



# ekonomia

## międzynarodowa

---

- **The innovation gap between the new members of the European Union and the average level of EU innovation**

### DEBIUTY NAUKOWE

- **Analiza korelacji notowań kursu cen złota i kryptowaluty bitcoin nazywanej „cyfrowym złotem”**



# ekonomia

## międzynarodowa

---



WYDZIAŁ  
EKONOMICZNO-SOCJOLOGICZNY  
Uniwersytet Łódzki

*Ekonomia Międzynarodowa*

Nr 39, 2022

**Redaktor naczelny:**

dr Agnieszka Kłysik-Uryszek, Katedra Wymiany Międzynarodowej,  
Instytut Ekonomii, Uniwersytet Łódzki

**Redaktorzy:**

dr hab. Anetta Kuna-Marszałek, prof. UŁ – zastępca redaktora naczelnego,  
redaktor tematyczny: światowy system handlu, zielona ekonomia  
dr hab. Tomasz Dorożyński, prof. UŁ – zastępca redaktora naczelnego,  
redaktor tematyczny: biznes międzynarodowy, internacjonalizacja  
dr hab. Joanna Bogołębska, prof. UŁ – redaktor tematyczny: finanse międzynarodowe  
dr Tomasz Serwach – redaktor tematyczny: gospodarka światowa  
dr Piotr Gabrielczak – redaktor tematyczny: ekonomia  
dr Justyna Wieloch – redaktor tematyczny: integracja gospodarcza, e-handel

**Redaktorzy językowi:** Bogusława Kwiatkowska, Katarzyna Walińska

**Sekretarz redakcji:** dr Agnieszka Dorożyńska

**Rada naukowa:**

prof. zw. dr hab. Janusz Świerkocki (Uniwersytet Łódzki) – Przewodniczący

prof. dr Costea Munteanu (Academia de Studii Economice din Bucuresti)

prof. Olivier Brunel (iaelyon School of Management – Université

Jean Moulin Lyon 3)

dr hab. Rafał Matera, prof. UŁ (Uniwersytet Łódzki)

dr hab. Jakub Kronenberg, prof. UŁ (Uniwersytet Łódzki)

dr Agnieszka Chidlow (University of Birmingham)

dr Tilo Halaszovich (Universität Bremen)

dr Lilianna Jodkowska (Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin)

Czasopismo afiliowane przy Wydziale Ekonomiczno-Socjologicznym  
Uniwersytetu Łódzkiego



Szczegółowe informacje o czasopiśmie i archiwum na stronie

[www.czasopisma.uni.lodz.pl/em](http://www.czasopisma.uni.lodz.pl/em)

**Wydawca:** Uniwersytet Łódzki

**Projekt okładki:** Michał Stanowski, Agata Wodzińska-Zajac

**Korekta:** Bogusława Kwiatkowska, Katarzyna Walińska

**Skład:** Agent PR

**ISSN:** 2082-4440

**e-ISSN:** 2300-6005

© Copyright by Authors, Lodz 2022

© Copyright for this edition by University of Lodz, Lodz 2022

## Spis treści

---

The innovation gap between the new members of the European Union and the average level of EU innovation (Edyta Dworak).....	132
--	-----

### DEBIUTY NAUKOWE

Analiza korelacji notowań kursu cen złota i kryptowaluty bitcoin nazywanej „cyfrowym złotem” (Paweł Błoński).....	143
--	-----

# The innovation gap between the new members of the European Union and the average level of EU innovation

---

Edyta Dworak\*

## Summary

In the modern world innovation is considered as one of the most important factors determining the rate of economic growth and the level of economic prosperity. The factors determining its development are today research and development activity (R&D), innovative activity and human capital.

The aim of the paper is to assess the results of analysis aimed at estimating an innovation gap between new members of the European Union (Countries that joined the European Union in 2004 and later) and the average level of innovation of the EU in the years 2004–2022. The paper is an introduction to further research including an analysis of the innovative capacity and innovative position of the surveyed countries, as well as an analysis of their innovative effectiveness with more in-depth exploration of the reasons for the convergence/divergence in innovation performance. The paper formulates the research thesis that assumes that the new member states of the EU did not catch up with an innovation gap in relation to the EU average in the years 2004–2022. The results of the analysis confirm this thesis for all countries except Estonia and Cyprus. The comparison is based on the Summary Innovation Index (SII), which was developed by the European Commission within the European Innovation Scoreboard (EIS). The paper reviewed

---

\* Dr hab., prof. UŁ, Edyta Dworak, Uniwersytet Łódzki, Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny, Katedra Gospodarki Światowej i Integracji Europejskiej, [edyta.dworak@uni.lodz.pl](mailto:edyta.dworak@uni.lodz.pl)



the literature on the innovation gap. Descriptive analysis, statistical data analysis and comparative analysis methods were applied along with statistical data from the European Innovation Scoreboard in the period 2004–2022.

**Keywords:** innovation, innovation gap, European Innovation Scoreboard (EIS), Summary Innovation Index

**JEL:** O30, O31, O33, O43

## Introduction

Numerous facts in the modern world indicate that in order to understand the economic and social phenomena currently taking place in the global economy, one should assume that economic development is increasingly dependent on knowledge and innovation. The factors determining its development are: research and development activity (R&D), innovative activity and human capital. Innovation is considered as one of the most important factors determining the rate of economic growth and the level of economic prosperity. Awareness of the key role of knowledge and innovation in the development of the modern economy has increased the importance of simulating innovative processes in the economic policy of both highly developed countries as well as countries catching up with the leaders.

The aim of the paper is to present the results of analysis aimed at estimating an innovation gap between new members of the European Union and the average level of innovation of the EU in the years 2004–2022. The paper is an introduction to further research including an analysis of the innovative capacity and innovative position of the surveyed countries, as well as an analysis of their innovative effectiveness with more in-depth exploration of the reasons for the convergence/divergence in innovation performance. The paper formulates the research thesis that assumes that the new member states of the EU did not catch up with an innovation gap in relation to the EU average in the years 2004–2022. The results of the analysis confirm this thesis for all countries except Estonia and Cyprus. The comparison is based on the Summary Innovation Index (SII), which was developed by the European Commission within the European Innovation Scoreboard (EIS). The paper reviewed the literature on the innovation gap. Descriptive analysis, statistical data analysis and comparative analysis methods were applied along with statistical data from the European Innovation Scoreboard in the period 2004–2022.

## The concept of the innovation gap – the literature review

The innovation gap is a characteristic that is common to all contemporary developed economies. The concept of the innovation gap is variously interpreted in the economic literature. Kubiela defines the innovation gap as differences in the level of technological advancement between countries and proposes several methods to measure its size. He observes that it can be measured by the distance between the level of technological activity of a country and the countries at the technological frontier, calculated either as a ratio of the number of patents per capita or the share of research expenditure in value-added or national income (Kubiela 2009, p. 137). The literature review also shows indirect measures such as the share of high-tech products in exports in relation to a similar indicator for the technology frontier, the relation of the productivity of a given branch of the country to the country on the verge of technological frontier or, in aggregate terms, the relationship between GDP per capita and the corresponding indicator of the technological frontier (Kubiela 2009, p. 137). The last two approaches identify the technological gap with a productivity gap or income gap. The global technological frontier shall be deemed as the GDP level, which can be achieved by using the given inputs of capital and labor, and the best possible technologies (Growiec 2012). This level of GDP is now achieved by the U.S. economy, in which, as stressed by Kubiela, the distribution of specialization (between Pavitt's four sectors) is the standard for a technology leader. The highest competitive advantages are demonstrated by the science-based sector, followed by the specialized supplier sectors; the scale-intensive and traditional ones are characterized by negative indices of the comparative advantage, of which the traditional is the lowest on the scale of advantages of the U.S. economy (Kubiela 2009, p. 153).

In the literature, there is also the concept of the innovation gap, understood as the distance between individual economies and the so-called modern technological frontier. It is identified with the last stage of the socio-economic development of economies, i.e., the emergence of a knowledge-based economy (Zacher 2007, p. 530; Pawlik 2014, pp. 68–69, *National Systems of Innovation* 1992, pp. 25–36). To investigate this approach to the innovation gap, one should use a point of reference, which involves the initial conditions of building a knowledge-based economy, as formulated by Kleer (Kleer 2009): (a) the economy must achieve a sufficiently high level of income (about \$20,000 per capita), and the structure of GDP should be characterized by a high share of services in GDP – 70% or more; (b) society should be characterized by a high level of education, in which secondary education is widespread, and higher education covers at least half of the economically active population; (c) there should be a high share of expenditure on R&D (it is generally recognized that the size of the required outlays is about 3% of GDP); (d) the innovation of the economy manifests itself in minimizing

regulations and supporting innovative projects, not only in purely economic areas, but also in high expenditure of the public sector on research that directly and indirectly promotes development; (e) the economy and society are involved in the exterior exchange, which concerns not only the exchange of goods and services, but also the circulation of ideas (for which the information revolution has created enormous opportunities); (f) the modern public sector needs to be a mixed model, and not purely liberal.

It should be noted there are quite general definitions of the innovation gap in the literature, e.g. Kowalski states that the innovation gap is a broader concept, encompassing also non-technological innovation, such as process, and organizational or social innovation (Kowalski 2020, pp. 19–68). According to Djella and Gallouj „the innovation gap reflects the difference between the reality of innovation produced in an economy and what traditional innovation indicators (R&D, patents) capture (Djella, Gallouj 2015, pp. 1–4). The United Nations defines the innovation gap as the distance between those who have access to technologies and know how to use them effectively, and those who are not able to do it (Kraciuk 2006, p. 13). The innovation gap can be considered from the perspective of creating new technology in the home country, as well as from the perspective of its transfer from other countries and effectively adapting it to the needs and capabilities of the nation.

In summary, it can be stated that measuring the innovation gap means estimating the distance between a given country’s economy and the most developed economies of Europe and the world, known today as knowledge-based economies, in many areas, e.g., in the sphere of innovation, education, and institutional system. Estimating the innovation gap is possible by comparing synthetic measures of innovation, e.g., the *Summary Innovation Index* developed by the European Commission, the *Global Innovation Index* developed by Cornell University (*The Global Competitiveness Report 2018–2019; Annual Report 2021–2022*) in cooperation with the World Intellectual Property Organization (Weresa 2014, p. 64; Mielcarek 2013), or indicators that describe the advancement of the knowledge-based economy, e.g., the *Knowledge Index* and the *Knowledge Economy Index*, derived from the *Knowledge Assessment Methodology*.

## Research method

Innovation measurements are made based on various methods and measures. One of such methods is the *European Innovation Scoreboard*, developed by the European Commission. *The European Innovation Scoreboard* has been published since 2000, and it is an attempt to estimate the achievements of innovative European economies based on the SII. It is estimated using weighted values of normalized data, with the highest value of the indicator in the examined group of countries



equaling 1 and the lowest value equaling 0. Based on this indicator, four groups of EU economies that show different levels of innovativeness can be distinguished: *innovation leaders* – which present the highest level of innovation of the economy, *strong innovators*, *moderate innovators*, and *emerging innovators* (*European Innovation Scoreboard 2022*).

This paper presents an attempt to estimate the innovation gap based on the indicator that shows the difference between the level of the SII for a given country and the average value of this index for the European Union. The indicator of the innovation gap defined in this way takes the following form (Weresa 2014, p. 64):

$$L_{pt} = \frac{SII_{pt}}{SII_{UE_t}}, \quad (1)$$

where:

$L_{pt}$  – is the innovation gap index for a given country in relation to the EU average in year t;

$SII_{pt}$  – the Summary Innovation Index for a given country in year t;

$SII_{UE_t}$  – the average Summary Innovation Index for the EU in year t.

The value of the innovation gap index exceeding 1 means that the analyzed country presents a higher level of innovation than the EU average, while a value lower than 1 indicates the innovation gap exists between a given country and the EU average.

In order to assess the changes in the level of the innovation gap over time, a formula presenting the difference between the innovation gap index ( $L_{pt}$ ) in a given year and the value of this index for the previous year should be used. It is written as follows (Weresa 2014, p.64):

$$D_{pt_1} = \left[ \frac{SII_{pt_1}}{SII_{uet_1}} \right] - \left[ \frac{SII_{pt}}{SII_{uet}} \right], \quad (2)$$

where:

$D_{pt_1}$  – is an index of changes in the level of the innovation gap between a given country and the EU average in year  $t_1$  compared to year t;

$SII_{pt}$  – the Summary Innovation Index for a given country in year t;

$SII_{uet}$  – the average Summary Innovation Index for the EU in year t;

$SII_{pt_1}$  – the Summary Innovation Index for a given country in year  $t_1$ ;

$SII_{uet_1}$  – the average Summary Innovation Index for the EU in year  $t_1$ .

The index of the change in the innovation gap level ( $D_{pt_1}$ ) takes values from -1 to +1. Negative values indicate an increase in the innovation gap between a given country and the EU average, while positive ones indicate a decrease. Nevertheless, it should be emphasized that the analyzed index only indicates the direction

of changes, but it does not allow us to determine whether the distance shortens, or the previously gained advantage is gradually being lost (Weresa 2014, p. 65). Therefore, it is necessary to analyze the index of changes in the level of innovation gap ( $D_{pt1}$ ) in relation to the index of the innovation gap ( $L_{pt}$ ).

## Results and discussion

The following part discusses the empirical data on the level of innovation in the new EU member states in the years 2004–2022. Table 1 shows the values of the Summary Innovation Index for the new EU members and the average value for 28 EU countries in the years 2004–2022.

**Table 1.** The Summary Innovation Index for the new member states of the EU and the average value for 28 EU countries in the years 2004–2022

	Summary Innovation Index									
	2004	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
EU28 average	0,45	0,533	0,493	0,495	0,501	0,512	0,514	0,533	0,539	0,542
Bulgaria	0,21	0,216	0,238	0,244	0,239	0,241	0,239	0,229	0,230	0,245
Czechia	0,33	0,4	0,404	0,409	0,417	0,416	0,428	0,443	0,444	0,502
Estonia	0,34	0,492	0,422	0,391	0,405	0,474	0,488	0,553	0,585	0,542
Croatia	0,23	0,281	0,284	0,291	0,291	0,3	0,306	0,34	0,35	0,36
Latvia	0,16	0,213	0,252	0,268	0,272	0,275	0,267	0,279	0,279	0,275
Lithuania	0,24	0,258	0,356	0,37	0,376	0,415	0,414	0,413	0,422	0,454
Hungary	0,25	0,333	0,343	0,345	0,344	0,354	0,34	0,352	0,364	0,378
Poland	0,21	0,304	0,272	0,28	0,29	0,288	0,294	0,296	0,307	0,328
Romania	0,15	0,259	0,176	0,175	0,17	0,159	0,166	0,189	0,191	0,177
Slovenia	0,34	0,499	0,497	0,492	0,495	0,476	0,461	0,473	0,492	0,507
Slovakia	0,22	0,322	0,326	0,319	0,336	0,332	0,333	0,326	0,326	0,349
Malta	0,27	0,351	0,426	0,434	0,447	0,471	0,487	0,534	0,482	0,459
Cyprus	0,29	0,495	0,392	0,395	0,411	0,43	0,415	0,537	0,55	0,579

Source: *European Innovation Scoreboard 2005, Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Commission [https://www.astrid-online.it/static/upload/protected/Euro/European-Innovation-Scorebord-12\\_01\\_.pdf](https://www.astrid-online.it/static/upload/protected/Euro/European-Innovation-Scorebord-12_01_.pdf); *European Innovation Scoreboard 2007, Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Commission, [http://aei.pitt.edu/46016/1/innovation\\_scoreboard\\_2007.pdf](http://aei.pitt.edu/46016/1/innovation_scoreboard_2007.pdf); *European Innovation Scoreboard (EIS) 2009*, European Commission, [http://aei.pitt.edu/46018/1/innovation\\_scoreboard\\_2009.pdf](http://aei.pitt.edu/46018/1/innovation_scoreboard_2009.pdf); *European Innovation Scoreboard 2011*, European Commission, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/705c770c-68f7-4f90-ac2b-618cc6cc8ed7>; *European Innovation Scoreboard 2015*, European Commission, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b00c3803-a940-11e5-b528-01aa75ed71a1>; *European Innovation Scoreboard 2019, Methodology Report*, European Commission, <https://www.insme.org/the-european-innovation-scoreboard-2019/>; *European Innovation Scoreboard 2019*, European Commission, [https://www.eustat.eu/elements/ele0016800/european-innovation-scoreboard/in-f0016823\\_c.pdf](https://www.eustat.eu/elements/ele0016800/european-innovation-scoreboard/in-f0016823_c.pdf) (access: 23 December 2022)

Table 2 shows the values of the innovation gap index for the new EU member states in relation to the EU average ( $L_{pt}$ ), and the index of changes in the level of the innovation gap between a given country and the EU average ( $D_{pt_1}$ ) in the years 2004–2022.

**Table 2.** The innovation gap index for the new member states of the EU in relation to the EU average ( $L_{pt}$ ), and the index of changes in the level of the innovation gap between the new member states of the EU and the EU average ( $D_{pt_1}$ ) between 2004 and 2022

		2004	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bulgaria	$L_{pt}$	0,46	0,405	0,482	0,492	0,477	0,47	0,454	0,429	0,426	0,452
	$D_{pt}$	-0,008									
Czechia	$L_{pt}$	0,73	0,75	0,819	0,826	0,832	0,812	0,835	0,831	0,823	0,926
	$D_{pt}$	0,196									
Estonia	$L_{pt}$	0,75	0,923	0,855	0,798	0,808	0,925	0,949	1	1,085	1
	$D_{pt}$	0,25									
Croatia	$L_{pt}$	0,511	0,527	0,576	0,587	0,58	0,585	0,595	0,63	0,649	0,667
	$D_{pt}$	0,156									
Latvia	$L_{pt}$	0,355	0,399	0,511	0,541	0,542	0,537	0,519	0,523	0,523	0,599
	$D_{pt}$	0,244									
Lithuania	$L_{pt}$	0,533	0,484	0,722	0,747	0,75	0,81	0,805	0,774	0,766	0,837
	$D_{pt}$	-0,45									
Hungary	$L_{pt}$	0,555	0,624	0,695	0,696	0,686	0,691	0,661	0,66	0,675	0,697
	$D_{pt}$	0,142									
Poland	$L_{pt}$	0,466	0,57	0,548	0,565	0,578	0,562	0,571	0,555	0,569	0,605
	$D_{pt}$	0,139									
Romania	$L_{pt}$	0,333	0,485	0,356	0,353	0,339	0,31	0,322	0,354	0,354	0,326
	$D_{pt}$	-0,007									
Slovenia	$L_{pt}$	0,755	0,909	1	0,993	0,988	0,929	0,896	0,887	0,912	0,935
	$D_{pt}$	0,18									
Slovakia	$L_{pt}$	0,488	0,559	0,661	0,644	0,67	0,648	0,647	0,611	0,604	0,643
	$D_{pt}$	0,155									
Malta	$L_{pt}$	0,6	0,658	0,864	0,876	0,892	0,919	0,947	1	0,894	0,846
	$D_{pt}$	0,246									
Cyprus	$L_{pt}$	0,64	0,928	0,795	0,797	0,82	0,839	0,807	1,007	1,02	1,068
	$D_{pt}$	0,428									

$D_{pt}$  is compared to 2004.

Source: own calculations based on the data from Table 1.

Based on the data presented in Table 2, it can be concluded that most of the new EU member states showed an innovation gap compared to the average level of innovation of the economy in the European Union in the entire analyzed period; these were: Bulgaria, Croatia, Lithuania, Latvia, Poland, the Czech Republic, Hungary, Romania and Slovakia. Only Estonia, Slovenia, Malta and Cyprus in several years recorded the level of innovation of the economy corresponding to

the EU average or slightly exceeded this level. Slovenia reached the level of the EU average in 2015, in the following years it showed an innovation gap. Estonia reached the level of the EU average in 2020 and 2022 and slightly exceeded it in 2021. Malta reached this level in 2020. Cyprus, on the other hand, exceeded the average level of innovation of the EU economy in 2020, 2021 and 2022. As for Poland, it should be noted that in the years 2004–2021 the level of innovation of its economy oscillated around 50 percent of the EU average, in 2022 it exceeded 60 percent of the EU average.

On the basis of the  $D_{pt}$  indicator describing the direction of change in the innovation gap, it can be concluded that most of the new EU member states have reduced the innovation distance compared to the EU average in the years 2004–2022 – this distance has decreased to the greatest extent in the case of Cyprus, Malta and Latvia. Poland was also included in this group of countries, but the decrease in its innovation gap was insignificant ( $D_{pt} = 0.139$ ).

The obtained results confirm the conclusions formulated in the European Innovation Scoreboard 2022 (*European Innovation Scoreboard 2022; European innovation performance continues to improve in spite of challenges; These are the top 5 most innovative countries in the European Union*). In this ranking, the EU countries as in the previous years were divided into four groups according to the level of innovation of the economies: (a) innovation leaders – the results of innovation of the economy above 125 percent of the EU average, (b) strong innovators – the results in the range of 101-125 percent, (c) moderate innovators – the range: 70–100 percent, (d) emerging innovators – below 70 percent of the EU average. According to the EIS 2022 ranking, groups of EU countries with similar results are geographically concentrated – innovation leaders and strong innovators are mainly found in Northern and Western Europe, so these are the countries of the so-called “old” EU, while the majority of moderate innovators and emerging innovators are located in Southern and Eastern Europe, so they are mostly new EU member states. In the EIS 2022 ranking, among the new EU members, only Cyprus in 2022 was included in the group of strong innovators. The group of moderate innovators, which achieve the results of innovation of economies at the level of 80–100 percent of the EU average, includes Estonia, Slovenia, the Czech Republic, Malta and Lithuania. The group of emerging innovators includes: Hungary, Croatia, Slovakia, Poland, Latvia, Bulgaria and Romania.

## Conclusions

The results of the study presented in the article confirm the research thesis formulated in the introduction in relation to all new EU member states, except for Estonia and Cyprus. Thus, in 2022, most of the new EU members, apart from Estonia

and Cyprus, have not caught up with the innovation gap and show the innovation gap in relation to the EU average. In 2022 Estonia reached the average level of innovation of the EU economy, Cyprus slightly exceeded this level.

Based on the results of the study presented in the article, as well as the conclusions of the EIS 2022, it can be concluded that most of the new EU member states, have not caught up with the innovation gap 18 years after accession to the EU and still show the innovation gap compared to the EU average. It is therefore necessary for these countries to redefine the innovation policy and intensify their efforts to increase the innovation of their economies, e.g. as part of the activities provided for in the latest documents and programs of the European Union, i.e. the European Green Deal, which is a plan to build a sustainable EU economy, the “digital compass”, setting the direction of Europe’s digital transformation, or the research and development funding program “Horizon Europe 2021–2027” (*Closing the EU’s innovation gap: Member states must get more involved*, pp. 1–2; *Theme report on innovation, technologies and data. Towards the achievement of SDG 7 and net-zero emission*, pp. 19–20 ).

## References

- Annual Report 2021–2022* (2022), World Economic Forum, Geneva.
- Closing the EU’s innovation gap: Member states must get more involved* (2022), European Court of Auditors, 15 June.
- Djellal F., Gallouj F. (2015), *Innovation gap, performance gap and policy gap in the service economies*, HAL Open Science, 6 February.
- European innovation performance continues to improve in spite of challenges*, European Commission, Brussels, 22 September 2022, [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_5682](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_5682) (access: 18 April 2023)
- European Innovation Scoreboard 2005, Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Commission, [https://www.astrid-online.it/static/upload/protected/Euro/European-Innovation-Scorebord-12\\_01\\_.pdf](https://www.astrid-online.it/static/upload/protected/Euro/European-Innovation-Scorebord-12_01_.pdf) (access: 23 December 2022)
- European Innovation Scoreboard 2007, Comparative Analysis of Innovation Performance*, European Commission, [http://aei.pitt.edu/46016/1/innovation\\_scoreboard\\_2007.pdf](http://aei.pitt.edu/46016/1/innovation_scoreboard_2007.pdf) (access: 23 December 2022)
- European Innovation Scoreboard (EIS) 2009*, European Commission, [http://aei.pitt.edu/46018/1/innovation\\_scoreboard\\_2009.pdf](http://aei.pitt.edu/46018/1/innovation_scoreboard_2009.pdf) (access: 23 December 2022)
- European Innovation Scoreboard 2011*, European Commission, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/705c770c-68f7-4f90-ac2b-618cc6c-c8ed7> (access: 23 December 2022)

- European Innovation Scoreboard 2015*, European Commission, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b00c3803-a940-11e5-b528-01aa75ed71a1> (access: 23 December 2022)
- European Innovation Scoreboard 2019, Methodology Report*, European Commission, <https://www.insme.org/the-european-innovation-scoreboard-2019/> (access: 23 December 2022)
- European Innovation Scoreboard 2019*, European Commission, [https://www.eurostat.eu/elementos/ele0016800/european-innovation-scoreboard/info016823\\_c.pdf](https://www.eurostat.eu/elementos/ele0016800/european-innovation-scoreboard/info016823_c.pdf) (access: 23 December 2022)
- European Innovation Scoreboard 2022*, European Commission, [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/european-innovation-scoreboard-2022\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/european-innovation-scoreboard-2022_en) (access: 23 December 2022)
- Growiec J. (2012), *Zagregowana funkcja produkcji w ekonomii wzrostu gospodarczego i konwergencji*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Kleer J. (2009), *Gospodarka oparta na wiedzy a globalizacja: związki czasowe czy przyczynowe*, [in:] *GOW – wyzwanie dla Polski*, Kotowicz-Jawor J. (ed.), PTE, VIII Kongres Ekonomistów Polskich, Warszawa.
- Kowalski A.M. (2020), *Dynamics and Factors of Innovation Gap Between the European Union and China*, “Journal of the Knowledge Economy”, No. 12.
- Kraciuk J. (2006), *Korporacje transnarodowe a zjawisko luki technologicznej w krajach rozwijających się*, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego*, Vol. 61.
- Kubiela S. (2009), *Innowacje i luka technologiczna w gospodarce globalnej opartej na wiedzy. Strukturalne i makroekonomiczne uwarunkowania*, Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych, Warszawa.
- Mielcarek P. (2013), *Luka innowacyjności polskiej gospodarki względem Unii Europejskiej*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Nr 756, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia”*, nr 57.
- Pawlik A. (2014), *Dystans innowacyjny województw*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jana Kochanowskiego, Kielce.
- The Global Competitiveness Report. Special Edition 2020*, Schwab K. (ed.), World Economic Forum, Geneva.
- Theme Report on Innovation, Technologies and Data. Towards the achievement of SDG 7 and net-zero emissions (2021)*, United Nations, New York, September.
- These are the top 5 most innovative countries in the European Union*, *World Economic Forum, European Union, 19 October 2022*, <https://www.weforum.org/agenda/2022/10/european-union-top-innovative-countries> (access: 18 April 2023)
- Weresa M.A. (2014), *Polityka innowacyjna*, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa.
- Zacher L. (2007), *Transformacje społeczeństw od informacji do wiedzy*, C.H. Beck, Warszawa.

## Streszczenie

### Luka innowacyjna nowych krajów członkowskich Unii Europejskiej

Innowacyjność jest uznawana we współczesnym świecie za jeden z najważniejszych czynników determinujących tempo wzrostu gospodarczego i poziom dobrobytu ekonomicznego. Czynnikiem determinującym rozwój są dziś działalność badawczo-rozwojowa (B+R), działalność innowacyjna oraz kapitał ludzki. Celem artykułu jest ocena wyników analizy mającej na celu oszacowanie luki innowacyjnej pomiędzy nowymi członkami Unii Europejskiej a średnim poziomem innowacyjności UE w latach 2004–2022. Artykuł formułuje tezę badawczą, która zakłada, że nowe kraje członkowskie UE nie nadrobiły luki innowacyjnej w stosunku do średniej unijnej w latach 2004–2022. Wyniki analizy potwierdzają tę tezę dla wszystkich krajów z wyjątkiem Estonii i Cypru. Porównanie opiera się na Sumary Innovation Index (SII), który został opracowany przez Komisję Europejską w ramach *European Innovation Scoreboard* (EIS). W artykule dokonano przeglądu literatury dotyczącej luki innowacyjnej. Zastosowano metody analizy opisowej, statystycznej analizy danych oraz analizy porównawczej. Wykorzystano dane statystyczne z *European Innovation Scoreboard* w latach 2004–2022.

**Słowa kluczowe:** innowacyjność, luka innowacyjna, Europejska Tablica Innowacyjności, sumaryczny wskaźnik innowacyjności

# Analiza korelacji notowań kursu cen złota i kryptowaluty bitcoin nazywanej „cyfrowym złotem”

Paweł Błoński\* 

## Streszczenie

W artykule dokonano analizy zależności kursu notowań cyfrowej waluty bitcoin z notowaniami cen złota w latach 2018–2022. Przeanalizowano także zależności notowań kursu BTC z indeksami akcyjnymi Stanów Zjednoczonych (S&P 500) i Polski (WIG) oraz indeksem towarowym CRB. W badaniu wykorzystano liniową korelację Pearsona. Badanie przeprowadzono dla kilku różnych okresów. Pierwszy okres obejmował lata 2018–2022, drugi lata 2020–2022, a trzeci ostatni rok, tj. 2022. Badanie przeprowadzono również dla dwóch okresów o zwiększonej niepewności rynkowej. Pierwszy to czas załamania się rynków spowodowany wybuchem pandemii COVID-19 i dużej zmienności na rynku od 1.03.2020 do 30.04.2020. Drugi to początek wojny w Ukrainie obejmujący notowania od 24.02.2022 do 24.04.2022.

Przeprowadzone badania wskazują, że kryptowaluta Bitcoin w większym stopniu koreluje z indeksami giełdowymi niż z kursem notowań cen złota. W ostatnim badanym okresie, tj. na początku wojny w Ukrainie, można było zaobserwować nawet ujemną korelację kursów notowań cyfrowej waluty Bitcoin i cen złota.

**Słowa kluczowe:** bitcoin, cyfrowe złoto, złoto XXI w., kryptowaluty

**JEL:** G11, G15

---

\* Mgr Paweł Błoński, Szkoła Doktorska SGH, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, pb110784@doktorant.sgh.waw.pl, <https://orcid.org/0000-0003-4764-6995>





## Wstęp

Bitcoin to wyrażony w postaci zapisu elektronicznego instrument płatniczy oraz inwestycyjny funkcjonujący w sieci informatycznej, który wykazuje duże podobieństwo do szeroko stosowanego i powszechnie akceptowanego pieniądza elektronicznego. Jednak bitcoin w odróżnieniu od tradycyjnych walut, kreowanych przez władze różnych państw, wydaje się lepszym nośnikiem wartości, gdyż jego zasoby są ograniczone. Wielostrukturalny algorytm Bitcoina daje możliwość pozyskania wyłącznie określonej liczby monet, która wynosi 21 milionów, co czyni kryptowalutę bitcoin aktywem odpornym na inflację od strony podażowej (Black 2018, s. 74). Bitcoin posiada również inne zalety, do których można zaliczyć:

- bezpieczeństwo – informacje dotyczące transakcji przeprowadzonych za pomocą sieci Bitcoin są zaszyfrowane za pomocą technologii blockchain, która na chwilę obecną jest praktycznie nie do złamania;
- całodobowa dostępność – przelewy bitcoin nie posiadają ograniczeń czasowych, środki można wysyłać 24 godziny na dobę, siedem dni w tygodniu, a czas realizacji transakcji to ok. 10 minut;
- anonimowość – konta w rozliczeniach są całkowicie anonimowe, użytkownik otrzymuje do rachunku tylko login złożony z 54 znaków i hasło;
- decentralizacja – informacje na temat stanów kont Bitcoin znajdują się jednocześnie w wielu miejscach na świecie w tej samej postaci, co czyni sieć bitcoin bezpieczniejszą w porównaniu do tradycyjnych banków, które mają scentralizowany system baz danych (Kwiecień 2017, s. 7).

Wyżej wymienione zalety oraz antyinflacyjny charakter bitcoina sprawiły, iż został on nazwany „cyfrowym złotem” (Popper 2016; Kubera 2021), „złotem XXI wieku” (Kopańko, Kozłowski 2014) oraz „nowym złotem” (Klein, Thu, Walther 2018, s. 1). Przekonanie takie utrzymywane jest przez entuzjastów kryptowalut oraz liczne media podejmujące tematykę finansową. Jednak ostatnie doświadczenia, związane ze wzrostem niepewności na rynku (wojna w Ukrainie), pozwalają zaobserwować odwrotną korelację cen notowań BTC i złota.

Celem artykułu jest określenie zależności kursu notowań cyfrowej waluty bitcoin z notowaniami cen złota, kursem notowań Warszawskiego Indeksu Giełdowego, indeksu Standard & Poor’s 500 oraz indeksu towarowego CRB w latach 2018–2022. Drugim celem jest odpowiedź na pytanie, czy bitcoin („cyfrowe złoto”) może być traktowany jako substytut złota pod względem inwestycyjnym.

## Przegląd literatury

Bitcoin to zdecentralizowana cyfrowa waluta, której jednostki tworzone są w sieci informatycznej. Bitcoin posiada jednak właściwości, które odróżniają go od tradycyjnych walut. Nie występuje on w postaci fizycznej, takiej jak monety czy banknoty. Jest walutą cyfrową opartą na kryptografii i działającą w zdecentralizowanej sieci typu peer-to-peer. Bitcoin jest projektem open source udostępnionym publicznie, który nie ma swojego właściciela i którego nikt nie kontroluje. Ze względu na zdecentralizowaną naturę transfer środków zachodzi bezpośrednio między użytkownikami, bez instytucji nadzorujących bądź pośredniczących, co pozwala na znaczne zmniejszenie, a nawet wyeliminowanie prowizji transakcyjnych. Dzięki swojej ogólnej dostępności w Internecie Bitcoin jest dostępny w każdym kraju, niezależnie od stopnia rozwoju systemu bankowego. Konto w tej walucie należy bezpośrednio do właściciela i nie ma możliwości jego zamrożenia lub zablokowania nawet przez służby państwowe. Nie występują również jakiegokolwiek formalne wymagania i ograniczenia w dostępie do projektu, co sprawia, że Bitcoin jest otwarty dla wszystkich (Szymankiewicz 2014, s. 21).

Bitcoin jest jednostką rozliczeniową, która działa jedynie za pośrednictwem sieci komputerowych, ale możliwe jest jej przechowywanie poza środowiskiem cyfrowym, np. w postaci wydrukowanych kluczy prywatnych. Baza danych Bitcoina jest księgą rozliczeń (ang. *ledger*) podobną do tych, których używają banki prowadzące rozliczenia w walutach fiducjarnych, jednak różni się ona kilkoma zasadniczymi cechami. Baza danych Bitcoina nie ma centrum – jednego serwera, na którym jest przechowywana i do którego dostęp mają konkretne osoby, jak to ma miejsce w przypadku tradycyjnych banków. Jest ona rozproszona pomiędzy wszystkich użytkowników Bitcoina, którzy zainstalują tzw. pełnego klienta (ang. *full node*) i z których żaden nie może nic zmienić w zapisie. Dodatkowo wszystkie zapisy w bazie Bitcoin (czyli dokonane transakcje) są jawne i każdy użytkownik, w dowolnej chwili, mając dostęp do Internetu, może sprawdzić dowolną transakcję dokonaną kiedykolwiek za pomocą Bitcoina – czas jej dokonania, kwoty oraz identyfikatory stron transakcji, czyli ich klucze publiczne, które można określić jako odpowiedniki numerów kont bankowych. Księga rozliczeniowa Bitcoina blockchain (łańcuch bloków) jest zorganizowana w ten sposób, że średnio co 10 minut generowany jest nowy element sieci – blok zawierający transakcje zleczone w czasie od wygenerowania poprzedniego bloku. Tym samym baza danych powiększa się z każdym nowo wygenerowanym blokiem, a wszystkie są przechowywane w sieci. Za generowanie nowych bloków odpowiedzialni są specjaliści użytkownicy zwani górnikami. Ich obecność jest związana z algorytmem *proof of work*, który w Bitcoinie jest systemem odpowiedzialnym za rozwiązanie problemu podwójnego wydatkowania środków (Nakamoto 2008). Problem ten był jednym z podstawowych, które stanowiły przeszkodę dla powstania zdecentralizowanych

walut cyfrowych, niezależnych od banków i innych instytucji finansowych. Wcześniej jedynym sposobem na uniknięcie sytuacji, gdy ktoś swoje cyfrowe środki wydał wielokrotnie, było istnienie jakiegoś arbitra, np. banku lub instytucji finansowej, która za pośrednictwem podpisów cyfrowych pilnowała zgodności wydawanych środków. W Bitcoinie osiągany jest zamiast tego konsensus dotyczący zgodności tych transakcji, a do jego wypracowania konieczna jest praca „górników”, konkurujących o obliczenie specjalnej liczby (*hash*), która służy do podpisania nowego bloku. Ten z „górników”, który dokona tego przed innymi, otrzymuje nagrodę w postaci przewidzianej przez algorytm określonej liczby nowo stworzonych bitcoinów oraz opłat transakcyjnych zadeklarowanych przez użytkowników od czasu ostatniego bloku (Waryszak 2018, s. 17–18).

## Badane rynki

W badaniu porównano kształtowanie się kursu notowań bitcoina ze złotem, indeksem CRB – jako indeksem obrazującym rynek towarowy oraz indeksami szerokiego rynku Stanów Zjednoczonych i Polski. Amerykański indeks Standard and Poor’s 500, reprezentujący dojrzały i rozwinięty rynek, oraz Warszawski Indeks Giełdowy jako przedstawiciel rynku rozwijającego się według metodologii MSCI (Emerging Markets MSCI 2022).

Złoto przez lata było środkiem płatniczym w wielu regionach świata. Złoto jest ciężkim, miękkim i błyszczącym metalem, który jest bardzo jednolity bez względu na miejsce wydobycia na świecie. Złoto jest wyjątkowo trwałe, można je przechowywać latami bez obawy o utratę jego właściwości. Metal ten posiada dużą gęstość, a więc sztabki są wyjątkowo ciężkie. Jest to powód, dla którego złota używano jako środka płatniczego, małej wielkości monety mogą przetransportować dużą wartość (Sierakowska 2016, s. 103). Na przestrzeni wieków złoto zyskiwało na wartości jako najbardziej szlachetny z metali. Było nierozzerwalnie związane z władzą oraz dobrobytem społecznym. Początkowo złoto było wykorzystywane w jubilerstwie, szybko jednak stało się akceptowalnym środkiem płatniczym. Problemy z transportem tego metalu oraz liczne oszustwa sprawiły, iż złoto deponowano w bankach, wykorzystując otrzymane w zamian kwity depozytowe, które stały się początkiem istnienia pieniądza papierowego (Gierałtowska 2010, s. 92).

Obecnie złoto wykorzystywane jest w przemyśle oraz jako aktywo inwestycyjne i rezerwowe w bankach centralnych (The Thomson Reuters, GFMS Gold Survey 2019, Londyn 2019, s. 7). Złoto występuje w ograniczonej ilości, tym samym w długiej perspektywie zyskuje na wartości i jest często wykorzystywane jako ochrona kapitału przed inflacją. Ponadto złoto często zyskuje w okresach destabilizacji i kryzysów (w przeciwieństwie do innych aktywów finansowych).

Złoto jako forma inwestycji jest cenione za wysoką płynność, niezniszczalność, ponadnarodowość i ponadczasowość (Gierałtowska 2010, s. 92).

Inwestycja w złoto jest traktowana jako forma inwestycji alternatywnych i często jest wykorzystywana do dywersyfikacji portfela inwestycyjnego, redukcji ryzyka inwestycyjnego oraz hedgingu dla rynku akcji (Mamcarz 2018, s. 73). Inwestycje w złoto mogą się odbywać zarówno bezpośrednio przez zakup fizyczny metalu (np. złote monety), jak i pośrednio przez kontrakty terminowe, akcje spółek wydobywających złoto, fundusze inwestycyjne, fundusze typu ETF lub produkty strukturyzowane (Gierałtowska 2016, s. 126).

Standard and Poor's 500 (S&P 500) to indeks reprezentujący szeroki rynek w Stanach Zjednoczonych. Indeks składa się z 500 spółek o największej kapitalizacji notowanych na New York Stock Exchange i Nasdaq. Do indeksu są wliczane spółki z różnych sektorów rynku, z czego każdy sektor ma określony udział w całości. Metodologia taka pozwala na lepsze zobrazowanie stanu giełdy i gospodarki. Indeks jest na bieżąco obliczany od 1957 r. przez agencję ratingową Standard and Poor's (S&P U.S. Indices, *Methodology...* 2019).

Warszawski Indeks Giełdowy jest pierwszym indeksem, jaki powstał na warszawskiej giełdzie, jest obliczany od 16 kwietnia 1991 r. Początkowa wartość indeksu wynosiła 1000 punktów. WIG obejmuje wszystkie spółki z Głównego Rynku GPW, które spełniają bazowe kryteria uczestnictwa. WIG jest indeksem dochodowym, a więc przy jego obliczaniu uwzględnia się ceny akcji oraz dochody z dywidend i praw poboru. Indeks szerokiego rynku WIG jest wskaźnikiem obrazującym stan polskiej giełdy, gdyż zawiera większość notowanych spółek na GPW (GPW, *WIG metodologia indeksu*, 2020).

Koszyk surowców i towarów Thomson Reuters/CoreCommodity CRB index, zwany indeksem CRB, to indeks odzwierciedlający ruchy cen najbardziej płynnych i strategicznych towarów oraz surowców dla światowej gospodarki. Obecnie indeks jest oparty na kontraktach futures notowanych na najważniejszych giełdach w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. Indeks jest zbudowany z 19 składników, a każdy z nich ma określony udział procentowy, wykorzystywany do obliczania indeksu. Udział poszczególnych składników został dobrany na podstawie kilku czynników, tj. znaczenia dla światowej gospodarki, odpowiedniej płynności na giełdach, odpowiedniej korelacji z innymi surowcami oraz zależności z innymi klasami aktywów (Sierakowska 2016, s. 217–219). Największy udział w indeksie CRB ma ropa naftowa i produkty ropopochodne, które wraz z gazem ziemnym stanowią aż 39%. Następnie są towary rolnicze z udziałem 34%, metale szlachetne i przemysłowe stanowią 20%, w tym miedź 6%. Najmniejszy udział w indeksie zawiera żywiec zwierzęcy, który wynosi tylko 7% (Refinitiv and CoreCommodity Indexes... 2019). Indeks CRB, podobnie jak indeksy giełdowe, pozwala dostrzec zbiorowy trend na rynku surowców i towarów.

## Metoda badawcza

Badanie zależności między zmianami notowań może odbywać się poprzez obserwacje zachodzących zmian na wykresie, jest to jednak metoda subiektywna. Statystyczną metodą badania zależności jest korelacja, która jest definiowana jako miara siły liniowego związku między dwiema zmiennymi (Aczel 2018, s. 479). Do badania zmiennych ilościowych stosowany jest współczynnik korelacji liniowej Pearsona.

Współczynnik liniowej korelacji Pearsona to kowariancja badanych zmiennych podzielona przez iloczyn odchyłeń standardowych tych zmiennych. Współczynnik ten może być wyrażony następującym wzorem (Sobczak 2006, s. 161):

$$r_{xy} = \frac{cov(x, y)}{\sigma_x * \sigma_y}$$

gdzie:

$r_{xy}$  – współczynnik liniowej korelacji Pearsona pomiędzy zmiennymi x i y,

$cov(x,y)$  – kowariancja pomiędzy zmiennymi x i y,

$\sigma_x$  – odchylenie standardowe zmiennej x,

$\sigma_y$  – odchylenie standardowe zmiennej y.

Otrzymane wyniki muszą znajdować się w przedziale od  $-1$  do  $+1$ . Wynik  $-1$  oznacza ścisły ujemny związek między dwiema zmiennymi – korelacja ujemna. Wynik  $0$  wskazuje na brak związku między zmiennymi – brak korelacji. Natomiast otrzymana wartość na poziomie  $+1$  oznacza ścisły dodatni związek między dwiema zmiennymi – korelacja dodatnia (Aczel 2018, s. 480). Między skrajnymi wynikami istnieją wyniki pośrednie, które przedstawia tabela 1.

**Tabela 1.** Interpretacja współczynnika korelacji liniowej Pearsona

Wynik	Interpretacja
Poniżej 0,2	korelacja słaba (praktycznie brak związku)
0,2–0,4	korelacja niska (zależność wyraźna)
0,4–0,6	korelacja umiarkowana (zależność istotna)
0,6–0,8	korelacja wysoka (zależność znaczna)
0,8–0,9	korelacja bardzo wysoka (zależność bardzo duża)
0,9–1,0	zależność praktycznie pełna

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Sobczak, *Statystyka. Aspekty praktyczne i teoretyczne*, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2006, s. 161.

Do obliczenia liniowej korelacji Pearsona zostały wykorzystane dzienne kursy notowań cyfrowej waluty Bitcoin, cen złota oraz kursy notowań indeksu WIG, S&P 500, CRB. Badanie korelacji przeprowadzono dla okresów:

5 lat (1.01.2018–31.12.2022), 3 lat (1.01.2020–31.12.2022), 1 roku (1.01.2022–31.12.2022) oraz dwóch okresów zwiększonego ryzyka inwestycyjnego. Okres od 1.03.2020 do 30.04.2020 jest związany z załamaniem się rynków spowodowany pandemią COVID-19. Drugi okres zwiększonego ryzyka to początek wojny w Ukrainie, tj. od 24.02.2022 do 24.04.2022.

## Wyniki

Przeprowadzone badania wskazują, iż w okresie ostatnich 5 lat, tj. od 1.01.2018 do 31.12.2022, bitcoin wykazywał najwyższą wartość korelacji z indeksem S&P 500 na poziomie 0,88 (korelacja bardzo wysoka). Korelacja bitcoina ze złotem wyniosła 0,63, co wskazuje na znaczną zależność. Korelacja BTC z indeksem CRB i WIG była umiarkowana, ale istotna statystycznie. Szczegółowe dane korelacji BTC ze złotem, indeksem CRB, S&P 500 oraz WIG przedstawia tabela 2.

**Tabela 2.** Wartości korelacji BTC względem kursu złota, indeksu CRB, S&P 500 oraz WIG w okresie ostatnich 5 lat, 3 lat oraz ostatniego roku

BTC	Złoto	CRB	S&P 500	WIG
5 lat (2018–2022)	0,63	0,45	0,88	0,55
3 lata (2020–2022)	0,24	0,37	0,83	0,80
1 rok (2022)	0,76	-0,02	0,87	0,82

Źródło: opracowanie własne.

W okresie ostatnich 3 lat, tj. od 1.01.2020 do 31.12.2022, bitcoin również wykazywał najwyższą wartość korelacji z indeksem S&P 500 na poziomie 0,83. Wysoką wartość korelacji uzyskano również w stosunku do indeksu WIG 0,80. Korelacja ze złotem oraz indeksem CRB wynosiła odpowiednio 0,24 i 0,37, a więc była to korelacja niska.

W okresie ostatniego roku, tj. 1.01.2022 do 31.12.2022, wartości korelacji BTC względem indeksów akcji S&P 500 i WIG wynosiły 0,87 i 0,82. W przypadku indeksu CRB występowała korelacja słaba, wskazująca brak związku statystycznego. Natomiast korelacja BTC z kursem złota wskazała wartość 0,76, wskazując na zależność znaczną.

Następnie przeprowadzono badanie okresów o zwiększonej niepewności i ryzyka na rynku. Pierwszy okres od 1.03.2020 do 30.04.2020 związany z załamaniem się rynków spowodowany był pandemią COVID-19. Bardzo wysoką korelację uzyskano dla indeksów akcyjnych zarówno polskiego, jak i amerykańskiego kolejno 0,88 oraz 0,74. Korelacja ze złotem wyniosła 0,60, natomiast z indeksem CRB 0,40. Szczegółowe dane korelacji BTC ze złotem, indeksem CRB, S&P 500 oraz WIG przedstawia tabela 3.

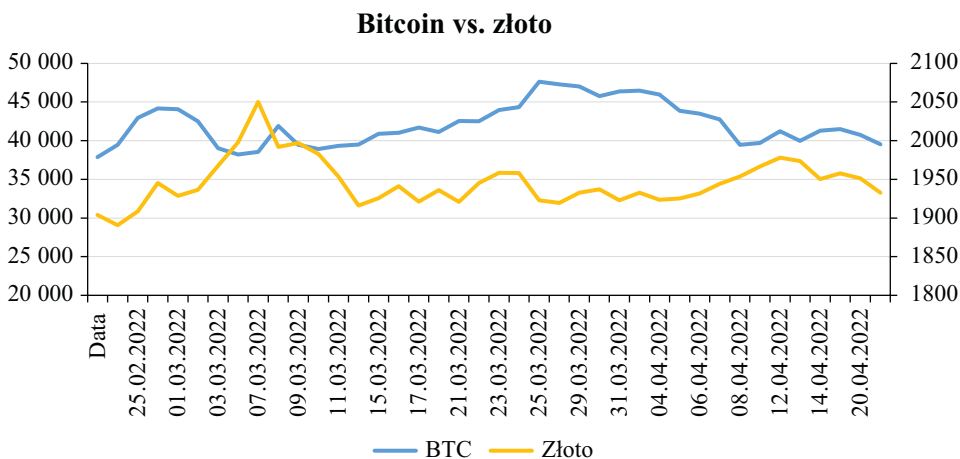
**Tabela 3.** Wartości korelacji BTC względem kursu złota, indeksu CRB, S&P 500 oraz WIG w okresach zwiększonej niepewności

BTC	Złoto	CRB	S&P 500	WIG
2020 III–IV	0,60	0,40	0,74	0,88
2022 II–IV	-0,40	0,09	0,82	0,71

Źródło: opracowanie własne.

Ostatnim badanym okresem był początek wojny w Ukrainie, tj. od 24.02.2022 do 24.04.2022. Podobnie jak w poprzednich okresach najwyższą korelacją cechowały się indeksy akcyjne, wskazując na wysoką i bardzo wysoką korelację. Indeks towarowy CRB wskazywał korelację słabą (brak zależności). Korelacja BTC z kursem złota wyniosła  $-0,40$ , co wskazuje na ujemną umiarkowaną zależność między badanymi aktywami. Okres ten, związany z dużą niepewnością wśród inwestorów, pokazuje, że kiedy złoto zyskiwało na wartości, BTC tracił i odwrotnie. Dane zależności można zaobserwować na wykresie 1 przedstawiającym kursy notowań BTC i złota.

**Wykres 1.** Kurs notowań bitcoina i złota w dolarach amerykańskich USD



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych stooq.com

Podwyższony poziom ryzyka inwestycyjnego, związany z wybuchem wojny w Ukrainie, pokazuje, iż inwestorzy nie traktują kryptowaluty Bitcoin, w przeciwieństwie do złota, jako bezpiecznego aktywa inwestycyjnego.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż kurs notowań cyfrowej waluty Bitcoin w większym stopniu koreluje z rynkami akcji, szczególnie akcji amerykańskich reprezentowanych przez indeks Standard and Poor's 500, niż z cenami złota. Prowadzi to do wniosku, iż „cyfrowe złoto” w chwili obecnej nie może być traktowane jako substytut złota w tworzeniu portfeli inwestycyjnych.



Uzyskane wyniki potwierdzają wnioski płynące z badań przeprowadzonych dla wcześniejszych lat. T. Klein, H.P. Thu, T. Walther przeprowadzali badania korelacji kursów cen bitcoina, złota i rynku akcji dla lat 2011–2017. Badacze stwierdzili, że ceny BTC i złota zachowują się całkowicie odmiennie, szczególnie w okresach zwiększonej niepewności rynkowej oraz podkreślili, że bitcoin nie jest dobrym aktywem do zabezpieczenia (*hedgingu*) portfela akcji (Klein, Thu, Walther 2018, s. 1–30). Natomiast N.A. Kyriazis (2020, s. 8) wskazuje, że główną różnicą między bitcoinem i złotem jest zachowanie się kursu w sytuacjach podwyższonego ryzyka oraz wysoka zmienność kursu cyfrowej waluty w porównaniu do złota, które jest uważane za „bezpieczną przystań” dla inwestorów.

## Podsumowanie

Przeprowadzone badania wskazują, iż kurs notowań cyfrowej waluty bitcoin jest w wyższym stopniu skorelowany z kursami indeksów akcyjnych S&P 500 i WIG niż z kursem złota i indeksem towarowym CRB. Korelacja kursu BTC i złota w początkowym okresie konfliktu w Ukrainie wskazywała nawet na umiarkowaną korelację odwrotną. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż kryptowaluta bitcoin nie może być traktowana jako substytut złota w tworzeniu portfeli inwestycyjnych. Wyniki wskazują, że w okresie ostatnich 5 lat bitcoin był traktowany jak aktyw podobne do akcji, szczególnie akcji rynku amerykańskiego. We wszystkich badanych okresach najwyższe wartości korelacji uzyskano dla kursów notowań bitcoina i rynku akcyjnego, szczególnie było to widoczne w okresach o zwiększonej niepewności i zmienności rynkowej.

## Bibliografia

- Aczel A.D. (2018), *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Black S.T. (2018), *Biblia kryptowalut*, Wydawnictwo HELION, Gliwice.
- Gierałtowska U. (2010), *Dywersyfikacja równoległa oparta na rynku złota w Polsce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Nr 632 „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia”, Nr 33.
- Gierałtowska U. (2016), *Bezpośrednie i pośrednie inwestycje w metale szlachetne*, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, t. L 4, Sectio H.
- Klein T., Thu H.P., Walther T. (2018), *Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance*, „International Review of Financial Analysis”, nr 59. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.07.010>



- Kopańko K., Kozłowski M. (2014), *Bitcoin. Złoto XXI wieku*, Wydawnictwo HELION, Gliwice.
- Kruszewski P., Podgórski J. (1998), *Statystyka, wzory i tablice*, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Kwiecień P. (2017), *3 kroki do inwestowania w kryptowaluty*, X-Trade Brokers.
- Kyriazis N.A. (2020), *Is Bitcoin Similar to Gold? An Integrated Overview of Empirical Findings*, „Journal of Risk and Financial Management”, nr 13(5). <https://doi.org/10.3390/jrfm13050088>
- Mamcarz K. (2018), *Złoto jako składnik portfela inwestycyjnego*, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Nr 374, „Współczesne Finanse”, Nr 16.
- Popper N. (2016), *Digital Gold, the untold story of Bitcoin*, Penguin UK, Colchester.
- Refinitiv and CoreCommodity Indexes (2019), *Thomson Reuters/corecommodity CRB indices methodology*.
- S&P U.S. Indices (2019), *Methodology*, STANDARD & POOR'S.
- Sierakowska D. (2016), *Świat surowców*, Wydawnictwo Trend Edukacja Finansowa, Warszawa.
- Sobczak M. (2006), *Statystyka. Aspekty praktyczne i teoretyczne*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Szymankiewicz M. (2014), *Bitcoin. Wirtualna waluta Internetu*, Wydawnictwo HELION, Gliwice.
- The Thomson Reuters (2019), *GFMS Gold Survey 2019*, London.
- Waryszak T. (2018), *Jak zarabiać na kryptowalutach*, Wydawnictwo HELION, Gliwice.

## Źródła internetowe

- GPW, *WIG metodologia indeksu*, [https://gpwbenchmark.pl/pub/BENCHMARK/files/PDF/metodologia\\_indeksow/WIG\\_metodologia\\_2019\\_12\\_01.pdf](https://gpwbenchmark.pl/pub/BENCHMARK/files/PDF/metodologia_indeksow/WIG_metodologia_2019_12_01.pdf) (data dostępu: 27.03.2022).
- Kubera G., *Bitcoin to nie waluta, lecz cyfrowe złoto*, My Company Polska, <https://mycompanypolska.pl/artukul/bitcoin-to-nie-waluta-lecz-cyfrowe-zloto/7041> (data dostępu: 10.04.2022).
- MSCI Emerging Markets (2022), <https://www.msci.com/our-solutions/indexes/emerging-markets> (data dostępu: 10.04.2022).
- Nakamoto S. (2008), *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, <https://assets.pubpub.org/d8wct41f/31611263538139.pdf> (data dostępu: 10.04.2022).

## Summary

Correlation analysis of the price quotations of gold and the bitcoin cryptocurrency called “digital gold”

The paper analyses the relationship between the Bitcoin digital currency quotation and the gold price quotation in 2018–2022. The relationship between the BTC exchange rate quotation and the stock indices of the United States (S&P 500) and Polish (WIG) and the CRB commodity index was also analysed. The study used a linear Pearson correlation. The study was conducted for several different periods. The first period covered 2017–2022, the second period was 2020–2022, and the third – last year, i.e. 2022. The study was also conducted for two periods of increased market uncertainty. The first is the time of the collapse of the markets caused by the outbreak of the COVID-19 pandemic and high market volatility from March 1, 2020, to April 30, 2020. The second is the beginning of the war in Ukraine, covering quotations from February 24, 2022, to April 24, 2022.

Research indicates that the Bitcoin cryptocurrency correlates to a greater extent with stock exchange indices than with the price quotation rate of gold. In the last period studied, i.e., at the beginning of the war in Ukraine, it was even possible to observe a negative correlation between the price quotations of the digital currency Bitcoin and gold prices.

**Keywords:** Bitcoin, digital gold, 21st-century gold, cryptocurrencies

Redaktor inicjujący  
*Sylvia Mosińska*

Korekta techniczna  
*Elżbieta Rzymkowska*

Wydane przez Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
Wydanie I. W.11103.23.0.C

Ark. wyd. 2,00; ark. druk. 1,625

Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego  
90-237 Łódź, ul. Jana Matejki 34A  
[www.wydawnictwo.uni.lodz.pl](http://www.wydawnictwo.uni.lodz.pl)  
e-mail: [ksiegarnia@uni.lodz.pl](mailto:ksiegarnia@uni.lodz.pl)  
tel. (42) 635 55 77