nehodovost, ale jejich účinek se časem mění. V prvním střednědobém období se snížil účinek o 53,1 % a v druhém o 40,7 %. V rizikovějších oblastech byl ale pokles účinnosti nižší, a to o 20,8 % a 2,1 %.

Almoshaogeh et al., (2021) pomocí rozdělení 84kilometrového rizikového dálničního úseku rozděleném po dvou kilometrech a využíváním softwaru ArcGIS byly nalezeny rizikové úseky, do kterých byly implementovány rychlostní radary. Nehodovost se díky tomu snížila

nehodovost o 70 %. To je v rozporu s tvrzením Shaaban et al., (2023), který tvrdí pomocí dat získaných z automatického sčítání dopravy na 20 silničních koridorech rozdělených po jednom kilometru, rychlostní radary dovedou snížit průměrnou rychlost vozidel o 7–15 %, nicméně to se vztahuje na úseky, kde je maximální povolená rychlost nižší. Na úsecích, kde je maximální povolená rychlost od 120 km/h, je potřeba zvážit alternativní řešení pro snižování rychlosti řidičů. Zároveň ale Wang et al., (2020) navazuje tvrzením, založeným na prostorovém modelování, že je nutné pro efektivitu rychlostních kamer jejich zavedení na hlavních tepnách a místních komunikacích, popř. v oblastech jako jsou průmyslové oblasti a obytné zóny. Tématu optimalizace bezpečnosti pomocí prostředků vynucujících rychlost se věnovali Tian et al., (2024), kde pomocí dat získaných z reálného provozu radarů a dalších hardwarových komplexů vytvořili model ke zvýšení jejich efektivity, výsledkem bylo zjištění, že optimální standard je využití jednoho hardwarového komplexu na 6,5 tisíce registrovaných vozidel v jedné městské aglomeraci. Pomocí dynamické studie 125 tisíc dopravních nehod a 38 milionů pokut vydaných monitorovacími kamerami bylo zjištěno, že po zavedení rychlostních kamer ve velkém městě v prvních 18 měsících bylo zabráněno 1889 nehodám a nehodovost byla snížena o 21,7 %. Dle Ang et al., (2020) je sice doprava zpomalena o 5,5%, společenský přínos snížení nehodovosti je 1,32x vyšší než v případě, nezavedení kamer. Kronprasert & Sutheerakul, (2020) tvrdí, že řidiči se mimo jiné domnívají, že nezavedení rychlostních kamer by mohlo řidiče motivovat ke zvýšené rychlosti, přestože se nachází na velmi nebezpečném úseku. Tato informace byla zjištěna díky dotazníkovému šetření, zároveň zkoumali chování řidičů před a po zavedení rychlostních kamer na tomto nebezpečném úseku. Toho bylo docíleno pomocí pozorování a statistické analýzy s případovou studií, výsledky poukázali na snížení rychlosti a jejich postoje k rychlosti.

Data a metody

Tato část se věnuje popisu sběru dat a metod, které budou využity pro analýzu a následné zodpovězení výzkumných otázek.

Pro sběr dat budou využity (*Měření rychlosti • Mapy.cz, 2024*), zobrazující všechny způsoby vynucující dodržování maximální povolené rychlosti, které jsou zároveň vázány na pokuty. Data o dopravních nehodách budou získána z vybraných lokalit, kde je instalovaný rychlostní radar nebo úsek měřící průměrnou rychlost. Pomocí zpravodajských kanálů, internetových stránek obcí nebo dalších internetových portálů bude zjištěn měsíc, ve kterém byly jednotlivé prostředky vynucující dodržování maximální povolené rychlosti instalovány. Tento měsíc bude označen jako “T“, následně proběhne měření počtu dopravních nehod 33 měsíců před instalací a 33 měsíců po instalaci. Na těchto vybraných místech bude sledován počet dopravních nehod v jednotlivých letech na portále (*Mapa dopravních nehod, 2024*) provozovaným Policií České republiky. Zde jsou k dispozici data o všech dopravních nehodách po celé ČR mezi lety 2010–2024. Do měření budou zahrnuty všechny úrovně vážnosti dopravních nehod. Data budou následně filtrována podle vybraných lokalit a podle měsíců, odpovídající vzoru “T–3 měsíce, T–6 měsíců, ... T–33 měsíců“ (pohled do minulosti od období instalace T) a poté podle vzoru „T+3 měsíce, ... T+33 měsíců“. Jednotlivé výsledky nejsou kumulativní, tudíž např. T–9 měsíců není součtem (T–3) + (T–6), pouze označuje počet nehod mezi 3. a 5. měsícem.

Lokality, které byly pro tuto práci vybrány zahrnují 3 obce a jeden měřený úsek na rušné dopravní komunikaci, která slouží jako významná tepna mezi hlavním městem České republiky

– Prahou a Českými Budějovicemi. Další dvě lokality slouží jako kontrolní. Jedna z nich je rušná dopravní komunikace a druhá je ulice ve vybrané obci.

Vybrané lokality:

Měřený úsek u obce Mrač, významná dopravní tepna mezi Prahou a Českými Budějovicemi – měřený úsek,

ulice Tylovice v obci Rožnov pod Radhoštěm – stacionární radar,

Říčanská ulice v obci Říčany – stacionární radar,

Chvalšinská ulice v obci Český Krumlov – měřený úsek,

silnice mezi obcemi Chraštica a Milín – kontrola,

Soběslavská ulice v obci Tábor – kontrola.

Pro tento výzkum bude využita metoda difference in difference (DID). Ta je vhodná k výzkumu efektu zásahu, který ve vybraném časovém úseku proběhl. V případě této práce bude tímto zásahem instalace prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti. Časové období tohoto zásahu bude označováno písmenem “T”.

Vzhledem ke nesjednocenému období výzkumu, který je způsobem faktem, že jednotlivé vynuocovací prostředky byly implementovány v jiné časové období. Data nebyla zaznamenávána s časovým intervalem rok/měsíc, ale jako měsíce před a po implementaci vynuocovacích prostředků. To ovšem bude mít za následek, že nebude možné u všech datasetů všeobecně sledovat vliv sezóny v měřených obdobích, jelikož budou tato měření vypracována jednotlivě a nebudou moci být analyzovány jako celek, který by na rozdíl od jednotlivých úseků dokázal zachytit vliv sezónnosti.

Pro analýzu efektivity implementace prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti bude použita metoda difference in difference (DID), která je vhodná pro analýzu dat s menším počtem pozorování a kratší časovou řadou. Výpočty proběhnou v softwaru MS Excel, kde nejprve bude počet dopravních nehod zprůměrovaný za každý úsek zvlášť před a po období T (Tabulka 1.) pomocí funkce =PRŮMĚR pro výpočet průměrného množství dopravních nehod. Nejdříve budou vypočítána data před zavedením rychlostního radaru (T-33 měsíců až T-3 měsíce), poté po zavedení rychlostního radaru a měřených úseků (T až T + 33 měsíců), T je zahrnuto, protože představuje období, kdy instalace a aktivace těchto prostředků byla sdělena veřejnosti.

Tato průměrná data budou vložena do vzorce dle (Baker et al., 2022):

$$DID = Průměr po zásahu - Průměr před zásahem$$

Další metodou pro ověření výsledků bude zvolena analýza přerušovaných časových řad. Tato metoda je vhodná pro výzkum časového období, které je v průběhu narušené určitým zásahem. Pro tuto práci je zvolený zásah instalace prostředků, které vynucují dodržování maximální povolené rychlosti. Bude potřeba vytvořit binární kritéria pro jednotlivá období,

pokud je již radar nebo měřený úsek v dané období instalován a pokud samotné období má nějaký vliv. Tato metoda je vhodnější na analyzování řad s vyšším počtem pozorování.

Analýza přerušovaných časových řad bude vypočítána v analytickém programu RStudio pomocí vzorce dle Valverde et al., (2023):

$$y = \beta_0 + \beta_1 * T + \beta_2 * X + \beta_3 * T * X$$

Kde:

y = výsledek v čase t ,

β_0 = intercept – výchozí hodnota, kde $t = 0$,

β_1 = efekt zásahu – průměrný rozdíl mezi úseky s radary a bez nich, bez ohledu na časovou proměnnou,

β_2 = změna úrovně po zásahu,

β_3 = změna po zásahu s kombinovaným efektem přítomnosti prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti a času,

t = časová proměnná

X = binární kritérium, zobrazující před zásahem nebo po zásahu

Další metodou bude dekompozice časových řad, která rozloží časovou řadu na jednotlivé složky pro lepší pochopení její struktury. Tyto složky zahrnují trendovou, jež popisuje dlouhodobý vývoj časové řady a ukazuje, zda hodnoty stagnují, rostou nebo klesají. Dále zahrnují sezónní složku, zobrazující opakující se cykly, nebo vzorce, a nakonec náhodnou složku, jež představuje vlivy, které nelze vysvětlit sezónností a trendem.

Dekompozice časových řad bude využita k rozkladu časové řady na jednotlivé složky dle Zhou et al., (2020):

$$Y(t) = T(t) + P(t) + R(t)$$

Kde:

$Y(t)$ = časová řada,

$T(t)$ = trend v čase,

$P(t)$ = sezónnost v čase,

$R(t)$ = náhodná složka v čase.

Výsledky

V této kapitole budou uvedeny výsledky jednotlivých metod pro jednotlivé lokality, které byly pro výzkum vybrány.

Úsek Mrač se nachází mezi Benešovem a Čerčany a vede okolo obce Mrač. Nachází se na velmi rušné tříproudové silnici, která slouží jako hlavní spoj mezi Českými Budějovicemi a Prahou. Lokalita, na které se měřený úsek nachází je dlouhá rovina s nízkým počtem zatáček, tudíž lze předpokládat, že se zde budou vyskytovat tendence nedodržování maximální povolené rychlosti.

Pomocí metody rozdílu v rozdílech, kde průměrná hodnota po zásahu byla 5,33 dopravních nehod za čtvrtletí a před zásahem tvořila rovných 9 nehod za čtvrtletí. Po dosažení hodnot do vzorce pro metodu DID vyšel výsledek -3,66 nehod za čtvrtletí. To znamená, že instalace měřeného úseku snížila počet dopravních nehod v jedenácti čtvrtletích od instalace o 3,66 nehody za jedno čtvrtletí.

Tabulka 1 Analýza přerušovaných časových řad pro úsek Mrač

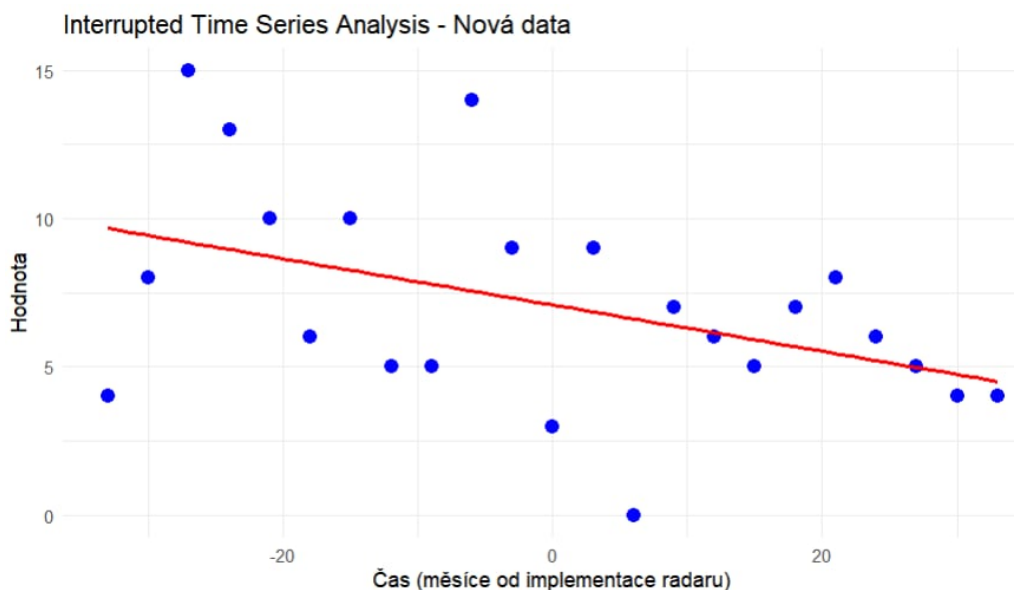
Residuals:				
Min	-5.2642			
1Q	-1.8333			
Median	-0.0988			
3Q	1.6864			
Max	6.0593			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9.118577	1.566920	5.819	1.08e-05 ***
čas	0.006588	0.067999	0.097	0.924
post_intervention	-3.893939	2.708869	-1.437	0.166
Residual standard error: 3.245 on 20 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.2684				
Adjusted R-squared: 0.1953				
F-statistic: 3.669 on 2 and 20 DF, p-value: 0.04392				

Zdroj: vlastní zpracování

Další metodou byla analýza přerušovaných časových řad, kde intercept činí 9.12. To znamená, že v období před instalací měřeného úseku v daném místě bylo zhruba 9.12 nehod za čtvrtletí. Tento odhad je statisticky významný, protože hodnota $p < 0.05$, konkrétně $1.08e-05$. Před implementací měřeného úseku byl nulový rostoucí trend, ani růst ani pokles počtu dopravních nehod, tento trend je však statisticky nevýznamný ($p = 0.924$). V období po implementaci lze zpozorovat pokles měřené proměnné o 3.89 ($\text{post_intervention} = -3.89$), ovšem p hodnota dosahuje 0.166, značící statickou nevýznamnost, tudíž lze vydedukovat, že za pokles nehodovosti mohou i další faktory. Model vysvětluje 26,8% variability ($R^2 = 0.2684$). Korekce adjusted R-squared (0.1953) ukazuje, že model částečně vysvětluje variabilitu dat. Celkový model je statisticky významný na hladině 5 %, F-statistika (3.669, $p = 0.4392$), to znamená, že alespoň jedna proměnná má v modelu významný vliv.

Před zavedením měřeného úseku byl trend prakticky nulový a není významný ($p = 0.924$), po zavedení radaru byl zjištěn pokles o -3.89 nehod, ale tento pokles není statisticky významný ($p = 0.166$). Z toho vyplývá, že není možné s jistotou potvrdit, že by zavedení měřeného úseku mělo skutečný efekt na počet nehod.

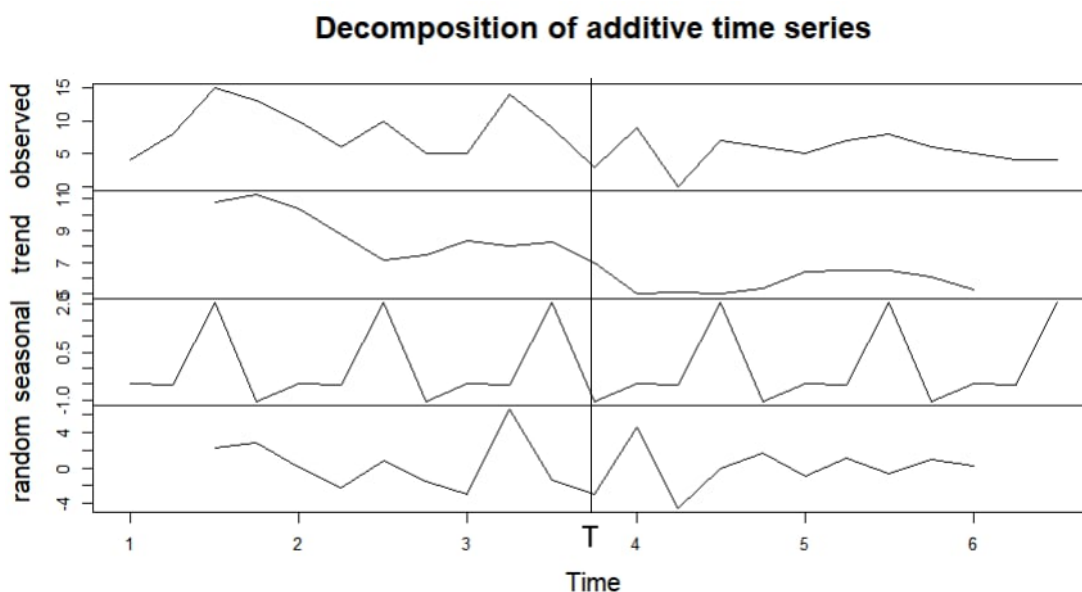
Graf 17 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv měřeného úseku na počet dopravních nehod u obce Benešov a Mrač



Zdroj: vlastní zpracování

V následující čtveřici grafu je možné vidět dekompozici časových řad. To znamená, že časová řada, kterou představuje první graf je kombinací následujících faktorů: trend, sezónnost a náhoda. Bod T představuje období, kdy byl do této časové řady instalován měřený úsek (v tomto případě říjen roku 2021).

Graf 18 Dekompozice časových řad - měřený úsek - Mrač



Zdroj: vlastní zpracování

V grafu trend si můžeme povšimnout, že celkový počet nehod v daném období klesal, po instalaci měřeného úseku poklesl velmi významně, poté měl krátký stoupající růst a následně opět poklesl. Třetí graf – sezónnost ukazuje, že nezávisí na tom, zda je opatření instalováno, v určitých obdobích počet nehod roste. V případě tohoto místa tyto vrcholy představují letní měsíce, tedy období červenec až září, v říjnu opět počet začíná upadat. U grafu náhodné složky jsou viditelné 2 období, kdy počet nehod způsobených jinými jevy byly velmi vysoké. Jedno z těchto období odpovídá nárůstu od měsíce duben, druhé období je ihned po zásahu, které ale

značí období podzimu a zimních měsíců, což dle sezónní složky je období, kdy počet nehod je nejnižší.

Tylovice je ulice v obci Rožnov pod Radhoštěm, kam byl instalován stacionární radar za účelem zvýšení bezpečnosti na pozemních komunikacích (*Měření rychlosti - Město Rožnov pod Radhoštěm, 2024*).

Průměrné množství dopravních nehod na ulici Tylovice v období po instalaci rychlostních radarů bylo pomocí výpočtu aritmetickým průměrem 1.416 nehody v jednom čtvrtletí. Tento výsledek vychází z výpočtu 11 čtvrtletí po instalaci radaru. Ve stejně dlouhém období před instalací tohoto radaru byl zjištěn čtvrtletní průměr 0.909 nehod. Po dosažení do vzorce DID (průměr v období před instalací – průměr v období po instalaci) je výsledkem přibližně 0.508 nehod. To znamená, že po instalaci rychlostního radaru v ulici Tylovice průměrný počet nehod vzrostl o 0.508 nehody za jedno čtvrtletí. V tomto případě instalace radaru mírně zvýšila počet nehod.

Tabulka 2 Analýza přerušovaných časových řad pro ulici Tylovice v obci Rožnov pod Radhoštěm

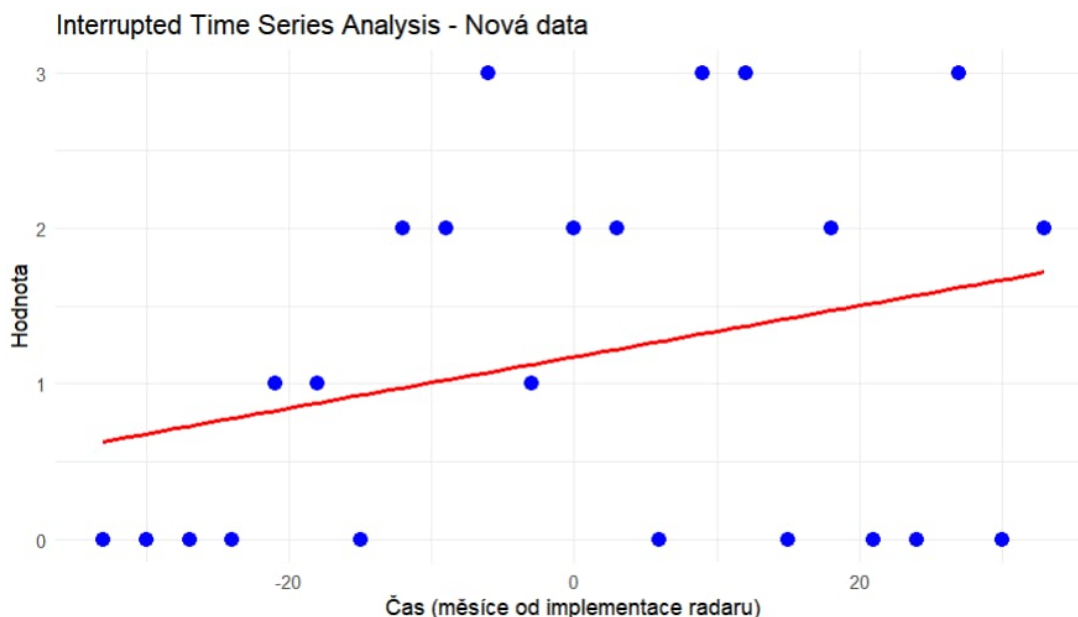
Call:				
lm(formula = hodnota ~ čas + post_intervention, data = data)				
Residuals:				
Min	-1.71014			
1Q	-0.87648			
Median	0.09091			
3Q	0.91864			
Max	1.83004			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.30040	0.57898	2.246	0.0362 *
čas	0.02174	0.02513	0.865	0.3972
post_intervention	-0.24242	1.00094	-0.242	0.8111
Residual standard error: 1.199 on 20 degrees of freedom				
Multiple R-squared: 0.08161				
Adjusted R-squared: -0.01023				
F-statistic: 0.8886 on 2 and 20 DF, p-value: 0.4269				

Zdroj: vlastní zpracování

Z této analýzy vyplynul intercept 1.3 značící, že v časovém období před instalací radaru byl odhad 1.3 nehody za jedno období, tento odhad je statisticky významný ($p = <0.05$), tudíž není předpoklad, že tento jev je náhodný. Před zásahem bylo možné pozorovat mírný rostoucí trend (odhad = 0.0217), který je však statisticky nevýznamný ($p = 0.3972$). V období po zásahu byl zpozorován pokles hodnoty o 0.242 ($\text{post_intervention} = -0.242$), značící snížení počtu dopravních nehod, tento jev je však statisticky nevýznamný ($p = 0.811$). Model vysvětluje pouze 8.2% variability ($R^2 = 0.0816$) a korekce R^2 (-0.01) naznačuje, že model nezlepšuje predikci variability dat. Celkově model není statisticky významný, F-statistika (0.8866, $p = 0.4269$), což znamená že čas a post_intervention nejsou schopny spolehlivě vysvětlit variabilitu.

Průměrná hodnota před zavedením radaru (1.3, $p = 0.036$) je statisticky významná, trend před implementací radaru je mírně rostoucí, ale statisticky nevýznamný – čas (0.022, $p = 0.0397$). Instalace radaru měla mírný vliv na pokles dopravních nehod o 0.24 nehod za čtvrtletí, ale tento efekt není statisticky významný.

Graf 19 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv rychlostního radaru na počet nehod na ulici Tylovice v Rožnově pod Radhoštěm



Zdroj: vlastní zpracování

Říčany jsou obec nacházející se nedaleko od hlavního města Prahy, tato obec je známá tím, že se v ní vyskytuje velké množství radarů měřící maximální povolenou rychlost. Pro výzkum byla zvolena dvoupruhová a rušná ulice „Říčanská“, na které je také umístěn stacionární radar.

V období před instalací radaru na ulici Říčanská průměrné čtvrtletní množství nehod 0.6364 za období 11 čtvrtletí. Po implementaci radaru měřící maximální povolenou rychlost klesl průměrný počet dopravních nehod na 0.4167. Po dosazení do vzorce pro metodu DID je zjištěn pokles dopravních nehod o 0.2197 (-0.2197). Určitý vliv zavedení rychlostního radaru na Říčanskou ulici tedy je znatelný.

Tabulka 3 Analýza přerušovaných časových řad pro ulici Říčanská v obci Říčany

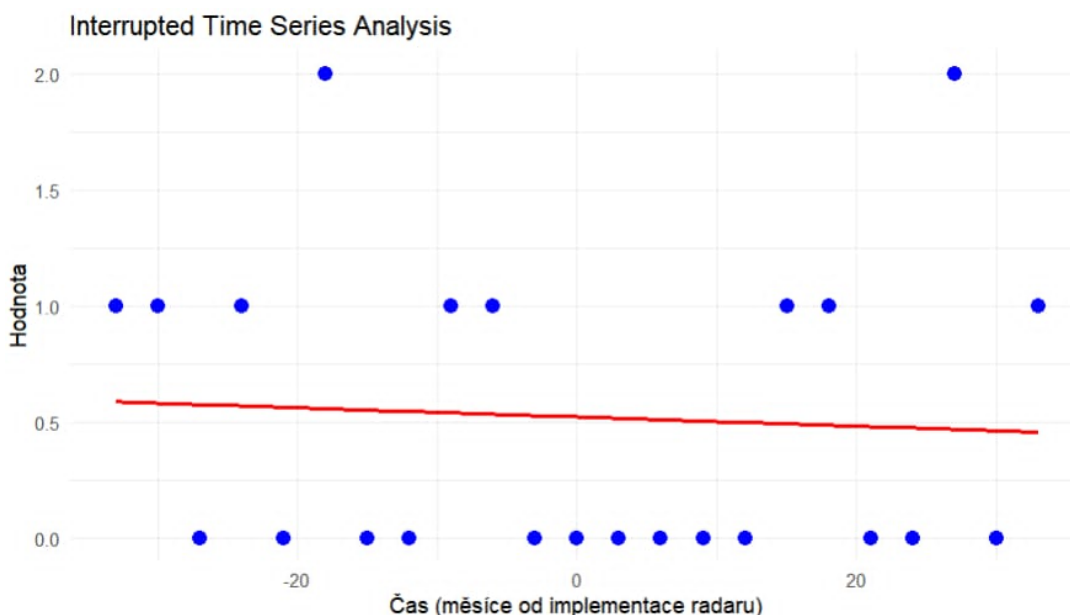
Call:				
lm(formula = hodnota ~ čas + post_intervention, data = data)				
Residuals:				
Min	-0.8044			
1Q	-0.5181			
Median	-0.2655			
3Q	0.4644			
Max	1.4657			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value Pr(> t)	
(Intercept)	0.8379	0.3271	2.562	0.0186 *
čas	0.0112	0.0142	0.789	0.4394
post_intervention	-0.6061	0.5655	-1.072	0.2966
Residual standard error:	0.6774 on 20 degrees of freedom			
Multiple R-squared:	0.05777			
Adjusted R-squared:	-0.03646			
F-statistic:	0.6131 on 2 and 20 DF, p-value: 0.5516			

Zdroj: Vlastní zpracování

Intercept v tomto případě vyšel (0.8379, $p=0.0186$), značí statistickou významnost. Před zavedením radaru je průměrná hodnota dopravních nehod přibližně 0.84 za období. Před zavedením radaru. Trend vykazuje mírný růst, ale je statisticky nevýznamný – čas (0.0112, $p=0.5516$). Po zásahu (instalaci radaru) byl pozorovaný mírný pokles nehod (-0.6061, $p=0.2966$), ovšem p -hodnota vykazuje statistickou nevýznamnost, tudíž je velmi pravděpodobné, že tento jev je náhodný. Co se celkové kvality modelu týče, R^2 se rovná 0.0578, tudíž vysvětluje přibližně 5.8% variability a tím pádem má model velmi nízkou schopnost vysvětlovat vztah mezi proměnnými. Opravená hodnota – Adjusted R^2 je rovna -0.03646, tím ukazuje, že nemá model predikční schopnost a přidání proměnných do modelu jej nezlepšilo. Kvalita modelu poukazuje zhruba na 5.8 % variabilitu v datech – R^2 (0.05777) a opravená R^2 (-0.03646) poukazuje na to, že model nemá predikční schopnost. F-statistika (0.6131, $p=0.5516$) poukazuje na statistickou nevýznamnost modelu, žádná z proměnných nemá lepší prediktivní schopnost než náhodný odhad.

Průměrná hodnota před instalací rychlostního radaru je 0.84 a je statisticky významná ($p=0.0186$), před zavedením radaru byl trend mírně rostoucí (0.0112), ale nebyl statisticky významný ($p=0.4394$). Poté co byl radar instalován, byl pozorován mírný pokles nehod (-0.6061), ale byl také statisticky nevýznamný ($p=0.2966$). Model tedy nedokazuje, že by instalace rychlostního radaru v ulici Říčanská měla vliv na počet dopravních nehod.

Graf 20 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv rychlostního radaru na počet nehod na ulici Říčanská v obci Říčany



Zdroj: vlastní zpracování

Vybraná ulice v Českém Krumlově, na rozdíl od Říčanské a Tylovické ulice, disponuje měřeným úsekem, ve výše zmíněných ulicích je totiž instalován stacionární radar.

Před instalací měřeného úseku do Chvalšinské ulice byl čtvrtletní průměr dopravních nehod za sledované období 0.18. Po instalaci tohoto úseku byl ve stejně dlouhém sledovaném období 0.58. Po dosazení do vzorce vyjde hodnota pro metodu DID přibližně 0.402. To značí, že rychlostní úsek v tomto případě nesnížil počet dopravních nehod v daném místě, ale čtvrtletní počet nehod mírně vzrostl.

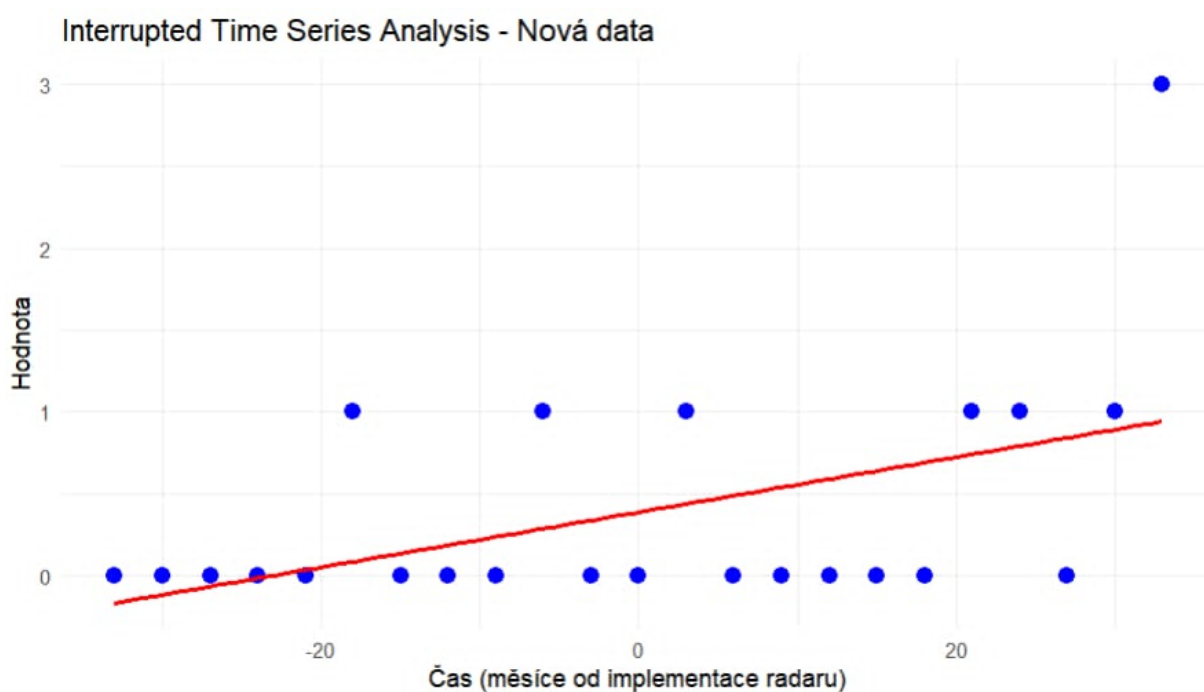
Tabulka 4 Analýza přerušovaných časových řad pro ulici Chvalšinská v obci Český Krumlov

Call:				
lm(formula = hodnota ~ čas + post_intervention, data = data)				
Residuals:				
Min	-0.92227			
1Q	-0.40679			
Median	-0.05072			
3Q	0.23847			
Max	1.88406			
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.76285	0.30885	2.470	0.0226 *
čas	0.03228	0.01340	2.408	0.0258 *
post_intervention	-0.71212	0.53393	-1.334	0.1973
Residual standard error:				
	0.6396 on 20 degrees of freedom			
Multiple R-squared:				
	0.2873			
Adjusted R-squared:				
	0.216			
F-statistic:				
	4.031 on 2 and 20 DF, p-value: 0.03381			

Zdroj: Vlastní zpracování

V tomto případě intercept této analýzy je roven 0.76 jednotkám a je statisticky významný ($p=0.0226$). Před implementací byl trend před instalací úseku 0.0323 a je statisticky významný ($p=0.0258$). Po instalaci radaru poklesl počet dopravních nehod o 0.71 (-0.71), ale jeho statistická významnost ($p=0.1973$), značí náhodu. Model vysvětluje přibližně 28.7% variability ($R^2=0.2873$) a model má mírnou predikční schopnost (Adjusted $R^2=0.216$). F – statistika vypovídá o statistické významnosti celého modelu na hladině 5 % významnosti (4.031, $p=0.03381$), vysvětlující proměnné (čas a hodnota po zásahu) přispívají k vysvětlení variability počtu nehod, model jako celek není výsledkem náhody.

Graf 21 Analýza přerušovaných časových řad zkoumající vliv měřeného úseku na počet nehod na ulici Chvalšinská v Českém Krumlově



Zdroj: vlastní zpracování

Úsek mezi obcemi Chraštice a Milín slouží jako kontrolní pro metodu difference in difference, je to rušný zhruba 7 km dlouhý úsek. Na této silnici se nenachází žádný prostředek vynucující dodržování maximální povolené rychlosti. Průměrný počet nehod před stanoveným T, které by představovalo instalaci opatření, byl 8.54 nehod, průměr po stanoveném T byl 5.75 dopravních nehod za čtvrtletí. Výsledek po výpočtu dle vzorce vychází zhruba – 2.80 nehod, tudíž mezi těmito obdobími došlo k poklesu nehod bez zásahu. Pro kontrolní oblasti není vhodné používat analýzu přerušovaných časových řad.

Z dlouhé ulice Soběslavská nacházející se ve městě Tábor byl pro kontrolu vybrán úsek, který se nachází mezi dvěma kruhovými objezdy, úsek je dlouhý zhruba 800 metrů. Před stanoveným T byl průměrný počet dopravních nehod 1.45 nehody za čtvrtletí, po stanoveném T 1.42 nehody za čtvrtletí. Rozdíl mezi těmito obdobími značí pokles o 0.03 nehody.

Diskuse výsledků

Cílem VO1: Jaký vliv na počet dopravních nehod mělo zavedení rychlostních radarů do vybraných úseků s častými dopravními nehodami mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?

Na základě dostupných dat bylo zjištěno, že v měřeném úseku u obce Mrač bylo průměrně v období před implementací tohoto úseku průměrně 9 nehod za jedno čtvrtletí v období 33 sledovaných čtvrtletích, v následujícím stejně dlouhém období po instalaci je znát určitý pokles dopravních nehod, pomocí metody DID bylo zjištěno, že tento pokles je roven o 3.666 nehody za čtvrtletí. Metoda přerušovaných časových řad poukázala na pokles dopravních nehod po zavedení měřeného úseku o 3.89 nehody za čtvrtletí, ovšem je výsledek statisticky nevýznamný a nelze jednoznačně určit, zda se jednalo pouze o vliv zásahu nebo je jev náhodný. Podle dekompozice časových řad je trend v celém sledovaném období klesající, sezónní složka poukazuje na zvýšený počet dopravních nehod v letním období. Nejvyšší počet nehod je ve čtvrtletí, v období červenec–září. Náhodná složka poukazuje na 2 velké výkyvy, jedním z nich je zimní období dubna až června. Druhé období je prakticky ihned po zásahu, je možné, že někteří řidiči věnovali svou pozornost více dodržování rychlosti než, aby se věnovali vozovce.

Dalšími zkoumanými lokalitami byly ulice se stacionárními radary v obci Rožnov pod Radhoštěm a Říčany. Metoda DID aplikovaná na ulici Tylovice v Rožnově pod Radhoštěm poukázala na mírný růst počtu dopravních nehod po instalaci stacionárního radaru, a to zhruba o 0.5 nehody na jedno čtvrtletí, v obci Říčany na ulici Říčanská měla instalace stacionárního radaru pozitivní vliv z hlediska snížení počtu dopravních nehod za období, nicméně zhruba o pouze 0.22 nehod za měřené období. V obou případech lze konstatovat, že rychlostní radary mají minimální vliv na počet nehod. Přestože města tvrdí, že to je pro důvodem instalace je zvýšení bezpečnosti, lze si povšimnout, že v Rožnově pod Radhoštěm bylo maximum 3 nehody za celé sledované období. Obec Říčany je známá v České republice velkým množstvím stacionárních radarů, kritici tvrdí, že jediným důvodem pro instalaci není zvýšení bezpečnosti, ale ekonomický zisk (*Města objevila stroj na peníze*, 2024). V případě Říčan na Říčanské ulici byly maximálně 2 dopravní nehody v měřených obdobích. V případech obou obcí tohoto maxima dosahovaly obce i v období po instalaci stacionárních radarů. Analýza přerušovaných časových řad poukázala v obci Rožnov pod Radhoštěm pokles nehod o 0.24, ale model naznačuje statistickou nevýznamnost, u Říčan tato analýza zaznamenala pokles zhruba o 0.61 nehod za 3 měsíce, ovšem také tento údaj není statisticky významný a spíše poukazuje, že šlo o náhodu, či vliv proměnné, která nebyla zkoumána.

Poslední sledovaná lokace v této práci byla ulice Chvalšinská v Českém Krumlově. Na rozdíl od Říčanské ulice a ulice Tylovice, byl zde instalován měřený úsek. Podle metody DID se v daném místě mírně zvýšil počet dopravních nehod po instalaci, a to konkrétně o 0.402 nehod za jedno čtvrtletí. Maximální počet nehod v této oblasti byl také až v období po instalaci tohoto úseku, a to konkrétně 3 nehody ve 33. čtvrtletí po instalaci. Analýza přerušovaných časových řad poukázala na mírný pokles dopravních nehod v tomto úseku o 0.71 jednotky, ale tento údaj není statisticky významný, tudíž pokles může být náhodný.

Na základě výsledků lze konstatovat, že instalace radarů a měřených úseků měla pouze omezený a statisticky nevýznamný vliv na snížení počtu dopravních nehod. Žádná z vybraných lokalit nevykazuje významný pokles nehod způsobený právě samotnou instalací prostředků vynucující dodržování maximální povolené rychlosti. To je v rozporu s Li, Zhang, et al., (2020), kde autoři tvrdí, že instalace těchto opatření přímo snižuje počet dopravních nehod.

Výzkum poukázal na fakt, že analýza přerušovaných časových řad není vhodná pro výzkum, který se zabývá nehodovostí v obcích. Počet dopravních nehod v obcích je všeobecně velmi nízký a obvykle je počet nehod dost náhodný, tato metoda je totiž vhodná pro delší časové řady s větším počtem nehod., tudíž při malém počtu pozorování a nehod metoda hledala jevy, které v daných úsecích neexistovali a tím znehodnotila její výsledky. U obcí se vyskytuje se celá řada období, kdy neproběhla ani jedna nehoda. Zároveň výzkum neprozkoumal dostatečně dlouhé období pro to, aby tato metoda mohla mít vyšší výpovědní hodnotu. Tato metoda hledá v případě obcí vlivy a jevy, které nejsou reálné a tím zkresluje výsledky. Tato metoda byla efektivní pouze pro úsek Mrač, kde se vyskytuje větší množství dopravních nehod z důvodu vyšší rychlosti a frekventovanosti na pozemní komunikaci, pouze v tomto případě metoda dokázala vyčíst sezónnost, trend a vliv náhody, tato metoda není doporučena na výzkumy, které se zabývají touto tematikou a zkoumají vliv v obcích.

Lze předpokládat, že rychlostní radary, či měřené úseky mohou mít určitý vliv, ale jejich samotná instalace není zárukou, že počet nehod skutečně klesne.

VO2: Jaký je rozdíl v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci?

Porovnáme-li dosažené výsledky podle metody DID mezi oblastmi se stacionárními radary a měřenými úseky, vyplyne, že měřený úsek, a to na významné dopravní tepně mezi obcemi jako jediný dosáhl poklesu o více než jednu nehodu za čtvrtletí, konkrétně o 3.66 nehody. U měřeného úseku v obci Český Krumlov po instalaci proběhl nárůst dopravních nehod zhruba o 0.51 nehody. Z těchto výsledků lze konstatovat, že měřený úsek je efektivnější, protože stacionární radary měly významně nižší vliv na počty nehod. Nárůst po instalaci stacionárního radaru proběhl na ulici Tylovice v Rožnově pod Radhoštěm o 0.5 nehody a na Říčanské ulici byl pokles o 0.22 nehody za čtvrtletí. Z toho vyplývá, že je vhodné spíše porovnávat, lokaci, která je vybrána pro instalaci.

Vybraný kontrolní úsek pro obce byla zvolena Soběslavská ulice, která dosáhla poklesu o 0.03 nehody, z čehož vyplývá, že rozdíly jsou minimální a obvykle v obcích jsou nehody způsobeny spíše náhodou. Pro frekventovanou silnici u obce mrač s měřeným úsekem byl zjištěn pokles o 3.66 nehody, pro kontrolní silnici mezi obcemi Chrašnice a Milín byl zaznamenán pokles zhruba o 2.8 nehod, nelze ale předpokládat, že tento vliv nebyl taktéž náhodný. Dle získaných dat je všeobecně vyšší počet dopravních nehod na významných

dopravních tepnách mimo obce, proto instalování radarů na tato místa budou mít všeobecně vyšší účinek.

Výsledky všech zásahů podle metody analýza přerušovaných časových řad poukazuje na to, že všechna měření byla statisticky nevýznamná, z toho lze předpokládat, že počet dopravních nehod je více závislý na dalších podmínkách jako je roční období, počasí, rozdíl mezi dnem a nocí, vytížeností dopravní komunikace apod. Nelze tedy přesně pomocí metody přerušovaných časových řad určit, zda jsou efektivnější stacionární radary nebo měřené úseky v obcích.

Pro výzkum efektivity instalace prostředků vynucujících dodržování maximální povolené rychlosti v obcích je vhodnější metoda difference in difference než analýza přerušovaných časových řad. Tato metoda je totiž jednoduchá a nesnaží se sledovat trendy, sezónnost a další složky, které se obcí obvykle netýkají. Zároveň tato metoda je výrazně efektivnější pro malé množství dat, a to z pohledu měřených období, tak i počtu dopravních nehod v daných obdobích.

Tato práce má své limity a omezení, zkoumá pouze vliv instalace prostředků, které slouží k vynucení dodržování maximální povolené rychlosti, v práci nejsou zahrnuty faktory jako roční období, trendy nebo vytíženost dopravních komunikací a vychází pouze ze 4 lokalit, z nichž u dvou dodržování rychlosti vynucuje měřený úsek a u druhé stacionární radary. Toto může být doporučení pro další práce, které se budou touto problematikou zabývat. Zvolená metoda analýzy časových řad není pro tento typ práce vhodná, více se v tomto případě osvědčila metoda difference in difference, která je vhodnější na výzkum tohoto tématu v obcích. Analýza přerušovaných časových řad je však vhodná na zjištění vlivů na frekventovaných silnicích mimo obce, kde je obvykle počet dopravních nehod vyšší, je však doporučeno zvolit delší časové období.

Závěr

Cílem této práce bylo prozkoumat dlouhodobý vliv rychlostních radarů na nehodovost ve vybraných místech České republiky mezi obdobími 33 měsíců před instalací radaru a 33 měsíců po instalaci a vyhodnotit rozdíly v efektivitě snižování počtu dopravních nehod mezi místy s bodovými radary a měřenými úseky. Práce odpovídá na stanovené výzkumné otázky, čímž byl cíl práce splněn.

Pomocí metody difference in difference bylo zjištěno, že opatření, která vynucují dodržování maximální povolené rychlosti mají určitý, ale relativně nízký vliv. V obcích tento zásah měl menší vliv než na rušné silnici, která slouží jako významná dopravní tepna mezi hlavním městem Prahou a Českými Budějovicemi. Ve dvou ze tří obcí, kam bylo toto opatření implementováno byl nalezen mírný růst počtu dopravních nehod, u jedné byl zaznamenán mírný pokles. Nelze konstatovat, že by tato opatření v obcích všeobecně měla za následek nárůst dopravních nehod, spíše se práce nesoustředila na ostatní vlivy, které by mohly nehody způsobovat. Měřené úseky, či stacionární radary nejsou zárukou snížení dopravních nehod v obcích, ale spíše jedním z faktorů, který má potenciál nehodovost snížit. Práce poukázala, že o něco významnější vliv na nehodovost mají instalace radarů na již zmíněné významné dopravní tepny, které se v obcích nenacházejí. Ze zjištěných dat vyplývá, že na významných dopravních tepnách je nehodovost výrazně vyšší než v obcích, z toho důvodu je určitě vhodné tyto prostředky instalovat. Existuje řada dalších faktorů, které mohou nehodovost ovlivňovat, na což bylo poukázáno pomocí kontrolních lokalit.

Další metodou využitou v práci byla analýza přerušovaných časových řad. Tato metoda se ukázala jako nevhodná pro měření efektivnosti těchto prostředků v obcích, ovšem ji lze využít právě na vytížených komunikacích mezi obcemi. Tato metoda pouze v případě této komunikace dokázala odhalit další vlivy, které nehody způsobují, jako trendy, sezónnost a náhodné vlivy, u obcí tato metoda hledala vlivy, které se obcí netýkaly a tím byla tato metoda ve většině případů statisticky nevýznamná. Pro výzkum vlivu těchto prostředků na lokalitách s menším počtem dopravních nehod a kratší časovou řadu je doporučena metoda difference in difference, která není zkreslená externími vlivy.

Práce byla limitována sledováním pouze vlivu prostředků jako jsou stacionární radary a měřené úseky a dalšími vlivy se nezabývala. Dalším limitem byla nevhodně zvolená analýza přerušovaných časových řad, která není vhodná pro výzkum nehodovosti v obcích a ukazovala zkreslené výsledky, efektivní byla v případě sledování vytížené dopravní komunikace, ale její výsledky by mohly být přesnější, pokud by se sledovalo delší časové období. Zároveň je vhodnější pro místa, kde je celkově počet dopravních nehod vyšší než právě u obcí. Práce sledovala pouze 4 oblasti, ve kterých byly v minulosti implementovány prostředky vynucující maximální povolenou rychlost, a to pouze v České republice.

Tato práce poskytuje komplexní náhled do problematiky vlivu prostředků omezujících maximální povolenou rychlost na počet nehod. Dále poskytuje cenné informace o volbě lokací, kam je vhodné tyto prostředky implementovat a že je důležité sledovat další vlivy, které mohou nehody způsobovat, jako roční období, trendy a náhodné složky. Tato práce může sloužit jako podklad k dalším výzkumným pracím nebo institucím odpovědným za dopravní bezpečnost.

Seznam zdrojů

Al-Mistarehi, B. W., Alomari, A. H., Imam, R., & Alnaasan, T. K. (2022). Investigating the Factors Affecting Speeding Violations in Jordan Using Phone Camera, Radar, and Machine Learning. *FRONTIERS IN BUILT ENVIRONMENT*, 8, 917017. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.917017>

Almoshaogeh, M., Abdulrehman, R., Haider, H., Alharbi, F., Jamal, A., Alarifí, S., & Shafiquzzaman, M. (2021). Traffic Accident Risk Assessment Framework for Qassim, Saudi Arabia: Evaluating the Impact of Speed Cameras. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, 11(15), 6682. <https://doi.org/10.3390/app11156682>

Amancio, E. C., Gadda, T. M. C., Correa, J. N., Bonetti, G. da C., Oviedo-Trespalacios, O., & Bastos, J. T. (2024). Impact of Speed Limit Enforcement Cameras on Speed Behavior: Naturalistic Evidence from Brazil. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*, 2678(9), 807–822. <https://doi.org/10.1177/03611981241230548>

Ang, A., Christensen, P., & Vieira, R. (2020). Should congested cities reduce their speed limits? Evidence from Sao Paulo, Brazil. *JOURNAL OF PUBLIC ECONOMICS*, 184, 104155. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2020.104155>

Baker, A. C., Larcker, D. F., & Wang, C. C. Y. (2022). How much should we trust staggered difference-in-differences estimates? *Journal of Financial Economics*, 144(2), 370–395. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2022.01.004>

Camba, A. C., & Camba, A. L. (2020). The Dynamic Relationship of Domestic Credit and Stock Market Liquidity on the Economic Growth of the Philippines. *JOURNAL OF ASIAN FINANCE ECONOMICS AND BUSINESS*, 7(1), 37–46. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2020.vol7.no1.37>

Delavary, M., Mesic, A., Krebs, E., Sesonga, P., Uwase-Gakwaya, B., Nzeyimana, I., & Vanlaar, W. (2024). Assessing the effect of automated speed enforcement and comprehensive measures on road safety in Rwanda. *TRAFFIC INJURY PREVENTION*, 25(7), 947–955. <https://doi.org/10.1080/15389588.2024.2354901>

Factor, R., Haviv, N., & Keren, G. (2023). Enforcement and behavior: The effects of suspending enforcement through automatic speed cameras. *JOURNAL OF EXPERIMENTAL CRIMINOLOGY*, 19(3), 743–759. <https://doi.org/10.1007/s11292-022-09507-z>

Gaveniene, L., Cygas, D., Jateikiene, L., Vorobjovas, V., Jasiuniene, V., & Zarins, A. (2023). An Assessment of the Effect of the Average Speed Enforcement Systems on Lithuanian Roads. *BALTIC JOURNAL OF ROAD AND BRIDGE ENGINEERING*, 18(3), 217–233. <https://doi.org/10.7250/bjrbe.2023-18.615>

Kronprasert, N., & Sutheerakul, C. (2020). Effect of Automated Speed Enforcement Systems on Driving Behavior and Attitudes on Mountainous Roads in Thailand. *INTERNATIONAL JOURNAL OF GEOMATE*, 18(68), 164–171. <https://doi.org/10.21660/2020.68.9255>

Lee, Y. M., & Sheppard, E. (2020). Effects of position of speed limit signs and the presence of speed camera on Malaysian drivers' speed choice: An eye-tracking study. *TRANSPORTATION RESEARCH PART F-TRAFFIC PSYCHOLOGY AND BEHAVIOUR*, 74, 386–395. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.030>

Li, H., Zhang, Y., & Ren, G. (2020). A causal analysis of time-varying speed camera safety effects based on the propensity score method. *JOURNAL OF SAFETY RESEARCH*, 75, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.08.007>

Li, H., Zhu, M., Graham, D. J., & Zhang, Y. (2020). Are multiple speed cameras more effective than a single one? Causal analysis of the safety impacts of multiple speed cameras. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 139, 105488. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105488>

Mapa dopravních nehod. (b.r.). Získáno 4. prosinec 2024, z <https://nehody.policie.cz/#13/14.7179/49.80638/e30memle>

Měření rychlosti • Mapy.cz. (b.r.). Mapy.cz. Získáno 4. prosinec 2024, z <https://mapy.cz/?q=M%C4%9B%C5%99en%C3%AD%20rychlosti&cat=1>

Měření rychlosti—Město Rožnov pod Radhoštěm. (b.r.). Získáno 18. prosinec 2024, z <https://www.roznov.cz/cs/urad-a-kontakty/odbory-uradu/odbor-prestupkovy/mereni-rychlosti/>

Města objevila stroj na peníze: Pokuty za rychlost - Seznam Zprávy. (2024, duben 23). <https://www.seznamzpravy.cz/clanek/domaci-zivot-v-cesku-mesta-objevila-stroj-na-penize-pokuty-za-rychlost-250130>

Perez-Acebo, H., Ziolkowski, R., & Gonzalo-Orden, H. (2021). Evaluation of the Radar Speed Cameras and Panels Indicating the Vehicles' Speed as Traffic Calming Measures (TCM) in Short Length Urban Areas Located along Rural Roads. *ENERGIES*, 14(23), 8146. <https://doi.org/10.3390/en14238146>

Shaaban, K., Mohammad, A., & Eleimat, A. (2023). Effectiveness of a fixed speed camera traffic enforcement system in a developing country. *AIN SHAMS ENGINEERING JOURNAL*, 14(10), 102154. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102154>

Shim, J., Kwon, O. H., Park, S. H., Chung, S., & Jang, K. (2020). Evaluation of Section Speed Enforcement System Using Empirical Bayes Approach and Turning Point Analysis. *JOURNAL OF ADVANCED TRANSPORTATION*, 2020, 9461483. <https://doi.org/10.1155/2020/9461483>

Tian, H., Safiullin, R. N., & Safiullin, R. R. (2024). Integral Evaluation of Implementation Efficiency of Automated Hardware Complex for Vehicle Traffic Control. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING*, 37(8), 1534–1546. <https://doi.org/10.5829/ije.2024.37.08b.07>

Truelove, V., Nicolls, M., Stefanidis, K. B., & Oviedo-Trespalacios, O. (2023). Road rule enforcement and where to find it: An investigation of applications used to avoid detection when violating traffic rules. *JOURNAL OF SAFETY RESEARCH*, 87, 431–445. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2023.08.015>

Vadeby, A., & Howard, C. (2024). Spot speed cameras in a series—Effects on speed and traffic safety. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 199, 107525. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107525>

Valderrama, S. L., Palacios, M. S., Botello, V. P., Perez-Barbosa, D., Arrieta, J. V., Kisner, J., & Adiazola-Steil, C. (2024). On Speed Management, Public Health, and Risky Behaviors: Examining the Side Effects of Automated Speed-Enforcement Cameras on Traffic Crashes in Bogota, Colombia. *TRANSPORTATION RESEARCH RECORD*, 2678(3), 590–600. <https://doi.org/10.1177/03611981231182419>

Valverde, C. Q., Perez-Ferrer, C., Becerril, L. C., Santiago, A. M., Lopez, H. R., Galbarro, J. P., Quistberg, D. A., Roux, A. V. D., & Barrientos-Gutierrez, T. (2023). Evaluation of road safety policies and their enforcement in Mexico City, 2015–2019: An interrupted time-series study. *Injury Prevention*, 29(1), 35–41. <https://doi.org/10.1136/ip-2022-044590>

Wang, C., Xu, C., & Fan, P. (2020). Effects of traffic enforcement cameras on macro-level traffic safety: A spatial modeling analysis considering interactions with roadway and Land use characteristics. *ACCIDENT ANALYSIS AND PREVENTION*, 144, 105659. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105659>

Zhou, W., Wang, W., Hua, X., & Zhang, Y. (2020). Real-Time Traffic Flow Forecasting via a Novel Method Combining Periodic-Trend Decomposition. *Sustainability*, 12(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su12155891>

Přílohy

Příloha 1: Tabulka dopravních nehod na vybraných úsecích

Tabulka 5 Počet dopravních nehod na vybraných úsecích

Období	Mrač - měřený úsek	Tylovice - Rožnov pod Radhoštěm - ra	Český Krumlov - měřený úsek	Říčanská - Říčany - radar	Chrašnice - Milín - kontrola	Soběslavská - Tábor - kontrola
T - 33 měsíců	4	0	0	0	1	12
T - 30 měsíců	8	0	0	0	1	14
T - 27 měsíců	15	0	0	0	0	18
T - 24 měsíců	13	0	0	0	1	7
T - 21 měsíců	10	1	0	0	0	3
T - 18 měsíců	6	1	1	1	2	9
T - 15 měsíců	10	0	0	0	0	12
T - 12 měsíců	5	2	0	0	0	6
T - 9 měsíců	5	2	0	0	1	4
T - 6 měsíců	14	3	1	1	1	4
T - 3 měsíce	9	1	0	0	0	5
T	3	2	0	0	0	4
T + 3 měsíce	9	2	1	0	0	7
T + 6 měsíců	0	0	0	0	0	3
T + 9 měsíců	7	3	0	0	0	10
T + 12 měsíců	6	3	0	0	0	17
T + 15 měsíců	5	0	0	0	1	5
T + 18 měsíců	7	2	0	0	1	2
T + 21 měsíců	8	0	1	0	0	5
T + 24 měsíců	6	0	1	0	0	4
T + 27 měsíců	5	3	0	0	2	6
T + 30 měsíců	4	0	1	0	0	3
T + 33 měsíců	4	2	3	1	0	3

Zdroj: vlastní zpracování dle (*Mapa dopravních nehod*)

Contact address of the author(s):

Andrej Kunštek, mag. ing. traff, University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences, Department of Traffic Accident Expertise, Vukelićeva 4, 10000 Zagreb, Croatia
email: andrej.kunstek@fpz.hr

Bc. Filip Král, School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic, e-mail: 28687@mail.vstecb.cz