VŠTE
Detailed information of changing business activi
jan.
feb.
mar.
apr.
may
june
july
aug.
sep.
nov.
dec.

1/2023

JOURNAL OF VALUATION AND EXPERTNESS

editor-in-chief: Ing. Vilém Kovač

managing editor: Ing. Jiří Kučera and Bc. Svatopluk Janek

chairman of the editorial board: Ing. Veronika Machová, MBA, Ph.D.

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) Since 2016

Periodicity: Twice a year Date of issue: August 2023

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

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.
The Institute of Technology and Business in České Budějovice

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

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

CRYPTOCURRENCIES AND THEIR POSITION IN THE FINANCIAL MARKET ……..……..5

Yelyzaveta Apanovych, Jakub Šafář

VLIV INFLACE NA CENU AKCIÍ V ČESKÉ REPUBLICE ……..….25

Matyáš Pinta, Vilém Kovač

PRICE DEVELOPMENT OF SELECTED COMMODITIES…….…….39

Nikola Kováčiková, Tereza Červená

POROVNÁNÍ VÝVOJE BTC S JINÝMI KRYPOTMĚNAMI ……....52

BarboraVeselková, Tereza Matasová

VÝVOJ CEN ZLATA A MĚDI ……..……..65

Jaroslav Dykun, Svatopluk Janek

Cryptocurrencies and their Position in the financial market

Yelyzaveta Apanovych[1,2], Jakub Šafář[1]

[1] Institute of Technology and Business in České Budějovice, School of Expertness and Valuation, Czech Republic

[2] Pan-European University (PEU), Tomášikova 20, 820 09 Bratislava, Slovakia

Abstract

The article aims to identify the position of cryptocurrencies on the financial market and evaluate the profitability of invested capital in selected cryptocurrencies for the period between 2018-2022. The data needed to identify and define selected cryptocurrencies and then model investment examples are obtained using the analysis method. Based on the obtained results, the comparison method is used, where the subject is the profitability of cryptocurrencies. Then it is determined which of the analysed cryptocurrencies is the most profitable for the monitored period. The return on invested capital is calculated using the ROI method as part of the fundamental research. The results showed that Bitcoin showed the most significant profitability.

Keywords: cryptocurrency, investment, profitability, financial market

---

Introduction

Cryptocurrencies are among the topics currently being discussed and are receiving more and more space and attention from the general public (Valaskova et al., 2022). It all started in 2008 with the publication of Nakamoto's article (2008), and a few months later, the first-ever cryptocurrency and current phenomenon called Bitcoin was created. Other new cryptocurrencies could have been built quickly, and new ones were created over time and are still being created. According to Howarth (2022), over 20,000 types of cryptocurrencies are on the market.

The history of virtual currencies is strongly linked to the development of Bitcoin. The general public became aware of cryptocurrencies around 2011 when large-scale investments in cryptocurrencies began (Marousek et al., 2015). The growing interest is also evidenced by the fact that over time other, currently very well-known cryptocurrencies were created that can compete with Bitcoin with their profitability and

are slowly approaching it in terms of market capitalisation. These cryptocurrencies include Ethereum, Dash, Litecoin, Cardano, Shiba Inu or Dogecoin (Gao et al., 2022). In the case of the recently mentioned Dogecoin and Shiba Inu currencies, these were internet pranks and recessions. However, these currencies increased their value by more than 3,500% within a few months and have since been called Memecoins (Lansiaux et al., 2022).

Cryptocurrencies can be understood as an alternative and innovative investment tool, which makes them very attractive for both large investment companies and small investors. Thanks to this investment tool, the profitability of the investment can be several hundred percent in a few days (Kučera et al., 2022). The main goal of Bitcoin's creators was to create an entirely new system that would not be affected by the decisions and behaviour of central banks and governments worldwide. The functioning of Bitcoin was supposed to consist of the possibility of using it as a common currency or as an alternative option for storing funds compared to other financial instruments on the financial market, such as shares or bonds (Klieštik et al., 2020). One of the main reasons for depositing funds in Bitcoin and cryptocurrencies, in general, is inflation, one of the biggest global financial problems (Aharon and Qadan, 2022).

Nica and Stehel (2021) state that the enormous popularity of cryptocurrencies can also be evidenced by several global companies that accept Bitcoin as a means of payment for their services or products. Examples are Apple, Microsoft and Starbucks. The most significant player in virtual currencies is the American entrepreneur, philanthropist, visionary and owner of Tesla and SpaceX, Elon Musk, who, especially in 2021 and 2022, launched an enormous avalanche that negatively and positively affected all investors in virtual currencies. In the Czech Republic, the company Alza can be cited as an example of a recipient of Bitcoin as a means of payment (Trojáková and Horák, 2021).

Calvaa (2019) states that crypto-currencies and their position in the financial market is an extensive topic and is currently more and more addressed and analysed. Above all, the profitability and risk associated with investing in virtual currencies is an exciting issue that needs to be addressed and understood. To penetrate the world of virtual currencies, it is necessary to know how cryptocurrencies work, what properties they have, how they can be obtained or how they function as an alternative investment tool compared to notorious financial instruments such as stocks, bonds, commodities or popular currency pairs (Aliu et al., 2022).

This article aims to identify the position of cryptocurrencies on the financial market and evaluate the profitability of investments in selected types of cryptocurrencies for the period under review. A partial goal is to compare the cryptocurrency portfolio with other financial instruments on the financial market, and investors invest their capital. To fulfil the set goal, two research questions were set:

VO1: What is the profitability of investing in Bitcoin, Ethereum, Litecoin and XRP, and which cryptocurrencies were the most profitable from 2018-2022?

VO2: What are the possibilities and features of a transaction using Bitcoin, Ethereum, Litecoin and XRP?

Literature research

Weierud and Zabell (2020) state that cryptocurrencies follow money in their functioning and properties. While both of these currencies have a lot in common, there are also many areas where the paths of these two types of currency diverge. Bartolucci and Kirilenko (2020) state that virtual currencies have their characteristics, like money. These characteristics make cryptocurrencies an utterly unique form of currency. According to the authors, these properties include divisibility, digitality, globality, anonymity and limited quantity. According to Ruiz, and Angelis (2022), the main difference between money and cryptocurrencies is the decentralisation of cryptocurrencies, when no leading institution can regulate cryptocurrencies, and they are not a means of forced circulation, which applies to money. Thus, money is legal tender in a specific territory, while cryptocurrencies are taken as contractual tender and are considered intangible chattels (Simanovskiy, 2018). Prasolov and Kolesnikova (2018) come up with a similar opinion, namely that money can be devalued, confiscated or frozen by a particular central institution (government, national bank) or socio-political phenomenon (war, epidemic), which is not the case with cryptocurrencies. According to Zimba et al. (2019), ownership is attributed to a specific authorised person who owns access data to a cryptocurrency wallet or safe and can only perform careful manipulations with cryptocurrencies. A considerable advantage is found by Almeida et al. (2023) in the impossibility of counterfeiting cryptocurrencies. This opinion is supplemented by Korennaya and Tydykova (2019) with their claim about the impossibility of falsifying a transaction that would be recorded in the primary organ of the functioning of cryptocurrencies – in the blockchain.

Alexiadou et al. (2023) add that cryptocurrencies are often the target of criticism, mainly because of their energy intensity. Wang (2021) sees a significant drawback: cryptocurrencies can threaten the state monopoly of printing and issuing money. According to the same author, the destruction of the entire blockchain can also occur, based on which all cryptocurrencies can collapse, which cannot happen to cash.

Zandla (2022) states that cryptocurrencies can be obtained in several possible ways, namely by mining, buying in a crypto machine, buying on an exchange or exchange, buying from a natural or legal person, as a means of exchange for goods or services, as a whole or in part of the salary or some cases even for free. Uddin, Mannana and Youssefa (2021), also dealing with the issue of crypto-currencies, mention the possibilities of their preservation, which happens, for example, through a programmed wallet, a mobile application, virtual storage or a safe.

According to Król et al. (2021), it is possible to classify cryptocurrencies into four primary groups based on their specifics. We are talking about Bitcoins, Altcoins, Tokens and Memecoins. The authors add that each cryptocurrency has values: the exchange rate

(most often given in USD) and market capitalisation – the amount of funds invested in the cryptocurrency. Gupta and Chaudhary (2022) state that each specific cryptocurrency has its own abbreviation, name, exchange rate and market capitalisation, as well as particular conditions of its operation. For this research, four types of concrete cryptocurrencies were selected for analysis, which will be briefly presented in the following text.

The first cryptocurrency is Bitcoin, which was created as the first cryptocurrency in 2008 by an author/group of authors under the pseudonym Satoshi Nakamoto. As of 3/7/2023, it is the most used virtual currency with a market capitalisation of $432.8 billion. For comparison, the market capitalisation of all cryptocurrencies is 1.1 billion. USD The All-Time High Bitcoin reached was USD 68,789.63. Bitcoin works on the principle of Proof of Work, where miners are evaluated based on verification and subsequent approval or rejection of transactions (Mariappan et al., 2023). Another cryptocurrency, Ethereum, is described by Kapengut and Mizrach (2023). In the case of Ethereum, it is a platform based on a decentralised blockchain algorithm. The author is a Russian-Canadian programmer and visionary, Vitalik Buterin, who launched Ethereum in 2015. Ethereum is the second most used virtual currency, with a market capitalisation of USD 188.85 billion (03/07/2023). Historical maximum - All-Time High, which Ethereum reached was 4,891.70 USD. Unlike Bitcoin, Ethereum has an unlimited amount to mine and can never be completely depleted. Since 2022, Ethereum has been operating on the principle of Proof of Stake, which evaluates Ethereum holders. The third currency is Litecoin. According to Mariappan et al. (2023), this currency was created as an alternative currency based on Bitcoin's source code and is probably the best-known derivative of Bitcoin. Following its origins, Litecoin uses the Proof of Work system. The creator of Litecoin is Google programmer Charles Lee who launched Litecoin in the fall of 2011. Like Bitcoin, Litecoin has a limited supply.

This amount is 84 million pieces of Litecoin, and, unlike Bitcoin, it has yet to be known when I will reach total extraction. Litecoin's market cap as of 03/07/2023 is $6.215 billion. The All-Time High Litecoin reached was $412.96. Jiang et al. (2023) state that in 2012 a network called XRP Ledger was created by programmers Larsen, McCaleb Britto and Schwartz. Unlike the vast majority of cryptocurrencies, XRP is not mined, as the total volume of 100 billion coins was issued immediately upon the launch of the XRP Ledger network. The network releases 10-30 million XRP coins into circulation at irregular intervals and is available for users to purchase. Total market capitalisation as of 3/7/2023 is $19.1 billion. The All-Time High XRP reached was $3.84.

Methods and Data

As part of the research, the four above cryptocurrencies will be analysed, i.e. Bitcoin, Ethereum, Litecoin and XRP. The values of these cryptocurrencies will be drawn from the website binance.com, which publishes the current values of all cryptocurrencies and deals from the past. The analysed period represents the years 2018 and 2022. The value calculations of the model examples will be performed based on formulas with the

resulting value in USD converted according to the current exchange rate of the CNB to CZK. A single exchange rate of 22.33 CZK/USD will convert all values from USD to CZK.

In the first part, the selected cryptocurrencies will be compared with each other to determine their transparency and anonymity, as well as the possibility of transactions - their number per second and the time of transaction confirmation. The partial goal will be the description of the selected cryptocurrencies, namely their origin, the current description of the coins (as of 10/03/2022), the maximum amount of cash and fees for carrying out the transaction and determining the fee depending on the electricity. The data to perform this comparison will be obtained from official cryptocurrency websites, namely bitcoin.com, ethereum.org, litecoin.com and ripple.com. The following formula will be used for the model calculation of the amount of the fee depending on the electricity used for the transaction:

$$Electricity\ energy\ price \div 365 \div 24 \div \frac{1}{6} hour \div amount\ of\ transaction \qquad (1)$$

In the next part of the work, based on data from binance.com for 2018-2022, a summary of the development of the exchange rate value of individual currencies in USD will be created. Discounts will be given for an annual interval. One calendar year will therefore be in the range from 1/1 to 12/31. The exchange rate development values will always be taken on the first day of the period, i.e., on 1/1 and the last day, i.e. 31/12. Following this in summary, an analysis of the profitability of cryptocurrencies will be performed based on the calculation of the development of the value, which is given by the formula:

$$X = Y + (Z - Y) \qquad (2)$$

Where:

- X is the total value of cryptocurrency as of the last day of the period,
- Y is the final value of the cryptocurrency of the previous period,
- Z is the value of the cryptocurrency on the first day of the new period.

Following this calculation, a calculation of the percentage development of the value of cryptocurrencies will be performed, from which four model examples of the profitability of an investment invested in cryptocurrencies will then be compiled. The following formula gives the calculation of the percentage development of the value of cryptocurrencies:

$$Percentual\ develop = (new\ value\ of\ currency\ \div old\ value\ of\ currency) - 1 \qquad (3)$$

An amount of USD 4,000 will be invested in each cryptocurrency as input capital according to the exchange rate as of 1/1/2018. Based on the profitability calculation, the results will be published as of 12/31/2022 and based on the comparison, it will be determined which of the selected cryptocurrencies was the most profitable according to the ROI method, which is represented by the following formula:

$$ROI = \frac{Earning}{Investment} - 1 \tag{4}$$

A partial step in every operation with cryptocurrencies will also be a deduction from the profit in the form of tax on other income using the FIFO method since it will be more suitable for this form of calculation than the weighted arithmetic average method since all cryptocurrencies will be bought and sold in the same time horizon. The following formula gives the tax calculation using the FIFO method:

$$Tax = (sale\ price - purchase\ price) * 0{,}15 \tag{5}$$

Results

The results section deals with the analysis of selected cryptocurrencies, the development of their value between 2018 and 2022, and a comparison of the benefits of invested capital in cryptocurrencies and other financial instruments. The selected cryptocurrencies are Bitcoin, Ethereum, Litecoin and XRP. The selected cryptocurrencies pool a sample of 64.23% of the market capitalization of all known cryptocurrencies.

Comparison of selected cryptocurrencies

Based on the great diversity of cryptocurrencies and the significant differences in the characteristics of cryptocurrencies, it is necessary to compare selected cryptocurrencies with each other, namely a comparison of anonymity, transparency, transaction options, transaction fees, the number of coins and a general description of the creation of cryptocurrencies.

Table 1 refers to the classification of selected cryptocurrencies based on anonymity.

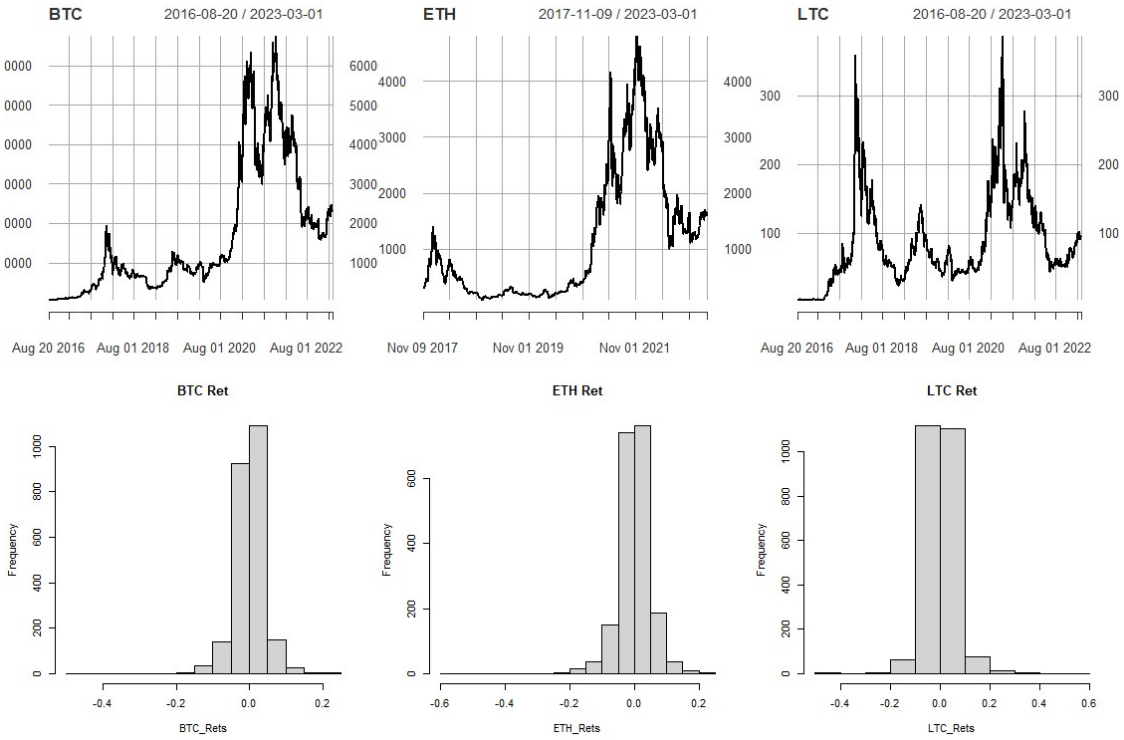
Table 1 Anonymity and transparency of selected cryptocurrencies.

Anonymous	Pseudo – anonymous	Transparent
	Bitcoin Ethereum Litecoin	XRP

Source: own processing.

As can be seen from Table No. 1, the most represented group consisting of cryptocurrencies with a transparent - public blockchain, namely Bitcoin, Ethereum and Litecoin, is the pseudo-anonymous group. As a result, these three analysed cryptocurrencies can be determined as anonymous. Still, in the case of a transaction, they can be assigned to a specific user account and thus lose their anonymity. In the case of XRP, we can talk about complete transparency since XRP was created as an innovative technology for banking software.

Figure 1 Bitcoin, Etherum, and Litcoin price and return performance.



Note: This figure indicates price and return performance of Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH), and Litecoin (LTC). The series cover the period from August 2nd 2016 to August 1st 2023 based on daily frequencies.

Table No. 2 refers to all important transaction options for analysing selected cryptocurrencies.

Table 2 Transaction options aspects for analysing selected cryptocurrencies.

Cryptocurrency name	Number of transactions per second	Average transaction confirmation interval	Transaction fee in USD
Bitcoin	7	72 min	0,10-0,62
Ethereum	30	5 min	0,48
Litecoin	12	22 min	0,10-0,25
XRP	1500	3-5 sec	0,000003456

Source: own processing.

The number of transactions is fixed, and as seen from Table No. 2, the most influential cryptocurrency in terms of the number of transactions per second is the XRP currency,

namely 1500 transactions per second. It is almost as powerful as Visa (1664 transactions per second) or Mastercard (1567 transactions per second). Bitcoin has the longest average transaction confirmation time, namely 72 minutes. This confirmation time is justified by the most significant presence in the market and the resulting highest number of transactions, where only seven transactions can be made in one second based on Bitcoin technology. In contrast, the XRP currency performs transaction confirmation almost instantly.

The fees listed in Table No. 2 are only transaction verification fees and are not the entire fee the user must pay in case of trading. The central part of the fee is the cost of electricity.

The value of the fee is therefore given as a share of the electricity consumed for Bitcoin mining per year and the number of transactions, and then the number of blocks, which contain 1600-2400 transactions, with the fact that the verification of one block takes an average of 10 minutes. The global cost of electricity consumption for Bitcoin mining is $3.3 billion. The variance based on the number of transactions in individual blocks can be found based on the model examples below.

$$3.300.000.000 \div 365 \div 24 \div 6 \div 1600 = 39{,}24\ USD \quad (6)$$

$$3.300.000.000 \div 365 \div 24 \div 6 \div 2400 = 26{,}14\ USD \quad (7)$$

The fee for confirming a Bitcoin transaction ranges from $26.14 to $39.24. The average price of the fee is USD 32.69, i.e., CZK 730. This fee price does not include the costs associated with the mining hardware, which can amount to considerable sums. The transaction fee for Bitcoin alone, which is 0.10 USD - 0.62 USD, becomes negligible compared to the price of the electricity fee and hardware costs.

In the case of Ethereum and Litecion, electricity consumption fees are different compared to Bitcoin and are lower by 80%-95%. On average, transaction confirmation fees for ETH and LTC are $4.09 (CZK 91.3) combined with a transaction execution fee of $0.48 for ETH and $0.175 for LTC.

In the case of XRP, the cost of electricity consumption is neglected since the currency is not mined but only managed by a central governing authority, for which the user pays a transaction fee of an average value of 0.000003456 USD, which can be taken as a nominal fee and can therefore be stated, that the XRP transaction confirmation fee is free. Table 3 refers to the description of the analysed cryptocurrencies.

Table 3 Description of selected cryptocurrencies.

Cryptocurrency name	Origin	Number of coins as of 3/10/2023 (circulating market supply)	Maximum number of coins in circulation
Bitcoin	Extraction	19.325.849	21.000.000
Ethereum	Extraction	122.372.489	Unlimited
Litecoin	Extraction	71.498.663	84.000.000
XRP	Emission	50.948.238.947	100.000.000.000

Source: own processing.

Origination in the case of BTC, ETH, and LTC occurs based on mining either a limited or unlimited amount of coins that may be available to cryptocurrency users. In the case of XRP, this currency (100 billion pieces) was created in one moment, and they were introduced gradually to the financial market using emissions - the so-called release process. Based on the data from Table 3, it is possible to identify the similarity in mining and the number of coins in circulation of Bitcoin and Litecoin since these two currencies depend on each other, and Litecoin was created from Bitcoin. The number of coins in circulation in the case of BTC as of 03/10/2023 is 92% of the maximum amount. In the case of LTC, 91.1% of the total amount can be introduced to the cryptocurrency market based on the protocols of both currencies.

Analysis of the development of the value of selected cryptocurrencies for the period 2018-2022

BTC exchange rate development for the period 2018-2022

The following Table 4 shows the development of the exchange rate value of Bitcoin in USD from 1/1/2018 to 12/31/2022. From the values shown, the highest value, namely 47,735 USD, was recorded by BTC 1.1. 2022. On the contrary, the lowest value, namely USD 3,707, was recorded by BTC on 12/31/2018.

Table 4 BTC exchange rate development for the period 2018-2022 in USD.

1. 1. 2018	31. 12. 2018
9.172	**3.707**
1. 1. 2019	31. 12. 2019
3.799	**7.193**
1. 1. 2020	31. 12. 2020
7.197	**28.916**
1. 1. 2021	31. 12. 2021
29.324	**46.196**
1. 1. 2022	31. 12. 2022
47.734	**16.532**

Source: own processing.

Table 5 shows the percentage development of the exchange rate value of Bitcoin from 1/1/2018 to 12/31/2022. The stated values are given based on the percentage increase or decrease of the percentage value compared to the previous period.

Table 5 Percentage evolution of BTC exchange rate value for the period 2018-2022.

1. 1. 2018	**1. 1. 2019**	**1. 1. 2020**	**1. 1. 2021**	**1. 1. 2022**	**31. 12. 2022**
0 %	- 58 %	+ 89 %	+ 307 %	+ 63 %	- 65 %

Source: own processing.

Calculating the return on investment of USD 4,000 in BTC using the ROI method:

$$ROI = \frac{7.208}{4.000} - 1 = 80\ \% \tag{8}$$

Calculating tax on a $4,000 BTC investment using the FIFO method:

$$Tax = (7.208 - 4.000) * 0{,}15 = 481\ USD \tag{9}$$

Calculating the return on investment of USD 4,000 in BTC using the after-tax ROI method:

$$ROI = \frac{6.727}{4.000} - 1 = 68\ \% \tag{10}$$

Based on the calculations, the net profit from the invested USD 4,000 in BTC after tax deduction is USD 2,727 (CZK 60,893), corresponding to a 68% return on invested capital.

ETH exchange rate development for the period 2018-2022

Table 6 shows the development of the exchange rate value of Ethereum in USD from 1/1/2018 to 12/31/2022. From the values shown, it can be concluded that ETH recorded the highest value of 3,676 USD on 12/31. 2021. Conversely, the lowest value of USD 129 was recorded by ETH on 12/31/2018.

Table 6 ETH exchange rate development for the period 2018-2022 in USD.

1. 1. 2018	31. 12. 2018
772	**132**
1. 1. 2019	31. 12. 2019
139	**129**
1. 1. 2020	31. 12. 2020
131	**737**
1. 1. 2021	31. 12. 2021
729	**3676**
1. 1. 2022	31. 12. 2022
3768	**1195**

Source: own processing.

Table 7 shows the percentage development of the Ethereum exchange rate value from 1/1/2018 to 12/31/2022. The stated values are given based on the percentage increase or decrease of the percentage value compared to the previous period.

Table 7 Percentage development of the Ethereum exchange rate value for the period 2018-2022.

1. 1. 2018	1. 1. 2019	1. 1. 2020	1. 1. 2021	1. 1. 2022	31. 12. 2022
0 %	- 82 %	- 6 %	+ 456 %	+ 417 %	- 68 %

Source: own processing.

Calculating the return on investment of USD 4,000 in ETH using the ROI method:

$$ROI = \frac{6.191}{4.000} - 1 = 54{,}7\ \% \tag{11}$$

Calculating tax on a $4,000 ETH investment using the FIFO method:

$$Tax = (6.191 - 4.000) * 0{,}15 = 329\ USD \tag{12}$$

Calculating the return on investment of USD 4,000 in ETH using the after-tax ROI method:

$$ROI = \frac{5862}{4.000} - 1 = 46{,}5\ \% \tag{13}$$

Based on the calculations, it can be concluded that the net profit from the invested USD 4,000 in ETH after tax deduction is USD 1,862 (CZK 41,578), which corresponds to a 46.5% return on invested capital.

LTC exchange rate development for the period 2018-2022

Table 8 shows the evolution of the exchange rate value of Litecoin in USD from 1/1/2018 to 12/31/2022. From the values shown, the highest value, namely 150.7 USD, was recorded by LTC 1.1. 2022. On the contrary, the lowest value of USD 29.9 was recorded by LTC on 12/31/2018.

Table 8 LTC exchange rate development for the period 2018-2022 in USD.

1. 1. 2018	31. 12. 2018
53,2	**29,9**
1. 1. 2019	31. 12. 2019
31,5	**41,4**
1. 1. 2020	31. 12. 2020
41,6	**124,4**
1. 1. 2021	31. 12. 2021
125,9	**146,2**
1. 1. 2022	31. 12. 2022
150,7	**69,9**

Source: own processing.

Table 9 shows the percentage evolution of the Litecoin exchange value from 01/01/2018 to 12/31/2022. The indicated values are given based on the percentage increase or decrease of the percentage value compared to the previous period.

Table 9 Percentage development of the LTC exchange rate value for the period 2018-2022.

1. 1. 2018	**1. 1. 2019**	**1. 1. 2020**	**1. 1. 2021**	**1. 1. 2022**	**31. 12. 2022**
0 %	- 41 %	+ 32 %	+ 200 %	+ 19 %	- 53 %

Source: own processing.

Calculating the return on investment of USD 4,000 in LTC using the ROI method:

$$ROI = \frac{5.255}{4.000} - 1 = 31{,}3\ \% \tag{14}$$

Calculating tax on a $4,000 LTC investment using the FIFO method:

$$Daň = (5.255 - 4.000) * 0{,}15 = 188\ USD \tag{15}$$

Calculating the return on investment of USD 4,000 in LTC using the after-tax ROI method:

$$ROI = \frac{5067}{4.000} - 1 = 26{,}7\ \% \tag{16}$$

Based on the calculations, the net profit from the invested USD 4,000 in LTC after tax deduction is USD 1,067 (CZK 23,826), corresponding to a 26.7% return on invested capital.

XRP exchange rate development for the period 2018-2022

Table 10 shows the development of the exchange rate value of XRP in USD from 1/1/2018 to 12/31/2022. From the values shown, it can be concluded that the highest value, namely 0.851 USD, was recorded by XRP 1.1. 2022. On the contrary, the lowest value, USD 0.193, was recorded by XRP on 12/31/2019.

Table 10 XRP exchange rate development for the period 2018-2022 in USD.

1. 1. 2018	31. 12. 2018
0,223	**0,35**
1. 1. 2019	31. 12. 2019
0,362	**0,193**
1. 1. 2020	31. 12. 2020
0,195	**0,219**
1. 1. 2021	31. 12. 2021
0,237	**0,831**
1. 1. 2022	31. 12. 2022
0,851	**0,338**

Source: own processing.

Table 11 shows the percentage development of the exchange rate value of XRP from 1/1/2018 to 12/31/2022. The indicated values are given based on the percentage increase or decrease of the percentage value compared to the previous period.

Table 11 Percentage development of the XRP exchange rate value for the period 2018-2022.

1. 1. 2018	**1. 1. 2019**	**1. 1. 2020**	**1. 1. 2021**	**1. 1. 2022**	**31. 12. 2022**
0 %	+ 62 %	- 46 %	+ 23 %	+ 259 %	- 60 %

Source: own processing.

Calculating the return on investment of USD 4,000 in XRP using the ROI method:

$$ROI = \frac{6.062}{4.000} - 1 = 51{,}6\ \% \tag{19}$$

Calculating tax on a $4,000 XRP investment using the FIFO method:

$$Tax = (6.062 - 4.000) * 0{,}15 = 309\ USD \tag{20}$$

Calculating the return on investment of USD 4,000 in XRP using the after-tax ROI method:

$$ROI = \frac{5753}{4.000} - 1 = 43{,}8\ \% \tag{21}$$

Based on the calculations, it can be concluded that the net profit from the invested USD 4,000 in XRP after the tax deduction is USD 1,753 (CZK 39,144), which corresponds to a 43.8% return on invested capital.

Comparison of selected cryptocurrencies based on profitability

Profitability was determined using the ROI method based on calculations of the exchange rate value of all four analyzed cryptocurrencies from 1/1/2018 to 12/31/2022. More information can be found in Table 11.

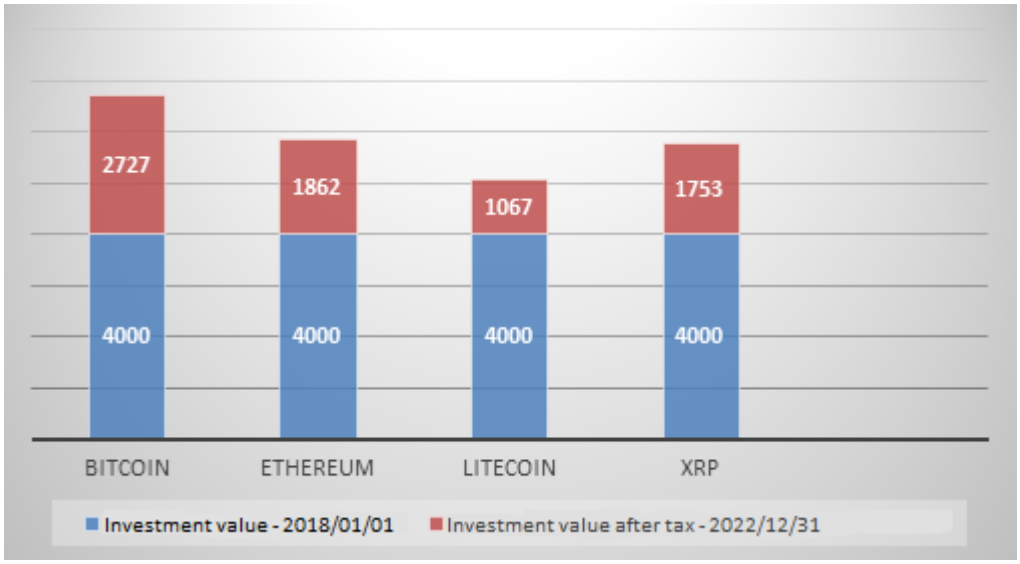
Table 12 Profitability of selected cryptocurrencies based on the ROI method.

Cryptocurrency name	Bitcoin	Ethereum	Litecoin	XRP
Profitability according to ROI	68 %	46,5 %	26,7 %	43,8 %

Source: own processing.

The results in Table 11 show that the most profitable cryptocurrency for the analysed period is Bitcoin, whose profitability is 68% of the profit from the original investment of USD 4,000. Net profit after tax is $2,727. The second highest profitability was recorded by Ethereum, namely a profit of 46.5% from the initial investment of 4,000 USD. Net profit after tax is estimated at $1,862 for Ethereum.
The XRP currency recorded slightly less profitability, the profitability of which is determined at 43.8% of the profit from the initially invested amount of USD 4,000. The lowest profitability of the cryptocurrencies analysed belongs to Litecoin and is determined at 26.7% of the profit from the initially invested USD 4,000. For better orientation, Figure 1 is inserted with a graphical representation of the initial and final values of individual investments in BTC, ETH, LTC and XRP for the analysed period.

Figure 2 Investment values of selected cryptocurrencies.



Source: own processing.

Based on the data from Figure 1, it can be stated that all analysed cryptocurrencies made a profit during the monitored period. The most profitable was Bitcoin, whose value at the end of the monitored period was 6,727 USD (net profit of 2,727 USD). The second highest profitability was recorded by Ethereum, which had a value of 5,862 USD at the end of the monitored period (net profit of 1,862 USD). At the end of the period under review, XRP reached a value less than 3% lower than Ethereum, namely USD 5,753 (net profit of USD 1,753). The lowest value of the selected cryptocurrencies at the end of the analysed period was achieved by Litecoin, namely a value of 5,067 USD (net profit of 1,067 USD).

Based on the development of the value of the investment, when the most profitable was Bitcoin, then Ethereum, then XRP, and the least good was Litecoin, it can be interestingly stated that the order of these cryptocurrencies corresponds to their order based on market capitalisation on the market as of 31/12/2022 when cryptocurrencies were ranked one after the other, as in the case of the value as mentioned above analysis - 1. Bitcoin, 2. Ethereum, 6. XRP, 13. Litecoin.

Discussion

Based on the results achieved using the method of analysis and comparison, it is possible to answer the research questions defined in the chapter on the objectives of this research.

RQ1: What is the profitability of investing in Bitcoin, Ethereum, Litecoin and XRP, and which cryptocurrencies were the most profitable in the period 2018-2022?

Based on profitability calculations using the ROI method, it can be stated that none of the analysed cryptocurrencies achieved negative profitability, and the invested capital at the beginning of 2018 showed profitability at the end of 2022. The profitability of each cryptocurrency analysed is different and ranges between 68%-26.7%. The most profitable of the analysed virtual currencies for the monitored period is Bitcoin, which, based on the calculation of profitability according to the ROI method, presents a profitability of 68% after deducting tax from other income. Using a model investment example with invested capital worth USD 4,000, it was found that the total value of the investment in Bitcoin was USD 6,727 at the end of the monitored period. Therefore, the net profit when fulfilling the tax obligation was USD 2,727 (CZK 60,893). From this value, it can be concluded that the annual average profit of the investment is 545 USD (12,179 CZK) and in the case of a monthly average profit, the value is 45.5 USD (1,015 CZK). Based on the results, Ethereum was found to be the second most profitable cryptocurrency for the analysed period, the profitability of which, based on the calculation using the ROI method, reached 46.5% after deducting the tax from other income. Using a model investment example with an invested capital of USD 4,000, it was found that the total value of the Ethereum investment was USD 5,862 at the end of the analysed period. The net profit of the asset after tax deduction from other income amounted to USD 1,862 (CZK 41,578). From this value, it can be concluded that the annual average profit of an investment in Ethereum is USD 372.4 (CZK 8,315), and in the case of a monthly average profit, the value is USD 31 (CZK 693). The third best-performing currency based on profitability is XRP. The return on investment in XRP is 43.8% using the ROI method and the subsequent result. Using a model investment example with $4,000 of invested capital, the XRP investment's total value was $5,753 at the end of the review period.

The net profit of the investment after deducting tax from other income amounted to USD 1,753 (CZK 39,144). From this value, it can be concluded that the annual average profit of an investment in XRP is USD 351 (CZK 7829) and in the case of a monthly average profit, the value is USD 29.2 (CZK 652).

Litecoin is the cryptocurrency with the worst profitability from the set of cryptocurrencies analysed, which, based on the calculation using the ROI method, was 26.7%. Based on a model investment example with an invested capital of USD 4,000, the Litecoin investment's total value was USD 5,067 at the end of the period under review.

The asset's net profit after the tax deduction from other income amounted to USD 1,067 (CZK 23,826). From this value, it can be concluded that the annual average profit of an investment in XRP is USD 213.4 (CZK 4,765), and in the case of a monthly average profit, the value is USD 17.8 (CZK 397). Refer to Table 12 for a summary of all the essential values and profitability of the analysed BTC, ETH, LTC and XRP.

Table 13 Summary of BTC, ETH, LTC and XRP profitability and values.

Cryptocurrency name	Bitcoin	Ethereum	Litecoin	XRP
Profitability in %	68	46,5	26,7	43,8
Value at the end of the period in USD	6.727	5.862	5.067	5.753
Net profit at the end of the period in USD	2.727	1.862	1.067	1.753

Source: own processing.

RQ2: What are the possibilities and features of a transaction using Bitcoin, Ethereum, Litecoin and XRP?

The basic possibilities and characteristics of transactions using them are determined by analysing selected cryptocurrencies. The primary and most essential transaction circles include the number of transactions per second, the average transaction interval, and the transaction fee. The analysed cryptocurrencies can be divided into two groups based on the results. The first group comprises pseudo-anonymous cryptocurrencies, namely Bitcoin, Ethereum and Litecoin. The second group consists of a single representative, the fully transparent XRP currency. The set of cryptocurrencies is divided into two groups based on the similarity of properties and the fees charged for carrying out the transaction.

The first group consisting of Bitcoin, Ethereum and Litecoin, combines a similar number of transactions using these currencies per second, with seven transactions for Bitcoin, 30 for Ethereum and 12 for Litecoin. Bitcoin has the most prolonged transaction confirmation interval, with an average of 72 minutes. The Bitcoin derivative Litecoin has a noticeably shorter average transaction confirmation interval of 22 minutes. Ethereum, which operates on its protocol, source code and, unlike Bitcoin and Litecoin, operates on the principle of Proof of Stake, has an average transaction confirmation interval of 5 minutes. The similarity between these three analysed cryptocurrencies can also be found in the transaction fee amount. For Ethereum, the transaction fee is fixed at $0.48. For Bitcoin and Litecoin, the transaction fee varies within a specific range, namely USD 0.10-0.62 for Bitcoin and USD 0.10-0.25 for Litecoin. However, within the framework of a Bitcoin transaction, the fee for the functioning of Bitcoin must be taken into account, as well as its financially demanding energy consumption and hardware equipment. Based on calculations of the average fee for a Bitcoin transaction, 32.69 USD (730 CZK) is found. The fee for making a transaction using Bitcoin, which is in the range of 0.10-0.62 USD, becomes negligible at 32.69 USD. Due to the high fee for a Bitcoin transaction, paying small amounts with Bitcoin (e.g. drinks or food in a restaurant) is not recommended, as the transaction fee alone would exceed the amount paid many times over. The average total fee for a transaction using Ethereum and Litecoin is USD 4.09 (CZK 91.3).

The second group, formed by the XRP cryptocurrency, differs from the previous one in all analysed areas. Thanks to its advanced software, it can perform up to 1,500 transactions per

second, while the average confirmation interval is 4 seconds. In terms of the number of possible transactions per second, XRP can compete with, for example, Visa (1,664 transactions per second) or Mastercard (1,567 transactions per second). The average XRP transaction fee is $0.000003456. This fee can be taken as negligible within the payment. Of all the cryptocurrencies analysed, XRP is the most powerful in transactions. This fact is because XRP was created as a software for banking companies.

Conclusion

Cryptocurrencies are an attractive alternative investment tool that will increase interest in the future. The expectation of growth in the market capitalisation of cryptocurrencies is supported by high volatility and high profitability of invested capital. However, it is necessary to consider the high level of risk, which can be in the form of regulations, hacker attacks and, last but not most minor, sharp falls in the exchange rates of individual currencies, which can also be artificially created. From the point of view of a potential investor in virtual currencies, it is necessary to consider both the positive and negative properties that cryptocurrencies offer and, based on them, decide whether to invest. The limit of this research is partly the inconsistent opinion and definition of crypto-currency experts, as well as a specific complication in choosing a method for calculating the tax payment within the profit from crypto-currency. In the future, the issue of crypto-currencies will likely be more specific and regulated by legislation. Based on the results of this research, the obtained data can be followed up on the profitability of cryptocurrencies and analysis on the prediction of the development of the value course of cryptocurrencies.

This article aimed to identify the position of cryptocurrencies on the financial market in connection with the profitability development in selected types of cryptocurrencies for 2018-2022. The goal of the work is fulfilled, as cryptocurrencies were identified and defined using the analysis method. Subsequently, a comparative process was carried out for this analysis, the purpose of which was to compare selected cryptocurrencies in terms of their functioning and properties, exchange rate development, and profitability when using the method ROI.

Acknowledgement

This research was supported/funded by the Institute of Technology and Business in České Budějovice, project IVSUZO2301—The impact of the circular economy on the share prices of companies listed on the stock exchange.

References

AHARON D. Y., QADAN M., 2022. Infection, invasion, and inflation: Recent lessons. *Finance Research Letters*, 50. doi: 10.1016/j.frl.2022.103307

ALEXIADOU M., SOFIANOS E., GOGAS P., PAPADIMITRIOU T., 2023. Cryptocurrencies and Long-Range Trends. *International Journal of Financial Studies,* **11**(1), 40.

ALIU F., HAŠKOVÁ S., ŠULEŘ P., 2022. Sustainability of electricity prices and the consequences for the Prague Stock Exchange. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. **10**(2), 473-494. ISSN 2345-0282.

ALMEIDA D., DIONÍSIO A., FERREIRA P., VIEIRA I., 2023. Impact of the COVID-19 Pandemic on Cryptocurrency Markets: A DCCA Analysis. *Financial Technology*, **2**(2), 294-310.

BARTOLUCCI S., KIRILENKO A. 2020. A model of the optimal selection of crypto assets. *Royal Society Open Science,* **7**(8). doi:10.1098/rsos.191863

CALVÃO F., 2019. Crypto-miners: Digital labor and the power of blockchain technology. *Economic Anthropology,* **6**(1). doi: 10.1002/sea2.12136

GAO P., ŠULEŘ P., TANG H. Will the luxury culture of the financial industry spread to non-financial companies? Based on empirical evidence of corporate financialization. *Journal of International Studies,* **15**(2),248-268. ISSN 2306-3483.

GUPTA H., CHAUDHARY R., 2022. An Empirical Study of Volatility in Cryptocurrency Market. *Journal of Risk and Financial Management,* **15**(11), 513. https://doi.org/10.3390/jrfm15110513

HOWARTH J., 2023. How Many Cryptocurrencies are There In 2023? Exploding Topics - Discover the hottest new trends [online]. Available from: https://explodingtopics.com/blog/number-of-cryptocurrencies

JIANG Z., TANG X., ZHENG Z., GUO J., LUO, X., LI Y., 2023. Calling relationship investigation and application on Ethereum Blockchain System. *Empirical Software Engineering*, **28**(2). doi: 10.1007/s10664-022-10240-4

KAPENGUT E., MIZRACH B., 2023. An Event Study of the Ethereum Transition to Proof-of-Stake. *Commodities,* **2**(2), 96-110.

KLEŠTIK T., VALÁŠKOVÁ K., LAZAROIU G., KOVÁČOVÁ M., VRBKA J., 2020. Remaining financially healthy and competitive: The role of financial predictors. *Journal of Competitiveness,* **12**(1), 74-92. ISSN 1804-171X. doi:10.7441/joc.2020.01.05.

KORENNAYA A., TYDYKOVA N., 2019. Crypto Currency as an Object and Instrument of Committing Crimes. *Russian Journal of Criminology,* **13**(3), 408-415. doi: 10.17150/2500-4255.2019.13(3).408-415

KRÓL M., SONNINO A., AL-BASSAM A., TASIOPOULOS, A. G., 2021. Etienne RIVIÈRE a Ioannis PSARAS. 2021. Proof-of-Prestige: A Useful Work Reward System for Unverifiable Tasks. *ACM Transactions on Internet Technology,* **21**(2). doi: 10.1145/3419483

KUČERA J., KALINOVÁ E., DIVOKÁ L., 2022. Profitability of current investments in stock indexes. *Entrepreneurship and Sustainability Issues,* **10**(1), 420-434. ISSN 2345-0282.

LANSIAUX E., TCHAGASPANIAN N., FORGET J., 2022. Community Impact on a Cryptocurrency: Twitter Comparison Example Between Dogecoin and Litecoin. *Frontiers in Blockchain,* 5. doi: 10.3389/fbloc.2022.829865

MARIAPPAN L. T, PANDIAN J. A. , KUMAR V. D., GEMAN O., CHIUCHISAN I., NĂSTASE C. A., 2023. Forecasting Approach to Cryptocurrency Price Index Using Reinforcement Learning. *Applied Sciences,* **13**(4).

MAROUŠEK J., HAŠKOVÁ S., ZEMAN R., VANÍČKOVÁ R., 2015. Managerial Preferences in Relation to Financial Indicators Regarding the Mitigation of Global Change. *Science and Engineering Ethics,* **21**(1), 203-207. ISSN 1353-3452. doi:10.1007/s11948-014-9531-2.

NAKAMOTO S., 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cah system [online]. Available from: http://courses.csail.mit.edu/6.857/2015/files/L07-nakamoto-bitcoin-a-peer-to-peer-electronic-cash-system.pdf

NICA E., STEHEL, V., 2021. Internet of Things Sensing Networks, Artificial Intelligence-based Decision-Making Algorithms, and Real-Time Process Monitoring in Sustainable Industry 4.0. *Journal of Self-Governance and Management Economics*, **9**(3), 35-47. ISSN 2329-4175.

PRASOLOV V. I., KOLESNIKOVA A. S., 2018. Aspects of Crypto Currency's Legislative Regulation. / Aspectos de la regulación legislativa de la moneda criptográfica. *Utopía Y Praxis Latinoamericana*, **23**(82), 262-268.

RUIZ E., ANGELIS J., 2022. Combating Money Laundering with Machine Learning – Applicability of Supervised-Learning Algorithms at Cryptocurrency Exchanges. *Journal of Money Laundering Control*, **25**(4), 766–778. doi.org/10.1108/JMLC-09-2021-0106

SIMANOVSKIY A., 2018. On the issue of crypto-currency economic nature. *Voprosy Ekonomiki*, **9**. doi: 10.32609/0042-8736-2018-9-132-142

TROJÁKOVÁ M., HORÁK J., 2021. Investing in Apple stock. *Journal of Valuation and Expertness,* **6**(2), 1-14. ISSN 2533-6258.

UDDIN S., MANNAN M., YOUSSEF A., 2021. Horus: A Security Assessment Framework for Android Crypto Wallets. In: GARCIA-ALFARO, Joaquin, Shujun LI, Radha POOVENDRAN, Hervé DEBAR a Moti YUNG, ed. Security and Privacy in Communication Networks. Cham: Springer International Publishing, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering. ISBN 978-3-030-90021-2. doi: 10.1007/978-3-030-90022-9_7

VALASKOVÁ K., HORÁK J., LĂZĂROIU G., 2022. Socially Responsible Technologies in Autonomous Mobility Systems: Self-Driving Car Control Algorithms, Virtual Data

Modeling Tools, and Cognitive Wireless Sensor Networks. Contemporary Readings in Law and Social Justice. *Addleton Academic Publishers*, **14**(2),172-188. ISSN 1948-9137.

WANG Q., 2021. Cryptocurrencies asset pricing via machine learning. *International Journal of Data Science and Analytics*, **12**(2). ISSN 2364-415X. doi: 10.1007/s41060-021-00252-6

WEIERUD F., ZABELL S., 2020. German mathematicians and cryptology in WWII. *Cryptologia.* doi:10.1080/01611194.2019.1600076

ZANDL P., 2022. *Mýty a naděje digitálního světa: vše, co potřebujete vědět o kryptoměnách, umělé inteligenci a dalších převratných technologiích [Myths and hopes of the digital world: everything you need to know about cryptocurrencies, artificial intelligence and other disruptive technologies]*. Brno: Jan Melvil Publishing, Pod povrchem. ISBN 978-80-7555-175-7.

ZIMBA A., WANG Z., HCHEN H., MULENGA M., 2019. Advances in Cryptovirology: State-of-the-Art Crypto Mining and Crypto Ransomware Attacks. *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, **13**(6). doi: 10.3837/tiis.2019.06.027

Contact address of the authors:

Yelyzaveta APANOVYCH School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic, e-mail: apanovych@znalcivste.cz.

Jakub ŠAFÁŘ, School of Expertness and Valuation, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Czech Republic, e-mail: 21641@mail.vstecb.cz.

THE IMPACT OF INFLATION ON SHARE PRICES IN THE CZECH REPUBLIC

Matyáš Pinta, Vilém Kovač [2]

[1] Institute of Technology and Business in České Budějovice, School of Expertness and Valuation, Czech Republic
[2] Technical University of Košice, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies

Abstract

The aim of the study was to assess whether inflation in 2018-2022 affected the stock price in the Czech Republic. Specifically, for the two companies under study, ČEZ, a. s. and Komerční banka, a. s. The method of data collection was content analysis, which was used to identify data on the development of inflation in the Czech Republic and the development of stock prices in the companies under study. Pearson correlation coefficient was used as a method for data processing. The reliability of the coefficient r was verified using t - test. From the collected data it is evident that the development of inflation in the Czech Republic was negative. It was mainly influenced by the energy crisis and the state of war in Ukraine. The share price development of ČEZ, a. s. was positive, the value of the share was increasing. This was influenced by energy prices and higher profits in the energy sector. The price development at Komerční banka, a. s. was not favourable. The value of the share declined. Above all, the fear of an impending recession in the business cycle and the situation where the company had to pay 60% of its extraordinary profits. It is not possible to determine 100% what effect inflation has on the development of shares in the Czech Republic. Once the relationship turned out positive, the other time negative. It depends on how inflation affects the sector in which companies operate.

Keywords: Inflation, inflation development, shares, stock market, share price, share development

Úvod

Rozdělení zdaněného zisku je jedním ze základních problémů finančního oddělení společnosti. Výše zisku ovlivňuje výši investic, avšak výše dividend se projevuje v ceně akcií (Sierpinska-Sawicz & Sierpinska, 2022). Rostoucí příjmová a majetková nerovnost v posledních 40 letech v mnoha vyspělých zemích vedla k obnovení zájmu o příčiny příjmové a majetkové nerovnosti v ekonomikách a rozdělování bohatství. Jedním z faktorů nerovnosti je inflace (El Herradi et al., 2023). Dle Pinter (2022) podíl inflace a vázaného dluhu na celkovém veřejném dluhu je pro cyklický. Shevchenko (2022) vysvětluje, že míra inflace je tvořena jak z peněžních, tak nepeněžních faktorů. Třetím a velmi důležitým aspektem jsou demografické faktory.

Peněžní model je navržen takovým způsobem, že je schopen prozkoumat, jakou funkci má riziko hrubého vypořádání v úvěrové ekonomice. Hrubé vypořádání tlumí ztrátu vyplývající z inflace. To je důvod, proč je pro stát mít optimální vliv inflace (Choi, 2021). Inflace zmírňuje vztah mezi rizikem likvidity vládních bank a cenou akcií, ale nedokáže zmírnit vztah mezi úvěrovým rizikem a cenou akcií (Meliza, 2021). Velkou roli v ekonomice hrají také měnové kovy. Podle Revenda & Arltova (2022) má inflace silný dopad na tržní ceny akcií v indexu S&P 500 a tržní ceny zlata.

Akciové trhy jsou finančním nástrojem, jenž obstarává likviditu pro firmy a nabízí výhody pro subjekty, které investují. V zemích, které leží na východní straně Evropy, jsou naopak akciové trhy málo účinné, to pak vede k spekulativním hodnotám cenných papírů (Aliu et al., 2021). Chi et al. (2020) vysvětlují, že u společností dochází k velké inflaci cen akcií, jestliže mají generální ředitelé nepříliš dlouhé období motivace. Inflace cen akcií je vysvětlena nečekaným příjmem ze zisků.

Výkonnost trhu s akciemi je zkoumána na základě faktorů akciového trhu, které se dělí na makroekonomické ukazatele, například HDP, míra inflace nebo úroková míra, a na institucionální faktory, jako je nerovnováha příjmů, politická a obchodní liberalizace nebo právní prostředí (Afza & Poornima, 2020). Podle Toan (2019) je výkonnost akciového trhu negativně ovlivněna indexem spotřebitelských cen v krátkém i dlouhém období. Ekonomický růst a úroková míra souvisejí s vývojem výkonnosti akciového trhu v krátkém období. Idan (2022) vysvětluje, že míra inflace spolu s cenou ropy, spotřebou energie a HDP má podstatný vliv na výkonnost akciového trhu. Zatímco HDP a cena ropy mají vliv příznivý, tak míra inflace a spotřeba energie dopad negativní. Dle Banda et al. (2019) má inflace velmi značný pozitivní vliv s cenami akcií. Naopak mezi sazbami úrokovými a cenami akcií byl vztah negativní. Cílem práce je zhodnotit, zda inflace v letech 2018 - 2022 ovlivňuje cenu akcií v České republice.

VO1: Jak se vyvíjela inflace v České republice v letech 2018 – 2022?

VO2: Jak se vyvíjela cena akcií ČEZ, a. s. a Komerční banky, a. s. v České republice v letech 2018 – 2022?

VO3: Jaký je vztah mezi vývojem inflace a cen akcií v daném období?

Literární rešerše

Zvýšení transparentnosti měnové politiky může nejen snížit inflaci, inflační očekávání, volatilitu inflace, volatilitu inflačních očekávání, ale také snížit míru obětování, tj. stabilizovat cenovou hladinu s menšími protiinflačními náklady. Nejlepším modelem pro měření volatility inflace a inflačních očekávání je model binární stochastické volatility s konstantní korelací s jednosměrným Grangerovým efektem. Ke stabilizaci volatility inflace je zapotřebí stabilizace volatility inflačních očekávání. Udržování stabilních inflačních očekávání je tedy důležitější než udržování stálých cen (He et al., 2023). Podle Matthews & Ong (2022) ovšem výsledky ukazují, že měnový agregát 4 je Grangerovou příčinou inflace a inflačních očekávání, a rozklad rozptylu inflace ukazuje, že zatímco inflační očekávání pomáhají ovlivňovat inflaci, po období pěti až osmi čtvrtletí dominuje v rozkladu rozptylu peněžní zásoba.

Van der Westhuizen et al. (2023) konstatují, že cílování inflace od svého přijetí jako politického rámce významně přispělo ke snížení úrovně inflace a inflační nejistoty. Inflační nejistota vedla ke zvýšení inflační nejistoty v celém období před cílováním inflace, zatímco zvýšená nejistota vedla ke zvýšení inflace pouze v desetiletí předcházejícím cílování inflace. Oproti tomu Hartmann et al. (2022) naznačují, že vyhlašování vyšších inflačních cílů, jak se o něm v současnosti diskutuje, může být nákladné z hlediska vyvolání vyšší inflační nejistoty. Cílování inflace nemělo významný dopad na volatilitu inflace, ovlivnilo vztah mezi inflací a inflační nejistotou. Dynamika volatility a asymetrie inflace představuje zásadní důsledky, které jsou diskutovány jako vodítko pro tvorbu politik (Tweneboah & Alagidede, 2019). Shehzad et al. (2021) pomocí modelu VARX-DCC-MEGARCH sdělují, že denní volatilita akciových trhů významně přelévá noční volatilitu akciových trhů. Takto to funguje například u amerických a čínských akciových trhů. Devaguptapu & Dash (2023) pomocí korelační analýzy říkají, že věnovat pozornost globálnímu vývoji komoditní inflace by mohlo pomoci lépe ukotvit inflační očekávání. Je tomu tak proto, že účinnost centrální banky při dosahování cenové stability může být oslabena, pokud existuje vztah mezi komoditní inflací a inflačním očekáváním. Také zdůrazňují význam účinné strategie informování domácností o skutečné inflaci, inflačním cíli a jejich informování o fungování měnové politiky.

Z výsledků srovnání jednotlivých trhů a srovnání mezi jednotlivými trhy vyplývá, že vnitřní úzkost drobných investorů je zásadním faktorem, který stimuluje akciový trh k náchylnosti k cenovým zvratům (Lin et al., 2020). Ngo et al. (2023) metodou pozorování zjišťuje, že potlačující vliv tržního podílu na riziko krachu akcií je oslaben relativní převahou dlouhodobých investorů. Tento zmírňující účinek horizontu investorů naznačuje kvazimonopolní izolaci od tržních tlaků jako vysvětlení snížení rizika krachu akcií u dominantnějších firem. Metodou korelace je zjištěno, že riziko ocasu akcií, riziko dluhopisového trhu a nejistota akciového trhu jsou dominantními faktory změny výhodnosti diverzifikace akcií a dluhopisů v obdobích tržních turbulencí (Sarwar, 2023).

Zjištění ukazují, že význam výkonnosti akciového trhu, vládní politiky, ekonomických otázek a výkonnosti akciového trhu sousední země má vliv na vnímání akciového trhu investory. Toto vnímání následně snižuje měsíční obchodování s akciemi a krátkodobý investiční horizont. Investoři musí při formování svého vnímání akciového trhu pečlivě zvažovat vnější investiční prostředí, protože toto vnímání je hnacím motorem investic do akcií (Khan et al., 2021). Dewi et al. (2019) na základě regresní analýzy tvrdí, že významný vliv na akciový trh má také likvidita trhu. Když byly přidány zpožděné prediktory efektivnosti

akciového trhu, ocenění akciového trhu a volatility akciového trhu, bylo zjištěno, že jsou významně spojeny s prvním zpožděním cen akcií. Hlavními závislými proměnnými akciového trhu jsou čtyři dimenze: efektivnosti akciového trhu, výnosnost akciového trhu, ocenění akciového marketu a volatilita akciového trhu.

Obsahovou analýzu použil Rafaqat et al. (2021). Na jejím základě tvrdí, že inflace, rentabilita aktiv, zisk na akcii a velikost podniku však mají pozitivní významný vztah k ceně akcie, zatímco ukazatel oběžných aktiv a ukazatel obratu aktiv mají negativní významný vztah k ceně akcie. Celkově lze říci, že základní faktory mají společně významný vliv na cenu akcií experimentovaných společností. Tuto metodu také využili Říhová & Svoboda (2019), kteří říkají, že u každého zveřejněného investičního doporučení byla porovnána cílová cena akcie, které má být dosaženo do jednoho roku, s vývojem její tržní ceny. Pokud tržní cena akcie dosáhla své cílové ceny do jednoho roku, lze investiční doporučení považovat za úspěšné a naopak.

Podle Bayala & Bama (2019) jsou všechny akcie kótované na regionální burze cenných papírů (BRVM) méně rotační a objem obchodovaných akcií na trhu je pozitivně korelován s objemem akcií v oběhu. To vede k závěru, že přístup většiny investorů je založen na zachování akcií na regionální burzovní hodnotě.

Pro zodpovězení první a druhé výzkumné otázky bude využita metoda obsahové analýzy, pro zodpovězení třetí výzkumné otázky bude využito metody korelační analýzy. Výsledky korelace budou ověřeny t – testem.

Data a metody

Data pro zjištění vývoje inflace v České republice jsou získávána z internetové stránky českého statistického úřadu https://www.czso.cz/ (Český statistický úřad, 2023). Zde jsou k dispozici data od roku 1998 až do roku 2022. Práci zajímá sledované období, tedy rok 2018 až 2022.

Pro zpracování dat a zodpovězení první výzkumné otázky byla použita metoda sběru obsahové analýzy. Obsahová analýza může zkoumat materiály a informace v písemné, ale i elektronické podobě. Výhoda této metody je prakticky neomezený čas. Data o vývoji inflace byla zapisována jednou měsíčně po dobu sledovaných pěti let. Celkem je tedy získáno šedesát dat, které jsou zapsaná v tabulce v programu Microsoft Excel. Tabulka je rozdělena podle let a měsíců.

Data pro získání vývoje cena akcií u výše zodpovězených firem jsou brána přímo z oficiálních stránek společností. Jak ČEZ, a. s., tak i Komerční banka, a. s. mají na svých webových stránkách https://www.cez.cz/ (Skupina ČEZ, 2023), https://www.kb.cz/ (Komerční banka, 2023) informace pro investory do akcií. Práci opět zajímá sledované období, tedy rok 2018 – 2022.

Stejně jako u první výzkumné otázky byla použita metoda sběru obsahové analýzy. Data o vývoji cen akcií byla zaznamenávána vždy na konci daného měsíce. Opět se tedy jedná o celkem šedesát získaných dat, které jsou přehledně zaznamenány v tabulkách v programu Microsoft Excel. Tabulky jsou celkem dvě. Jedna se vztahuje ke společnosti ČEZ, a. s. a

Metodou pro zjištění vztahu mezi vývojem inflace a vývojem cen akcií byla použita metoda korelační analýzy, konkrétně Pearsonův korelační koeficient. Tento koeficient se značí písmenem r a zjišťuje, jestli mezi vývojem cen akcií a vývojem míry inflace je vztah a jak moc ovlivňuje růst inflace zvyšování či snižování ceny akcií. Jestliže vyjde korelační vztah (r) rovno nule, tak mezi danými ukazateli žádný korelační vztah neexistuje. Aby tedy lineární korelace byla přítomna, musí platit, že r < 0, r > 0, r < 1 a r > -1.

Pokud vyjde, že r < 0, jedná se negativní korelaci. Pokud vyjde, že r > 0, tak se jedná o pozitivní korelaci. Pro koeficient r tedy obecně platí, že musí být v intervalu [-1;1]. Pro výpočet koeficientu se používá následující vzorec (Matematická biologie učebnice: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu, 2023):

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \overline{x})^2} \sqrt{\sum_i (y_i - \overline{y})^2}} \quad (1)$$

kde:

r značí Pearsonův korelační koeficint

x_i a y_i jsou hodnoty proměnných *x* a *y* v i-tém pozorování,

x a *y* jsou průměrné hodnoty *x* a *y* přes všechna pozorování,

Σ značí sumu všechno hodnot.

Hodnoty x_i" " "a" y_i jsou skutečné hodnoty, které byly pozorovány v konkrétním měření nebo situaci. Hodnoty ¯x "a" ¯(y) jsou hodnoty dané jako průměr všech hodnot v proměnných.

Všechna data budou zpracována v Microsoft Excel a pro vypočítání korelačního koeficientu r bude použita funkce „Correl“. Pro lepší interpretací v následující kapitole Výsledky bude korelační koeficient rozdělen do čtyř skupin na nízkou korelaci, střední nízkou korelaci, středně vysokou korelaci a vysokou korelaci.

Nízká korelace:	r = od 0,001 do 0,250 a od -0,001 do -0,250
Středně nízká korelace:	r = od 0,251 do 0,500 a od -0,251 do -0,500
Středně vysoká korelace:	r = od 0,501 do 0,750 a od -0,501 do -0,750
Vysoká korelace:	r = od 0,751 do 1 a od -0,751 do -1

Pro ověření statistické významnosti Pearsonova korelačního koeficientu se používá statistický test, který se nazývá t – test pro korelaci. Tento test se většinou provádí za účelem zjištění, jestli není nalezená korelace statistické signifikantní, tedy, zda ji nelze přičíst náhodě. Hypotézy tohoto testu jsou obvykle formu následovně:

Nulová hypotéza (H0): Neexistuje žádná korelace mezi dvěma proměnnými (r = 0)-

Alternativní hypotéza (H1): Existuje korelace mezi dvěma proměnnými ($r \neq 0$).

Pokud je výsledek testu pro korelaci statisticky významný, můžeme zamítnout nulovou hypotézu a říci, že existuje statistika signifikantní korelace mezi dvěma proměnnými.

Pro výpočet t – testu se používá následující vzorec (Matematická biologie učebnice: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu, 2023):

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (2)$$

kde:

t je t – test

r je Pearsonův korelační koeficient,

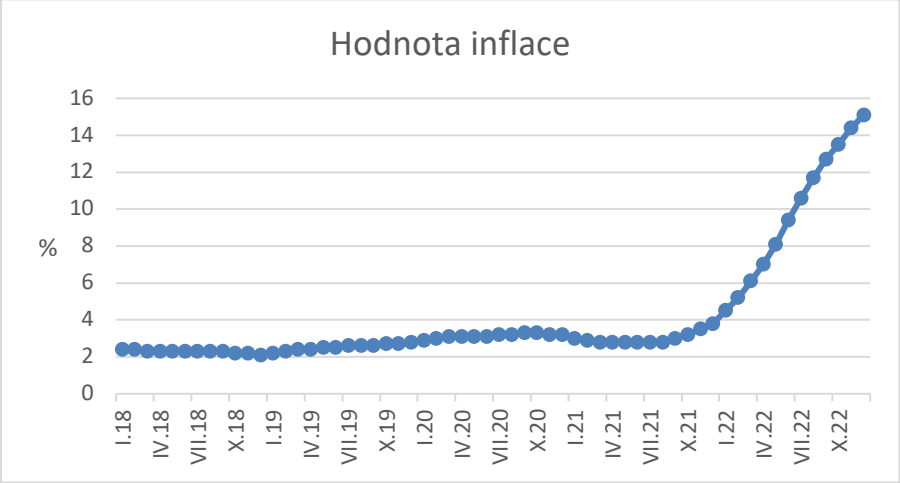
n je počet pozorování.

Všechna data budou zpracována v Microsoft Excel a pro vypočítání t - testu bude použita analýza dat a analytický nástroj „Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu“. Hladina významnosti je nastavena na 0,05.

Výsledky

V Grafu 1 je vidět vývoj míry inflace v České republice za sledované období od ledna 2018 do prosince 2022.

Graf 1 - hodnota inflace

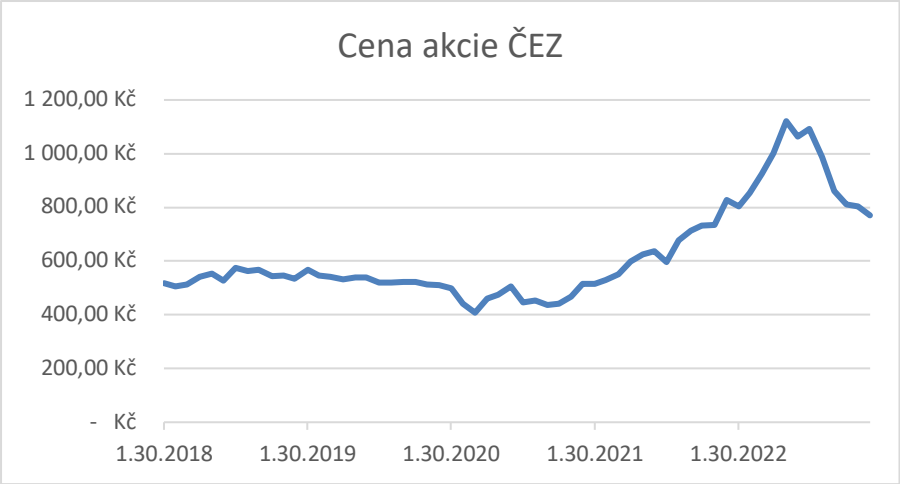


Zdroj: vlastní zpracování dle ČSÚ.cz.

Z Grafu 1 vyplývá, že se hodnota míry inflace držela do začátku roku 2022 okolo 2 procent, což Česká národní banka považuje za svůj inflační cíl. S příchodem roku 2022 ovšem inflace prudce vystřela nahoru, až na konci daného roku byla její hodnota okolo 15%.

V Grafu 2 je vidět vývoj cen akcií u společnosti ČEZ, a. s. za sledované období, tedy od ledna 2018 do konce roku 2022.

Graf 2 - cena akcií ČEZ



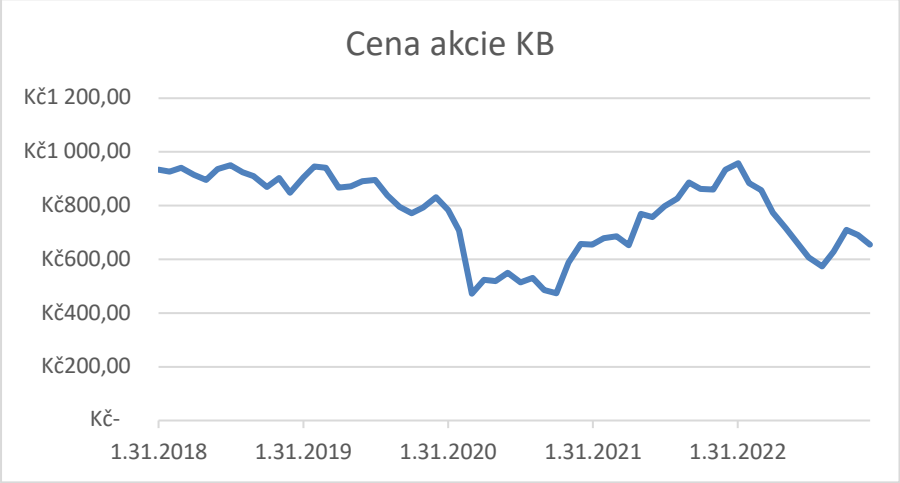
Zdroj: vlastní zpracování dle ČEZ.cz (2023).

Z Grafu 2 vyplývá, že cena akcií společnosti ČEZ, a. s. byla od začátku roku 2018 do poloviny roku 2021 na hodnotě okolo 500 korun za jeden kus. Od druhé poloviny roku 2021 do května roku 2022 cena jedné akcie stoupala. V druhé polovině roku 2022 ovšem přišel pomalý klesající trend, který hodnotil cenu akcie lehce pod 800 korun za jeden kus.

Graf 3 zobrazuje vývoj cen akcií u druhé sledované společnosti, kterou je

Komerční banka, a. s.

Graf 3 - cena akcií KB

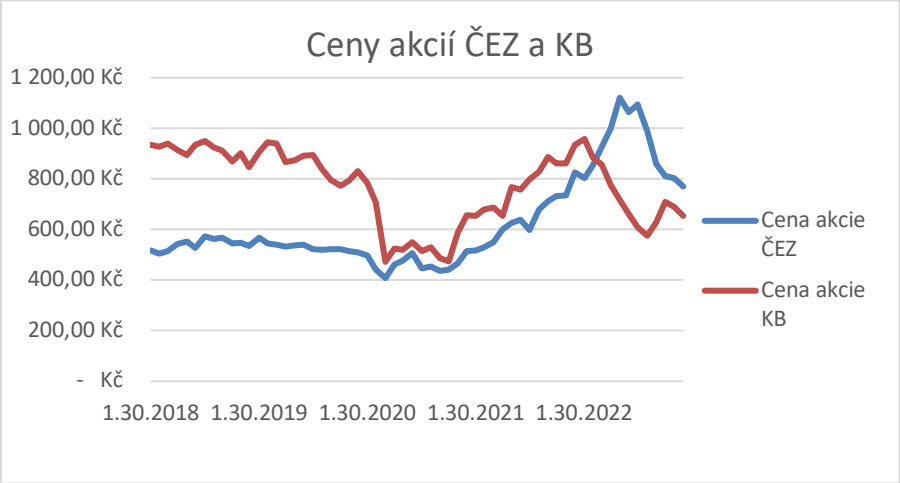


Zdroj: vlastní zpracování dle KB.cz (2023).

Z Grafu 3 je patrné, že cena jedné akcie Komerční banky se do poloviny roku 2019 držela blízko hodnoty 900 korun. Konec roku 2019 přinesl velký propad, který vydržel až skoro do konce roku 2020. Hodnota jedné akcie byla tehdy v rozmezí 400 až 500 korun. S příchodem roku 2021 cena opět vzrostla a na začátku roku 2022 atakovala akcie cenu 1000 korun za jeden kus. Poté přišel zase pokles a na konci sledovaného období byla cena jedné akcie u Komerční banky, a. s. necelých 700 korun.

Graf 4 spojuje Grafy 2 a 3 do jednoho. Je tak lépe vidět vzájemný vývoj cen akcií u zkoumaných společností za sledované období.

Graf 4 - ceny akcií ČEZ a KB



Zdroj: vlastní zpracování dle ČEZ.cz (2023) a KB.cz (2023).

Z Grafu 4 je patrné, že cena akcií u společnosti Komerční banka, a. s. byla vyšší než cena akcie ČEZ, a. s. do začátku roku 2022. Poté se vývoj cen akcií změnil a v posledním sledovaném období, tedy rok 2022, byla hodnota jedné akcií vyšší u společnosti ČEZ, a. s.

V Tabulce 1 jsou vidět výpočty korelační koeficientu, který nám říká, jaká je vzájemná závislost mezi vybranými proměnnými.

Tabulka 1 - Korelační koeficienty

	Akcie ČEZ	Akcie KB	Inflace
Akcie ČEZ	1		
Akcie KB	0,038510316	1	
Inflace	0,712695427	-0,32775789	1

Zdroj: vlastní zpracování.

Tabulka 2 T - test ceny akcie ČEZ a hodnoty inflace

	Cena akcie ČEZ	*Hodnota inflace (%)*
Stř. hodnota	620,7616667	4,165
Rozptyl	31799,08884	10,90265254
Pozorování	60	60
Pears. korelace	0,712695427	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	59	
t Stat	27,13946071	
P(T<=t) (1)	2,51331E-35	
t krit (1)	1,671093032	
P(T<=t) (2)	5,02662E-35	
t krit (2)	2,000995378	

Zdroj: vlastní zpracování.

V Tabulce 2 jsou vidět hodnoty, které vyšly po výpočtu t – testu. Průměrná cena akcie

ČEZ, a. s. je 620,7616667 Kč. Rozptyl cen je 31799,08884 Kč. Bylo pozorováno 60 hodnot. Průměrná hodnota inflace je 4,165 %. Rozptyl hodnot inflace je 10,90265254 %. Bylo pozorováno také 60 hodnot. Hodnota testového statistika t je 27,13946071. Tato hodnota je mnohem větší než kritická hodnota t - testu, která je 1,671093032 pro stupeň volnosti 59. P-hodnota, která je pravděpodobnost, že by se hodnota testového statistika t při nulové hypotéze vyskytla náhodou, je 2,51331E-35.

Tabulka 3 - T – test ceny akcie KB a hodnoty inflace

	Cena akcie KB	Hodnota inflace (%)
Stř. hodnota	769,8866667	4,165
Rozptyl	21608,46728	10,90265254
Pozorování	60	60
Pears. korelace	-0,32775789	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	59	
t Stat	40,04539525	
P(T<=t) (1)	8,86877E-45	
t krit (1)	1,671093032	
P(T<=t) (2)	1,77375E-44	
t krit (2)	2,000995378	

Zdroj: vlastní zpracování.

Z Tabulky 3 jsou vidět informace, které vyšly po výpočtu t – testu. Průměrná cena akcie Komerční banky, a. s. 769,8866667 Kč. Rozptyl cen je 21608,46728 Kč. Pozorováno bylo opět 60 hodnot. Hodnoty o inflaci jsou stejné jako v Tabulce 2. Hodnota testového statistika t je 40,04539525. Tato hodnota je mnohem větší než kritická hodnota t – testu, jež je 1,671093032 pro stupeň volnosti 59. P-hodnota, což je pravděpodobnost, že by se hodnota testového statistika t při nulové hypotéze vyskytla náhodou, je 8,86877E-45.

Diskuse výsledků

VO1: Jak se vyvíjela inflace v České republice v letech 2018 – 2022?

Vývoj inflace je zachycen v Grafu 1. Z něj je patrné, že se do začátku roku 2022 držela míra inflace okolo inflačního cíle, tedy 2 procent. Poté ovšem velmi rychle vzrostla, až na konci roku činila 15,1 procent. Šlo o druhou největší hodnotu od vzniku České republiky. Míru inflace velmi ovlivnila válka na Ukrajině a následně vyvolaná energetická krize, rostoucí ceny za ropu a zemní plyn, jež jsou dováženy do České republiky z Ruska. S pokračujícím konfliktem výrazně rostou ceny základních komodit. Stejného názoru jsou Maurya et al. (2023), kteří tvrdí, že ruská invaze na Ukrajinu v plném rozsahu vyvolala globální inflaci. Závažnost inflace ve vybraných zemích je však dána jejich geografickou blízkostí a obchodní aktivitou se zeměmi v konfliktu.

VO2: Jak se vyvíjela cena akcií ČEZ, a. s. a Komerční banky, a. s. v České republice v letech 2018 – 2022?

Vývoj cen akcií u obou společností jsou vzájemně zobrazeny v Grafu 4. Akcie Komerční banky, a. s. byly do začátku roku 2022 větší než u podniku ČEZ, a. s. V lednu 2022 ovšem došlo k opačnému vývoji, a zatímco cena akcie u Komerční banky, a. s. klesala postupně, akcie ČEZ, a. s. vylétly vzhůru. Akcie u energetické společnosti postupně rostly už od října 2020, ale ten výrazný nárůst byl ovlivněn energetickou krizí, kdy ceny energií a především elektřiny rostly i díky inflaci výrazně vysoko. Představenstvo ČEZ, a. s. se domluvilo v roce 2022 na vyplacení dividendy ve výši 145 Kč, to znamenalo celkové vyplacení ve výši 78 miliard Kč a při způsobu vlastnění, kdy stát drží ve svých rukou 69,78 procenta akcií, přibylo do státního rozpočtu cca. 54 miliard Kč.

Akcie u druhé zkoumané společnosti, Komerční banka, a. s., měly opačný trend. Začátek roku 2022 pro ně znamenal těžký propad o 30%. I když to na začátku nevypadalo. Banky v České republice měly loňský rok z hlediska hospodářského výsledků velmi dobrý. Zisky, které byly už zdaněny, výrazně rostly a tak se na první pohled zdálo, že ceny akcií u obchodovaných bank na pražské burze musí růst. Opak byl ovšem pravdou a akcie bank klesaly. Podle mého názoru za výraznějším propadem stála obava z blížící se recese hospodářského cyklu, jež může narušit hospodaření podniků a firem. Mezi další negativní faktory řadím politickou krizi ve světě, kdy hlavně rusko-ukrajinský konflikt vyvolává v potencionálních akcionářích obavy. Svoji roli samozřejmě hrají i drahé ceny za energie nebo medvědí trh na akciových trzích ve Spojených státech amerických. Komerční banka, a. s. jako druhá největší tuzemská společnost obchodovatelná na pražské burze musí každoročně platit windfall tax, neboli daň z mimořádných zisků. Ta se měla pohybovat okolo 60 procent. Negativní vliv ruské invaze na cenu akcií popisuje i Tong (2024), který tvrdí, že válečné šoky způsobily značné dopady na makroekonomické podmínky, finanční trhy a globální finanční stabilitu a zatímco ceny akcií klesaly, výnosy dlouhodobých vládních dluhopisů byly stabilní. To poté nevedlo k odlivu kapitálu do Spojených států amerických.

VO3: Jaký je vztah mezi vývojem inflace a cen akcií v daném období?

Vztah vývoje inflace a cen akcií určuje korelační analýza, která je zobrazena v Tabulce 1. Korelační koeficient r mezi akciemi ČEZ, a. s. a inflační hodnotou vyšel 0,712695427. Tato hodnota patří do skupiny středně vysoké korelace. Takto vysoká hodnota není náhodná. Z Grafu 1 a Grafu 2 je patrné, že obě proměnné začaly v podobném čase stoupat. Proto je jejich vzájemné propojení středně vysoké.

Korelační koeficient r mezi akciemi Komerční banky, a. s. a mírou inflace vyšel výrazně méně. Jeho hodnota -0,32775789 patří do skupiny středně nízké korelace. Jejich důvod je opět zřetelně čitelný z grafů, které se danému vývoji věnují. Tedy Graf 1, který zachycuje vývoj inflace a Graf 3, který zachycuje vývoj cen akcií u Komerční banky, a. s. Je možné si všimnout, že ve chvíli, kdy začala inflační hodnota v České republice nabývat na síle, akcie Komerční banky, a. s. začaly pomalu klesat.

Za pomoci t – testu je ověřeno, jestli hodnoty korelačních koeficientů jsou opodstatněné a je na ně spolehnutí. V Tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty, které zobrazují výsledky dvou

proměnných: ceny akcie ČEZ, a. s. a hodnoty inflace. Na základě výsledků lze říct, že existuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnými hodnotami cen akcií ČEZ, a. s. a hodnotami inflace. Konkrétně lze interpretovat, že ceny akcií ČEZ, a. s. jsou pozitivně korelovány s hodnotami míry inflace. To znamená, že s rostoucí inflací obvykle roste i cena akcií ČEZ, a. s. Tento vztah lze vysvětli tak, že inflace zvyšuje náklady podniků, což vede k vyšším cenám zboží a služeb. To může vést k vyšším příjmům podniků, což může zvýšit jejich hodnotu na akciovém trhu.

V tabulce 3 jsou zobrazeny hodnoty, které zobrazují výsledky dvou dalších proměnných: ceny akcie Komerční banky, a. s. a hodnoty inflace. Z výsledků vyplývá, že existuje negativní korelace mezi cenou akcií Komerční banky, a. s. a hodnotou inflace. To znamená, že pokud roste inflační hodnota, klesá cena akcie Komerční banky, a. s. a naopak. Cena akcií Komerční banky, a. s. je citlivá na změny hodnoty inflace. Pokud tedy inflace roste, investoři jsou méně ochotní investovat do akcií Komerční banky, a. s.

Z výsledků je patrné, že vztah mezi inflací a cenou akcie může pozitivní. Ke stejnému závěru také Banda et al. (2019), kteří tvrdí, že inflace má významný pozitivní vztah s cenami akcií.

Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit, zda inflace v letech 2018 - 2022 ovlivňovala cenu akcií v České republice. Konkrétně u dvou zkoumaných společností, ČEZ, a. s. a Komerční banka, a. s. Z odpovědí na výzkumné otázky je možné potvrdit, že cíl práce byl splněn v plném rozsahu.

Bylo zjištěno, že míra inflace se ve sledovaných letech vyvíjela pro Českou republiku negativně. V počátku sledovaného období se sice držela v hodnotách, ke kterým směřuje cíl České národní banky, ovšem s postupem času míra inflace rostla, až se její hodnota na konci roku 2022 vyšplhala přes 15 procent. Hlavními důvody takto vysokého vzrůstu byla jednoznačně energetická krize a také ruská invaze na Ukrajinu. Druhá výzkumná otázka se zabývala vývojem cen akcií u zkoumaných společností ČEZ, a. s. a Komerční banka, a. s. Jejich vývoj je společně popsán v Grafu 4, kdy bylo zjištěno, že vývoj ceny akcie energetické společnosti byl pozitivní a z původní hodnoty v lednu 2018 517,50 Kč se v prosinci roku 2022 stala cena 770,00 Kč za jednu akcii. Opačný vývoj ceny akcie byl zpozorován u Komerční banky, a. s. Její cena za jednu akcii ve zkoumaném období pomalu klesala, a i když v říjnu 2020 začala zase růst, hodnota v prosinci 2022 byla o 280 Kč nižší než v lednu 2018. Třetí výzkumná otázka se zabývala vztahem mezi vývojem inflace a vývojem cen akcie u zkoumaných společností. U ČEZ, a. s. byl zjištěn pozitivní vztah. To znamená, že pokud ve sledovaném období rostla inflace, rostla i cena akcie energetické společnosti. U Komerční banky, a. s. byl zjištěn vztah negativní. S růstem inflace cena akcie u bankovní společnosti klesala. Důkazem jsou výpočty korelačního koeficientu r a následně provedeného t – testu. Je však třeba poznamenat, že tento výsledek je založen na pozorování pouze 60 hodnot.

Je možné, že by se výsledky mohly lišit, pokud by bylo pozorováno více hodnot. Výzkum je určen pro akciové společnosti, které mohou na jeho základě zjistit, zda s rostoucí mírou inflace hodnota jejich akcie roste nebo klesá.

Jaký vliv má inflace na vývoj akcií v České republice není možné stoprocentně určit. Jednou vyšel vztah pozitivní, podruhé negativní. Záleží, jak inflace ovlivňuje daný sektor, v kterém společnosti podnikají. Lze ovšem říci, že inflace ovlivňuje cenu akcie.

Zdroje

Afza, N., & Poornima, P. (2020). A Review of Literature on the Determinants of the Stock Market Performance and it Company's Performance. *BIOSCIENCE BIOTECHNOLOGY RESEARCH COMMUNICATIONS*, *13*(15), 156–161. https://doi.org/10.21786/bbrc/13.15/25

Aliu, F., Nadirov, O., & Nuhiu, A. (2021). Elements Indicating Stock Price Movements: The Case of the Companies Listed on the V4 Stock Exchanges. *JOURNAL OF BUSINESS ECONOMICS AND MANAGEMENT*, *22*(2), 503–517. https://doi.org/10.3846/jbem.2021.14181

Banda, K., Hall, J. H., & Pradhan, R. P. (2019). The impact of macroeconomic variables on industrial shares listed on the Johannesburg Stock Exchange. *MACROECONOMICS AND FINANCE IN EMERGING MARKET ECONOMIES*, *12*(3), 270–292. https://doi.org/10.1080/17520843.2019.1599034

Bayala, B. S. A., & Bama, P. D. D. (2019). Availability of shares on the West Africa regional stock exchange: Scarcity or illusion? *AFRICAN JOURNAL OF ACCOUNTING AUDITING AND FINANCE*, *6*(3), 260–278.

Český statistický úřad. (b.r.). Český statistický úřad. Získáno 24. listopad 2023, z https://www.czso.cz/csu/czso/domov

Devaguptapu, A., & Dash, P. (2023). Global commodity prices and inflation expectations. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING MARKETS*, *18*(5), 1053–1077. https://doi.org/10.1108/IJOEM-11-2020-1382

Dewi, A., Somsathid, P., Somjai, S., Ghani, E. K., & Pambuko, Z. B. (2019). Stock Market Trends and Oil Prices: Evidence from a Developing Country. *CONTEMPORARY ECONOMICS*, *13*(3), 351–361. https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.318

Hartmann, M., Herwartz, H., & Ulm, M. (2022). Inflation Targeting Under Inflation Uncertainty-Multi-Economy Evidence from a Stochastic Volatility Model. *MACROECONOMIC DYNAMICS*, *26*(5), 1302–1337. https://doi.org/10.1017/S1365100520000565

He, Q., Rahman, M. ur, & Xie, C. (2023). Information overflow between monetary policy transparency and inflation expectations using multivariate stochastic volatility models. *APPLIED MATHEMATICS IN SCIENCE AND ENGINEERING*, *31*(1), 2253968. https://doi.org/10.1080/27690911.2023.2253968

Hlavní stránka | Komerční banka. (b.r.). Získáno 24. listopad 2023, z https://www.kb.cz:443/cs/obcane

Chi, J. D., Gupta, M., & Johnson, S. A. (2020). Short-horizon incentives and stock price inflation. *JOURNAL OF CORPORATE FINANCE*, *65*, 101501. https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2019.101501

Choi, H. S. (2021). Payments Systems, Liquidity, Collateral, and Central Banking. *KOREAN ECONOMIC REVIEW*, *37*(1), 65–84. https://doi.org/10.22841/kerdoi.2021.37.1.003

Idan, A. M. (2022). Effect of Oil Prices, Inflate Rate, Energy Consumption, Gross Domestic Product on Stock Market Performance of Iraq Stock Exchange. *CUADERNOS DE ECONOMIA-SPAIN*, *45*(128), 45–52. https://doi.org/10.32826/cude.v1i128.705

Khan, M. T. I., Tan, S.-H., Chong, L.-L., & Goh, G. G. G. (2021). Investment environment, stock market perception and stock investments after stock market crash. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EMERGING MARKETS*. https://doi.org/10.1108/IJOEM-03-2021-0456

Lin, H.-W., Lin, K.-B., Huang, J.-B., & Cao, X.-P. (2020). An Anecdote of Investor Anxiety and Momentum in China. *COMPLEXITY*, *2020*, 6564731. https://doi.org/10.1155/2020/6564731

Matematická biologie učebnice: Výpočet Pearsonova korelačního koeficientu. (b.r.). Získáno 24. listopad 2023, z https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--zaklady-korelacni-analyzy--pearsonuv-korelacni-koeficient--vypocet-pearsonova-korelacniho-koeficientu

Matthews, K., & Ong, K. (2022). Is inflation caused by deteriorating inflation expectations or excessive monetary growth? *ECONOMIC AFFAIRS*, *42*(2), 259–274. https://doi.org/10.1111/ecaf.12518

Maurya, P. K., Bansal, R., & Mishra, A. K. (2023). Russia-Ukraine conflict and its impact on global inflation: An event study-based approach. *JOURNAL OF ECONOMIC STUDIES*. https://doi.org/10.1108/JES-01-2023-0003

Ngo, T., Susnjara, J., & Yi, H.-C. (2023). Market share, investor horizon, and stock crash risk. *JOURNAL OF CORPORATE ACCOUNTING AND FINANCE*. https://doi.org/10.1002/jcaf.22667

Pinter, G. (2022). The procyclicality of inflation-linked debt. *ECONOMICS LETTERS*, *218*, 110706. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2022.110706

Rafaqat, S., Rafaqat, S., Rafaqat, S., & Rafaqat, D. (2021). The Impact of Fundamental Factors on the Share Price of Micro-Sized Nasdaq Listed Technology Companies. *ECONOMICS AND FINANCE LETTERS*, *8*(2), 142–153. https://doi.org/10.18488/journal.29.2021.82.142.153

Revenda, Z., & Arltova, M. (2022). Stocks, Gold and Inflation—Relationships and Contexts Over the Last 25 Years. *POLITICKA EKONOMIE*, *70*(3), 288–311. https://doi.org/10.18267/j.polek.1355

Rihova, P., & Svoboda, M. (2019). Reliability of Investment Recommendations. In J. Nesleha, L. Marek, M. Svoboda, & Z. Rakovska (Ed.), *EUROPEAN FINANCIAL SYSTEMS 2019* (s. 471–479). Masarykova Univ. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000503222600055

Sarwar, G. (2023). The determinants of stock-bond return correlations. *JOURNAL OF FINANCIAL RESEARCH*, *46*(3), 711–732. https://doi.org/10.1111/jfir.12329

Shehzad, K., Liu, X., Tiwari, A., Arif, M., & Rauf, A. (2021). Analysing time difference and volatility linkages between China and theUnited Statesduring financial crises and stable period usingVARX-DCC-MEGARCHmodel. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FINANCE & ECONOMICS*, *26*(1), 814–833. https://doi.org/10.1002/ijfe.1822

Shevchenko, E. S. (2022). Impact estimation of demographic factors on the inflation rate in the Russian regions. *EKONOMIKA I MATEMATICESKIE METODY-ECONOMICS AND MATHEMATICAL METHODS*, *58*(4), 71–82. https://doi.org/10.31857/S042473880023020-1

Sierpinska-Sawicz, A., & Sierpinska, M. (2022). Impact of dividend payments by listed oil and gas companies on their valuation. *GOSPODARKA SUROWCAMI MINERALNYMI-MINERAL RESOURCES MANAGEMENT*, *38*(3), 173–190. https://doi.org/10.24425/gsm.2022.142788

Skupina ČEZ, 2023, F. F., a s. (b.r.). *Skupina ČEZ*. Skupina ČEZ - Produktová sekce. Získáno 24. listopad 2023, z http://www.cez.cz/

Toan, N. B. (2019). Stock Market Performance: Evidence from an Emerging Market. *PACIFIC BUSINESS REVIEW INTERNATIONAL*, *12*(5), 15–26.

Tong, E. (2024). Repercussions of the Russia-Ukraine war. *INTERNATIONAL REVIEW OF ECONOMICS & FINANCE*, *89*, 366–390. https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.07.064

Tweneboah, G., & Alagidede, P. (2019). Dollarization, Inflation Targeting, and Inflationary

---

Kontaktní adresa autorů:

Matyáš Pinta, Ústav podnikové ekonomie, Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Česká republika, student magisterského programu, e-mail: mpinta@mail.vstecb.cz

Technical University of Košice, Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnologies,Letná 9, 042 00 Košice, Czech Republic, e-mail: kovac@mail.vstecb.cz

Price development of selected commodities

Nikola Kováčiková [1], Tereza Červená [2]

[1] *Institute of technlology and business, Department of expertise and valuation, České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01, Czech Republic; Email: kovacikova@znalcivste.cz*

[2] *Institute of technlology and business, Department of expertise and valuation, České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01, Czech Republic; Email: cervena@mail.vstecb.cz*

Abstract

The aim of this paper was to map the price development of selected metal commodities - gold and silver from 1 January 2015 to 1 January 2023, to determine whether the COVID-19 pandemic had an impact on their price development and whether there is a linear relationship between the prices of these commodities. The validity of the correlation between the prices of gold and silver was examined using correlation analysis. The resulting correlation coefficient showed a very high linear dependence between the variables. This relationship is directly proportional, i.e., the price of silver increases with the growing price of gold and vice versa. The price data was obtained by content analysis and evaluated by graphical analysis. During the period under review, the price of both commodities increased, and the curves of both commodities followed a similar pattern. The gold price evolved from the original value of CZK 877.19/g to the price quoted on 1 January 2023, which was CZK 1 327/g. The price of silver also saw a price development, from CZK 11.64/g to CZK 17.43/g. From an investment point of view, the COVID-19 pandemic had a positive effect on both commodities, as prices increased significantly, especially for gold, which can serve as an investment metal in times of economic crises. The biggest limitation of this work was the COVID-19 pandemic and the war in Ukraine. These two events influenced the price development of both commodities and thus reflected in the research results.

Keywords: Gold, silver, correlation analysis, price development, COVID-19 pandemic.

Introduction

Commodities have long been considered an outsider in the investment world, often for a good reason. Unlike shares, commodities do not offer the so-called market´s beta, where prices rise over time with economic activity. In contrast, they represent a set of unique price returns reflecting the underlying dynamics of supply and demand for tangible assets that serve as a building block of the global economy (Boal & Wiederhold, 2021). The literature describes a significant relationship between commodity prices and their futures and macroeconomic variables, which indicates the important role commodities play in the real economy (Ye et al., 2019). Commodity futures contracts originated as a form of agricultural insurance and were primarily used for the stabilization of commodity prices (Chadwick, 2018). Generally, the actual price of globally traded commodities is determined by supply and demand. One of the major factors determining the actual price of commodities is changes in demand for commodities associated with unexpected fluctuations in global real economic activity (Kilian & Zhou, 2018). Given that the supply of commodities is vital to modern society, fluctuations in commodity prices can significantly affect the functioning and sustainable development of macroeconomy, manufacturing activities, and people´s safety and well-being. The commodity market also plays a key role in international industrial chain and sustainable development (Zhang et al., 2022). Price jumps in commodity markets are rare and extreme events occur less often than in stock markets. However, the correlation of jumps between commodities can be high depending on the commodity sectors. Energy, metal, and grain commodities show high jump correlations, while jumps in meat and soft commodity prices are only slightly correlated (Nguyen & Prokopczuk, 2019).

The objective of the paper is to map the development of selected metal commodity prices, specifically, gold and silver, in the period 1 January 2015 – 1 January 2023, to determine possible impact of the COVID-19 pandemic on the development of their prices, and to find out whether there is a linear relationship between the commodity prices. To achieve the objective set, the following research questions are formulated:

By answering this research question, it is possible to determine the development of gold and silver prices over the last eight years. The data are then used to answer RQ3.

RQ1: How did the gold and silver prices evolve in the years 2015-2023?

The question will be answered using the comparison of gold and silver prices in the period 1 January 2019 – 1 January 2023. The COVID-19 epidemic was declared pandemic by the WHO on 30 January 2020. By comparing the development of prices in this period, it is possible to determine the impact of the pandemic on the development of individual commodities.

RQ2: What was the impact of the COVID-19 pandemic on the development of the gold and silver prices?

By answering this research question, it will be possible to determine whether there is a relationship between the price of gold and silver, i.e., how the price of one commodity influences the price of the second one.

RQ3: Is there a linear relationship between the prices of gold and silver?

Methods and Data

Resistance to corrosion, rarity, and value represent basic properties that make gold a suitable medium of exchange in the financial and business sphere. Moreover, the supply and demand for gold results in its uniqueness compared to other precious metals with the same properties as gold; therefore, gold is a safe way to store funds in the case of a financial crisis or instability and volatility in world markets. Gold has long been used as a means of trade and transactions all over the world and plays an integral part in monetary, business, commercial, and financial activities. What is even more important is the fact that it is used as an economic benchmark for the global economy and will continue to play an important role in the global economy (Baguda & Al-Jahdali, 2021). Besides buying and selling gold physically, some markets also enable electronic gold trading (Nawaz et al., 2020). The movement of prices of gold as the preferred investment tool is gaining attracting an increased attention. The results show that gold is a weak hedge against political risk and this weak hedge has time-lag effects. Compared to macroeconomic factors, financial speculation shows stronger explanatory power on changes in gold returns, because international speculative forces are becoming increasingly more active. Moreover, the exchange rate and interest rate contribute less to gold returns and are negatively correlated with gold returns. As for the impact of the political risk subcomponents, external conflicts turn out to have the strongest explanatory power on the fluctuations in the gold market (Ding et al., 2022).

The unique properties of silver, especially in the form of nanoparticles, enable using it for many applications. Silver nanoparticles can be used in the production of electronic and solar energy harvesting devices, advanced analytical techniques, catalysis, and photocatalysis. Moreover, they can also be used in medicine for bioimaging, biosensors, and antibacterial therapies (Pryshchepa et al., 2020). As with most commodities, silver price is determined by speculations on the side of supply and demand, which makes the price of silver volatile due to a smaller market, lower market liquidity, and demand fluctuations between industrial and storage uses (Ayele et al., 2020).

The impact of the COVID-19 pandemic on the price volatility is different in the case of financial assets and precious metals assets. While the infection speed, i.e., the number of people infected with COVID-19, amplify the effect on the tendency towards a high price volatility regime for S&P 500 and FTSE 100 indices, in the case of futures, the effect of the infection speed as well as the number of deaths on gold and silver is moderated, which implies that the gold and silver markets act as risk-hedging safety assets alternative to financial assets during the COVID-19 turmoil.

Schweikert (2018) used a quantile cointegration model to demonstrate the relationship between the prices of gold and silver. While cointegration models, which assume constant cointegration vector, are not able to identify cointegration relationship between the prices of gold and silver, the author proved the existence of a non-linear long-run relationship. The cointegration vector was modelled as dependent on state and varied over time. Quantile cointegration estimates show considerable asymmetry in the relationship. The results indicate that the significant role of precious metals as investment opportunities, especially in period of economic upheavals, leads to the interdependence of gold and silver in these periods.

Cheng et al. (2020) examined whether the role of gold changes as a result of the introduction of gold exchange-traded funds (ETF) on the basis of sample data from seven countries where physically-backed gold ETFs have been issued. The results show that the traditional role of gold really changes after the introduction of gold ETFs, especially in the corresponding stock markets. The hedging and safe have functions gold provides are fading away in the post-ETF period in stock markets. However, in currency markets, gold still serves as a hedging asset and safe haven, and these effects become stronger in the periods after the introduction of ETFs. Moreover, golden ETFs play the role of a relatively strong safe haven compared to physical gold, while the leading (lagged) returns of stock fall extremely. Like the purposes of using physical gold assets, gold ETFs provide hedging and safe haven against the exchange rate risks. The results of the study suggest that gold could be to large extent replaced by gold ETFs, and investors could use it to avoid potential risks in financial markets.

Correlation analysis is one of the fundamental mathematical tools to identify the dependence between classes (Lai et al., 2019). This type of analysis was used by Yang et al. (2019) to identify processes and analyse alarms. However, traditional methods of correlation analysis were found to be inefficient for these purposes due to the effect of process time delays on analysis results. By converting alarm data sequences to time node sequences, the method of block matching similarity (BMS) is able to reduce the calculation burden of the correlation analysis. With regard to time delays between the alarm variables, the improved method of maximal correlation coefficient reducing the effect of time delays and improving the accuracy of the correlation analysis was introduced. To demonstrate the efficiency and effectiveness of the proposed method, a numerical case and the Tennessee Eastman process were used.

Secondary data analysis can be a benefit for advanced academic researchers, as it provides large data samples and various data on multiple topics (Renbarger et al., 2019). Qualitative content analysis is a research method conducted either inductively or deductively. Inductive method is often used by qualitative researchers and is more widely presented in qualitative research manuals than the latter one. While in an inductive approach, the researcher draws categories/topics from data collected at the beginning of the research, in deductive, also called guided, approach, researchers draw from (existing) theories in order to determine categories/topics that guide the research. Deductive, or

guided qualitative content analysis is used for testing, confirming the relevance of a theory/theories guiding the research, or to extend the application of the theory/theories to contexts/cultures other than those in which the theory was developed. This approach is used by quantitative rather than qualitative researchers for creating data (Kibiswa, 2019). Quantitative information represent "hard" data, which are considered more persuasive than qualitative data (Liu, 2022). The purpose of the content analysis/Purpose content analysis is a methodology used in many academic disciplines as a tool to obtain quantitative measures from textual information. Content analysis can be used for pharmacy educators and is useful in examining a wide variety of data, including textual, image, and audio datasets (Kleinheksel et al., 2020)

For the purposes of this paper, content analysis is primarily used for secondary data collection. The findings are analysed using correlation analysis, graphical analysis, and comparative analysis, which will enable answering all the research questions formulated.

The first research question will be answered using the content analysis, which will analyse data obtained from the Kurzy.cz (Kurzy.cz, b.r.) website and the Czech Statistical Office (ČSÚ, 2023). The period under study is 1 January 2015 – 1 January 2023. Data will be monitored at the beginning of each month and recorded in an MS Excel spreadsheet. The subject of each observation is the gold price in individual years in CZK/g. The obtained data are then graphically processed and used for answering the third research question.

Data necessary for answering the second research question are analysed using quantitative content analysis based on the data obtained from the Czech Statistical Office (ČSÚ, 2023) and Kurzy.cz (Kurzy.cz, 2023). There will be monitored the development of the prices of gold and silver in the period 1 January 2019 – 1 January 2023 and subsequently, both trends will be compared. Data will be monitored at the end of each month and recorded in an MS Excel spreadsheet. The monitored period is selected so that it covered the year before the outbreak of the COVID-19, the year in which the pandemic started, and the period after the massive spread of the virus stopped. These results enable understanding the impact of the COVID-19 pandemic on the development of both metal commodities´ prices.

To be able to answer the third research question, data obtained to answer the first research question. Correlation analysis with the help of Pearson correlation coefficient will be used to confirm possible existence of the linear relationship between the prices of gold and silver. This is a sample correlation coefficient, which can be calculated as follows (MUNI MED, 2018) (1):

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\overline{xy}}{(n-1)s_x s_y} \qquad (1)$$

where:

$\bar{x}$ – sample average gold price [CZK/g]

$\bar{y}$ - sample average silver price [CZK/g]

s_x – sample standard deviation of gold price

s_y – sample standard deviation of silver price

The correlation coefficient r is calculated using the data analysis in MS Excel. For the purposes of this paper, the correlation coefficient is divided into five categories, specifically, very weak linear dependence, weak linear dependence, moderate linear dependence, strong linear dependence, and very strong linear dependence. The classification will serve to better interpretation of the identified correlation relationship between the given commodities.

Very weak linear dependence r = 0 – 0.2

Weak linear dependence r = 0.2 – 0.4

Moderate linear dependence r = 0.4 – 0.6

strong linear dependence r = 0.6 – 0.8

very strong linear dependence r > = 0.8

If the correlation coefficient equals zero, there is no linear dependence between the variables. Positive values indicate a directly proportional relationship, i.e., the price of one commodity grows with the rising price of the second commodity. Negative values suggest an indirectly proportional relationship, i.e., the price of one commodity decreases with a rising price of the second commodity. The closer the value of the correlation coefficient is to one or minus one, the stronger the linear relationship is. The chosen significance level α is 5 %.

To verify the normality of the data, it is necessary to refute or confirm the formulated null hypothesis, for which an alternative hypothesis is formulated as follows.

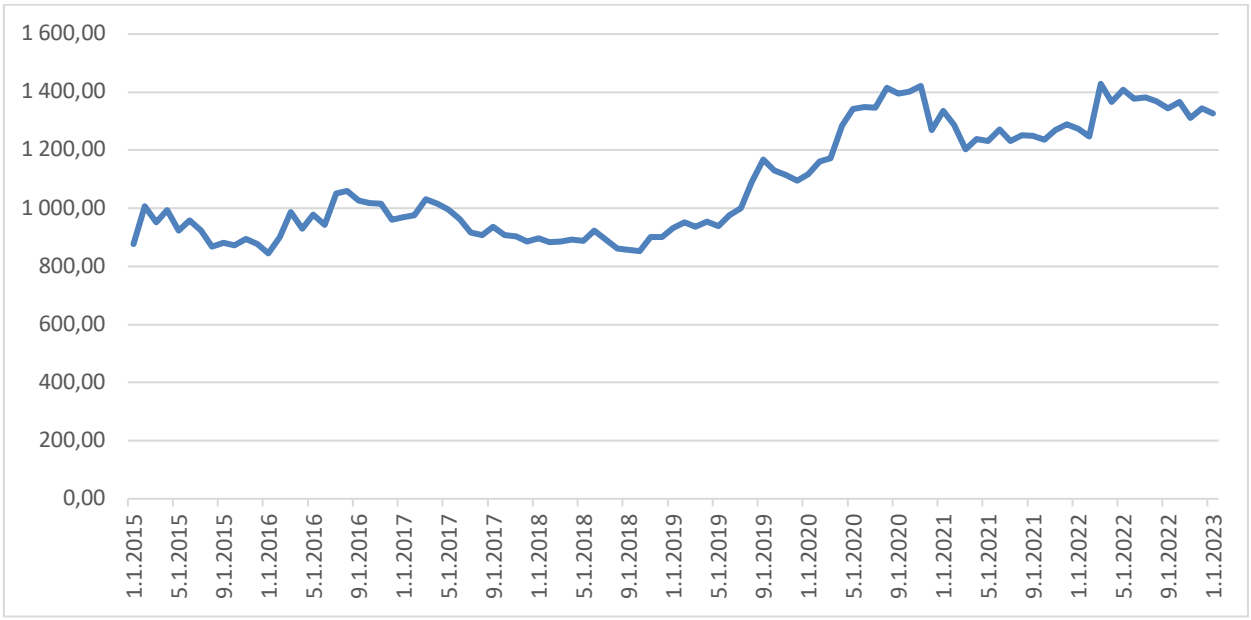
H0: There is a linear relationship between the prices of gold and silver.

H1: There is no linear relationship between the prices of gold and silver.

Results

Data on the prices of both commodities were monitored always on the first day of each month. A table showing the prices of gold and silver in the monitored period is presented in the appendix.

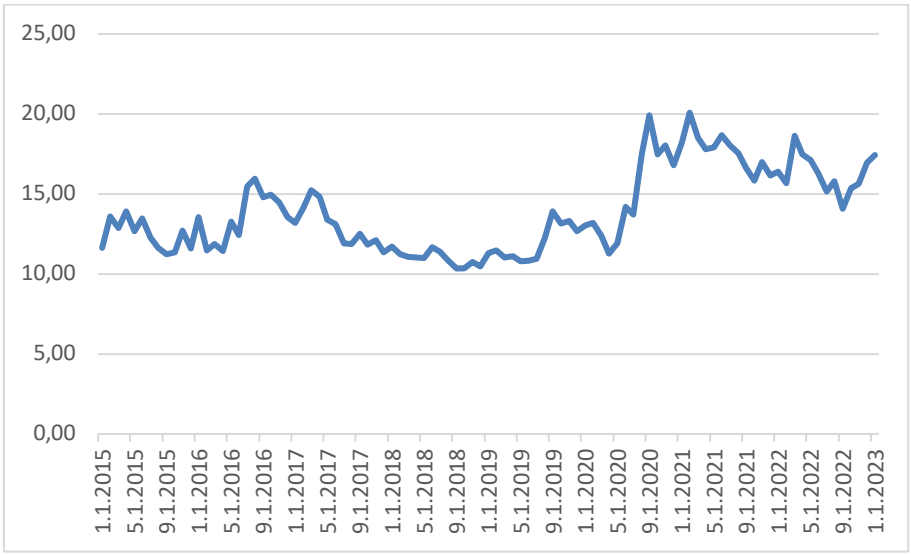
Graph 1. Trend of gold prices in [CZK/g]



Source: Authors according to (Kurzy.cz, 2023).

Graph 1 shows the trend of the gold price in the period 1 January 2015 – 1 January 2023. The data about the prices of this commodity were obtained from the Kurzy.cz website and are given in CZK/gram. The maximum gold price was recorded in March 2022. From 2015, the price of gold grew by approx. 51 %. In the period 1 January 2015 – 1 February 2015, one of the biggest price jumps in the gold price was recorded, specifically, an increase of approximately 15 % compared to the preceding month; between 1 February 2022 – 1 March 2022, the increase was about 14.5 %.

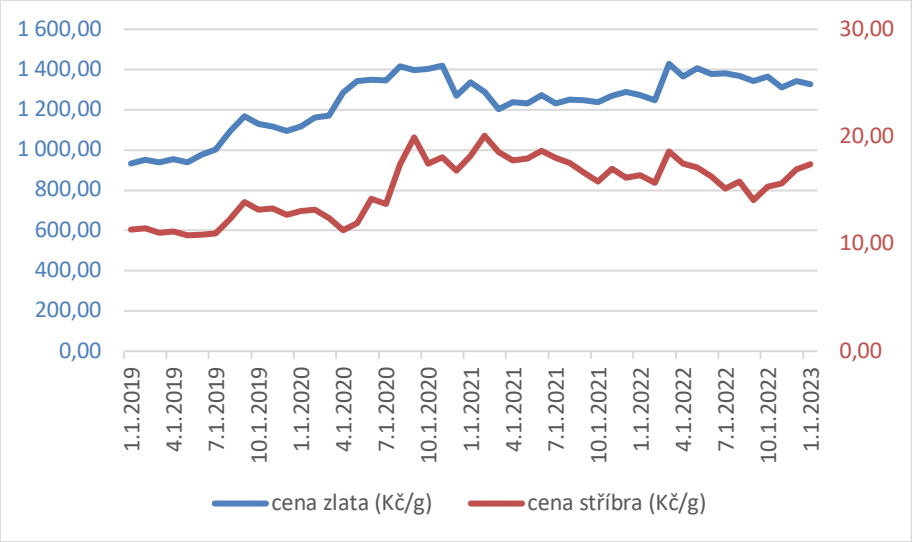
Graph 2. Trend of silver prices in [CZK/g]



Source: Authors according to (Kurzy.cz, 2023).

Graph 2 shows the development of the silver prices between 1 January 2015 and 1 January 2023. The data about the prices of this commodity were obtained from the Kurzy.cz website and are given CZK/gram. As seen in the graph, the maximum price was recorded in February 2021. From the year 2015, the price of silver grew by about 50 %.

Graph 3. The impact of COVID-19 pandemic on commodity prices [CZK/g]



Source: Authors according to (Kurzy.cz, 2023).

Legend: cena zlata (Kč/g) – price of gold (CZK/g); cena stříbra – price of silver

Graph 3 shows the impact of the COVID-19 pandemic on the prices of gold and silver. The monitored period covers the year before the pandemic, during the peak of the pandemic (declared by the WHO on 30 January 2020), and the period until the beginning of 2023, when the COVID-19 virus and its mutation were still active, but the number of infected people fell sharply, and the pandemic crisis was on the wane. As seen in the graph, the situation had an impact on the prices of both commodities. The development of gold prices showed a gradual growth without any significant price jumps; however, considerable fluctuations could be observed. Within the monitored period, the price of gold rose from the initial 877,19 CZK/g to 1 327 CZK/g on 1 January 2023, while the price of silver rose from 11,31 CZK/g to 17,43 CZK/g. The results thus confirm that the COVID-19 pandemic had an impact on the development on the gold and silver prices. In times of crisis, gold serves as a hedging investment metal, as its value increases during global crises.

Table 1. Correlation between gold and silver prices

	gold	silver
Gold	1	
silver	0.802981	1

Source: Authors according to (Kurzy.cz, 2023).

A correlation analysis was performed on the basis of the data obtained from the Kurzy.cz website. The resulting correlation coefficient is equal to the rounded value of 0.80, which means that there is a very strong linear dependence between the prices of gold and silver, and this relationship is directly proportional, i.e., the value of one variable increases with the growing value of the second variable. The significance level was set to 0.05 for this purpose. This value is lower than the value of the correlation coefficient; therefore, the alternative hypothesis H1 is rejected and the hypothesis H0 stating that there is a linear relationship between the prices of gold and silver is accepted.

Discussion

Based on the results obtained, it is possible to answer the research questions:

RQ1: How did the price of gold and silver evolve in the last eight years?

The data needed to answer this research question were obtained using a content analysis and processed and evaluated using a graphical analysis. At the beginning of the monitored period, the price of gold was 877, 19 CZK/g. From the year 2015, the price of gold rose by approx. 51 %. The maximum price (1 428,29 CZK/g) was recorded in March 2022. In the period 1 January 2015 – 1 February 2015, one of the biggest price jumps was recorded of approx. 15 %. Another large fluctuation was recorded between 1 February 2022 and 1 March 2022 (a rise by about 14.5 %). The price of silver was 11,64 CZK/g at the beginning of the monitored period. From the year 2015, the price of silver rose by approximately 50 %, with the maximum price being recorded in 2021, reaching the value of 20,8 CZK/g. The results thus indicate a similar price development of both commodities.

RQ2: What was the impact of the COVID-19 pandemic on the development of the gold and silver prices?

The data necessary to answer this research question were obtained from the content analysis and graphically processed. COVID-19 was a global pandemic on 30 January 2020. The results show that this situation affected the price development of both commodities. The gold and silver curves show price jumps, which are more pronounced in the case of the silver price. The values of gold and prices grow in the periods of economic crises; both metals can thus serve as hedging assets. It is primarily gold, which serves as a hedging investment metal in times of crisis.

Kanamura (2022) examined the impact of the COVID-19 pandemic on the volatility of financial assets and metal prices. The findings of the author are thus in line with the findings resulting from the presented research, stating that from the perspective of investment, the COVID-19 pandemic had a positive impact on the price development of these commodities, which can thus be considered hedging assets and alternatives to financial assets in times of economic crises.

RQ3: Is there a linear relationship between the prices of gold and silver?

The data needed to answer this research question were obtained through a content analysis and graphically processed. The value of the correlation coefficient obtained through a correlation analysis was 0.80 after rounding. It can thus be concluded that there is a very strong linear dependence between the prices of gold and silver. If the value of one variable increases, the value of the other variable rises as well. The significance level, which was set at 5 %, is lower than the value of the correlation coefficient; therefore, the alternative hypothesis H1 is rejected and the null hypothesis H0, stating that there is a linear relationship between the prices of gold and silver, is accepted.

In his study, Schweinkert (2018) used a quantile cointegration model to prove the relationship between the prices of gold and silver. The authors agree with the finding that there is a relationship between these two commodities, especially in the periods of economic turmoil.

Conclusion

The objective of the paper was to map the development of the selected metal commodities – gold and silver between 1 January 2015 and 1 January 2023, to determine whether the COVID-19 pandemic had any impact on the development of their prices, and whether there is a linear relationship between the prices of these two commodities. The objective of the paper was achieved.

The price of both metal commodities rose in the monitored period. At its beginning, the price of gold was 877,19 CZK/g, while the final price was 1 327 CZK/g. Similarly, the price of silver grew as well in the monitored period, rising from the initial value of 11,64 CZK/g to 17.43 CZK/g. The curves of both commodities showed a similar trend.

Furthermore, it was found that the COVID-19 pandemic affected the price development of both commodities. Its influence was positive from the perspective of investment, as the prices of both commodities grew significantly. Before the pandemic, the price of gold ranged between 932,79 – 1 095,15 CZK/g, while the price of silver was between 11,31 and 12,69 CZK/g. After the end of the peak of the COVID-19, the price of gold was about 1 327 CZK/g and the price of silver about 17,43 CZK/g. This implies that mainly gold can serve as an investment metal in times of economic crises.

The results of the correlation analysis confirmed the existence of a linear relationship between the prices of gold and silver. The value of the correlation coefficient equals 0.80 after rounding, which indicates a very strong linear dependence. In practice, a positive correlation coefficient means that if the price of one commodity increases, the price of the other commodity will grow as well and vice versa.

The biggest limitation of this research was the COVID-19 pandemic and the war in Ukraine. These two events influenced the development of both commodities´ prices and were thus reflected in the research results.

A recommendation for further research is to collect the data again after the effects of the global crisis have subsided and to make new calculations and compare whether the results will match. Furthermore, it is recommended to increase the frequency of data collecting, i.e., collect data not only at the beginning of each month. With a higher frequency, more accurate results could be obtained.

The findings could be used also for predicting the future development of the gold and silver prices.

References

AYELE, A.W., GABREYOHANNES, E. AND EDMEALEM, H. (2020) 'Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic Model to Examine Silver Price Volatility and Its Macroeconomic Determinant in Ethiopia Market', *Journal of Probability and Statistics*, 2020, pp. 1–10. Available at: https://doi.org/10.1155/2020/5095181.

BAGUDA, Y.S. AND AL-JAHDALI, H.M. (2021) 'An Intelligent Gold Price Prediction Based on Automated Machine and k-fold Cross Validation Learning', *International Journal of Computer Science and Network Security*, 21(4), pp. 65–74. Available at: https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.4.10.

BOAL, F. AND WIEDERHOLD, J. (2021) 'Rethinking Commodities', *The Journal of Alternative Investments*, 24(1), pp. 136–147. Available at: https://doi.org/10.3905/jai.2021.1.132.

Chadwick, A.E. (2018) 'Gambling on Hunger? The Right to Adequate Food and Commodity Derivatives Trading', *Human Rights Law Review*, 18(2), pp. 233–265. Available at: https://doi.org/10.1093/hrlr/ngy008.

CHENG, W.-H., CHEN, C.-D. AND LAI, H.-P. (2020) 'Revisiting the roles of gold: Does gold ETF matter?', *The North American Journal of Economics and Finance*, 54, p. 100891. Available at: https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.12.003.

DING, Q. *et al.* (2022) 'Does political risk matter for gold market fluctuations? A structural VAR analysis', *Research in International Business and Finance*, 60, p. 101618. Available at: https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2022.101618.

Kanamura, T. (2022) 'Timing differences in the impact of Covid-19 on price volatility between assets', *Finance Research Letters*, 46, p. 102401. Available at: https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102401.

KILIAN, L. AND ZHOU, X. (2018) 'Modeling fluctuations in the global demand for commodities', *Journal of International Money and Finance*, 88, pp. 54–78. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2018.07.001.

KLEINHEKSEL, A.J. *et al.* (2020) 'Demystifying Content Analysis', *American Journal of Pharmaceutical Education*, 84(1), p. 7113. Available at: https://doi.org/10.5688/ajpe7113.

Kurzy.cz (no date). Available at: https://www.kurzy.cz/komodity/zlato-graph-vyvoje-ceny/.

LAI, C.S. *ET AL.* (2019) 'A robust correlation analysis framework for imbalanced and dichotomous data with uncertainty', *Information Sciences*, 470, pp. 58–77. Available at: https://doi.org/10.1016/j.ins.2018.08.017.

LIU, H. (2022) 'Tax aggressiveness and the proportion of quantitative information in income tax footnotes', *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 20(2), pp. 352–370. Available at: https://doi.org/10.1108/JFRA-08-2020-0233.

NAWAZ, M.S., AZAM, M. AND ASLAM, M. (2020) 'Probable daily return on investments in gold', *Gold Bulletin*, 53(1), pp. 47–54. Available at: https://doi.org/10.1007/s13404-020-00273-2.

NGUYEN, D.B.B. AND PROKOPCZUK, M. (2019) 'Jumps in commodity markets', *Journal of Commodity Markets*, 13, pp. 55–70. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2018.10.002.

portal.matematickabiologie (no date). Available at: https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--zaklady-korelacni-analyzy--pearsonuv-korelacni-koeficient--vypocet-pearsonova-korelacniho-koeficientu.

PRYSHCHEPA, O., POMASTOWSKI, P. AND BUSZEWSKI, B. (2020) 'Silver nanoparticles: Synthesis, investigation techniques, and properties', *Advances in Colloid and Interface Science*, 284, p. 102246. Available at: https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102246.

RENBARGER, R.L., SULAK, T.N. AND KAUL, C.R. (2019) 'Finding, Accessing, and Using Secondary Data for Research on Gifted Education and Advanced Academics', *Journal of Advanced Academics*, 30(4), pp. 463–473. Available at: https://doi.org/10.1177/1932202X19864117.

SCHWEIKERT, K. (2018) 'Are gold and silver cointegrated? New evidence from quantile cointegrating regressions', *Journal of Banking & Finance*, 88, pp. 44–51. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2017.11.010.

YANG, B. *et al.* (2019) 'Novel Correlation Analysis of Alarms Based on Block Matching Similarities', *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 58(22), pp. 9465–9472. Available at: https://doi.org/10.1021/acs.iecr.8b05906.

YE, W. *et al.* (2019) 'Professional macroeconomic forecasts and Chinese commodity futures prices', *Finance Research Letters*, 28, pp. 130–136. Available at: https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.04.011.

ZHANG, Q. *et al.* (2022) 'Exploring the Trend of Commodity Prices: A Review and Bibliometric Analysis', *Sustainability*, 14(15), p. 9536. Available at: https://doi.org/10.3390/su14159536.

Contact address of the author(s):

Ing. Nikola Kováčiková, Institute of Technology and Business, School of Expertness and Valuation, České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01, Czech Republic; Email: kovacikova@znalcivste.cz

Tereza Červená, Institute of Technology and Business, School of Expertness and Valuation, České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01, Czech Republic; Email: cervena@mail.vstecb.cz

Porovnání vývoje BTC s jinými kryptoměnami

Barbora Veselková[1], Tereza Matasová [2]

[1] Institute of technlology and business, Department of expertise and valuation, České Budějovice,

[2] Pan-European University, Business and management, Praha

Abstract

The aim of the work was to evaluate the offers on the furniture market in the Czech Republic and to predict the amount of this offer until 2025. To evaluate the structure of the furniture offer, a content analysis of the websites of five specific companies was carried out. The company's offers include a wide range of products for both home and work environments. The weakness is the focus on only five selected companies. The volume of the offer was determined thanks to the assumption that the companies offering will sell as much. Here the sum of the sales was done. The predicted bid was performed using regression analysis. The predicted supply is increasing.

Keywords: Bitcoin, Ethereum, vývoj kryptoměn, Pearsonův korelační koeficient, kryptoměna

---

Úvod

Kryptoměny jsou digitální měny, které lze používat k přímým maloobchodním nákupům, ale také jako finanční aktiva obecně. Vyznačují se některými rysy, které je odlišují od ostatních aktiv, a to skutečnostmi, že nepodléhají žádné centralizované institucionální autoritě a že nemají fyzické zastoupení. Dalším důležitým rysem, který činí tento druh měny poněkud kontroverzním, je skutečnost, že nejsou spojeny s žádnými hmotnými aktivy (Ferreira & Pereira, 2019). V uplynulém desetiletí se technologii blockchain a její kryptoměně Bitcoin dostalo značné pozornosti. Bitcoin zažil výrazné cenové výkyvy v denním i dlouhodobém

ocenění (Wang & Wang, 2020). Kryptoměny jsou založeny na blockchainu. Například všechny historické transakce Bitcoinu jsou uloženy v blockchainu Bitcoinu, ale vlastníci Bitcoinu jsou obecně neznámí. To je důvodem pseudoanonymity Bitcoinu, proto se často používá k nelegálním transakcím. Bitcoinové adresy jsou spojeny s identitou uživatelů Bitcoinu (Qin et al., 2022). Blockchain se používá především v aplikacích pro kryptoměny, jako je Bitcoin a Ethereum (Ehrenberg & King, 2020). Blockchain byl široce nasazen v různých oblastech, jako jsou finance, vzdělávání a veřejné služby. Blockchain má decentralizované mechanismy s trvalostí a auditovatelností a funguje jako neměnná distribuovaná účetní kniha, kde transakce společně provádějí celosvětově distribuované uzly prostřednictvím algoritmů konsensu založených na kryptoměnách (Wei et al., 2022). Během nedávného vývoje se kryptoměny staly známým klíčovým faktorem finančních a obchodních příležitostí. Investice do kryptoměn však nejsou viditelné s ohledem na nekonzistentní aspekt trhu a volatilitu vysokých cen (Shahbazi & Byun, 2021). V posledních letech se v souvislosti s rozvojem kryptoměn a širšími implementacemi technologie blockchain začalo hovořit o digitálně decentralizovaných sítích, které rovnoměrně rozdělují kontrolu mezi své protějšky. U Bitcoinu, první kryptoměny založené na blockchainu, je měnová politika prováděna prostřednictvím softwaru vytvořeného na základě modelu konsensu s otevřeným zdrojovým kódem. Tím se prosazuje technodecentralistická ideologie, která slibuje demokratizaci společností tím, že vymýtí centralizované body kontroly v ekonomických systémech (Parkin, 2019). V posledních letech jsme svědky rostoucího trendu bezhotovostních transakcí i produktů a služeb prodávaných výhradně tímto způsobem (Fabris, 2019).

Cíl práce

Cílem práce je hodnocení vývoje cen Bitcoinu a Etherea v posledních pěti letech. Dále, jejich porovnání. Pro tyto účely byly zvoleny následující otázky:

Zodpovězením této výzkumné otázky, bude zjištěno, jak se vyvíjela cena Bitcoinu za posledních 5 let, což je potřebné, abychom dokázali analyzovat vývoj ceny Bitcoinu.

VO1: Jak se vyvíjela cena Bitcoinu během posledních 5 let?

Odpovědí na tuto výzkumnou otázku, bude zjištěno, jak se v posledních 5 letech vyvíjela cena Etheru, což je důležité, pro analýzu vývoje ceny Etherea.

VO2: Jak se vyvíjela cena Etherea během posledních 5 let?

Zodpovězením této výzkumné otázky, bude zjištěno, zda existuje vztah mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu za posledních pět let.

VO3: Existuje vztah mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu za posledních 5 let?

Literární rešerše

Bitcoin je kryptoměna pro správu a převod peněz distribuovaným způsobem. Síť Bitcoinů vytváří složitý systém ekonomických pobídek, který řídí její vnitřní fungování a ovlivňuje bezpečnostní záruky sítě a její vývoj. Nedávný vývoj Bitcoinu jako spekulativního aktiva a zde prudce rostoucí cena Bitcoinu výrazně motivují k účasti v síti (Li & Liao, 2018). Bitcoinový blockchain lze chápat jako první plně funkční DLT, který existuje. Blockchain se rychle vyvíjí

jako další převratná inovace v oblasti bezpečného připojení (Yadav et al., 2023). K dnešnímu dni je Bitcoin nejúspěšnější aplikací technologie blockchain a získává značnou pozornost průmyslu i akademické obce. Bitcoin je elektronický platební systém založený spíše na kryptografii než na kreditu. Bez ohledu na to, zda se lidé nacházejí ve stejném městě nebo zemi, může Bitcoin poslat kterákoli osoba kterékoli jiné osobě, když se dohodnou. Tržní hodnota Bitcoinu od jeho vzniku v roce 2009 roste a jeho současná tržní hodnota činí 160 miliard USD. Samotný Bitcoin od svého vývoje odhalil mnoho problémů a čelí výzvám ze všech oblastí společnosti; protivníci proto mohou slabiny Bitcoinu využít k dosažení značných zisků (Zhu et al., 2020).

Ethereum je vedle bitcoinu druhou největší blockchainovou platformou s možnostní spouštění chytrých smluv. S rozšířením technologie blockchain Ethereum rychle roste. Uživatel na platformě Ethereum může realizovat chytré smlouvy i převádět svou kryptoměnu. Kybernetické útoky se často zaměřují na kryptoměny. Kromě toho může být Ethereum zneužito zlomyslnými uživateli k provádění útoků. Proto roste poptávka po dohledu nad sítí Ethereum. Aby byli vnitřní uživatelé Etherea chráněni před útoky, měl by poskytovatel internetových služeb (ISP) dohlížet na provoz Etherea od svých vnitřních uživatelů nebo k nim (Hu et al., 2022). Etherum přitáhlo v posledních několika letech širokou pozornost a nashromáždilo významné transakční rekordy. Základní struktura sítě Ethereum je však stále relativně neprozkoumaná. Rovněž bylo učiněno jen velmi málo pokusů o provedení předvídatelnosti spojení v síti transakcí Ethereum (Said et al., 2021). Ethereum, se schopností spouštět chytré smlouvy, přitahuje širokou pozornost a jeho tržní kapitalizace dosáhla 20 miliard USD. Ethereum podporuje nejen svou kryptoměnu s názvem Ethereum, ale poskytuje také decentralizovanou platformu pro provádění inteligentních smluv ve virtuálním stroji Ethereum. Přestože se cena Etheru blíží 200 USD a na Ethereu bylo nasazeno téměř 600 tisíc chytrých kontraktů, o charakteristikách jeho uživatelů, chytrých kontraktů a vztazích mezi nimi je známo jen málo (Jiang et al., 2023).

Podle průzkumu "PWC" byl Bitcoin a Ethereum v prvním čtvrtletí roku 2021 nejpopulárnější. Pro dnešek zůstává Bitcoin nejoblíbenější kryptoměnou. První alternativou Bitcoinu je Ethereum. Ethereum je po Bitcoinu druhou nejoblíbenější a nejkapitalizovanější kryptoměnou na světě. Cílem vytvoření Etherea je poskytnout komukoli na světě decentralizovanou sadu finančních produktů. Tyto kryptoměny se liší dobou blokování, algoritmy, na kterých běží, a svými celkovými cíli. (Kozlovskyi, 2021).

(Koch & Dimpfl, 2023) zkoumá, jak pozornost drobných investorů ovlivňuje společný vývoj cen kryptoměn. Společný pohyb měří pomocí realizované korelace a míry založené na R2. Zjišťuje, že rostoucí pozornost vyjádřená indexy objemu vyhledávání na Googlu nebo počtem tweetů na Twitteru Granger – způsobuje zvýšení synchronicity cen Bitcoinu, Etherea, Litecoinu a Monera. Z toho vyplývá, že pozornost, zejména k Bitcoinu, je hlavním faktorem ovlivňujícím ceny kryptoměn. Masová pozornost a z ní plynoucí stádovitost drobných investorů vede k tomu, že se ceny různých kryptoměn pohybují synchronněji. (Naeem et al., 2021) pomocí časově proměnné míry neefektivnosti ukazuje, že vypuknutí COVID-19 negativně ovlivnilo efektivnost čtyř kryptoměn (Bitcoinu, Etherea, Litecoinu a Ripplu), a to vzhledem k výraznému zvýšení úrovně neefektivnosti v období COVID-19. V tomto případě se jedná o výrazný nárůst efektivnosti. Nejvíce byly zasaženy Bitcoin a Ethereum a zároveň se tyto dvě největší

kryptoměny na konci března 2020 rychleji zotavily z prudkého propadu směrem k neefektivitě. Zjištění potvrzují předchozí důkazy, že efektivnost trhu se mění v čase; rovněž bezprecedentní katastrofické události, jako je vypuknutí COVID-19, mají nepříznivý vliv na efektivnost předních kryptoměn.

Korelační analýza je nejčastěji používaná metoda pro určení vztahů mezi proměnnými, nazývanými soubory proměnných X a Y (Yoon et al., 2021).

Výzkum (Fernandez-Vazquez et al., 2023) ukazuje, že Bitcoin získává konkurenční výhodu jako široce rozšířený platební prostředek, Ethereum vyniká v přijetí robustní a flexibilní funkce inteligentních smluv. (Costa et al., 2019) při korelaci Bitcoinu s ostatními analyzovanými kryptoměnami zjišťuje, že pro krátká časová měřítka mají všechny kryptoměny statisticky významné korelace s Bitcoinem. (Kozlovskyi, 2021) zjistil, že vícenásobné R pro 4 náhodně vygenerované vzorky ukazuje, že existuje silná korelace mezi Bitcoinem a Ethereem.

Výzkumné metody a analytické přístupy, které podporují zkoumání ve vědách, musí reagovat na neustálé změny v teoretických rámcích, výzkumných metodách a technologiích používaných pro podporu sběru a analýzy dat v současných výzkumných rámcích (Serafini & Reid, 2019). Kvalitativní obsahová analýza je metodologický přístup k subjektivní interpretaci dat (Lookingbill, 2022). Kvalitativní obsahová analýza se skládá z konvenčního, řízeného a sumativního přístupu k analýze dat. Používají se pro zajištění deskriptivních poznatků a porozumění zkoumanému jevu (Assarroudi et al., 2018).

Pro sběr primárních dat u výzkumné otázky číslo 1 bude použita stejně jako u výzkumné otázky číslo 2 obsahová analýza. Využití obsahové analýzy umožní objektivní zkoumání a vyhodnocení dat. Tato data poté budou porovnávána u výzkumné otázky číslo 3 a bude aplikována korelační analýza, která povede k získání informací o vzájemném vztahu mezi Bitcoinem a Ethereem.

Data a metody

Je důležité zvolit vhodné metody sběru dat, aby bylo možné adekvátně odpovědět na výzkumné otázky a naplnit stanovené cíle. Nejprve bude popsán způsob, jakým budou získána určitá data pro dané výzkumné otázky. Poté bude provedeno vyhodnocení na základě předem stanovených analýz. Zodpovězením a vyhodnocením otázek, bude naplněn cíl.

Pro zodpovězení prvních dvou výzkumných otázek budou použita data z portálu Kurzy.cz (Kurzy 2023) která budou podrobena obsahové analýze. Veřejně dostupné informace z portálu Kurzy.cz lze využít k získání potřebných dat. Získání těchto dat je u první výzkumné otázky nezbytné pro zjištění vývoje cen Bitcoinu a u druhé výzkumné otázky pro získání informací o vývoji cen Etherea v posledních pěti letech. Data o vývoji cen Bitcoinu a Etherea budou k dispozici v korunách každý měsíc k prvnímu dni v měsíci v období od 1. ledna 2018 do 1. května 2023 a následně zaznamenána v tabulkovém softwaru Excel. Tabulka vytvořena v Excelu bude použita pro grafické znázornění cenových výkyvů.

U třetí výzkumné otázky je potřeba zjistit, zda existuje vztah mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu, proto bude provedena Pearsonova korelační analýza. Pro tento účel budou využita data, která byla získána v předchozích výzkumných otázkách. Pro vizualizaci vývoje cen

Bitcoinu a Etherea bude sloužit graf. Pro výpočet korelačního koeficientu mezi dvěma proměnnými x a y (tedy mezi Ethereem a Bitcoinem) bude použit Pearsonův korelační koeficient, který měří sílu a směr lineárního vztahu mezi dvěma proměnnými a nabývá hodnot mezi -1 a 1, kde hodnota -1 znamená dokonalou negativní korelaci (tj. když se jedna proměnná zvětši, druhá proměnná se bude snižovat). Naopak hodnota 1 znamená dokonalou pozitivní korelaci (tj. pokud se jedna proměnná zvýší, bude se zvyšovat i druhá proměnná) a hodnota 0 znamená žádnou korelaci (tzn. mezi proměnnými neexistuje žádný vztah).

Vzorec pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu (Edelmann et al., 2021):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Xi-\bar{X})\,(Yi-\bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Xi-\bar{X})^2}\ \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Yi-\bar{Y})^2}}$$

kde:

$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Xi$ - aritmetický průměr prvních měření

$\bar{Y}$ - aritmetický průměr druhých měření

x a *y* – hodnoty proměnných

$\bar{x}$ a $\bar{y}$ – průměrné hodnoty proměnných

$\sum$ – suma

√ – odmocnina

V softwaru Excel, bude pro výpočet korelačního koeficientu *r* použita funkce = CORREL.

Výsledná síla korelační vazby bude, pro lepší interpretaci v následných výsledcích, považována následovně:

V softwaru Excel, bude pro výpočet korelačního koeficientu r použita funkce = CORREL.

Výsledná síla korelační vazby bude, pro lepší interpretaci v následných výsledcích, považována následovně:

r = 0 - 0,19 „velmi slabá korelace“

r = 0,20 - 0,39 „slabá korelace“

r = 0,40 - 0,59 „střední korelace“

r = 0,60 - 0,79 „silná korelace“

r = 0,80 - 1,00 „velmi silná korelace“

Například pokud vyjde hodnota korelace r = 0,32 bude to „slabá kladná korelace“.

Pro využití korelace v Excelu budou využita data ve formátu „číslo“, která budou zaokrouhlena na celá čísla. Poté přes tlačítko „analýza dat“ v kartě „data“ bude zvolena funkce „korelace“, kde do vstupní oblasti bude zahrnuta celá tabulka s daty i popisky, proto je nutné mít zaškrtnuto „popisky dat v prvním řádku“ po provedení bude stisknuto „ok“.

Po výsledné korelaci je nutno ověřit platnost stanovené nulové hypotézy (tzn. potvrdit nebo vyvrátit nulovou hypotézu), ke které je přiřazena alternativní hypotéza.

Hladina významnosti α bude stanovena na 5 %.

H0: Mezi vývojem cen Bitcoinu a Etherea existuje korelace.

H1: Mezi vývojem cen Bitcoinu a Etherea neexistuje korelace.

Alternativní hypotéza tvrdí, že neexistuje žádná souvislost mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu, zatímco nulová hypotéza tvrdí, že mezi těmito dvěma proměnnými existuje nějaký vztah. Výsledek testu potom může buď potvrdit nulovou hypotézu a potvrdit tak existenci korelace mezi Ethereem a Bitcoinem, nebo nulovou hypotézu nepotvrdit a tedy zamítnout, což bude znamenat, že korelace mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu není statisticky významná.

Pokud výsledný korelační koeficient dosáhne statistické významnosti mezi na stanovené hladině významnosti 5 %, znamená to, že s určitou pravděpodobností bude potvrzena nulová hypotéza o existenci korelace mezi vývojem cen Bitcoinu a Etherea a zamítnuta alternativní hypotéza. Naopak, pokud nedosáhne statistické významnosti, znamená to, že nejsou důkazy o existenci korelace mezi vývojem cen Bitcoinu a Etherea na stanovené úrovní pravděpodobnosti 5 % zamítá se nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní.

Výsledky

Po aplikaci metod uvedených v metodické části práce na sesbíraná data bylo zjištěno:

Tabulka 1: Vývoj ceny Bitcoinu v Kč

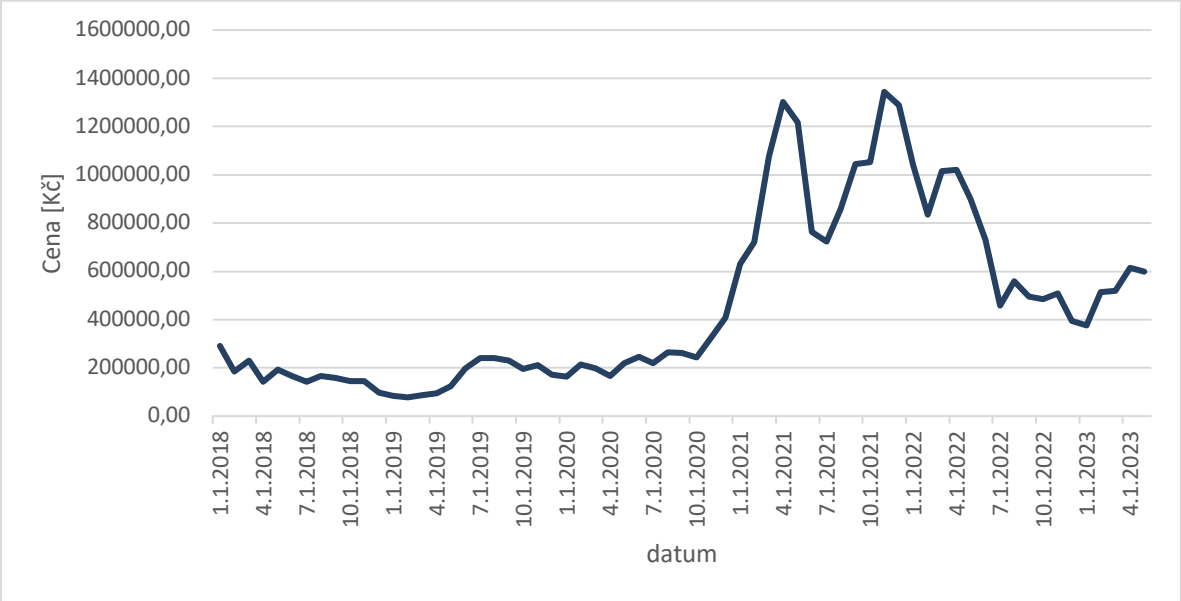
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
leden	290775	85296	163134	629600	1043052	374793
únor	185988	77628	212965	721433	833740	512608
březen	228854	86139	197223	1075305	1014260	517983
duben	141272	95500	166487	1300874	1020907	615411
květen	192812	123263	218411	1217686	897278	599343
červen	166945	197731	245822	763513	732499	
červenec	142519	240286	218309	723025	457567	
srpen	166902	241315	263230	857963	559257	
září	158892	229660	262763	1045484	495361	
říjen	146296	195714	243010	1051415	484864	
listopad	143977	210843	321700	1343628	507431	
prosinec	96274	171446	408501	1288141	393327	

Zdroj: Vlastní zpracování dle (Kurzy.cz, 2023).

Při pozorování je patrné, jak se cena Bitcoinu v období od roku 2018 do roku 2023 značně měnila. V roce 2018 dosáhla nejvyšší hodnoty hned v lednu 290.775 Kč. Poté během roku klesala až do února roku 2019, kdy cena Bitcoinu snížila na své minimum 77.628 Kč ve sledovaném období. V roce 2019 se dále cena pohybovala v průměru kolem 170.000 Kč. Rok 2020 zaznamenává růst Bitcoinu na hodnotu 408.501 Kč. V listopadu roku 2021 dosáhl Bitcoin

svého maxima na hodnotě 1.343.628 Kč. Rok 2022 zaznamenal postupný pád ceny Bitcoinu, kde v lednu byla cena 1.043.052 a v prosinci byla cena téměř o 2/3 nižší a to 393.327 Kč. Únorem roku 2023 začala cena Bitcoinu opět mírně stoupat. Cena Bitcoinu k datu 1. května 2023 činí 599.343 Kč.

Graf 1: Vývoj ceny Bitcoinu v Kč

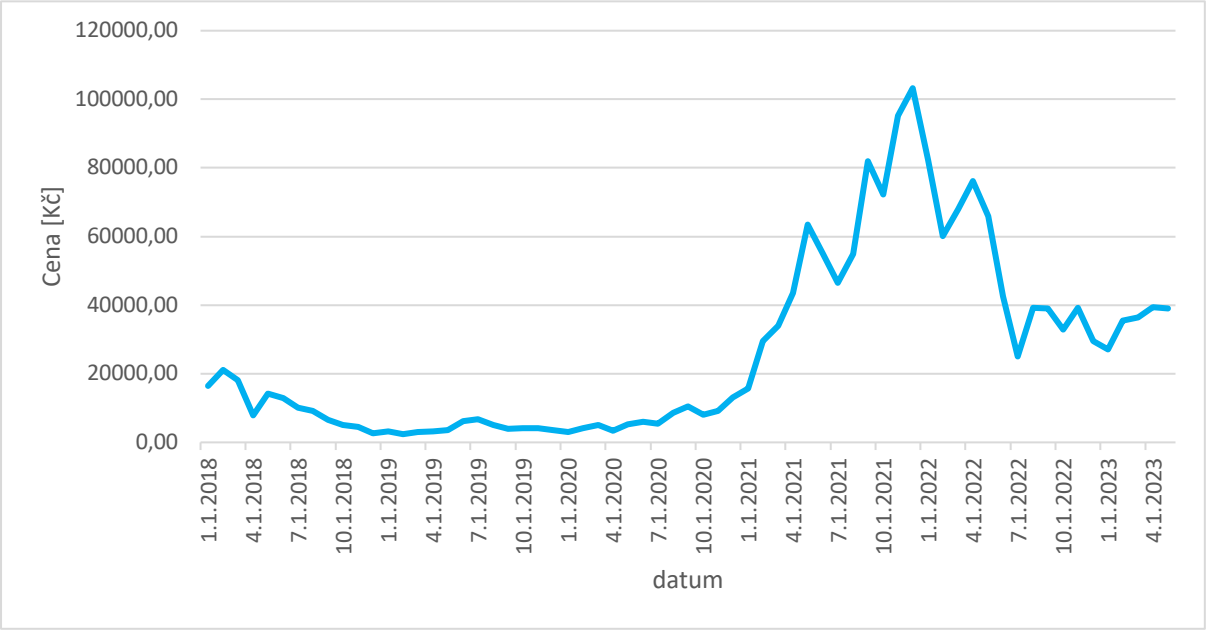


Zdroj: Vlastní zpracování dle (Kurzy.cz, 2023).

Pro zlepšení vizualizace byl vytvořen graf, který je odvozen z tabulky, avšak tabulka byla pro účely tvorby grafu upravena. Na grafu 1 je patrný velký nárůst ceny v roce 2021 a následný pád v roce 2022.

Během pozorování vývoje ceny Etherea od roku 2018 do roku 2023 je zřejmé, že se cena Etherea zaznamenala také výrazné změny. V roce 2018 dosáhla cena Etherea nevyšší hodnoty v únoru, kdy hodnota činila 21.027 Kč. Cena Etherea poté během roku klesala a na konci roku se ustálila na hodnotě 2.714 Kč. Kolem průměru 3.000 Kč se cena pohybovala následně až do června 2019, kdy v únoru roku 2019 dosáhla nejnižší částky za sledované období, a to ve výši 2.392 Kč. Poté cena v červnu a červenci zdvojnásobila svou hodnotu na 6.678 Kč. Po červenci znovu nastal pád ceny, který trval až do roku 2020. Koncem roku 2020 začala cena stoupat. V roce 2021 se Ethereum opět zotavilo a cena vzrostla v prosinci na své maximum 103.243 Kč. Pro Ethereum byl v roce 2022 nejhorší měsíc červen kdy se cena klesla na 25.130 Kč a nejvyšší cenu v tomto roce zaznamenalo Ethereum v lednu. Konec roku 2022 a začátek roku 2023 znamenal pro cenu Etherea pokles. V posledním sledovaném datu, tedy květen 2023 činí cena Etherea 39.091 Kč.

Graf 2: Vývoj ceny Etherea v Kč



Zdroj: Vlastní zpracování dle (Kurzy.cz, 2023).

Pro lepší názornost byl vytvořen graf 2, jenž vychází z údajů z tabulky. Při tvorbě grafu byla však tabulka upravena pro lepší přizpůsobení vizuálnímu zobrazení. Na grafu je viditelná od roku 2018 do roku 2021 stagnace pod hranicí 20.000 Kč. V roce 2021 je zaznamenán velký nárůst, po kterým v roce 2022 nastal propad.

Po vnesení dat a aplikace korelace v Excelu byla zjištěna následující korelace.

Tabulka 2: Korelace

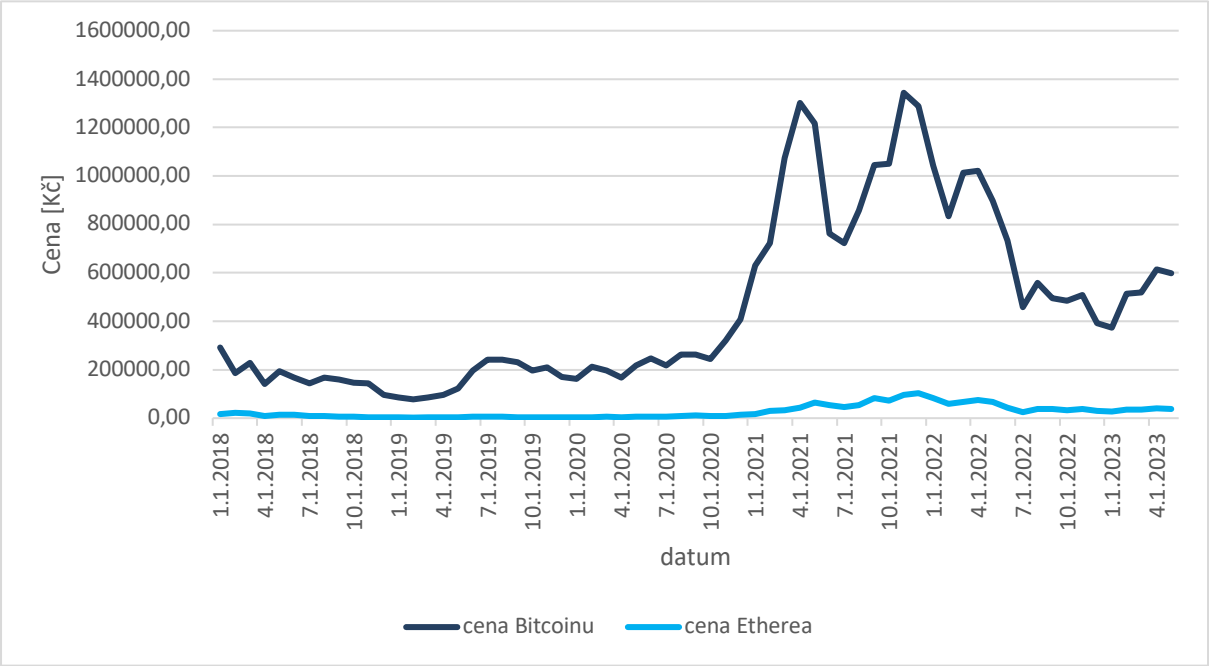
	cena Bitcoinu	*cena Etherea*
cena Bitcoinu	1	
cena Etherea	0,925716567	1

Zdroj: Vlastní zpracování.

Hladina významnosti je 0,05 což je menší než 0,925716567, proto se alternativní hypotéza zamítá a potvrzuje se nulová hypotéza, že mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu existuje korelace.

Výsledek korelace ukazuje, že mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinem v posledních 5 letech existuje silná korelace.

Graf 3: Porovnání vývoje ceny Bitcoinu a ceny Etherea



Zdroj: Vlastní zpracování dle (Kurzy.cz, 2023).

Na Grafu 3 je tmavě modrou znázorněn růst ceny Bitcoinu v čase a světle modře růst ceny Etherea v čase. Cena Etherea je znatelně nižší než cena Bitcoinu, ale nárůst a pokles ceny v daném období je podobný.

Diskuse výsledků

VO1: Jak se vyvíjela cena Bitcoinu během posledních 5 let?

Během posledních 5 let zaznamenala cena Bitcoinu velké výkyvy. V letech 2018–2020 se cena Bitcoinu pohybovala kolem hranice 200.000 Kč. Nejnižší zaznamenanou cenu ve sledovaném období měl Bitcoin v roce 2019 a to v hodnotě 77.628 Kč. V roce 2021 cena Bitcoinu strmě vzrostla a dosáhla svého maxima na hodnotě 1.343.628 Kč. Poté cena Bitcoinu zase klesala. K poslednímu datu pozorování (1. květen 2023) činila cena Bitcoinu 599.343 Kč.

Ke stejnému výsledku došel i Kozlovskyi (2021) ve svém průzkumu "PWC", kde říká, že byl Bitcoin a Ethereum v prvním čtvrtletí roku 2021 nejpopulárnější.

Odpověď na tuto výzkumnou otázku může být důležitá pro investory, kteří se zabývají kryptoměnami a chtějí získat přehled o vývoji cen Bitcoinu. Tyto poznatky mohou sloužit jako podklad pro budoucí investiční strategie. Ovšem vývoj cen kryptoměn je velmi nejistý a neexistuje záruka, že se v budoucnu budou vyvíjet jako v minulosti.

VO2: Jak se vyvíjela cena Etherea během posledních 5 let?

Cena Etherea si za posledních 5 let prošla výraznými změnami. Kromě začátku roku 2018 se cena Etherea až do roku 2021 pohybovala hluboko pod hranicí 20.000 Kč. V únoru roku 2019 byla cena Etherea pouze 2.392 Kč. V roce 2021 se cena Etherea vyšplhala na své

maximum 103.243 Kč. Následující rok cena začala zase klesat a ke dni posledního pozorování, tj. 1. května 2023 se cena rovnala částce 39.091 Kč.

Naeem et al. (2021) pomocí časově proměnné míry neefektivnosti ukazuje, že vypuknutí COVID-19 negativně ovlivnilo efektivnost čtyř kryptoměn (Bitcoinu, Etherea, Litecoinu a Ripplu), a to vzhledem k výraznému zvýšení úrovně neefektivnosti v období COVID-19. V tomto případě se jedná o výrazný nárůst efektivnosti. Nejvíce byly zasaženy Bitcoin a Ethereum a zároveň se tyto dvě největší kryptoměny na konci března 2020 rychleji zotavily z prudkého propadu směrem k neefektivitě.

Podle průzkumu "PWC" byl Bitcoin a Ethereum v prvním čtvrtletí roku 2021 nejpopulárnější (Kozlovskyi, 2021).

Po analýze ceny Etherea jsou tato tvrzení potvrzena.

Vzhledem použití dat z minulosti je obtížné zjistit, jak se bude cena Etherea vyvíjet v budoucnu. Pro investory by bylo nejlepší předpovědět vývoj ceny v budoucnosti, ale při zodpovězení, jak se cena vyvíjela doposud si mohou udělat obrázek o tom, jak se daná kryptoměna vypořádává s různými krizemi. Obecně platí, že je výhodné kupovat kryptoměny v době poklesu a prodávat, když je cena maximu.

VO3: Existuje vztah mezi vývojem cen Etherea a Bitcoinu za posledních 5 let?

Výzkum potvrdil Kozlovskyiho (2021) tvrzení, že vícenásobné R pro 4 náhodně vygenerované vzorky ukazuje, že existuje silná korelace mezi Bitcoinem a Ethereem.

Odpověď na tuto výzkumnou otázku je důležitá pro investory. Zjištění, že je silná korelace mezi vývojem ceny Etherea a Bitcoinu, může mít vliv na to, jak investoři rozloží své portfolio.

Závěr

Práce si klade za cíl posoudit vývoj cen Bitcoinu a Etherea v posledních pěti letech a následně provést jejich porovnání. Cíl práce byl splněn v plném rozsahu.

Na základě provedené analýzy lze dospět k následujícím závěrům:

Během posledních pěti let se cena Bitcoinu projevila jako neustále se měnící a vysoce volatilní. Byl zaznamenám dramatický vzestup v roce 2021, který vyvrcholil v historicky nejvyšší ceně. Následně došlo k poklesu ceny v důsledku různých faktorů, jako je regulace, tržní sentiment a technické faktory.

Ethereum, druhá největší kryptoměna podle tržní kapitalizace, si rovněž udržuje důležitou pozici na trhu. Během sledovaného období bylo Ethereum výrazně ovlivněno především přijetím blockchainové technologie pro smart kontrakty a decentralizované aplikace. Jeho cena prošla podobnými výkyvy jako cena Bitcoinu, avšak s odlišnými dynamikami. zaznamenány období růstu, která byla často spojena s příjetím nových technologií a projekty postavenými na blockchainové platformě Ethereum.

Při porovnání vývoje cen Bitcoinu a Etherea bylo zjištěno, že obě kryptoměny mají některé společné trendy, ale také značné rozdíly. Bitcoin si udržuje výrazně vyšší tržní kapitalizaci a popularitu, zatímco Ethereum se vyznačuje rychlejším inovativním vývojem a využíváním na

blockchainové platformě Ethereum. Je zde zjevná tendence, že výkyvy cen Bitcoinu mají vliv na Ether, ale s určitým časovým zpožděním.

Celkově lze konstatovat, že vývoj ceny Bitcoinu a Etherea je ovlivněn různými faktory, včetně tržního sentimentu, regulace a technických inovací. Je důležité si uvědomit, že investice do kryptoměn jsou spojeny s vysokým rizikem a volatilitou cen.

Tato práce se především potýká s dvěma významnými limity. V první řadě se jedná o omezené množství zkoumaných kryptoměn. Práce se zaměřuje právě na dvě největší a nejznámější kryptoměny, Bitcoin a Ethereum. Další výzkum by mohl zahrnovat širší spektrum kryptoměn a hodnotit jejich vývoj vůči Bitcoinu a Ethereum. Další omezení této práce je zaměření na minulý vývoj a absence jasné prognózy budoucího vývoje. S využitím pokročilých analýz a modelů by mohl další výzkum zkoumat predikce budoucího vývoje cen Bitcoinu a dalších kryptoměn, což by mohlo být cenným nástrojem pro investory a obchodníky. Možností dalšího výzkumu by mohla být identifikace a analýza faktorů ovlivňující cenu, jako je regulace, institucionální účast, technologické inovace nebo globální ekonomické a politické události

Zdroje

Assarroudi, A., Heshmati Nabavi, F., Armat, M. R., Ebadi, A., & Vaismoradi, M. (2018). Directed qualitative content analysis: The description and elaboration of its underpinning methods and data analysis process. *Journal of Research in Nursing*, *23*(1), 42–55. https://doi.org/10.1177/1744987117741667

Bhangu, K. S., Sandhu, J. K., & Sapra, L. (2022). Time series analysis of COVID-19 cases. *World Journal of Engineering*, *19*(1), 40–48. https://doi.org/10.1108/WJE-09-2020-0431

Costa, N., Silva, C., & Ferreira, P. (2019). Long-Range Behaviour and Correlation in DFA and DCCA Analysis of Cryptocurrencies. *International Journal of Financial Studies*, *7*(3), 51. https://doi.org/10.3390/ijfs7030051

Edelmann, D., Móri, T. F., & Székely, G. J. (2021). On relationships between the Pearson and the distance correlation coefficients. *Statistics & Probability Letters*, *169*, 108960. https://doi.org/10.1016/j.spl.2020.108960

Ehrenberg, A. J., & King, J. L. (2020). Blockchain in Context. *Information Systems Frontiers*, *22*(1), 29–35. https://doi.org/10.1007/s10796-019-09946-6

Fabris, N. (2019). Cashless Society – The Future of Money or a Utopia? *Journal of Central Banking Theory and Practice*, *8*(1), 53–66. https://doi.org/10.2478/jcbtp-2019-0003

Fernandez-Vazquez, S., Rosillo, R., Meijueiro, L., Alonso Alvarez, R., & De La Fuente, D. (2023). A comparative study of blockchain's largest permissionless networks. *Technology Analysis & Strategic Management*, *35*(4), 409–423. https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1976748

Ferreira, P., & Pereira, É. (2019). Contagion Effect in Cryptocurrency Market. *Journal of Risk and Financial Management*, *12*(3), 115. https://doi.org/10.3390/jrfm12030115

Hu, X., Zhu, C., Tong, Z., Gao, W., Cheng, G., Li, R., Wu, H., & Gong, J. (2022). Identifying Ethereum traffic based on an active node library and DEVp2p features. *Future Generation Computer Systems*, *132*, 162–177. https://doi.org/10.1016/j.future.2022.02.012

Jiang, Z., Tang, X., Zheng, Z., Guo, J., Luo, X., & Li, Y. (2023). Calling relationship investigation and application on Ethereum Blockchain System. *Empirical Software Engineering*, *28*(2), 31. https://doi.org/10.1007/s10664-022-10240-4

Koch, S., & Dimpfl, T. (2023). Attention and retail investor herding in cryptocurrency markets. *Finance Research Letters*, *51*, 103474. https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103474

Kozlovskyi, S. (2021). Comparative Assessment of the Different Cryptocurrencies Investment Efficiency on the Different Time Periods. *Montenegrin Journal of Economics*, *17*(4), 189–198. https://doi.org/10.14254/1800-5845/2021.17-4.17

Li, Z., & Liao, Q. (2018). Toward Socially Optimal Bitcoin Mining. *2018 5th International Conference on Information Science and Control Engineering (ICISCE)*, 582–586. https://doi.org/10.1109/ICISCE.2018.00126

Lookingbill, V. (2022). Examining nonsuicidal self-injury content creation on TikTok through qualitative content analysis. *Library & Information Science Research*, *44*(4), 101199. https://doi.org/10.1016/j.lisr.2022.101199

Naeem, M. A., Bouri, E., Peng, Z., Shahzad, S. J. H., & Vo, X. V. (2021). Asymmetric efficiency of cryptocurrencies during COVID19. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *565*, 125562. https://doi.org/10.1016/j.physa.2020.125562

Parkin, J. (2019). The senatorial governance of Bitcoin: Making (de)centralized money. *Economy and Society*, *48*(4), 463–487. https://doi.org/10.1080/03085147.2019.1678262

Qin, F., Wu, Y., Tao, F., Liu, L., Shi, L., & Miller, A. J. (2022). Multi-input address incremental clustering for the Bitcoin blockchain based on Petri net model analysis. *Digital Communications and Networks*, *8*(5), 680–686. https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.09.003

Said, A., Janjua, M. U., Hassan, S.-U., Muzammal, Z., Saleem, T., Thaipisutikul, T., Tuarob, S., & Nawaz, R. (2021). Detailed analysis of Ethereum network on transaction behavior, community structure and link prediction. *PeerJ Computer Science*, *7*, e815. https://doi.org/10.7717/peerj-cs.815

Serafini, F., & Reid, S. F. (2019). Multimodal content analysis: Expanding analytical approaches to content analysis. *Visual Communication*, 147035721986413. https://doi.org/10.1177/1470357219864133

Shahbazi, Z., & Byun, Y.-C. (2021). Improving the Cryptocurrency Price Prediction Performance Based on Reinforcement Learning. *IEEE Access*, *9*, 162651–162659. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3133937

Wang, Y., & Wang, H. (2020). Using networks and partial differential equations to forecast bitcoin price movement. *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, *30*(7), 073127. https://doi.org/10.1063/5.0002759

Wei, Q., Li, B., Chang, W., Jia, Z., Shen, Z., & Shao, Z. (2022). A Survey of Blockchain Data Management Systems. *ACM Transactions on Embedded Computing Systems*, *21*(3), 1–28. https://doi.org/10.1145/3502741

Yadav, A. S., Singh, N., & Kushwaha, D. S. (2023). Evolution of Blockchain and consensus mechanisms & its real-world applications. *Multimedia Tools and Applications*. https://doi.org/10.1007/s11042-023-14624-6

Yoon, S.-R., Dang, Y.-M., Kim, S.-Y., You, S.-Y., Kim, M. K., & Ha, J.-H. (2021). Correlating Capsaicinoid Levels and Physicochemical Proper-ties of Kimchi and Its Perceived Spiciness. *Foods*, *10*(1), 86. https://doi.org/10.3390/foods10010086

Zhu, L.-H., Zheng, B.-K., Shen, M., Gao, F., Li, H.-Y., & Shi, K.-X. (2020). Data Security and Privacy in Bitcoin System: A Survey. Journal of Computer Science and Technology, 35(4), 843–862. https://doi.org/10.1007/s11390-020-9638-7

Kontaktní adresa autorů

Barbora Veselková, Ústav podnikové strategie, Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Okružní 517/10, 37001 České Budějovice, Česká republika, student bakalářského programu, e-mail: bveselkova@mail.vstecb.cz

Tereza Matasová Pan-European University in Prague, Spálená 76/14, 110 00, Praha 1, e-mail: matasova@znalcivste.cz

Vývoj cen zlata a mědi

Jaroslav Dykun[1], Svatopluk Janek [2]

[1,2] Institute of technlology and business, Department of expertise and valuation, České Budějovice,

Abstract

The aim of the study was to evaluate the development of gold and copper prices over the last 8 years and to determine whether there is any relationship between their prices. The secondary data source for this research was content analysis of data from WoS and indexmundi.com. This data was further processed by basic statistics, correlation and regression analysis in MS Excel. The content analysis revealed that gold and copper prices were unstable during the examined period. It was further found that gold price reacts positively to global health and geopolitical crises such as the Covid-19 pandemic and Russian invasion of Ukraine. Thus, gold can be considered a safe investment in global crises. The price of copper is mostly influenced by its availability and demand, primarily from its largest consumer, China. Furthermore, the regression analysis found that there is a strong correlation between the copper price and the gold price. This research can primarily be used to provide an overview of the price development of these commodities for potential investors. The research was most limited by the use of only basic statistical methods, which are not sufficient enough to analyse the prices of these commodities in depth. A further area of research could be the socially highly desirable prediction of prices of these commodities.esearch results and overall conclusion and recommendations.

Keywords: Gold price, copper price, correlation, regression analysis, content analysis, price development

---

Úvod

Neželezné kovy jsou nepostradatelným průmyslovým materiálem a strategickou podporou národního hospodářského rozvoje. Předpověď cen neželezných kovů je pro investory a výzkumné pracovníky zásadní. Přesná a spolehlivá prognóza cen neželezných kovů je nicméně obtížným a zároveň náročným problémem vzhledem k výrazným výkyvům a nepravidelným cyklům ve vývoji cen kovů (Liu et al. 2020). Dynamika cen kovů je velmi důležitá nejen pro spotřebitele vzhledem k jejich širokému využití v různých průmyslových odvětvích, ale také pro řadu produkujících zemí. Pro tyto země jsou příjmy z vývozu často hlavním zdrojem příjmů. Proto je přesné zkoumání cen kovů, jejich dlouhodobého a krátkodobého cyklického chování a jejich souběžného pohybu nezbytné pro účely hospodářského plánování a předpovídání (Rossen 2015). Kovové komodity jsou pro průmysl vyspělých zemí nenahraditelné a jejich nedostatek v době krize Covidu-19 také zvyšuje cenu a následně i cenu výrobků z nich vyráběných (Bartos et al. 2022). Pandemie Covidu-19 měla na komodity nemalý vliv, neboť politika uzavírání, kterou řada zemí uplatňovala s cílem omezit šíření Covidu-19 mezi obyvatelstvem, zásadně změnila tok veškerého zboží a služeb v dodavatelském řetězci. Reakce cen komodit na pandemii Covid-19 ukazuje na význam komoditního trhu pro světovou ekonomiku a její vývoj (Borgards et al. 2021). Drahé kovy se od ostatních obchodovaných komodit liší. Ceny zlata jsou hlavními ekonomickými veličinami a určují vývoj světové ekonomiky (Bedoui et al. 2019). Kolísání cen zlata má významný dopad na mnoho finančních aktivit ve světě. Vývoj spolehlivého předpovědního modelu by mohl nabídnout pohled na kolísání, chování a dynamiku ceny zlata a v konečném důsledku by mohl poskytnout příležitost k získání významných zisků (Livieris et al. 2020).

Cílem práce je zhodnotit vývoj cen zlata a mědi za posledních 8 let a zjistit, zdali mezi jejich cenami existuje nějaký vztah.

Za posledních 8 let se ve světě stalo několik významných událostí, jako byla například pandemie covidu-19 nebo válka na Ukrajině, které měly nemalý dopad na světovou ekonomiku, a tedy i na trh s vzácnými kovy, jako je zlato. Touto otázkou tak lze zjistit, jaký měly tyto události dopad na cenu zlata.

VO1: Jak se vyvíjela cena zlata za posledních 8 let?

Stejně jako u vývoje cen zlata, lze odpovědí na tuto otázku zjistit, jak a které světové události měly na cenu mědi dopad.

VO2: Jak se vyvíjela cena mědi za posledních 8 let?

Odpovědí na touto otázku zjistíme, zda cena zlata ovlivňuje cenu mědi, nebo zda žádný vztah mezi cenami těchto dvou komodit neexistuje.

VO3: Existuje korelace mezi cenami zlata a mědi?

Literární rešerše

Zlato je drahý kov, který je vysoce ceněn pro svou významnou roli ve světě investic, úspor a spotřeb. Přestože se zlato ve většině zemí jako primární forma měny již nepoužívá, má i nadále silný vliv na hodnotu měn těchto zemí. V porovnání se všemi ostatními drahými kovy

používanými k investování a obchodování bylo zlato v průběhu historie vždy upřednostňováno. Hodnota zlata je faktorem často zmiňovaným na komoditním a termínovém trhu (Tri & Nga 2019). Zlato, které se někdy používá na výrobu šperků a ozdob, je považováno za bezpečnou investici. Kromě fyzického nákupu a prodeje zlata nabízejí některé trhy i elektronické obchodování se zlatem. Objem obchodování na těchto trzích se zlatem každým dnem prudce roste (Nawaz et al., 2020). Zlato má komoditní, měnové i finanční vlastnosti a je symbolem majetku. Cenu zlata ovlivňuje nejen vztah mezi nabídkou a poptávkou po zboží, ale také ekonomické a politické změny (Li & Dong 2020). Beckmann et al., (2019) říká, že míra nejistoty vykazuje překvapivý a v čase proměnlivý vztah k vývoji ceny zlata. Zatímco nejistota v oblasti hospodářské politiky pozitivně koreluje se změnami ceny zlata, makroekonomická nejistota a nejistota v oblasti inflace mezi prognostiky jsou se změnami ceny zlata spojeny negativně.

Měď je jedním z velmi cenných přírodních zdrojů a je hojně využívána v mnoha různých průmyslových odvětvích. Složité výkyvy cen mědi mohou významně ovlivňovat další průmyslová odvětví (Zhang et al., 2021). Předpověď ceny mědi je zásadní pro provádění rozhodnutí, která mohou ovlivnit podniky a vlády závislé na těžebním průmyslu mědi. Ceny mědi sledují časovou řadu, která je nelineární a nestacionární a která má období, jež se mění v důsledku potenciálního růstu, cyklických výkyvů a chyb (Astudillo et al., 2020). Dle Vochozky et al., (2021) jsou stále menší zásoby měděné rudy jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících cenu této komodity. Poptávka po mědi vykazuje od vypuknutí pandemie Covidu zrychlující se trend. Dle výzkumu Tanga et al., (2021) je vliv politického rizika na ceny mědi časově proměnlivý a v posledních letech má tendenci postupně narůstat. Politické riziko má silnější a dlouhodobější dopad na ceny mědi v zemích, které ji vyvážejí.

Jedním z nástrojů pro přeměnu textu na data pomocí automatizovaných nebo manuálních technik je obsahová analýza (Wilson & Herrera 2019). Manuální obsahová analýza poskytuje systematickou a spolehlivou metodu analýzy vzorců v narativním textu (Suan et al., 2021). Obsahová analýza je součástí kvalitativní analýzy (Anastasiei & Georgescu 2020). Lookingbill (2022), popisuje kvalitativní obsahovou analýzu jako metodologický přístup k subjektivní interpretaci dat.

Obsahovou analýzu dat použili například Jimenez-Diaz & Collado-Campana (2021) při zkoumání andaluských plánů ekologického zemědělství. Rodrigues & Mahmoudvand (2016) považují korelační analýzu za jeden ze standardních a nejinformativnějších popisných statistických nástrojů při studiu vztahů mezi proměnnými v dvourozměrných a vícerozměrných datech. Wang et al., (2022) použili ve svém výzkumu korelační analýzu s Pearsonovým korelačním koeficientem pro zjištění spojitosti mezi meteorologickými veličinami a veličinami větrné energie. Jednou z dalších nejpoužívanějších statistických technik je podle Aoki et al., (2022) regresní analýza. Podle Ismagilova & Alsaieda (2020) regresní analýza hraje stále důležitější roli při vytváření statistických modelů a předpovědí v oblasti ekonomie a financí. Regresní analýza je statistická metodika pro zkoumání vztahu mezi závislou proměnnou a nezávislými proměnnými (Piscia et al., 2022). Regresní analýzu ve svém výzkumu použili Papageorgiou et al., (2020) při zkoumání faktorů ovlivňujících využívání elektrické energie v domácnostech.

Data a metody

Data pro zodpovězení první výzkumné otázky budou získána obsahovou analýzou vývoje ceny zlata. Data obsahující vývoj ceny zlata budou získána z webu indexmundi.com (indexmundi.com 2023). Vývoj ceny zlata bude z období od 1.3.2015 do 1.3.2023 v měsíčních intervalech. Cena zlata bude v korunách českých za 1 trojskou unci.

Pro zodpovězení druhé výzkumné otázky budou data rovněž získána z webu indexmundi.com (indexmundi.com 2023). Vývoj ceny mědi, bude stejně jako u zlata v měsíčních intervalech v období od 1.3.2015 až do 1.3.2023. Cena mědi bude v korunách českých za 1 metrickou tunu. Data obsahující ceny mědi a zlata pro tuto i první výzkumnou otázku budou dále zpracovány v aplikaci MS Excel, zapsány v číselném formátu a zaneseny do grafu. Pro lepší interpretaci dat budou data popsána základními statistikami, jako je průměr, medián, modus, směrodatná odchylka rozptyl, maximum a minimum. Průměr je součet vybraných hodnot vydělený jeho počtem. V Excelu pro zjištění průměru použijeme funkci „PRŮMĚR“. Medián je v souboru dat hodnota, která ho po vzestupném seřazení dělí na dvě poloviny. V Excelu bude medián určen pomocí funkce „MEDIAN“. Modus je hodnota, která se v souboru dat vyskytuje nejčastěji. V Excelu bude modus určen funkcí „MODE“. Směrodatná odchylka určuje, jak moc se od sebe jednotlivá data v souboru liší. V Excelu bude směrodatná odchylka určena funkcí „SMODCH“. Poslední využitou statistikou bude rozptyl, který určuje, jak moc jsou jednotlivá data v souboru vzdálena od průměru. V Excelu bude rozptyl získán použitím funkce „VAR“. Maximum je největší hodnota dat v souboru. V Excelu bude maximum získáno funkcí „MAX“. Minimum je nejmenší hodnota dat v souboru. V Excelu bude minimum získáno funkcí „MIN“.

Pro zodpovězení třetí výzkumné otázky budou použita data z prvních dvou výzkumných otázek, tedy vývoje cen zlata a mědi z webu indexmundi.com (indexmundi.com 2023). Zároveň bude potřeba pro tuto výzkumnou otázku stanovit hypotézy:

H0a: Data nejsou statisticky významná.

H1a: Data jsou statisticky významná.

H0: Mezi vývojem ceny zlata a ceny mědi neexistuje korelační vztah.

H1: Mezi vývojem ceny zlata a ceny mědi existuje korelační vztah.

K analýze dat potřebných pro zodpovězení této výzkumné otázky bude použita korelační analýza za využití pearsonova korelačního koeficientu. Podle hodnoty tohoto koeficientu bude možno zjistit, zda jsou na sobě ceny zlata a mědi závislé a jak velká je mezi nimi korelace. Pearsonův korelační koeficient je značen r a podle jeho hodnoty bude určena velikost korelace. Rovnice pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu je následující (wikiskripta.eu 2022):

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

kde:

$\bar{x}$ – aritmetický průměr ceny mědi

$\bar{y}$ – aritmetický průměr ceny zlata

Pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu bude použita funkce v MS Excel „PEARSON“. Jako „pole1“ budou označena data obsahující cenu mědi a jako „pole2“ budou označena data obsahující cenu zlata. Výsledkem bude číslo v intervalu <-1;1>. Čím více se bude výsledná hodnota Pearsonova korelačního koeficientu blížit 1, tím větší bude korelace. Pro lepší interpretaci Pearsonova korelačního koeficientu bude použita následující poučka:

r= <0,01;0,09>	žádná korelace
r= <0,1;0,29>	nízká korelace
r= <0,3;0,49>	střední korelace
r= <0,5;0,69>	silná korelace
r= <0,7;0,89>	velmi silná korelace
r= <0,9;0,99>	téměř perfektní korelace

Pro zjištění potenciálního vývoje ceny mědi podle vývoje ceny zlata bude použita lineární regresní analýza. Lineární regresní model se vypočte podle následujícího vzorce (portal.matematickabiologie.cz 2023):

$$y = b_0 + b_1 * x + \varepsilon$$

kde:

y – závislá vysvětlovaná proměnná [Kč]

x – nezávislá vysvětlující proměnná [Kč]

b_0 – absolutní člen

b_1 – regresní koeficient

ε – odchylka mezi skutečnou a ideální hodnotou y

V excelu se lineární regresi provede pomocí „analýzy dat“ na kartě „data“. V analýze dat se vybere „Regrese“. Jako „vstupní oblast Y“ bude označena oblast s daty obsahující vysvětlovanou proměnnou, tedy cenu mědi. Jako „vstupní oblast X“ bude označena oblast s daty obsahující proměnnou vysvětlující, tedy cenou zlata. Hladina spolehlivosti bude ponechána na 95 %. Výstupem regrese budou hodnoty popsané v následující Tabulce:

Tabulka 1: Regresní statistika

Regrese	
Násobné R	korelační koeficient
Hodnota spolehlivosti R	koeficient determinace
Nastavená hodnota spolehlivosti R	variabilita
Chyba střední hodnoty	střední hodnota
Pozorování	počet hodnot v souboru
Hodnota P	P hodnota

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledky

Po aplikaci metod popsaných v části data a metody na sesbíraná data bylo pro výzkumné otázky zjištěno následující.

„VO1: Jak se vyvíjela cena zlata za posledních 8 let?“

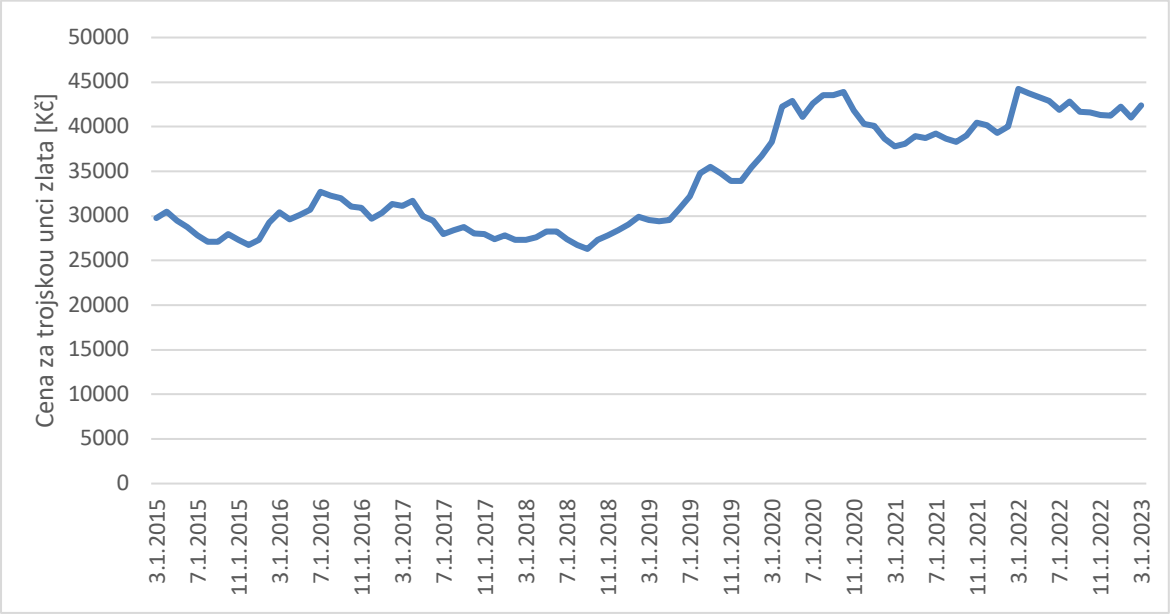
Tabulka 2: Statistiky cen zlata

Zlato	
Průměr	34073,53546
Medián	31697,76
Směrodatná odchylka	5912,004145
Minimum	26299,13
Maximum	44241,33

Zdroj: Vlastní zpracování

Dosaženými výsledky bylo zjištěno, že průměrná hodnota ceny zlata za období mezi 1.3.2015 a 1.3.2023 byla 34073,53546 Kč za trojskou unci. Medián se rovná hodnotě 31697,76 Kč a směrodatná odchylka 5912,004145 Kč. Minimální cena za trojskou unci zlata v tomto časovém úseku byla 26299,13 Kč a to 1.9.2018. Maximální cena za trojskou unci zlata byla v tomto časovém úseku 44241,33 a to 1.3.2022.

Graf 1: Vývoj ceny zlata mezi roky 2015 a 2023



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat z indexmundi.com (2023).

Cena zlata se od 1.3.2015 držela na hodnotě mezi 30000 Kč a 25000 Kč, kromě úseku od 1.3.2016 do 1.6.2017, kdy se cena zlata držela nad 30000 korunami za trojskou unci. K výrazným nárůstům ceny došlo 1.10.2019, kdy se cena dostala na hodnotu 35499,46 Kč a 1.5.2020, kdy se cena vyšplhala na 42913,1 Kč. Od 1.10.2020 začala cena klesat a držela se pod 40000 Kč. K dalšímu nárůstu došlo 1.4.2022, kdy cena zlata dosáhla nejvyšší hodnoty ve zkoumaném období, a to 43759,68 Kč k datu 1.4.2022. Od tohoto data cena postupně klesala, až na hodnotu 42361,41 Kč k poslednímu zkoumanému datu 1.3.2023

„VO2: Jak se vyvíjela cena mědi za posledních 8 let?“

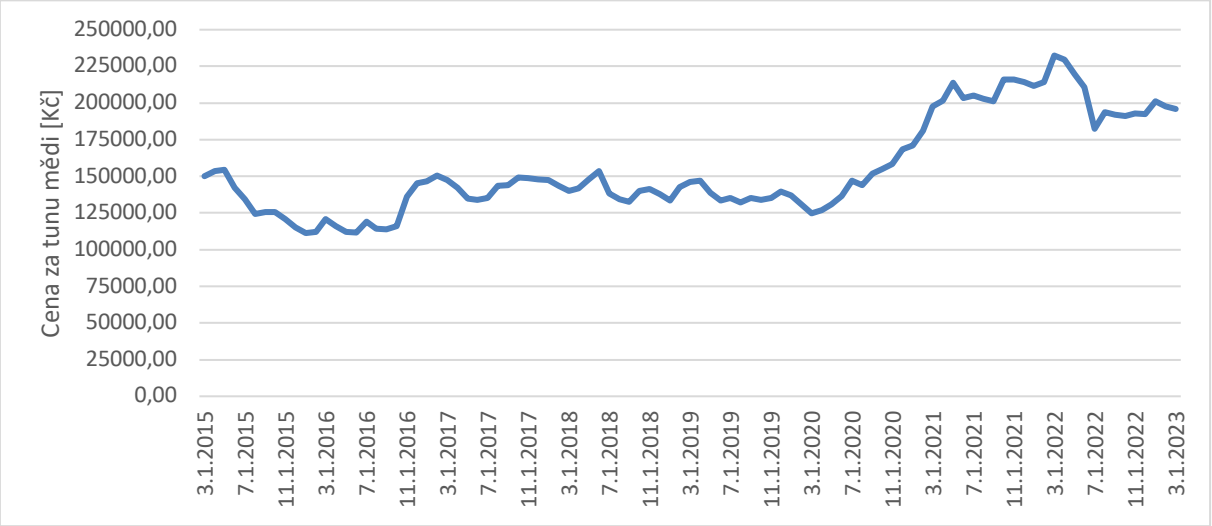
Tabulka 3: Statistiky cen mědi

Měď	
Průměr	155118,0062
Medián	143772
Směrodatná odchylka	32526,56573
Minimum	111310,9
Maximum	232375,6

Zdroj: Vlastní zpracování

Dosaženými výsledky bylo zjištěno, že průměrná hodnota ceny mědi za období mezi 1.3.2015 a 1.3.2023 je 155118,0062 za metrickou tunu. Medián se rovná hodnotě 143772 Kč a směrodatná odchylka 32526,56573 Kč. Minimální cena za metrickou tunu mědi v tomto časovém úseku byla 111310,9 Kč a to 1.1.2016. Maximální cena za metrickou tunu mědi byla v tomto časovém úseku 232375,6 a to 1.3.2022.

Graf 2: Vývoj ceny mědi mezi roky 2015 a 2023



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat z indexmundi.com (2023).

Cena mědi byla až do 1.3.2020 poměrně stabilní a držela se mezi 125000 Kč a 150000 Kč, kromě úseku od 1.11.2015 až do 1.11.2016 kdy došlo k mírnému poklesu ceny pod hranici 125000 Kč. Od 1.3.2020 začala cena mědi prudce narůstat až do 1.6.2021, kdy došlo k poklesu ceny. Opět začala cena narůstat 1.2.2022, až na maximální hodnotu ve zkoumaném časovém úseku 232375 Kč. Od tohoto bodu začala opět klesat, až na hodnotu 196141,5 Kč k poslednímu zkoumanému datu 1.3.2023.

„VO3: Existuje vztah mezi cenami zlata a mědi?“

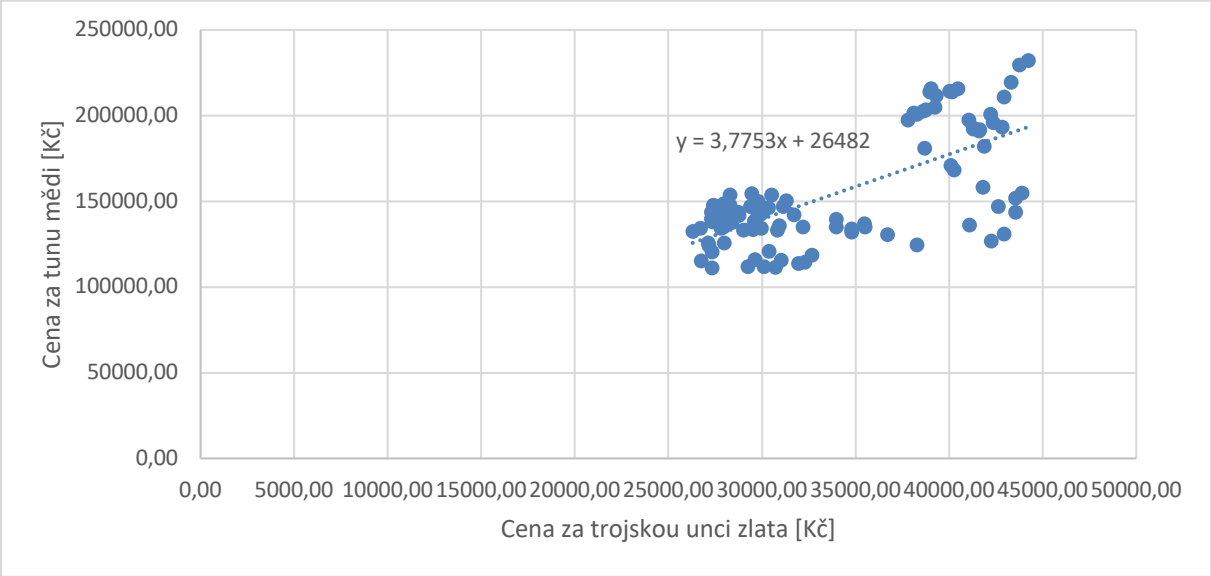
Tabulka 4: Výsledky regresní statistiky

Regrese	
Násobné R	0,686188445
Hodnota spolehlivosti R	0,470854582
Nastavená hodnota spolehlivosti R	0,46528463
Chyba střední hodnoty	23908,3605
Pozorování	97
Hodnota P	8,7178586761821E-15

Zdroj: Vlastní zpracování

Dosaženými výsledky bylo zjištěno, že korelační koeficient je 0,686188445, koeficient determinace 0,470854582, variabilita 0,4652846, chyba střední hodnoty 23908,3605 a počet hodnot v souboru 97. Hodnota P byla 8,7178586761821E-15.

Graf 3: Regrese zlata a mědi



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat z indexmundi.com (2023).

Dosaženými výsledky bylo zjištěno, že koeficient vysvětlované veličiny se rovná 26481,54612 a koeficient vysvětlující veličiny je 3,775260134. Regresní rovnice má tvar y=3,7753x+26482.

Diskuse výsledků

VO1: Jak se vyvíjela cena zlata za posledních 8 let?

Odpověď na tuto otázku byla získána obsahovou analýzou. Důležitým ukazatelem byla průměrná cena za trojskou unci zlata za zkoumané období a směrodatná odchylka. Průměrná cena zlata za zkoumané období byla 34073,53546 Kč a směrodatná odchylka 5912,004145 Kč. Jednotlivé ceny zlata ve zkoumaném období se tak od aritmetického průměru průměrně lišily o 5912 Kč. K největší změně ceny došlo od 1.12.2019. Ke zvýšení ceny zlata v tomto období došlo kvůli vypuknutí pandemie koronaviru. Gautam et al., (2022) ve svém výzkumu přisuzovali nárust ceny zlata v tomto období negativním dopadům na světovou ekonomiku v důsledku koronavirové pandemie. Toto tvrzení potvrzuje i výzkum Atri et al., (2021) kteří zjistili, že cena zlata pozitivně reaguje na světové zdravotní i geopolitické krize. Tato skutečnost je patrná i v grafu 2, kde lze vidět strmý nárůst ceny zlata na konci roku 2019, kdy se pandemie koronaviru začala zhoršovat. Tento růst pokračoval až do 1.10.2020, kdy cena zlata začala klesat. Pokles ceny lze přisuzovat faktu, že kvůli postupnému zotavování světové ekonomiky se snížil zájem o bezpečnější investice, jako je zlato. Další patrný nárůst ceny zlata, který lze vidět na grafu 2 1.3.2022. Tento nárůst na dosud nejvyšší hodnotu ceny zlata ve zkoumaném období lze přisuzovat ruské invazi na Ukrajinu. To odpovídá výzkumu Yan et al., (2023) kteří přisuzují nárůst ceny zlata v tomto období právě začátku ruské invaze na Ukrajinu. Tuto skutečnost dále potvrzují Qin et al., (2023), kteří zjistili korelaci zhoršujícího se geopolitického prostředí Ruska a trhu se zlatem.

VO2: Jak se vyvíjela cena mědi za posledních 8 let?

Odpověď na tuto otázku byla získána pomocí obsahové analýzy. Důležitým ukazatelem byla průměrná cena za metrickou tunu mědi za zkoumané období a směrodatná odchylka. Průměrná cena mědi za zkoumané období byla 155118,0062 Kč a směrodatná odchylka 32526,56573. Jednotlivé ceny mědi ve zkoumaném období se tak od aritmetického průměru lišily průměrně o 32526 Kč. V grafu 1 lze vidět výrazný pokles ceny mědi, začínající 1.5.2015. Tento pokles ceny o téměř 30000 Kč byl nejspíše zapříčiněn přesycením trhu s mědí a také došlo k rapidnímu snížení poptávky po mědi v Číně. S tím souhlasí výzkum Liu et al., (2022) kteří Čínu označují jako největšího a nejdůležitějšího spotřebitele mědi za poslední desetiletí. Od 1.12.2017 byla cena mědi poměrně stabilní s mírným poklesem až do 1.3.2020, kdy došlo k prudkému nárůstu ceny. Tento nárůst je patrný z grafu 1. Zapříčiněn byl nedostatkem mědi způsobeným pandemií koronaviru a zvyšující se poptávce. To odpovídá výzkumu Guo et al., kteří nárůst ceny mědi v tomto období rovněž připisují pandemii koronaviru.

Cena mědi se dále zvyšovala až do 1.3.2022, kdy dosáhla nejvyšší hodnoty za zkoumané období a to 232375,6 Kč za metrickou tunu. Tento prudký nárůst byl kromě stálého nedostatku mědi z důvodu pandemie nejspíše také ovlivněn obavami o přerušení dodávek mědi z důvodu ruské invaze na Ukrajinu. To odpovídá výzkumu Wang et al., (2022), kteří zjistili že komodity jako měď, zlato, nebo stříbro jsou v důsledku války na Ukrajině čistými přenašeči volatility cen těchto komodit.

VO3: Existuje vztah mezi cenami zlata a mědi?

Odpověď na tuto otázku byla získána obsahovou analýzou a regresní korelací. Regresní korelací bylo zjištěno, že hodnota P pro vysvětlující proměnnou, tedy cenu zlata, byla 8,7178586761821E-15. Po porovnání této hodnoty s významností alfa 0,05 bylo zjištěno, že je tato hodnota menší než významnost alfa. Potvrdila se tedy alternativní hypotéza H1a: Data jsou statisticky významná. Hodnota „Násobné R“ byla 0,686188445, jedná se tedy o silnou korelaci. Index determinace byl 0,46528463, tedy 47 %, hodnoty ceny mědi jsou tak ovlivněny cenou zlata ze 47 %. Z dosažených výsledků vyplynulo, že se korelace mezi cenou mědi a cenou zlata opravdu vyskytuje a potvrdila se alternativní hypotéza H1: Mezi vývojem ceny zlata a ceny mědi existuje korelační vztah.

Závěr

Cílem práce bylo zhodnotit vývoj cen zlata a mědi za posledních 8 let a zjistit, zdali mezi jejich cenami existuje nějaký vztah. Cíl práce byl splněn v plném rozsahu.

Zlato a měď jsou významné neželezné kovy s širokým průmyslovým využitím a jsou velice důležité pro hospodářský rozvoj. Za posledních 8 let došlo k významným globálním krizím, jako byla pandemie Covidu-19 nebo válka na Ukrajině. U prvních dvou výzkumných otázek bylo obsahovou analýzou zjištěno, jak se vyvíjely ceny těchto komodit a jestli například tyto události měly na jejich cenu vliv. Data o vývoji cen byla získána z webu Indexmundi.com (indexmundi.com 2023).

Data byla postupně základními statistikami zpracována v programu MS Excel a z dat samotných byl vytvořen graf vývoje cen jednotlivých komodit. Ze sestrojených grafů bylo

zjištěno, že cena zlata je pozitivně ovlivňována světovými geopolitickými a zdravotními krizemi, jako byla pandemie Covidu-19 a ruská invaze na Ukrajinu, při kterých cena zlata rostla. Bylo zjištěno, že zlato může být v těchto krizích bezpečnou investicí. Cenu mědi, jakožto důležitého průmyslového materiálu nejvíce ovlivňuje její dostupnost a poptávka, které mohou ovlivňovat globální krize. Například snížení poptávky v Číně v roce 2015 mělo za následek propad ceny mědi, zatímco její nedostatek během pandemie Covidu-19 způsobil prudký nárůst její ceny.

Pro třetí výzkumnou otázku bylo v MS Excel regresní a korelační analýzou zjištěno, že mezi cenami mědi a zlata existuje míra korelace. Pomocí korelačního koeficientu bylo zjištěno, že cena zlata ovlivňuje cenu mědi a mezi těmito komoditami existuje silná korelace. Podle indexu determinace bylo ale zjištěno že cenu mědi spíše ovlivňují jiné faktory, než je cena zlata. Dále byl z dat obsahujících cenu mědi a zlata sestrojen graf lineární regrese a regresní rovnice. Z regresní rovnice vyplynulo, že potenciální zvýšení ceny zlata může zvýšit i cenu mědi.

Analýza cen těchto komodit může být důležitým nástrojem například pro potenciální investory. Limita práce je především v použití pouze obyčejných statistických metod, jako jsou regresní analýza nebo základní statistiky. Výzkum také nezahrnuje společensky žádanější predikci cen těchto komodit, ale pouze analýzu cen z minulosti. Další výzkum této problematiky by mohl zahrnovat větší analyzované období cen zlata a mědi a použití pokročilejších statistických metod pro přesnější analýzu a predikci cen těchto komodit

References

Anastasiei, Ionuț-Daniel a Mircea Radu Georgescu. Automated vs Manual Content Analysis – A Retrospective Look. *Scientific Annals of Economics and Business*. 2020, 67(SI), 57-67. ISSN 25011960. doi:10.47743/saeb-2020-0025

Aoki, Reiko, Juan P. M. Bustamante & Gilberto A. Paula. Local influence diagnostics with forward search in regression analysis. *Statistical Papers*. 2022, 63(5), 1477-1497 ISSN 0932-5026. doi:10.1007/s00362-021-01279-4

Astudillo, Gabriel, Raúl Carrasco, Christian Fernández-Campusano & Máx Chacón. Copper Price Prediction Using Support Vector Regression Technique. *Applied Sciences*. 2020, 10(19). ISSN 2076-3417. doi:10.3390/app10196648

Atri, Hanen, Saoussen Kouki & Mohamed imen Gallali. The impact of COVID-19 news, panic and media coverage on the oil and gold prices: An ARDL approach. *Resources Policy*. 2021, 72. ISSN 03014207. doi:10.1016/j.resourpol.2021.102061

Beckmann, Joscha, Theo Berger & Robert Czudaj. Gold price dynamics and the role of uncertainty. *Quantitative Finance*. 2018, 19(4), 663-681. ISSN 1469-7688. doi:10.1080/14697688.2018.1508879

Bedoui, Rihab, Sana Braiek, Khaled Guesmi & Julien Chevallier. Retracted: On the conditional dependence structure between oil, gold and USD exchange rates. *Energy Economics*. 2019, 80, 876-889. ISSN 01409883. doi:10.1016/j.eneco.2019.02.002

Borgards, Oliver, Robert L. Czudaj & Thi Hong Van Hoang. Price overreactions in the commodity futures market: An intraday analysis of the Covid-19 pandemic impact. *Resources Policy*. 2021, 71. ISSN 03014207. doi:10.1016/j.resourpol.2020.101966

Copper and Aluminium as Economically Imperfect Substitutes, Production and Price Development. *Acta Montanistica Slovaca*. 2022, (27), 462-478. ISSN 1335-1788. doi:10.46544/AMS.v27i2.14

Development of copper price from July 1959 and predicted development till the end of year 2022. *Acta Montanistica Slovaca*. 2021, (26), 262-280. ISSN 1335-1788. doi:10.46544/AMS.v26i2.07

Gautam, Roshan, Yoochan Kim, Erkan Topal & Michael Hitch. Correlation between COVID-19 cases and gold price fluctuation. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*. 2022, 36(8), 574-586. ISSN 1748-0930. doi:10.1080/17480930.2022.2077542

Guo, Raofeng, Chin-Chao Hung, Zong-Han Lin & Wei-Ting Chen. Relationship Assessment of COVID-19, Air Pollution, and Copper Demand from the Perspective of Copper Price. *Axioms*. 2022, 11(12). ISSN 2075-1680. doi:10.3390/axioms11120713

Ismagilov, Ilyas Idrisovich & Ghena Alsaied. Fuzzy Regression Analysis using Trapezoidal Fuzzy Numbers. *Industrial Engineering & Management Systems*. 2020, 19(4), 896-900. ISSN 1598-7248. doi:10.7232/iems.2020.19.4.896

Jiménez-Díaz, José-Francisco & Francisco Collado-Campaña. Andalusian Organic Farming Plans (2002–2016): Themes, Approaches and Values. *Sustainability*. 2021, 13(6). ISSN 2071-1050. doi:10.3390/su13063570

Li, Panpan & Zhiliang Dong. Time-varying network analysis of fluctuations between crude oil and Chinese and U.S. gold prices in different periods. *Resources Policy*. 2020, 68. ISSN 03014207. doi:10.1016/j.resourpol.2020.101749

Liu, Lin, Heinz Schandl, James West, Meng Jiang, Zijian Ren, Dingjiang Chen & Bing Zhu. Copper ore material footprints and transfers embodied in domestic and international trade of provinces in China. *Journal of Industrial Ecology*. 2022, 26(4), 1423-1436. ISSN 1088-1980. doi:10.1111/jiec.13285

Liu, Yishun, Chunhua Yang, Keke Huang & Weihua Gui. Non-ferrous metals price forecasting based on variational mode decomposition and LSTM network. *Knowledge-Based Systems*. 2020, 188. ISSN 09507051. doi:10.1016/j.knosys.2019.105006

Livieris, Ioannis E., Emmanuel Pintelas & Panagiotis Pintelas. A CNN–LSTM model for gold price time-series forecasting. *Neural Computing and Applications*. 2020, 32(23), 17351-17360. ISSN 0941-0643. doi:10.1007/s00521-020-04867-x

Lookingbill, Valerie. Examining nonsuicidal self-injury content creation on TikTok through qualitative content analysis. *Library & Information Science Research*. 2022, 44(4). ISSN 07408188. doi:10.1016/j.lisr.2022.101199

Nawaz, Muhammad Shujaat, Muhammad Azam & Muhammad Aslam. Probable daily return on investments in gold. *Gold Bulletin*. 2020, 53(1), 47-54. ISSN 2364-821X. doi:10.1007/s13404-020-00273-2

Papageorgiou, George, Andreas Efstathiades, Maria Poullou & Alexander N. Ness. Managing household electricity consumption: a correlational, regression analysis. *International Journal of Sustainable Energy*. 2020, 39(5), 486-496. ISSN 1478-6451. doi:10.1080/14786451.2020.1718675

Pisică, Dana, Ruben Dammers, Eric Boersma & Victor Volovici. Tenets of Good Practice in Regression Analysis. A Brief Tutorial. *World Neurosurgery*. 2022, 161, 230-239.e6. ISSN 18788750. doi:10.1016/j.wneu.2022.02.112

Portal.matematickabiologie.cz 2023. Dostupné online z: https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=analyza-a-hodnoceni-biologickych-dat--regresni-modelovani--linearni-regresni-model--jak-definujeme-linearni-regresni-model--linearni-regresni-model

Qin, Meng, Chi-Wei Su, Marilen Gabriel Pirtea & Adelina Dumitrescu Peculea. The essential role of Russian geopolitics: A fresh perception into the gold market. *Resources Policy*. 2023, 81. ISSN 03014207. doi:10.1016/j.resourpol.2023.103310

Rodrigues, Paulo Canas & Rahim Mahmoudvand. Correlation Analysis in Contaminated Data by Singular Spectrum Analysis. *Quality and Reliability Engineering International*. 2016, 32(6), 2127-2137. ISSN 07488017. doi:10.1002/qre.2027

Rossen, Anja. What are metal prices like? Co-movement, price cycles and long-run trends. *Resources Policy*. 2015, 45, 255-276. ISSN 03014207. doi:10.1016/j.resourpol.2015.06.002

Suan, Aviv, Kirsten M. Leong & Kirsten L.L. Oleson. Automated content analysis of the Hawai‘i small boat fishery survey reveals nuanced, evolving conflicts. *Ecology and Society*. 2021, 26(4). ISSN 1708-3087. doi:10.5751/ES-12708-260409

Tang, Jing, Jian-bai Huang, Hong-wei Zhang & Yu-mei Luo. Time-varying impact of political risk on copper prices. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. 2021, 31(8), 2532-2544. ISSN 10036326. doi:10.1016/S1003-6326(21)65673-X

Tri, Ho Thanh & Vo Thi Nga. Factors Affecting the Disparity of Vietnamese Gold Prices and Worldwide Gold Prices. *Journal of Competitiveness*. 2019, 11(3), 160-172. ISSN 1804171X. doi:10.7441/joc.2019.03.10

Kontaktní adresa autorů:

Jaroslav Dykun, Institute of Technology and Business, School of Expertness and Valuation, České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01, Czech Republic; Email: jdykun@mail.vstecb.cz

Svatopluk Janek Institute of Technology and Business, School of Expertness and Valuation, České Budějovice, Okružní 517/10, 370 01, Czech Republic; Email: janek@mail.vstecb.cz