

**Gospodarka i społeczeństwo w obliczu
rozwoju sztucznej inteligencji (AI)
i zagrożeń globalnych**

**Economy and Society in the Face
of Ongoing Artificial Intelligence (AI)
Development and Global Threats**

**ZESZYTY
NAUKOWE** **104**

Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu [1] 2024

THE WSB UNIVERSITY IN POZNAN
RESEARCH JOURNAL
2024, VOL. 104, NO. 1

Economy and Society in the Face of Ongoing Artificial Intelligence (AI) Development and Global Threats

ZESZYTY NAUKOWE
WYŻSZEJ SZKOŁY BANKOWEJ W POZNANIU
2024, T. 104, NR 1

Gospodarka i społeczeństwo w obliczu rozwoju sztucznej inteligencji (SI) i zagrożeń globalnych

redakcja naukowa
Wiesława Caputa



Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu
Poznań 2024

THE WSB UNIVERSITY IN POZNAŃ
RESEARCH JOURNAL
2024, T. 104, NR 1

Economy and Society in the Face of Ongoing Artificial Intelligence (AI) Development and Global Threats

edited by
Wiesława Caputa



WSB Merito University in Poznań
Poznań 2024

Redaktor naczelny czasopisma / Editor-in-chief

dr hab. Wiesława Caputa, prof. Uniwersytetu WSB Merito w Poznaniu

Rada naukowa / Scientific Advisory Board

Przemysław Deszczyński (Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Polska)
Marek Dylewski (Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu, Polska)
Beata Filipiak (Uniwersytet Szczeciński, Polska)
Tadeusz Leczykiewicz (Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu, Polska)
Jan Szambelańczyk (Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Polska)
Emilia Zimková (Uniwersytet Mateja Bela w Bańskiej Bystrzycy, Słowacja)
Peter Krištofik (Uniwersytet Mateja Bela w Bańskiej Bystrzycy, Słowacja)
Sergiy Gerasymenko (Narodowa Akademia Zarządzania w Kijowie, Ukraina)
Berni Mayer (Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, Niemcy)
Franz Seitz (Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, Niemcy)
J. Michael Geringer (Uniwersytet w Ohio, USA)
Svitlana Ishchuk (Państwowy Instytut Badań Regionalnych im. M.I. Dolishniego NAN Ukrainy, Lwów, Ukraina)
Dorota Jelonek (Politechnika Częstochowska, Polska)

Czasopismo umieszczone w bazach: Index Copernicus, BazEkon, PBN, CrossRef, ERIH Plus.

Czasopismo recenzowane według standardów Ministerstwa Edukacji i Nauki.

Lista recenzentów na stronie <https://journals.wsb.poznan.pl/index.php/znwsb/recenzenci>
oraz w ostatnim numerze czasopisma z danego roku.

Journal included in the following databases: Index Copernicus, BazEkon, PBN, CrossRef, ERIH Plus.

Journal reviewed in compliance with the standards set forth by the Ministry of Education and Science.

A list of referees is available at <https://journals.wsb.poznan.pl/index.php/znwsb/recenzenci>
and published in the last issue of the Journal each year.

Procedura recenzowania / Review procedure

<https://znwsb.publisherspanel.com/resources/html/cms/FORAUTHORSINFO>

Redaktor naukowy (tematyczny) / Scientific (Theme) editor

dr hab. Wiesława Caputa, prof. Uniwersytetu WSB Merito w Poznaniu

Weryfikacja tekstów angielskich / English texts revised by

Grzegorz Grygiel

Redakcja i korekta tekstów w języku polskim / Polish texts edited by

Paulina Jeske-Choińska, Agnieszka Czapczyk, Lidia Kozłowska

Skład / Typeset by

Teodor Jeske-Choiński / gniazdo.pl

Projekt okładki / Cover design by

Jan Ślusarski

Publikacja finansowana przez Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu

Publication financed by WSB Merito University in Poznań

Wersja pierwotna — publikacja elektroniczna / Source version — electronic publication

© Copyright by Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu, 2024

ISSN 2719-6798

Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu

ul. Powstańców Wielkopolskich 5, 61-895 Poznań

tel. 61 655 33 33

e-mail: journals@poznan.merito.pl

<https://journals.wsb.poznan.pl/index.php/znwsb>

Spis treści / Contents

OLENA LIAKHOVSKA, LIUDMYLA KOVAL

Structural Changes in the Industrial Production of Ukraine in the Conditions of War 7

SVITLANA ISHCHUK, OLENA LIAKHOVSKA, LIUDMYLA KOVAL

The Influence of Russia's Military Aggression on Ukraine's Agriculture 19

LUIYBOMYR SOZANSKY, VICTOR ZHULKANYCH

The Current State and Prospects of Ukraine's Commodity

Exports in the Conditions of Russia's Full-Scale Aggression 33

DARIUSZ DRZEWIECKI

Źródła danych cyfrowych w monitoringu bezpieczeństwa środowiska 49

GRACJAN CHROBAK

Czynniki wpływające na dostępność przedszkoli w miastach

grodzkich województwa śląskiego podczas pandemii COVID-19..... 65

HALINA BUK, ANGELIKA SZYDŁOWSKA

Podatek u źródła jako narzędzie unikania podwójnego

opodatkowania przez międzynarodowe korporacje 81

ANNA GOMOLA

Analiza wrażliwości wyników estymacji współczynnika

beta w modelu CAPM dla sektora spożywczego 93

OLENA LIAKHOVSKA

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0000-0003-4838-5619>
e-mail: skalecka.olena@ukr.net

LIUDMYLA KOVAL

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0000-0002-0285-3264>
e-mail: lyudmylakoval11@gmail.com

Structural Changes in the Industrial Production of Ukraine in the Conditions of War

Abstract. The article describes changes in the structure of the Ukrainian industry with a goal of identifying factors that weaken and strengthen the country’s industrial potential as well as industry sectors that have undergone the biggest structural changes. The authors indicate causes and consequences of these changes, in particular, the nearly complete destruction of the metallurgical industry, which has had a significant impact on Ukraine’s economy. On the other hand, a number of industries have grown in size, including the supply of electricity, gas, steam and air conditioning, the manufacture of wood products, pharmaceutical products and textiles. The authors determine the volume and structure of industrial products sold abroad and their share of in sold production and indicate the most important segments of Ukraine’s industrial production along with prospects for the development of industrial potential in the current conditions.

Keywords: industry, processing industry, industrial structure, volume of products sold, volume of products sold abroad

<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1967>

1. Introduction

Industry is a key sector of the Ukrainian economy. However, in the current conditions of political and economic instability, significant changes have taken place in the structure of industrial production. In particular, as a result of the war, many factories, enterprises and various infrastructural facilities have been destroyed, large segments of the population have been forced to migrate (or leave the country, causing an considerable outflow of qualified personnel), logistics has become more difficult, and the risks associated with the country's financial stability have grown more acute, etc. All these and other factors have had an impact on Ukraine's industrial potential. Therefore, the purpose of the article is to analyze the structural changes that have taken place in the Ukrainian industry in recent years and to identify both the most important and promising directions for the development of Ukraine's industrial potential in the future.

2. Review of the Literature

Considering the instability of the Ukrainian economy, it is necessary to keep monitoring and study ongoing changes in the country's economic situation. There are already a number of publications that have been dedicated to the analysis of Ukraine's industry in the current conditions. For example, Gerasimenko A.V. (2023) has conducted a comprehensive analysis of the financial and economic development of industrial enterprises before the start of the full-scale armed invasion of Ukraine, and in the first year of the war. Antonyuk V.O., Gakhovich N., Venger L. (2023) have analyzed the post-war development and modernization of the Ukrainian industry.

While it is very difficult to make predictions about the development of the Ukrainian industry in the current conditions, a detailed structural analysis will make it possible to identify current problems and propose ways of solving them.

3. Research Results

The following analysis of Ukraine's industrial production across different sectors is based on three sets of data: the value of sold industrial production in million UAH, the percentage share of sold industrial production and the rate of change indicator i , representing changes between consecutive years, which is calculated according to the following formula:

$$i = \frac{y_n}{y_{n-1}} \times 100$$

where y_n denotes the value in a given year, and y_{n-1} – the value in the preceding year.

As a result of the negative impact of the war, in 2022 the volume of industrial products sold in Ukraine decreased by 21.67% (compared to the previous year). While the country's industrial potential generally declined, different segments were affected to a varying degree, with some sectors practically collapsing, while others registering only minor effects of the negative political and economic factors.

Table 1. Value of Ukraine's sold industrial production in 2014–2022 by type of activity (in million UAH)

Industrial production	KVED*	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mining and quarrying	B	153659	181414	229966	313825	380828	394847	354564	576520	398091
Processing industry	C	809453	1011864	1137785	1400214	1636893	1597452	1602974	2200379	1505744
Production of food products, beverages and tobacco products	10–12	254992	340604	381445	451115	504332	530505	571773	679662	595911
Textile production, production of clothes, leather, leather products and other materials	13–15	10070	14882	16883	20944	24109	24714	23834	28261	30714
Production of wood products, paper production and printing activities	16–18	40129	52974	60529	70191	85879	84883	85525	117762	103965
Production of coke and oil refining products	19	44015	51044	58670	82179	97400	71593	57722	103675	56683
Production of chemicals and chemical products	20	46808	61971	56235	59199	68542	72160	70474	105149	60028
Production of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	21	14404	19675	25029	28949	34206	36395	40919	48973	41442
Production of rubber and plastic products, other non-metallic mineral products	22, 23	56423	75361	90192	109572	131734	141865	156189	205039	124573
Metallurgical production, production of finished metal products, except for machines and equipment	24, 25	227547	266611	302958	391165	463845	395137	371655	640193	291326
Engineering	26–30	94088	103708	116367	150417	182103	188082	173078	204852	152924
Production of furniture and other products; repair and installation of machines and equipment	31–33	20978	25035	29477	36484	44743	52119	51806	66812	48177
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	D	217100	285302	380242	416617	465277	458204	488514	772048	874058
Water supply; sewerage, waste management	E	15381	17433	19101	22376	25582	30301	35096	40433	33680

*KVED – a code taken from the classification of types of economic activity used by State Statistics Service of Ukraine

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

Table 2. Percentage share of Ukraine's sold industrial production in 2014–2022 by type of activity

Industrial production	KVED	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Change (p.p.)	
											2022–2014	2022–2021
Mining and quarrying	B	12.85	12.13	13.01	14.58	15.18	15.92	14.29	16.06	14.16	1.31	–1.90
Processing industry, including:	C	67.70	67.64	64.39	65.03	65.25	64.39	64.61	61.30	53.56	–14.15	–7.75
Production of food products, beverages and tobacco products	10–12	21.33	22.77	21.59	20.95	20.10	21.38	23.04	18.94	21.19	–0.13	2.26
Textile production, production of clothes, leather, leather products and other materials	13–15	0.84	0.99	0.96	0.97	0.96	1.00	0.96	0.79	1.09	0.25	0.31
Production of wood products, paper production and printing activities	16–18	3.36	3.54	3.43	3.26	3.42	3.42	3.45	3.28	3.70	0.34	0.42
Production of coke and oil refining products	19	3.68	3.41	3.32	3.82	3.88	2.89	2.33	2.89	2.02	–1.67	–0.87
Production of chemicals and chemical products	20	3.92	4.14	3.18	2.75	2.73	2.91	2.84	2.93	2.14	–1.78	–0.79
Production of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	21	1.20	1.32	1.42	1.34	1.36	1.47	1.65	1.36	1.47	0.27	0.11
Production of rubber and plastic products, other non-metallic mineral products	22, 23	4.72	5.04	5.10	5.09	5.25	5.72	6.30	5.71	4.43	–0.29	–1.28
Metallurgical production, production of finished metal products, except for machines and equipment	24, 25	19.03	17.82	17.14	18.17	18.49	15.93	14.98	17.84	10.36	–8.67	–7.47
Engineering	26–30	7.87	6.93	6.59	6.99	7.26	7.58	6.98	5.71	5.44	–2.43	–0.27
Production of furniture and other products; repair and installation of machines and equipment	31–33	1.75	1.67	1.67	1.69	1.78	2.10	2.09	1.86	1.71	–0.04	–0.15
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	D	18.16	19.07	21.52	19.35	18.55	18.47	19.69	21.51	31.09	12.93	9.58
Water supply; sewerage, waste management	E	1.29	1.17	1.08	1.04	1.02	1.22	1.41	1.13	1.20	–0.09	0.07

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

Table 3. Changes in the value of Ukraine's sold industrial production in 2014–2022 by type of activity

Industrial production	KVED	2015/2014	2016/2015	2017/2016	2018/2017	2019/2018	2020/2019	2021/2020	2022/2021
Mining and quarrying	B	118.06	126.76	136.47	121.35	103.68	89.80	162.60	69.05
Processing industry	C	125.01	112.44	123.06	116.90	97.59	100.35	137.27	68.43
Production of food products, beverages and tobacco products	10–12	133.57	111.99	118.26	111.80	105.19	107.78	118.87	87.68
Textile production, production of clothes, leather, leather products and other materials	13–15	147.79	113.45	124.06	115.11	102.51	96.44	118.57	108.68

Industrial production	KVED	2015/2014	2016/2015	2017/2016	2018/2017	2019/2018	2020/2019	2021/2020	2022/2021
Production of wood products, paper production and printing activities	16–18	132.01	114.26	115.96	122.35	98.84	100.76	137.69	88.28
Production of coke and oil refining products	19	115.97	114.94	140.07	118.52	73.50	80.62	179.61	54.67
Production of chemicals and chemical products	20	132.40	90.74	105.27	115.78	105.28	97.66	149.20	57.09
Production of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	21	136.60	127.21	115.66	118.16	106.40	112.43	119.68	84.62
Production of rubber and plastic products, other non-metallic mineral products	22, 23	133.56	119.68	121.49	120.23	107.69	110.10	131.28	60.76
Metallurgical production, production of finished metal products, except for machines and equipment	24, 25	117.17	113.63	129.12	118.58	85.19	94.06	172.25	45.51
Engineering	26–30	110.22	112.21	129.26	121.07	103.28	92.02	118.36	74.65
Production of furniture and other products; repair and installation of machines and equipment	31–33	119.34	117.74	123.77	122.64	116.49	99.40	128.96	72.11
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	D	131.42	133.28	109.57	111.68	98.48	106.61	158.04	113.21
Water supply; sewerage, waste management	E	113.35	109.56	117.15	114.33	118.45	115.83	115.20	83.30

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

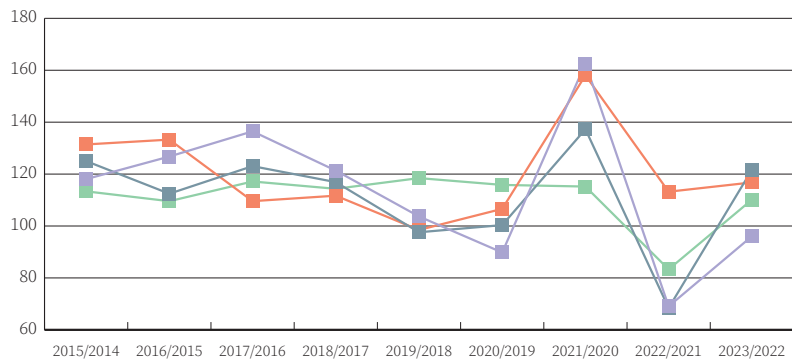


Figure 1. Changes in the value of Ukraine's sold industrial production in 2014–2022 by type of activity

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

As can be seen, the biggest changes in the structure of sold industrial production in 2014–2022 can be observed in the following industries: the processing industry (down by 14.15 p.p.) and the supply of electricity, gas, steam and air conditioning (up by 12.93 p.p.).

The observed changes were mainly due to the impact of the war on the territory of Ukraine. As a result of military operations, metallurgical production was practically destroyed, in particular, PJSC “Azovstal Metallurgical Plant” and PJSC “Mariupol Metallurgical Plant”, both of which contributed about 20% of the country’s metallurgical output. In addition, about 80% of metallurgical enterprises in Ukraine are located in the regions where hostilities are still taking place, i.e. in the Dnipropetrovsk, Donetsk, and Zaporizhia regions (Liakhovska, 2023). As a result, the share of the metallurgical industry in the country’s entire industry in 2014–2022 decreased by 8.67 p.p. In 2014–2021 the volume of sold metallurgical production fluctuated between 14.98% and 19.03%; however, in 2022 this share decreased to 10.36%. In general, the dynamics of metallurgical production over the last year was negative, causing the volume of sold metallurgical production to decrease by 54.49% in 2022.

In addition, in the period 2014–2022, the share of the following sectors also decreased: machine-building production (by 2.43 percentage points), production of chemicals and chemical products (by 1.78 percentage points), production of coke and oil refining products (by 1.67 percent of the population).

On the other hand, in 2014–2022, the volume of sold production of electricity, gas, steam, and air-conditioning products increased by 302.62% , and in 2022, the growth rate was also positive (13.21%). Consequently, the supply of electricity, gas, steam and air-conditioning turned out to be the country’s largest industrial sector: the volume of its sold production in 2022 accounted for 31.09% (against 18.16% in 2014), which means that between 2014 and 2022 the share of the sector’s production increased by 12.93 percentage points.

Table 4. Value of Ukraine’s industrial production sold abroad in 2014–2022 by type of activity (in million UAH)

Industrial production sector	KVED	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Mining and quarrying	B	44323	51523	57069	77122	85106	97725	125708	184086	78371
Processing industry	C	278180	366848	408473	517746	594272	549451	582096	831485	480666
Production of food products, beverages and tobacco products	10–12	43073	71133	91383	122003	135343	139315	168521	203732	161084
Textile production, production of clothes, leather, leather products and other materials	13–15	4269	6089	7305	8932	10355	9834	10033	12021	10827
Production of wood products, paper production and printing activities	16–18	13685	18298	21106	24248	31562	30150	31437	44943	41794

Industrial production sector	KVED	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Production of coke and oil refining products	19	2799	1779	2747	4533	6013	5856	3697	8671	4062
Production of chemicals and chemical products	20	15892	20221	14168	14666	21030	20115	17834	33652	12206
Production of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	21	2044	2333	3067	3620	3964	4401	5367	6611	6290
Production of rubber and plastic products, other non-metallic mineral products	22, 23	9224	12043	12379	14706	18779	19480	22377	29119	17972
Metallurgical production, production of finished metal products, except for machines and equipment	24, 25	129076	167871	189366	243036	273940	227704	226947	379994	145980
Mechanical engineering	26–30	50861	57609	55125	68810	79213	78409	80519	92233	63603
Production of furniture and other products; repair and installation of machines and equipment	31–33	7257	9473	11829	13192	14074	14188	15363	20509	16848
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	D	449	67	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Water supply; sewerage, waste management	E	133	354	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

Table 5. Percentage share of the volume of industrial products sold abroad in total industrial production

Industrial production sector	KVED	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Change (p.p.)	
											2022–2014	2022–2021
Mining and quarrying	B	13.72	12.30	12.23	12.93	12.48	15.05	17.70	18.09	13.88	0.17	-4.20
Processing industry	C	86.10	87.60	87.51	86.82	87.13	84.63	81.96	81.70	85.15	-0.95	3.45
Production of food products, beverages and tobacco products	10–12	13.33	16.99	19.58	20.46	19.84	21.46	23.73	20.02	28.54	15.21	8.52
Textile production, production of clothes, leather, leather products and other materials	13–15	1.32	1.45	1.57	1.50	1.52	1.51	1.41	1.18	1.92	0.60	0.74
Production of wood products, paper production and printing activities	16–18	4.24	4.37	4.52	4.07	4.63	4.64	4.43	4.42	7.40	3.17	2.99
Production of coke and oil refining products	19	0.87	0.42	0.59	0.76	0.88	0.90	0.52	0.85	0.72	-0.15	-0.13
Production of chemicals and chemical products	20	4.92	4.83	3.04	2.46	3.08	3.10	2.51	3.31	2.16	-2.76	-1.14
Production of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	21	0.63	0.56	0.66	0.61	0.58	0.68	0.76	0.65	1.11	0.48	0.46
Production of rubber and plastic products, other non-metallic mineral products	22, 23	2.86	2.88	2.65	2.47	2.75	3.00	3.15	2.86	3.18	0.33	0.32
Metallurgical production, production of finished metal products, except for machines and equipment	24, 25	39.95	40.08	40.57	40.76	40.17	35.07	31.96	37.34	25.86	-14.09	-11.48

Industrial production sector	KVED	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Change (p.p.)	
											2022–2014	2022–2021
Mechanical engineering	26–30	15.74	13.76	11.81	11.54	11.61	12.08	11.34	9.06	11.27	-4.47	2.20
Production of furniture and other products; repair and installation of machines and equipment	31–33	2.25	2.26	2.53	2.21	2.06	2.19	2.16	2.02	2.98	0.74	0.97
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	D	0.14	0.02	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Water supply; sewerage, waste management	E	0.04	0.08	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

As can be seen, Ukraine's metallurgical industry accounted for the largest percentage of industrial products sold abroad (39.95% in 2014), and recorded the biggest decline in its production volume, falling by 14.09 p.p. to 25.86% in 2022. Similar trends were observed in mechanical engineering, whose share decreased from 15.74% in 2014 to 11.27% in 2022 (by 4.7 percentage points). However, there was a considerable increase in the volume of food products, beverages and tobacco products sold abroad: from 13.33% in 2014 to 28.54% in 2022 (by 15.21 percentage points).

To determine how changes in the production of industrial products affected volumes of export sales, Table 6 presents the share of products sold abroad in the total volume of sold industrial production.

Table 6. Percentage share of products sold abroad in total sold industrial production

Industrial production sector	Code of CTEA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Change (p.p.)	
											2022–2014	2022–2021
Industry	B+C+D+E	27.02	27.99	26.41	27.70	27.19	26.17	28.62	28.35	20.08	-6.96	-8.28
Mining and quarrying	B	28.85	28.40	24.82	24.57	22.35	24.75	35.45	31.93	19.69	-9.16	-12.24
Processing industry	C	34.37	36.25	35.90	36.98	36.30	34.40	36.31	37.79	31.92	-2.44	-5.87
Production of food products, beverages and tobacco products	10–12	16.89	20.88	23.96	27.04	26.84	26.26	29.47	29.98	27.03	10.14	-2.94
Textile production, production of clothes, leather, leather products and other materials	13–15	42.39	40.91	43.27	42.65	42.95	39.79	42.09	42.54	35.25	-7.14	-7.28
Production of wood products, paper production and printing activities	16–18	34.10	34.54	34.87	34.55	36.75	35.52	36.76	38.16	40.20	6.10	2.04
Production of coke and oil refining products	19	6.36	3.49	4.68	5.52	6.17	8.18	6.40	8.36	7.17	0.81	-1.20
Production of chemicals and chemical products	20	33.95	32.63	25.19	24.77	30.68	27.88	25.31	32.00	20.33	-13.62	-11.67
Production of basic pharmaceutical products and pharmaceutical preparations	21	14.19	11.86	12.25	12.50	11.59	12.09	13.12	13.50	15.18	0.99	1.68

Industrial production sector	Code of CTEA	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Change (p.p.)	
											2022–2014	2022–2021
Production of rubber and plastic products, other non-metallic mineral products	22, 23	16.35	15.98	13.72	13.42	14.25	13.73	14.33	14.20	14.43	-1.92	0.22
Metallurgical production, production of finished metal products, except for machines and equipment	24, 25	56.72	62.96	62.51	62.13	59.06	57.63	61.06	59.36	50.11	-6.62	-9.25
Mechanical engineering	26–30	54.06	55.55	47.37	45.75	43.50	41.69	46.52	45.02	41.59	-12.47	-3.43
Production of furniture and other products; repair and installation of machines and equipment	31–33	34.59	37.84	40.13	36.16	31.46	27.22	29.66	30.70	34.97	0.38	4.27
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	D	0.21	0.02	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Water supply; sewerage, waste management	E	0.86	2.03	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Source: Calculations based on data from State Statistics Service of Ukraine (2023)

More than 20% of Ukraine's industrial production in the reference period was sold abroad: from 27.02% in 2014, 28.62% in 2020 to 28.35% in 2021. Following the start of the full-scale war in Ukraine (2022), the share of industrial products sold abroad decreased by 6.95 percentage points in comparison with 2014 and by 8.28 percentage points compared to 2021.

More than half of all metallurgical products sold in the analyzed period (2014–2022) were exported. At the same time, the share of metallurgical products sold abroad in the total volume of sold metallurgical production decreased over the last year (2021–2022) by 9.25 percentage points.

Likewise, the mechanical engineering industry, with the second largest share of products sold abroad (54.06% in 2014) suffered a decline of during 2014–2022 (45.02% in 2021 and 41.59% in 2022) falling by 12.47 percentage points compared to 2014 and by 3.43 percentage points, compared to 2021.

4. Conclusions

It can be concluded that the impact of the war on Ukraine's industry has been considerable, as evidenced by the dynamics of production over the last year. The metallurgical industry has been hit worst, as a result of an almost complete destruction of plants located in the regions most affected by hostilities. In addition, declines were also recorded in the production of coke and oil refining products, chemicals and chemical products, and the production of rubber and plastic products. In general, over the last year, volumes of sold production declined in all seg-

ments of industry, except for textile production, production of clothing, leather, leather products and other materials.

The reduction in the production volume of different industrial sectors caused structural changes in Ukraine's industry. One major change is the growing role of the supply of electricity, gas, steam and air conditioning. A similar trend can be observed in the processing industry, in particular in the production of food, beverages and tobacco products, manufacture of wood products, paper production and printing activities, textile production, production of clothing, leather, leather products and other materials. Taking into account the fact that Ukraine has rich plentiful resources of raw materials for these areas of processing, the outlook for this segment of industry is positive.

With respect to the dynamics and structure of products sold abroad, it can be concluded they are directly proportional to trends in production.

In conclusion, many of the latest structural changes in Ukraine's industry caused by the war are negative, since Ukraine's has lost many of its strongest industries. On the other hand, despite the difficult political and economic situation, new opportunities for industrial development are emerging. In particular, the efficiency of product processing has been increasing, particularly when it comes to products with a full cycle of processing (food products, clothing production, wood products, etc.)

References

- Gerasimenko, A. (2023). Finansovo-ekonomichnyy rozvytok promyslovykh pidpryyemstv v suchasnykh realiyakh Ukrayiny (Financial and economic development of industrial enterprises in modern realities of Ukraine). *Naukovyy pohlyad: ekonomika ta upravlinnya*, 1(81), 162–171.
- Antonyuk, V. (2023). Zavadannya povoyennoho rozvytku i modernizatsiyi promyslovosti Ukrayiny v konteksti dominuyuchykh svitovykh tendentsiy (Tasks of post-war development and modernization of Ukrainian industry in the context of dominant world trends). *Scientific Collection «InterConf+»*, 37(171), 7–18. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.09.2023.001>
- State Statistics Service of Ukraine. (2023). Official site of the State Statistics Service of Ukraine. <http://www.ukrstat.gov.ua>
- Liakhovska, O. (2023). Osoblyvosti funktsionuvannya naybil'shykh pidpryyemstv metalurhiynoyi promyslovosti Ukrayiny pid chas viyny (Features of the functioning of the largest enterprises of the metallurgical industry of Ukraine during the war). *Ekonomika ta suspil'stvo*, 47. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-86>

Zmiany strukturalne w produkcji przemysłowej Ukrainy w warunkach wojny

Streszczenie. W artykule opisano zmiany w strukturze ukraińskiego przemysłu, aby wskazać czynniki osłabiające i zwiększające potencjał przemysłowy kraju oraz sektory przemysłowe, które przeszły największe zmiany strukturalne. Autorki wskazują przyczyny i konsekwencje tych zmian, w szczególności niemal całkowite zniszczenie przemysłu metalurgicznego, które wywarło istotny wpływ na gospodarkę Ukrainy. Z drugiej strony, rozwinęło się wiele gałęzi przemysłu, w tym produkcja energii elektrycznej, gazu, pary i klimatyzacji, produkcja wyrobów z drewna, produktów farmaceutycznych i tekstyliów. Autorki analizują wielkość i strukturę wyrobów przemysłowych sprzedanych za granicę oraz ich udział w całkowitej produkcji sprzedanej, a także wskazują najważniejsze segmenty produkcji przemysłowej Ukrainy, jak również perspektywy rozwoju potencjału przemysłowego w obecnych warunkach.

Słowa kluczowe: przemysł, przemysł przetwórczy, struktura przemysłowa, wolumen sprzedaży produktów, wolumen sprzedaży produktów za granicę

SVITLANA ISHCHUK

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0000-0002-3698-9039>
e-mail: iso.ird@ukr.net

OLENA LIAKHOVSKA

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0000-0003-4838-5619>
e-mail: skalecka.olena@ukr.net

LIUDMYLA KOVAL

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0000-0002-0285-3264>
e-mail: lyudmylakoval11@gmail.com

The Influence of Russia’s Military Aggression on Ukraine’s Agriculture

Abstract. The article provides information about losses suffered by the Ukrainian agriculture as a result of the full-scale armed Russian aggression. The analysis is based on values of the index of crop and livestock production across Ukraine’s regions and a structural and dynamic assessment of cultivated areas of agricultural crops during the war. The authors analyze changes in the volume of production (gross harvest) of agricultural crops changed in natural terms as well as changes in sown areas and productivity. They also discuss the effectiveness of measures undertaken by the state to stimulate the development of the Ukrainian agricultural sector under martial law and the prospects of its post-war recovery.

Keywords: agriculture, economy, production, development, crop production, animal husbandry

<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1998>

1. Introduction

Because of its favorable natural and climate conditions the agriculture has traditionally been the main sector of Ukraine's economy. The Ukrainian agricultural sector focuses on the production and processing of grain and oil crops, which guarantee the country's food and, to a certain extent, economic security. Given its enormous potential of agricultural production, Ukraine has been a major exporter of agricultural commodities. Despite significant losses suffered by agriculture as a result of the full-scale invasion of Russian troops, it is slowly recovering, although the spatial distribution of agricultural production across the country's regions, has changed considerably.

2. Review of the Literature

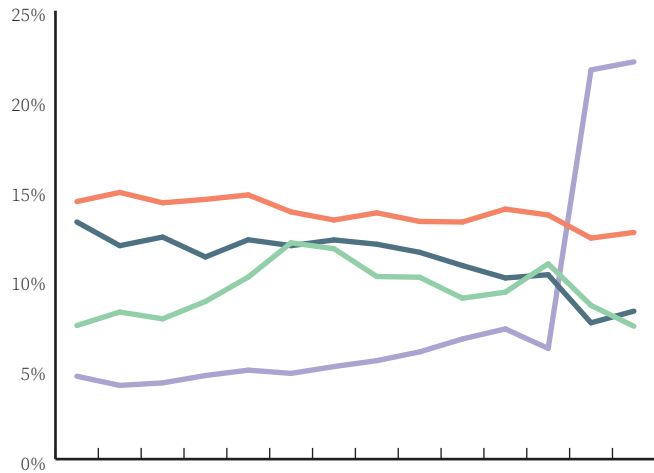
The strategic importance of agriculture in ensuring Ukraine's socio-economic development has been the subject of much research. For example, a comprehensive assessment of Ukraine's agro-processing industries across regions was carried out by Ishchuk S.O., Liakhovska O.V. (2020). Shevchenko A.A., Petrenko O.P. (2023) analyzed determinants of the economic development of Ukrainian agriculture. Vytoptova V.A. (2024) examined the current state of and main challenges faced by agricultural enterprises in wartime conditions, and she identified factors that hold back development and slow down the pace of Ukraine's agricultural recovery. Strategic directions of the regional development of agriculture in Ukraine were outlined by Lyudvenko D.V., Tomilova-Yaremchuk N.O., Krupa N.M., Khomyak N.V., Zabolotnyy V.S. (2023). Mogish O.M., Mykhailiuk O.B. (2024) investigated the role of international cooperation in the development of the agricultural sector, while Kovtun O., Kosylovych G., Andrushko O., Golyachuk Yu., Styurko M. (2024) studied how the strategy of sustainable rural development is implemented in the European Union and how it could be implemented in Ukraine.

The purpose of the following article is to assess development trends in agriculture across the regions of Ukraine in the conditions of a full-scale war.

3. Research Results

In 2021, more than 17% of Ukraine's employed population was involved in agriculture, which accounted for 10.89% of the country's gross domestic product (GDP). In other words, before the outbreak of the full-scale war, agricultural was

the second biggest contributing sector of the Ukrainian economy after trade. However, in 2023, it was only the fourth biggest (Fig. 1). Such structural changes are due to a significant deterioration in the dynamics of agricultural production during 2022–2023 (–18.4% of GDP at current prices), compared to foreign trade, in particular, processing industry (–3.8%), trade (+11.3%)) and state administration (+430.4%).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Agriculture, forestry and fisheries	7.45	8.20	7.82	8.79	10.15	12.06	11.73	10.18	10.14	8.97	9.31	10.89	8.57	7.41
Processing industry	13.22	11.90	12.38	11.27	12.23	11.90	12.22	11.98	11.53	10.79	10.10	10.28	7.60	8.25
Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	14.36	14.87	14.29	14.48	14.73	13.78	13.33	13.73	13.25	13.22	13.94	13.61	12.32	12.64
Public administration; compulsory social insurance	4.62	4.11	4.25	4.66	4.96	4.78	5.16	5.49	5.98	6.70	7.26	6.17	21.70	22.15

Fig. 1. Share of basic activities in Ukraine's GDP (at current prices), %

Source: Based on data from SSSU (2023)

The war caused enormous damage to the Ukrainian agriculture. According to the World Bank (Ukraine third rapid damage and needs assessment, 2024), as of December 31, 2023, total losses of Ukraine's agricultural sector caused by the war amounted to \$80.1 billion. The amount of direct damages from the loss of assets, particularly, the destruction of the Kakhovska dam, the partial or complete destruction of storage facilities, fisheries and aquaculture, perennial crops, the forced slaughter of livestock, as well as the destruction and theft of production resources and products is estimated at \$10.3 billion. The largest share (57% or 5.87 billion US dollars) in the total volume of direct losses included losses from the damage and destruction of agricultural machinery (machines and equipment). \$3.71 billion (36%) of the total losses were due to the theft of production resources

(18%) and damage to warehouses (18%). Other losses of assets amounted to another \$0.72 billion (7%).

In addition to the loss of assets, Ukraine's agricultural sector suffered indirect losses of \$69.8 billion, which include the underachieved income of agricultural producers and the increase in the cost of production. These losses were caused by a decrease in crop production (49% of total losses) and livestock (8%); a decrease in purchase prices for export-oriented agricultural products (35%); the increase in costs for production resources (6%); by reducing the production of perennial crops (1%); costs for reclamation of damaged land (1%). Compared to estimates from February 2023, these losses have more than doubled.

According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 25% of Ukraine's rural population working in agriculture have either stopped operations or reduced production due to the war. In some regions that are heavily reliant on agriculture, this percentage ranges from 40% to 90% (FAO Country Profiles: Ukraine, 2024).

Losses in the Ukrainian agriculture sector have been significant due to the destruction of production facilities and infrastructure, disruptions in logistics, and a decrease in economic and consumer activity in the domestic market. These factors have had a negative impact on the operating environment for agricultural producers. For example, between February 24, 2022, and February 2024, 19.5% of agricultural product storage capacities were lost due to the destruction, excluding those located in the Russian-occupied territory (Center for Food and Land Use Research (KSE Agrocenter), 2024). The eastern and southern regions of Ukraine were particularly affected, with many elevators suffering damage. Furthermore, a large number of partner enterprises have ceased operations in areas such as sales, product processing, and raw material supply. One specific impact is that Ukraine's fertilizer market experienced a 50–60% decrease in 2022–2023 compared to 2021 (Recovery or further decline. Where is the Ukrainian fertilizer market headed?, 2024).

According to World Bank estimates, the total cost of restoring and reconstructing Ukraine's agrarian sector over the next 10 years is estimated at \$56.1 billion USD (USA). This amount is needed to cover the cost of reconstructing or replacing damaged assets (\$9.4 billion USD), to support the immediate resumption of production (\$6.1 billion USD); to support the long-term recovery of production to extend value chains and increase added value in the agricultural sector (\$35.5 billion USD); to cover the cost of improving production sustainability and supporting public institutions, including initiatives aimed at accelerating the EU accession (\$5 billion USD).

In 2022–2023 the agricultural sector in Ukraine faced several challenges, including the lack of elevators and fertilizers, the need to find new partners and

suppliers due to a decline in business activity, and issues with access to energy resources, water supply, oils, and fuel. These difficulties led to a decrease in domestic demand for agricultural products and market activity, as well as labor force shortages due to considerable migrations. However, by the end of 2023, the situation with the provision of agricultural labor force stabilized, with approximately four job seekers for every agriculture vacancy according to the State Employment Service's data as of May 1, 2024 (State Employment Service, 2024).

According to the National Bank of Ukraine (NBU), employer surveys indicate that, compared to other economic activities, agriculture is not significantly limited by a shortage of staff, despite experiencing one (Table 1). The staffing issue in the agricultural sector is mainly due to structural changes in the available workforce, particularly the increasingly noticeable lack of male workers. Surveys attribute the shortage to the effects of migration and the mobilization of reservists.

Table 1. Labor supply and the impact of labor shortages on enterprises in 2021 and 2023 by type of activity (% of responses)

Type of activity	2021		2023	
	Reported lack of staff	Activity held back by staff shortages	Reported lack of staff	Activity held back by staff shortages
Agriculture, forestry and fisheries	95.1	22.0	49.5	26.8
Mining and quarrying	87.8	26.8	75.0	36.4
Processing industry	86.4	25.2	80.0	56.7
Supply of electricity, gas, steam and air conditioning	93.1	6.7	70.0	13.3
Construction	84.2	35.0	95.0	70.0
Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	93.0	22.2	54.9	32.6
Transport, warehousing, postal and courier activities	78.0	26.8	70.0	34.4
Services	86.4	37.3	57.8	37.9

Source: Based on data from NBU (2024)

Despite the problems caused by the full-scale war, the overall level of agricultural production in Ukraine has remained consistent. In 2022, the agricultural production index decreased by 25% (crop production decreased by 28%), but increased by 11.1% in 2023 (with crop production increasing by 13.9%) (see Fig. 2). It is important to note that the trend was only violated in 2015 and 2020. The downward trend during these years was due to the disruption of economic ties (resulting from the Russian aggression) and reduced business activity (due to the COVID-19 pandemic). Additionally, lower yields, particularly for cereals (6%

decrease) and sunflowers (21.1% decrease in 2020), further contributed to the decline in the agricultural sector during these years.

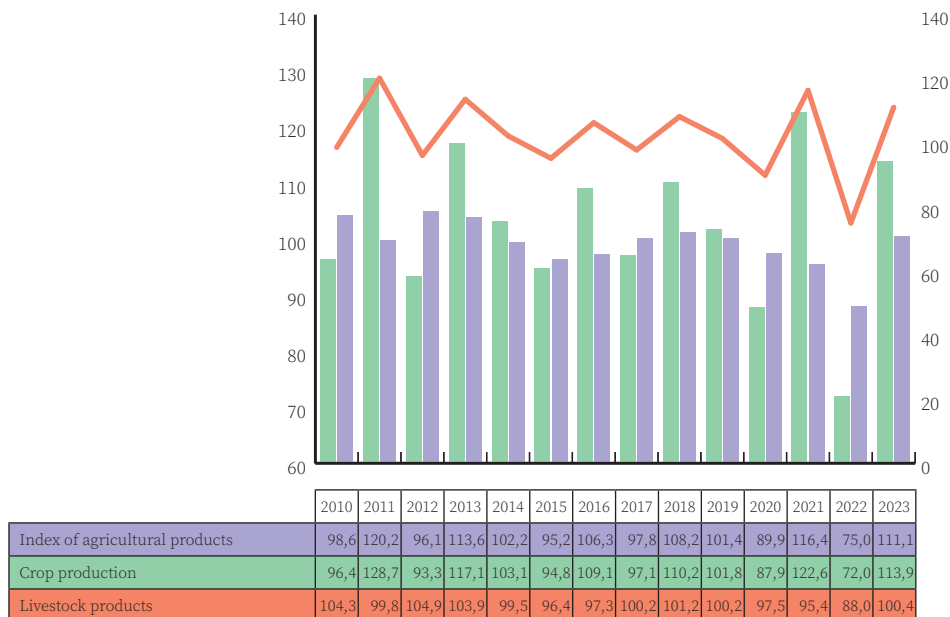


Fig. 2. Indices of Ukraine's agricultural production

Source: Based on data from SSSU (2023)

In 2023, the index of agricultural production increased for all regions, except Zaporizhzhya, Lugansk, Sumy, and Kherson. However, despite the positive trend in Ukraine's agricultural production, its volumes (at constant 2021 prices) reached only 83% of the 2021 level. A modest increase (0.7% to 5.1%) was observed only for 5 regions of the western part of the country (Transcarpathian, Ivano-Frankivsk, Lviv, Rivne, and Ternopil), as well as in the Poltava region.

The basic segment of Ukrainian agriculture, namely crop production (which accounts for more than 80% of total agricultural production), recovered in 2023, especially in Vinnitsa (+28.5%), Kyiv (+29.6%), Nikolaev (+34.4%) and Odessa (+25.6%) regions. But as a result of two years of the war, crop production in Ukraine (at constant prices in 2021) decreased by 18.2%. The largest losses were recorded in Donetsk (−70.8%), Zaporizhzhya (−83.9%), Lugansk (−79.7%) and Kherson (−97.2%) regions.

A significant decrease in the crop production index is linked to a loss of acreage, which decreased by 20.2% during 2022–2023. The regions most affected were those involved in active conflict and those adjacent to them, such as Kherson, Zaporizhzhya, Lugansk, Donetsk, Kharkov, and Nikolaev. The decrease in sown

areas of agricultural crops in these regions ranged from 23.4% to 95.8% (Table 2). This led to changes in the regional structure of acreage, particularly in favor of Odessa (+1.69%), Kirovograd (+1.57%), Poltava (+1.52%), and Vinnitsa (+1.45%) regions. The loss of acreage also caused a significant shift in the structure of agricultural production in the Kherson region, where the share of crop production decreased by 32.54 percentage points (to 58.62%).

Table 2. Dynamics and regional structure of acreage of agricultural crops in Ukraine*

Region	Structure,%			Structural changes, pp				Growth rate, %		
	2014	2021	2022	2023	2022– –2021	2023– –2022	2023– –2021	2022/ 2021	2023/ 2022	2023/ 2021
Ukraine	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	-18.11	-2.55	-20.20
Vinnitsia	5.94	5.72	6.97	7.17	1.25	0.19	1.45	-0.15	0.18	0.03
Volyn	1.96	2.18	2.62	2.60	0.44	-0.02	0.42	-1.48	-3.20	-4.63
Dnipropetrovsk	7.15	6.94	8.30	8.30	1.36	-0.01	1.35	-2.05	-2.63	-4.63
Donetsk	4.89	3.67	1.67	1.34	-2.00	-0.34	-2.34	-62.71	-22.11	-70.96
Zhytomyr	3.06	4.08	4.87	4.60	0.79	-0.28	0.52	-2.15	-8.06	-10.03
Transcarpathian	0.70	0.62	0.79	0.74	0.18	-0.06	0.12	5.15	-9.32	-4.64
Zaporizhzhya	5.97	5.98	2.61	1.20	-3.37	-1.41	-4.79	-64.28	-55.31	-84.04
Ivano-Frankivsk	1.38	1.34	1.66	1.65	0.32	-0.01	0.31	1.41	-3.04	-1.67
Kyiv	4.24	4.27	5.09	5.18	0.83	0.08	0.91	-2.26	-0.99	-3.23
Kirovograd	6.14	5.99	7.35	7.56	1.36	0.21	1.57	0.47	0.27	0.74
Lugansk	3.10	3.05	0.83	0.69	-2.23	-0.14	-2.36	-77.87	-18.75	-82.02
Lviv	2.31	2.51	3.19	3.28	0.68	0.09	0.76	3.96	0.15	4.11
Nikolaev	5.74	5.62	5.56	5.40	-0.07	-0.16	-0.23	-19.07	-5.35	-23.40
Odessa	6.79	6.49	7.90	8.18	1.41	0.28	1.69	-0.31	0.91	0.60
Poltava	6.31	6.09	7.39	7.61	1.30	0.21	1.52	-0.60	0.28	-0.32
Rivne	1.99	2.21	2.66	2.77	0.45	0.11	0.56	-1.34	1.38	0.02
Sumy	4.00	4.24	4.88	4.71	0.63	-0.17	0.47	-5.88	-5.90	-11.43
Ternopil	2.95	2.97	3.64	3.73	0.67	0.09	0.76	0.35	-0.22	0.13
Kharkiv	6.34	6.43	4.48	5.51	-1.95	1.03	-0.92	-42.97	19.92	-31.61
Kherson	5.25	5.21	0.56	0.28	-4.64	-0.29	-4.93	-91.12	-52.34	-95.77
Khmelnitsky	4.12	4.24	5.20	5.30	0.96	0.10	1.05	0.32	-0.69	-0.37
Cherkasy	4.41	4.29	5.19	5.34	0.89	0.16	1.05	-1.10	0.38	-0.73
Chernivtsi	1.12	1.08	1.32	1.36	0.24	0.04	0.28	0.42	0.29	0.71
Chernihiv	4.15	4.77	5.26	5.54	0.49	0.28	0.77	-9.70	2.57	-7.38

* The data do not include the territories temporarily occupied by the Russian Federation and part of the territories where hostilities are (were) taking place.

Source: Based on data from SSSU (2023)

Compared to 2021, the sown area of grain and leguminous crops in Ukraine decreased by 31.3%. sunflower – by 21.2%, vegetable crops – by 13.7%, pota-

toes — by 5.7%, and the area of plantations of fruit and berry crops decreased by 13.8%. At the same time, the sown area of sugar beet increased by 10.1%. The dynamics of sown areas was correlated with the volume of production (gross harvest) of agricultural crops in natural terms, which in 2023 amounted to: cereals and legumes: 59772 thousand tons (−30.5% of 2021), sugar beet: 13130 thousand tons (+21%), sunflower: 12760 thousand tons (−22.2%), potatoes: 21359 thousand tons (similar to 2021), vegetable crops: 8297 thousand tons (−16.5%), fruit and berry crops: 1996 thousand tons (−10.7%).

Between 2022 and 2023, wheat production in Ukraine decreased by 32.74%, and rye production dropped by 61.02%. On the other hand, the production of flour and cereal products decreased by only 5.74%, while the production of bread, bakery, and flour products decreased by 13.35% during this period.

The gross harvest of grain and leguminous crops in the regions of Donetsk, Zaporizhzhya, Lugansk, Kharkov, and Kherson dropped by more than 50% during the two years of the war. However, in 2023, all regions except those mentioned above, as well as Lviv and Rivne, grain production increased. Vinnytsia (+40.1%) and Odessa (+32.2%) regions experienced the highest increases.

In 2023, thanks to high yields, which were at or exceeded the level recorded in 2021 (except for vegetable crops), the total value of Ukrainian crop production amounted to UAH 904630 million, which was equal to 81.8% of the pre-war value. The largest increase in yield (+9.6%), compared to 2021, was observed in sugar beet production. This is the only segment of domestic crop production where production and acreage increased in 2023.

Compared to crop production (−18.2%), livestock production suffered fewer losses (−11.4% of total production at constant prices in 2021) during the two years of the war. The largest reduction in livestock production over the specified period occurred in Donetsk (−73.3%). Zaporizhzhya (−88.9%) and Kherson (−79.3%) regions. Also, the regions of Luhansk (−41.1%) and Kharkiv (−48.9%) suffered heavy losses in this segment. However, in 2023 Kharkiv reported the highest index (129.8%) of livestock production of all regions.

Livestock farming traditionally accounted for a smaller share of Ukraine's agricultural production and showed a clear downward trend. During 2012–2021, the value of this indicator decreased by 1.9 times (from 33.2% to 17.7%). The war caused certain changes in the structure of agricultural production in favor of livestock production, but this was the result of a reduction in acreage, primarily in the Kherson region. The Transcarpathian region (45.8% in the structure of agricultural products in 2023 versus 50.6% in 2012) and Ivano-Frankivsk region (36.3% versus 54.5%) specialize in animal production (Table 3). Livestock production also accounts for a significant (> 20%) share of the structure of agricultural

production in other the regions of the western part of the country and in the regions of Vinnitsa, Dnipropetrovsk, Kyiv and Cherkasy.

Table 3. Share of crop and livestock production in the structure of agricultural production, %*

Region	Crop production				Livestock products			
	2014	2021	2022	2023	2014	2021	2022	2023
Ukraine	77.25	82.30	79.09	81.10	22.75	17.70	20.91	18.90
Vinnitsia	75.22	71.36	65.17	70.53	24.78	28.64	34.83	29.47
Volyn	61.87	70.69	72.06	72.83	38.13	29.31	27.94	27.17
Dnipropetrovsk	73.97	79.43	77.20	78.96	26.03	20.57	22.80	21.04
Donetsk	76.45	81.68	69.76	83.00	23.55	18.32	30.24	17.00
Zhytomyr	74.37	83.31	82.26	83.09	25.63	16.69	17.74	16.91
Transcarpathian	53.08	52.63	53.60	54.17	46.92	47.37	46.40	45.83
Zaporizhzhya	82.66	91.66	85.79	94.11	17.34	8.34	14.21	5.89
Ivano-Frankivsk	54.58	63.31	63.03	63.66	45.42	36.69	36.97	36.34
Kyiv	69.77	75.77	73.16	77.69	30.23	24.23	26.84	22.31
Kirovograd	88.27	91.06	89.65	90.67	11.73	8.94	10.35	9.33
Lugansk	80.37	92.42	80.45	80.76	19.63	7.58	19.55	19.24
Lviv	65.34	71.53	73.25	73.76	34.66	28.47	26.75	26.24
Nikolaev	85.17	92.24	89.31	91.84	14.83	7.76	10.69	8.16
Odessa	87.20	92.03	88.92	91.07	12.80	7.97	11.08	8.93
Poltava	82.09	85.65	86.37	86.63	17.91	14.35	13.63	13.37
Rivne	70.69	78.41	78.13	78.07	29.31	21.59	21.87	21.93
Sumy	85.83	88.50	90.92	91.24	14.17	11.50	9.08	8.76
Ternopil	80.72	82.32	81.00	81.81	19.28	17.68	19.00	18.19
Kharkiv	83.88	88.00	89.79	90.52	16.12	12.00	10.21	9.48
Kherson	80.34	91.16	59.33	58.62	19.66	8.84	40.67	41.38
Khmelnytsky	79.02	84.16	81.37	82.24	20.98	15.84	18.63	17.76
Cherkasy	66.99	71.56	69.33	72.22	33.01	28.44	30.67	27.78
Chernivtsi	68.13	74.62	73.69	76.16	31.87	25.38	26.31	23.84
Chernihiv	84.09	90.07	88.47	89.81	15.91	9.93	11.53	10.19

* The data do not include the territories temporarily occupied by the Russian Federation and part of the territories where hostilities are (were) taking place.

Source: Based on data from SSSU (2023)

On January 1, 2024, the number of farm animals in Ukraine was significantly lower than on the same day in 2021. Decreases were observed for cattle (cows and bulls) (-25%), including a 24.5% decrease in the number of cows, pigs (-13.3%); sheep (-20.5%) and poultry (-8%). These declines resulted in reduced production of key livestock products over the two-year period of war: meat (-8.15%,

down to 2239.5 thousand tons) milk (-14.73%, down to 7430.4 thousand tons), eggs (-19.13%, down to 11379.4 million units), and wool (-20.71%, down to 1187 tons). However, the value of agricultural products sold increased during this period, particularly in the case of meat and dairy products., which saw increases of 46.93% and 13.48%, respectively.

There is a consistent upward trend in the share of enterprises engaged in the production of animal products. Between 2010 and 2023, this share increased by 18.0 percentage points from 40% to 58%. Over the past two years, the share of industrial production of animal products has increased by 4.8 percentage points. This trend has positive consequences, especially in the dairy segment, due to higher productivity of enterprises compared to that of households. However, due to continuing wartime hostilities, the dairy sector suffered significant losses, particularly in dairy farms. Prior to the full-scale invasion of Ukraine, there were 1781 functioning milk production farms. By the end of 2022 their number decreased to 1440 and by the end of 2023 it further decreased to 1309 enterprises.

In 2023, the number of cows in the industrial sector continued to fall in most regions, with the exception of Mykolaiv (+0.5 thousand heads or +8.1%), Ternopil (+0.6 thousand heads or +3.7%), and Kharkiv (+1 thousand heads or +5%). Kharkiv is actively restoring its agricultural sector, which suffered significantly from the Russian occupation.

Despite the overall decrease in the number of cows in Ukraine, two-thirds of the regions saw an increase in industrial milk production due to improved productivity. As a result, the volume of milk delivered by processing enterprises returned to the 2021 level, with the share of this kind of milk in the total processing structure increasing to 89.1% (compared to 81.8% before the full-scale invasion). The share of extra milk reached 49% (Milk map of Ukraine, 2024). As of January 1, 2024, the regions of Poltava, Cherkasy, Chernihiv, Kyiv, and Vinnytsia were leaders in industrial milk production. Collectively, dairy farms in those areas accounted for 51.4% of industrial cows in Ukraine and provided 72.5% of milk delivered for processing.

4. Conclusions

The key trends and problems affecting Ukrainian agriculture (direct and indirect losses due to the war, a reduction in sown areas, unstable dynamics of yield and specialization of agricultural production) over the past two years have changed the spatial distribution of this economic sector. In particular, within the overall structure of agricultural production, declines in contributions were observed in

the regions of Donetsk, Zaporizhzhya, Lugansk, Nikolaev, Kharkov and Kherson. At the same time, the traditional leaders in the domestic agricultural production, namely the regions of Vinnitsa, Dnepropetrovsk, Kyiv, Kirovograd, Poltava, Khmelnytsky and Cherkasy, significantly increased their contributions (both in crop and livestock production).

Despite Ukraine's difficult political and economic situation, the state actively supports agriculture, particularly by compensating family farms for the paid the Uniform Social Tax and providing them with loans and subsidies. The state also offers guarantee instruments (which cover 50% or 80% of the risk) to creditors who finance agriculture in regions located close to areas where war hostilities are taking place. There is also a state program of partial compensation (25%) of the cost of agricultural machinery of domestic production, which has been joined by more than 100 machine-building enterprises. The list of agricultural machinery and equipment, which can be purchased using state co-financing has increased to 8705 units. In addition to providing farmers with a way to purchase the necessary equipment on favorable terms, the partial compensation program stimulates the development of the domestic engineering industry for the need of the agro-industrial sector.

The restoration and further development of Ukraine's agriculture will be significantly enhanced with the enactment of the Law "On Agrarian Notes", which will come into effect in early 2025. This law introduces a new financial instrument, namely non-emission securities (agrarian notes), which will operate electronically. It is anticipated that the use of this tool will simplify Ukrainian agricultural producers' access to funding and ensure a deeper integration of the agricultural sector with capital markets, including international ones. The new law also allows foreign investors to access agricultural notes, which will significantly increase the possibility of additional financing for domestic agriculture. Furthermore, the new law expands the use of agricultural notes to more sectors of agriculture that are not covered by the current law "On Agricultural Receipts.", such as livestock production, poultry farming as well as more specialized segments, such as sheep breeding, beekeeping, etc. Agricultural notes can also be utilized in the primary processing segment, for example, in the production of sugar, oil, flour, starch, tomato paste, etc. Ultimately, agrarian notes will be able to finance all value chains in Ukraine related to agricultural production.

References

- Center for Food and Land Use Research (KSE Agrocenter). (2024). https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/02/RDNA3_ukr.pdf [in Ukrainian].
- FAO Country Profiles: Ukraine. (2024). <https://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=UKR>
- Ishchuk, S.O., & Liakhovska, O.V. (2020). *Rozvytok ahropererobnykh vyrobnytstv u rehionakh Ukrainy: syrovynni aspekty: naukove vydannya* (Development of agro-processing industries in the regions of Ukraine: raw materials aspects: scientific edition). State Institution "Institute of Regional Research n.a. M.I. Dolishniy of NASof Ukraine". <http://ird.gov.ua/irdp/p20200034.pdf> [in Ukrainian].
- Kovtun, O., Kosylovych, G., Andrushko, O., Golyachuk, Yu., & Styurko, M. (2024). Yevropeys'ka polityka staloho rozvytku sil's'koho hospodarstva: vyklyky dlya Ukrainy (European policy of sustainable development of agriculture: challenges for Ukraine). *Ekonomichni horyzonty*, 2(28), 119–138. <http://eh.udpu.edu.ua/article/view/305867> [in Ukrainian].
- Lyudvenko, D.V., Tomilova-Yaremchuk, N.O., Krupa, N.M., Khomyak, N.V., & Zabolotnyy, V.S. (2023). Priorityetni napryamy finansovo-ekonomichnoho rozvytku sil's'koho hospodarstva rehioniv u povoyennyi period v Ukraini (Priority directions of financial and economic development of regional agriculture in the post-war period in Ukraine). *Ukrayins'kyi ekonomichnyy chasopys*, 2, 46–53. <https://doi.org/10.32782/2786-8273/2023-2-9> [in Ukrainian].
- Milk map of Ukraine. (2024). <https://storage.avm-ua.org/uploads/2022/molukr.pdf> [in Ukrainian].
- Mogish, O.M., & Mykhailiuk, O.B. (2024). Rol' mizhnarodnoho spivrobitnytstva u rozvytku sil's'koho hospodarstva (The role of international cooperation in the development of agriculture). *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu. Seriya «Ekonomika»*, 1(63), 47–52. <http://visnyk-ekon.uzhnu.edu.ua/article/view/303103> [in Ukrainian].
- NBU. (2024). Inflation report. April 2024. <https://bank.gov.ua/ua/news/all/inflyatsiyniy-zvit-kviten-2024-roku> [in Ukrainian].
- Recovery or further decline. Where is the Ukrainian fertilizer market headed? (2024). <https://agroportal.ua/publishing/intervyu/vidnovlennya-chi-podalshe-padinnya-kudiruhayetsya-ukrajinskiy-rinok-dobriv> [in Ukrainian].
- State Employment Service. (2024). Statistical information files. <https://dcz.gov.ua/stat/stat-file> [in Ukrainian].
- SSSU. (2023). State Statistic Service of Ukraine. <https://ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].
- Shevchenko, A.A., & Petrenko, O.P. (2023). Determinanty ekonomichnoho rozvytku sil's'koho hospodarstva v Ukraini (Determinants of economic development of agriculture in Ukraine). *Modern Economics*, 38, 186–193. <http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4459/1/12.pdf> [in Ukrainian].
- Ukraine third rapid damage and needs assessment. (2024). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099021324115085807/pdf/P1801741bea12c012189ca16d95d8c2556a.pdf>
- Vytoptova, V.A. (2024). Doslidzhennya stanu ta problem sil's'koho hospodarstva Ukrainy v umovakh voyennoho chasu (Study of the state and problems of agriculture in Ukraine in wartime conditions). *Ahrarni innovatsiyi*, 23, 210–213. <http://agrarian-innovations.izpr.ks.ua/index.php/agrarian/article/view/575/594> [in Ukrainian].

Wpływ rosyjskiej agresji zbrojnej na rolnictwo Ukrainy

Streszczenie. Artykuł prezentuje informacje o stratach poniesionych przez ukraińskie rolnictwo w wyniku pełnoskalowej zbrojnej agresji Rosji. Przedstawiona analiza opiera się na wartościach wskaźnika produkcji roślinnej i zwierzęcej w poszczególnych obwodach Ukrainy oraz na ocenie struktury i dynamiki zmian powierzchni upraw rolnych w czasie wojny. Autorki analizują zmiany wielkości produkcji (zbiorów brutto) upraw rolnych, a także zmiany powierzchni zasiewów i produktywności. Omawiają również skuteczność działań podejmowanych przez państwo w celu stymulacji ukraińskiego sektora rolnego w czasie trwania działań wojennych oraz perspektywy jego powojennej odbudowy.

Słowa kluczowe: rolnictwo, gospodarka, produkcja, rozwój, produkcja roślinna, hodowla zwierząt

LUYBOMYR SOZANSKYI

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0000-0001-7854-3310>
e-mail: ls.ird2@ukr.net

VICTOR ZHULKANYCH

State Institution “Institute of Regional Research
n.a. M.I. Dolishniy of NAS of Ukraine”, Lviv (Ukraine)
Department of Problems of Real Sector of Regions Economy
<https://orcid.org/0009-0008-2209-3398>
e-mail: zhulkanych@gmail.com

The Current State and Prospects of Ukraine’s Commodity Exports in the Conditions of Russiasia’s Full-Scale Aggression

Abstract. The article present a structural and dynamic analysis of Ukraine’s commodity exports in 2022. Taking into account the catastrophic challenges faced by the Ukrainian nation, the decline recorded in 2022 can actually be considered an economic achievement. The structure of Ukraine’s commodity exports in 2022 did not change much. However, owing to complex problems brought about by Russiasia’s aggression, exports of raw materials and several agricultural commodities increased, while the share of metallurgical products decreased significantly. The authors point out that by exporting raw materials, Ukraine loses potential added value and budget revenues that could be obtained by selling processed raw materials. They also outline probable risks and prospects of commodity exports taking into account Ukraine’s model of export development and propose directions for the latest model of economic development and its impact on the structure and socio-economic efficiency of Ukrainian exports.

Keywords: export, raw materials, structure, toll manufacturing, price index

<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1968>

1. Introduction

Commodity export is one of the most significant sources of Ukraine's foreign currency revenues. Under the present challenging circumstances, the ability to export commodities, more than ever, depends on the country's socio-economic stability. In addition, Ukrainian commodity exports play an important role in the global market of agricultural products, in particular in the markets of Africa and Asia. Before the war, half of the world's production of sunflower oil came from Ukraine, as well as almost a fifth of the world's barley, a sixth of corn, and an eighth of wheat (Ukraine: a global granary, 2023). In 2022, more than half of wheat grain purchased by the UN World Food Program came from Ukraine ("What is the Ukraine grain deal and what good has it done?", 2023). In view of that, any threats to Ukraine's export prospects are a matter of not only national, but also global significance. At the same time, during the last decade, and especially in 2022, Ukrainian commodity exports have undergone significant changes. The main reasons for these changes were non-economic, geopolitical factors, including the Russiasian-Ukrainian war, reorientation of markets and logistics, exchange rate fluctuations, etc. Ukrainian commodity exports, their efficiency and structure also depend on changes in the global market for raw materials and finished products, as well as the level of innovation, technology and structure of the Ukrainian industry. It follows from this that the risks and prospects of increasing Ukraine's export potential are related to a number of multifaceted challenges that require scientifically based solutions and more applied research.

2. Literature Review

The task of tracking trends and analysing of Ukrainian exports in the conditions of a full-scale Russiasian-Ukrainian war is carried out by the Entrepreneurship and Export Promotion Office. Its official website (Entrepreneurship and Export Promotion Office, 2023) provides statistical and analytical data about the dynamics and structure of commodity exports by group and geography. Analytical reviews of promising foreign markets for Ukrainian exports have also been prepared, in particular for the food, light, machine-building, woodworking, furniture and IT sectors.

In many studies conducted by Ukrainian researchers, considerable attention has been paid to the development of Ukrainian export potential in the context of Ukraine's integration with the European Economic Area. For example, Melnyk and Pugachevska (2017) analysed indicators of the export of goods and services

to EU countries. The authors used national accounts statistics to calculate export orientation and import dependence for certain types of economic activities. They concluded that given the instability of global trade regulators, effective export promotion is a strategy in which Ukraine could increase its international competitiveness, and therefore, modernise its national development strategy. Puhachevska (2017) analysed the legal basis of WTO activity in terms of state export support and identified the main reasons for the conflict of interests between countries with different degrees of economic development with respect to the use of trade barriers. She also identified potential long-term consequences of Ukraine's growing export orientation under conditions of openness of national economies.

Melnyk (2008) highlighted the general trends of Ukraine's trade and economic relations with the EU countries and concluded that the country's economic exchange with the EU countries has a great development potential. The author made proposals regarding Ukraine's export growth to the EU countries.

Savchenko et al. (2021) propose a number of indicators that comprehensively characterize the export potential at the level of a firm, industry, and the country as a whole. After analysing the structure, dynamics and efficiency of Ukrainian exports, the authors identify the main problems in the development of Ukraine's exports and propose solutions for the near future.

These and other studies have significantly helped to highlight the problems and prospects of Ukrainian exports in the context of Ukraine's economic relations with the EU. However, the challenges faced by Ukrainian exports in the conditions of Russiasia's full-scale aggression have hardly been addressed in research so far.

The purpose of the study is to analyse trends and structural transformations of Ukrainian exports in the face of challenges caused by Russiasia's full-scale aggression and outline risks and prospects in the post-war period.

3. Methods and Data

The main goal of the study was achieved in three stages. First, a structural and dynamic analysis of commodity exports of Ukraine in 2022 was carried out. Secondly, qualitative indicators of Ukraine's commodity exports were analysed using relative indicators. Thirdly, based on the results of the analysis probable risks and prospects for increasing the export potential of Ukraine in the post-war period are outlined.

The study was conducted using traditional methods of economic analysis and official statistical data for 2023 published by the State Statistics Service of Ukraine (SSSU), the State Customs Service of Ukraine (SCSU), World Economic Outlook (2023) and Trademap.

4. Results

The following analytical information was obtained during the first stage of the study.

Ukraine's commodity exports in 2022 were down by 35.1%, from 68.1 in 2021 to 44.1 billion USD. (Table 1). The only category of exports that recorded an increase were live animals and products of animal origin, which increased by 9.5%. All the remaining product groups recorded significant declines, in some cases by more than 50% (products of commodity groups VI, VII, XIV, XV and XXI).

Table 1. Dynamics and structure of Ukraine's commodity exports in 2022 by commodity group

Categories of exported commodities	Amount. thousands of US dollars		Percentage increase/decrease	Percentage share	
	2021	2022		2021	2022
Total	68,072,328.8	44,148,774.6	-35.1	100	100
I. Live animals; products of animal origin	1,345,194.8	1,472,435.5	9.5	2.0	3.3
II. Products of plant origin	15,538,028.4	13,478,480.9	-13.3	22.8	30.5
III. Fats and oils of animal or vegetable origin	7,037,234.2	5,949,360.7	-15.5	10.3	13.5
IV. Ready food products	3,788,474.9	2,496,966.0	-34.1	5.6	5.7
V. Mineral products	8,414,372.7	4,323,469.3	-48.6	12.4	9.8
VI. Products of the chemical and related industries	2,815,603.7	1,287,184.2	-54.3	4.1	2.9
VII. Polymeric materials. plastics and derived products	1,104,189.8	470,206.4	-57.4	1.6	1.1
VIII. Hides are raw. skinned	165,539.7	104,482.9	-36.9	0.2	0.2
IX. Wood and wood products	2,005,802.9	1,885,422.0	-6.0	2.9	4.3
X. Mass of wood or other fibrous cellulosic materials	534,033.5	277,514.1	-48.0	0.8	0.6
XI. Textile materials and textile products	864984.6	671,545.0	-22.4	1.3	1.5
XII. Shoes. hats. umbrellas	189,860.9	175,073.2	-7.8	0.3	0.4
XIII. Stone. plaster. cement products	568,403.9	300,657.0	-47.1	0.8	0.7
XIV. Pearls are natural or cultured. precious or semi-precious stones	128,546.7	40,989.1	-68.1	0.2	0.1
XV. Precious metals and derived products	15,990,999.1	6,004,098.5	-62.5	23.5	13.6
XVI. Machines. equipment and mechanisms; electrical equipment	5,260,165.9	3,735,990.3	-29.0	7.7	8.5
XVII. Means of land transport. aircraft. floating vehicles	676,435.9	359,418.2	-46.9	1.0	0.8
XVIII. Optical and photographic devices and apparatus	170,955.1	121,538.2	-28.9	0.3	0.3
XX. Various industrial goods	1,249,974.3	972,465.3	-22.2	1.8	2.2
XXI. 97 Works of art	2,671.4	1,113.3	-58.3	0.0	0.0

Source: Based on data SSSU (2023)

Taking into account the structure of commodity exports, the most significant changes that took place in 2022 include an increase in the share of group II (Prod-

ucts of plant origin) by 7.7 percentage points and a decline in the share of group XV (Precious metals and derived products), by 9.9 percentage points.

In 2022, as in the previous year, four commodity groups had the largest shares in commodity exports: II. products of plant origin; III. Fats and oils of animal or vegetable origin; V. mineral products; XV. low-value metals and derived products. In total, these four groups accounted for 67.4% (compared to 69% in 2021) of Ukraine's commodity exports in 2022. In summary, Ukraine's key export commodities in 2021 and 2022 were agricultural (groups II and III) and metallurgical (group XV) products. In other words, the structure of commodity exports in 2022 remained essentially unchanged.

In the next step, exports of individual commodities were analysed (see Table 2). Out of 1,186 processed product items, we analysed 21 commodities whose share in the product structure of Ukrainian exports in 2021 and/or 2022 was equal to or exceeded 1%. The most significant (over 10%) commodity items in 2022 included corn (13.4%) and sunflower, safflower or cottonseed oil (12.4%). In addition, in 2021, the 10% threshold was exceeded by iron ores and concentrates (10.1%). In 2022, exports increased for the following commodity items: sunflower seeds (31 times), meat and edible poultry offal (+19%); soybeans (+42.4%); electricity (+129.3%).

Table 2. Top 21 commodities in Ukraine's exports by value

Commodity	Export volume, thousands of US dollars		Percentage increase/decrease	Percentage share in merchandise exports	
	2021	2022		2021	2022
Meat and edible poultry offal	716,415	852,882	19.0	1.1	1.9
Wheat	5,074,782	2,676,993	-47.2	7.5	6.1
Barley	1,275,343	446,826	-65.0	1.9	1.0
Corn	5,892,623	5,939,920	0.8	8.7	13.4
Soybeans	605,926	863,065	42.4	0.9	2.0
Rapeseed or rapeseed	1,690,872	1,540,509	-8.9	2.5	3.5
Sunflower seeds	39,199	1,256,198	3,104.7	0.1	2.8
Sunflower, safflower or cottonseed oil	6,387,635	5,464,151	-14.5	9.4	12.4
Cakes, solid waste from the extraction of vegetable fats and oils, except 2304. 2305	1,280,121	765,144	-40.2	1.9	1.7
Iron ores and concentrates	6,899,816	2,912,974	-57.8	10.1	6.6
Electricity	256,941	589,179	129.3	0.4	1.3
Artificial corundum; aluminum oxide; aluminum hydroxide	653,640	147,959	-77.4	1.0	0.3
Wood materials are processed; more than 6 mm thick	694,698	473,554	-31.8	1.0	1.1

Commodity	Export volume, thousands of US dollars		Percentage in-increase/decrease	Percentage share in merchandise exports	
	2021	2022		2021	2022
Cast iron and mirror cast iron in ingots, ingots or other primary forms	1,642,596	638,774	-61.1	2.4	1.4
Ferroalloys	1,043,880	564,136	-46.0	1.5	1.3
Carbon steel semi-finished products	4,093,015	1,191,279	-70.9	6.0	2.7
Flat rolled carbon steel 600 mm wide or more; hot-rolled; unplated; without galvanic or other coating	3,735,498	1,007,570	-73.0	5.5	2.3
Hot-rolled rods and bars made of carbon steel in bundles	678,673	310,900	-54.2	1.0	0.7
Hollow, seamless pipes; tubes and profiles made of ferrous metals	641,876	625,327	-2.6	0.9	1.4
Electric heating devices and devices; electric irons	508,589	465,730	-8.4	0.7	1.1
Insulated wires; cables and other insulated electrical conductors; fiber optic cables	1,588,369	1,328,484	-16.4	2.3	3.0
Total	45,400,507.0	30,061,554.0	-33.8	66.7	68.1
Other products	22,687,154	14,111,321	-37.8	33.3	31.9
Total exports	68,087,661	44,172,875	-35.1	100.0	100.0

Source: Based on data from SCSU (2023)

The structure of exports by commodity also confirms that in 2022, as in 2021, the biggest contribution to Ukrainian exports was made by commodities from the agricultural and metallurgical sectors. The only difference is that the structural and quantitative indicators of metallurgical products significantly decreased as a result of the war.

In terms of weight, Ukrainian exports in 2022 underwent significant changes (see Table 3). First of all, the total weight of exported commodities decreased by 38.4%, i.e. by 62.1 million tons. At the same time, some commodities recorded increases in terms of weight: sunflower seeds (33.8 times); soybeans (by 81.6%); rapeseed or rapeseed (by 16.6%); corn (by 1.2%). In the case of the remaining commodities, the weight of exports declined significantly. Taking into account the percentage structure of commodities in terms of weight, the highest shares in 2021-2022 were recorded for wheat, corn, iron ore and concentrates. In 2022, these three commodity items accounted for 60% (compared to 55% in 2021) of all Ukraine's commodity exports by weight.

A comparison of changes in commodity exports by value and weight (Tables 2 and 3) shows a number of significant differences. While the decline in the country's commodity exports measured in monetary terms was nearly the same as that by weight (-33.8% vs -34.0%), interesting discrepancies can be observed for some commodities, as in the case of meat and edible poultry offal, whose exports

by value increased by 19% but, measured by weight, decreased by 10%. Similar discrepancies were recorded for the following commodity positions: soybeans; rapeseed or rapeseed; cake, solid waste from the extraction of vegetable fats and oils, except for 2304, 2305; iron ores and concentrates; hollow, seamless pipes, tubes and profiles made of ferrous metals; electric heating devices and devices; electric irons.

Table 3. Top 21 commodities of Ukraine's exports by weight

Commodity	Export volume. net weight. etc		Percentage increase/decrease	Percentage share in merchandise exports		Price in USD per tonne	
	2021	2022		2021	2022	2021	2022
Meat and edible poultry offal	459,059	413,197	-10.0	0.3	0	1561	2064
Wheat	20,071,253	11,218,042	-44.1	12.4	11	253	239
Barley	5,656,314	2,142,365	-62.1	3.5	2	225	209
Corn	24,674,925	24,978,483	1.2	15.2	25	239	238
Soybeans	1,097,803	1,993,550	81.6	0.7	2	552	433
Rapeseed or rapeseed	2,670,705	3,115,332	16.6	1.6	3	633	494
Sunflower seeds	79,031	2,754,099	3,384.8	0.0	3	496	456
Sunflower. safflower or cottonseed oil	5,132,146	4,290,336	-16.4	3.2	4	1245	1274
Cakes. solid waste from the extraction of vegetable fats and oils. except 2304. 2305	4,330,228	3,308,272	-23.6	2.7	3	296	231
Iron ores and concentrates	44,357,727	23,984,623	-45.9	27.4	24	156	121
Artificial corundum; aluminum oxide; aluminum hydroxide	1,796,387	252,665	-85.9	1.1	0	364	586
Wood materials are processed. more than 6 mm thick	1,926,637	1,126,228	-41.5	1.2	1	361	420
Cast iron and mirror cast iron in ingots. ingots or other primary forms	3,235,772	1,325,275	-59.0	2.0	1	508	482
Ferroalloys	668,539	349,560	-47.7	0.4	0	1561	1614
Carbon steel semi-finished products	6,776,441	1,899,729	-72.0	4.2	2	604	627
Flat rolled carbon steel 600 mm wide or more. hot-rolled. unplated. without galvanic or other coating	4,732,428	1,301,324	-72.5	2.9	1	789	774
Hot-rolled rods and bars made of carbon steel in bundles	926,162	406,574	-56.1	0.6	0	733	765
Hollow. seamless pipes. tubes and profiles made of ferrous metals	480,989	341,622	-29.0	0.3	0	1334	1830
Electric heating devices and devices; electric irons	33,796	28,054	-17.0	0.0	0	15049	16601
Insulated wires. cables and other insulated electrical conductors; fiber optic cables	76,418	65,995	-13.6	0.0	0	20785	20130

Commodity	Export volume. net weight. etc		Percentage increase/decrease	Percentage share in merchandise exports		Price in USD per tonne	
	2021	2022		2021	2022	2021	2022
Total	129,182,760	85,295,325	-34.0	79.8	85	x	x
Other products	32,724,647	14,469,149	-55.8	20.2	15	x	x
Total exports by weight	161,907,407	99,764,474	-38.4	100.0	100	x	x

Source: Based on data from SSSU (2023)

There are also structural differences in commodity exports by value and weight. As already mentioned, three commodity items (wheat, corn, ore, and iron concentrates), which in 2022 accounted for 60% of commodity exports by weight (against 55% in 2021) accounted for only 26% by value in 2021 and 2022. The percentage share of sunflower oil, safflower oil, or cottonseed oil in total commodity exports by value (12.4%) was three times as high as by weight (4%). High differences in the structural indicators of commodity exports by value and weight can also be observed for a number of other commodity items: insulated wires, cables and other insulated electrical conductors; fiber optic cables; wheat; barley; cake, solid waste from the extraction of vegetable fats and oils, except for 2304, 2305; ferroalloys; hollow, seamless pipes, tubes and profiles made of ferrous metals; electric heating devices and devices; electric irons.

There are also differences in the export value of related commodity items. For example, the value of sunflower, safflower, or cottonseed oil products exported in 2022 was 2.8 times as high as, and in 2021, 2.5 times as high as the export value of sunflower seed products.

The value of iron ore and concentrates exported in 2022 (USD 2,912,974) was less than half of that recorded in 2021 (USD 6,899,816), whereas the value of pipes, tubes and hollow, seamless profiles of ferrous metals remained almost unchanged (USD 641,876 vs USD 625,327). The value of commodity items such as wheat, corn, ores and iron concentrates exported in 2022 decreased in comparison with 2021, while it increased for sunflower, safflower or cottonseed oil.

According to information from Ukraine's Ministry of Economy, in 2022, 63% of commodities were exported to the EU (USD 27.9 billion) (ME, 2023). According to SSSU data published in 2023, in 2021 exports to the EU countries accounted for 39.4% of all Ukrainian exports (USD 26.8 billion).

In terms of value, the largest contribution to Ukraine's foreign trade in 2022 came from exports to Poland (USD 6.6 billion), Romania (USD 3.8 billion), Hungary (USD 2.0 billion), Germany (USD 2.23 billion), Italy (USD 1.5 billion) and Spain (USD 1.5 billion). In 2021, Ukraine's largest export markets in the EU were:

Poland (USD 5.2 billion), Italy (US\$3.5 billion), Germany (USD 2.9 billion), the Netherlands (USD 2.3 billion). USD), Spain (USD 1.7 billion), Hungary (USD 1.6 billion) (SSSU, 2023).

The largest export markets outside the EU in 2022 included Turkey, with a share of 6.6% (USD 2.9 billion) and China, with a share of 5.7% (USD 2.46 billion). However, compared to 2021, exports to Turkey decreased by 29%, and to China – by 69%. Given the role that EU countries, in particular Poland and Romania, played in Ukrainian commodity exports in 2022, Table 4 presents a more detail breakdown.

Table 4. Ukrainian commodity exports by country and commodity in 2022

Product position	Indicator				
Meat and edible poultry offal	Country	Netherlands	Saudi Arabia	Slovakia	Others
	Share	29.55	25.82	7.58	37.06
Wheat	Country	Turkey	Romania	Egypt	Others
	Share	17.76	12.41	9.03	60.8
Barley	Country	Turkey	Romania	Spain	Others
	Share	21.14	19.97	19.76	39.13
Corn	Country	China	Romania	Spain	Others
	Share	17.76	13.82	11.06	57.36
Soybeans	Country	Turkey	Romania	Germany	Others
	Share	32.05	9.77	9.14	49.04
Rapeseed or rapeseed	Country	Poland	Romania	Germany	Others
	Share	24.56	22.29	12.94	40.21
Sunflower seeds	Country	Bulgaria	Romania	Turkey	Others
	Share	33.4	21.52	15.73	29.35
Sunflower. safflower or cottonseed oil	Country	India	Turkey	Poland	Others
	Share	14.13	12.11	8.94	64.82
Cakes. solid waste from the extraction of vegetable fats and oils. except 2304. 2305	Country	China	Poland	France	Others
	Share	44.9	19.84	4.49	30.76
Iron ores and concentrates	Country	Slovakia	Czechia	Poland	Others
	Share	19.23	17.32	16.49	46.97
Electricity	Country	Poland	Slovakia	Romania	Others
	Share	26.43	25.13	21.38	27.06
Artificial corundum; aluminum oxide; aluminum hydroxide	Country	russia	Germany	Italy	Others
	Share	87.3	2.23	2.11	8.36
Wood materials are processed. more than 6 mm thick	Country	Hungary	Poland	Italy	Others
	Share	12.04	10.53	8.55	68.88
Cast iron and mirror cast iron in ingots. ingots or other primary forms	Country	USA	Poland	Turkey	Others
	Share	38.47	32.91	8.12	20.5

Ferroalloys	Country	Poland	Netherlands	Romania	Others
	Share	53.25	13.13	5.66	27.96
Carbon steel semi-finished products	Country	Bulgaria	Poland	Italy	Others
	Share	26.55	13.97	12.13%	47.35%
Flat rolled carbon steel 600 mm wide or more. hot-rolled. unplated. without galvanic or other coating	Country	Poland	Turkey	Bulgaria	Others
	Share	24.46	15.87	9.25	50.42
Hot-rolled rods and bars made of carbon steel in bundles	Country	Romania	Poland	Ghana	Others
	Share	35.48	31.38	4.76	28.38
Hollow, seamless pipes, tubes and profiles made of ferrous metals	Country	USA	Germany	Italy	Others
	Share	36.72	16.94	7.79	38.55
Electric heating devices and devices; electric irons	Country	Hungary	Poland	Germany	Others
	Share	92.26	1.97	1.04	4.72
Insulated wires, cables and other insulated electrical conductors; fiber optic cables	Country	Germany	Poland	Czechia	Others
	Share	27.49	16.38	13.93	42.21

Source: Based on data from SCSU (2023)

A number of conclusions can be drawn from the information presented above.

The decrease in the value of Ukrainian commodity exports in 2022 by 35.1% (or 38.4% by weight) can be considered catastrophic change, given the fact that export revenues are crucial in ensuring the country's financial and socio-economic stability.

Completely opposite conclusions can be drawn when one compares the figures for 2022 with earlier data, in particular for the 2008-2009 (the global financial crisis) and 2014 (the beginning of the Russian-Ukrainian war).

In particular, Ukraine's merchandise exports in 2009 compared to 2008 decreased by 40.7%. In the same year, declines were recorded in commodity exports to Canada (-31%); USA (-19%); Poland (-20%); Germany (-23%); Japan (-26%); Nicaragua (-45%) (Trademap, 2023). The main reason for these falls was the global financial and economic crisis. In addition, the export decline in Ukraine and developing countries was exacerbated by the economy's excessive openness and dependence on the situation on global commodity markets. At the same time, compared to 2008, the hryvnia depreciated against the dollar by 32% (from UAH 5.27 to UAH 7.79 per 1 USD). Such devaluation was supposed to make prices of Ukrainian products more competitive on global markets. However, that did not happen and, unfortunately, Ukraine, with its great industrial potential, almost reached the same low level of exports as Nicaragua.

In 2014, Ukraine's commodity exports declined by 15%; in 2015 — by 29%; in 2016 — by 5%, and over these three years — by 49%. The drop in exports during this period was mainly due to the beginning of the Russian-Ukrainian war

in 2014, Ukraine's temporary loss of Crimea and parts of Donbas, and market reorientation. In addition, this period, particularly 2015, coincided with a global recession accompanied by a fall in oil prices. As a result, in 2015 Ukraine's commodity exports generally decreased: Germany (-12%); Poland (-9%); USA (-7%); Norway (-27%); Canada (-14%); Australia (-24%); Lithuania (-22%); Great Britain (-9%); Kazakhstan (-42%); Kuwait (-45%). During 2014-2016, the Ukrainian hryvnia depreciated against the US dollar by 220% (from 8.0 to 25.6 hryvnias per 1 US dollar) (Trademap, 2023). Such a high depreciation, combined with Ukraine's growing economic ties with the EU, even despite the beginning of the Russian-Ukrainian war, should have contributed, if not to the growth of commodity exports, then at least limiting the scale of their decline. Unfortunately, this did not happen.

So, in view of the above comparisons and the fact that the challenges faced by Ukraine and the Ukrainian nation in 2022 were much more serious and bigger than all the crises faced by any European country since the Second World War, including the very real risk of a complete destruction of the state, the nation, the economy, the fact that commodity exports declined by only 35.1% and not by several dozen times, should be considered an economic achievement. This relatively high scale of exports was the result of rational, inventive decisions, the unity of the Ukrainian government, the business sector and the nation, as well as the strong support of the united civilized world. Thus, on July 22, 2022, thanks to the mediation of the UN and Turkey, an agreement was concluded on the opening of a safe maritime humanitarian corridor in the Black Sea (Black Sea Grain Initiative). Since then, "Over 1000 ships full of grain and other foodstuffs left Ukraine from three Ukrainian ports (Chornomorsk, Odesa and Yuzhny/Pivdennyi) during the implementation of the initiative" (Infographic — Ukrainian grain exports explained, 2023). "As of March 2023, more than 33 million tons of grain and other food products were exported as part of the Black Sea Grain Initiative". In particular, these are: maize (49%); wheat (28%); sunflower products (11%); others (12%). "65% of the wheat exported through the Black Sea Grain Initiative reached developing countries. Maize was exported almost equally to developed and developing countries" (Infographic — Ukrainian grain exports explained, 2023).

The noticeable increase in Ukraine's commodity exports to EU countries in 2022 was the result of resolution adopted by the EU that opened the way for a temporary full trade liberalization and the suspension of trade protection measures for one year. These measures entered into effect on June, 4th 2022 and remained in force until June, 5th 2023, with the prospect of an extension to Regulation (EU) (2022). Infrastructure hubs for Ukrainian exports, mostly grain and oil products, were also created in Poland and Romania.

As a result, thanks to the multifaceted, diplomatic, organizational work of the Ukrainian government and the business sector, the grain corridor, the liberalization of trade with the EU, in 2022 Ukraine managed to export 99.8 million tons of goods. 53.8 million tons were exported by sea, of which 16.3 million tons through the grain corridor; 33.7 million tons by rail and 2 million tons by road (Entrepreneurship and Export Promotion Office, 2023).

Based on the information presented above the authors have identified the threats and opportunities of Ukraine's exports in the post-war period.

1. Strengthening of the export specialisation in several agricultural commodity items. The analysis of trends in the dynamics and structure of Ukrainian commodity exports during the war and pre-war period reveals a high risk of Ukraine developing a highly specialised export of primary plant products, with a focus on 4-5 commodity items. In this case, Ukraine's export revenues will continue to depend entirely on the situation on the global markets of raw materials, geopolitical decisions regarding the admission/non-admission of Ukrainian agricultural products into certain countries, customs tariffs and quotas. This, in turn, will be accompanied by further instability of the exchange rate, inflation, low social standards, complete monopolization of the agricultural sector, and other negative demographic and migration processes. From the state's point of view, such a specialization in commodity exports would mean a loss of potential economic benefits and opportunities and an irrational use of land resources. This risk could materialise if effective normative, organizational and economic stimulating measures are not adopted to preserve and protect national interests in foreign trade and to strengthen the state's position in special international economic agreements with the WTO, the EU, etc. and to improve the currently low investment attractiveness of the country's economy.

2. Expanding the range of raw commodity items of the primary agricultural and metallurgical sectors and the share of toll manufacturing¹ in the high- and medium-high-tech segments of Ukrainian commodity exports. Given Ukraine's significant potential and positive experience in the export of agricultural products (both crops and livestock) in the pre-war period, there is a risk that in the post-war period the diversification of the Ukrainian agricultural export structure will increase at the expense of livestock raw products. In order to prevent such a development, the following prerequisites must be met: the investment climate must improve, effective financial and credit support for the livestock sector must be implemented, especially for small and medium-sized businesses, and, most importantly, potential niches for Ukrainian livestock products on foreign markets

¹ The arrangement where one company processes materials for another.

must be restored and expanded. All these prerequisites require appropriate economic and political support not only from the state, but also from its partners in the civilized world. Thanks to modernization or reconstruction efforts, Ukrainian metallurgical sector, largely destroyed by the Russian Federation, is likely to recover and exceed the pre-war output levels in terms of volume and range of raw and low-tech metallurgical products. Favorable conditions that Ukraine enjoyed in the pre-war period for indirect exports and toll manufacturing, a high import component of exports, a low level of wages, and high unemployment can become prerequisites for an even greater increase in the share of finished products in the export of products of the chemical and machine-building industry. Such a scenario for the development of Ukraine's export potential will require a significant inflow of foreign capital, mainly large specialized and trans-national companies. Possible economic benefit for Ukraine from the development of exports in these directions (expansion of the range of materials and toll manufacturing) include an increase in the volume of exports above pre-war levels, stabilization and a decrease in the level of inflation, higher employment in labor-intensive sectors of production, signs of short-term socio-economic stability. At the same time, the level of wages will continue to be relatively low, and budget revenues will increase slightly compared to pre-war indicators.

The first two scenarios correspond to the export-oriented model of economic development, which has been promoted in Ukraine in recent years. Small countries with limited resources and human capital are forced to use the export model. Such a model assumes a very narrow specialization of exports and production, the economy's excessively high dependence on the import and export of products of final and intermediate consumption, a high import component of export and production. Some highly developed economies are also forced to resort to this economic model as a result of overproduction of medium and high-tech products, overpopulation, oversaturation of the domestic market with national goods, etc. The implementation of the export model in the conditions of global instability threatens the national security of countries through dependence on imports and exports, the situation in world markets, economic specialization, irrational use of the country's resources, etc.

3. A radical change in the structure of Ukrainian commodity exports by increasing the share of products made from highly processed raw materials, air freight, a higher share of added value, high-tech products. Ukraine still has sufficient potential and experience, scientific capital for the production of high-tech products of the defense-industrial complex, machine-building, chemical industry, products with advanced processing of raw materials, both for the domestic and foreign markets. Therefore, it can be assumed that if the special prerequisites

are met, the share of raw materials in Ukraine's structure of commodity exports will be zero or minimal. The base of Ukrainian exports will be domestic medium- and high-tech products with no or minimal import components and a share of toll manufacturing from the chemical and machine-building industry. This change in commodity exports could be achieved through the structural transformation of the Ukrainian industry and economy in favor of innovative, science-intensive, high- and medium-high-tech industries.

These structural transformations require the development and implementation of a new model of economic development. The basic principles of such a model include high social standards, national security and the Ukrainian identity. Ukraine's economic development model should include the best practices and methods of post-Keynesian economics. In particular, the role of the state in regulating, planning, restoring and developing strategic sectors of the economy (primarily machine-building, the chemical industry, the defense industry, the energy industry), restoring and strengthening inter-sectoral ties, eliminating vinter-regional socio-economic imbalances, must necessarily and indisputably significantly increase to ensure financial and credit, organizational and economic, regulatory and legal foundations for improving the country's investment attractiveness. Economic development should be directed in the direction of import substitution, primarily products of high- and medium-high-tech industries by filling the domestic market with appropriate domestic competitive products, economic impracticability or a complete ban on the export of any raw materials from Ukraine. Increasing the competitiveness of domestic products of high- and medium-high-tech industries on the domestic and foreign markets will require the application of innovative economic model approaches. At the same time, the economic development of Ukraine's new economic model must take into account the cultural and spiritual value system of the Ukrainian nation. The implementation of these proposals could contribute to a significant increase in exports, budget revenues, new jobs, an increase in social standards, the level of national security of the country, and the preservation of Ukrainian identity.

5. Conclusions

As demonstrated by the data presented above, the Russian Federation's full-scale aggression against Ukraine did not destroy Ukrainian exports. Given the difficult circumstances and challenges connected with the war, the level of decline in Ukraine's commodity exports in 2022 can be considered an economic achievement. The structure of commodity exports of Ukraine in 2022 did not undergo

drastic changes. However, both the share of raw material and several agricultural commodity items in Ukrainian commodity exports increased, while the share of metallurgical products decreased significantly. These authors point out that by exporting raw materials, Ukraine loses potential added value and budget revenues that could be obtained as a result of the processing of these raw materials.

The analysis of Ukrainian exports of specific commodity items revealed a number of discrepancies between the dynamics and structure in terms of value and weight, which are due to significant differences in the cost of exporting raw materials and processed products, for example, sunflower seeds and sunflower oil. Another significant change observed in 2022 was a significant increase in the share of exports to EU countries.

The main obstacles to the growth of Ukrainian exports include the country's high dependence on changes in the prices of raw materials on global markets and the deterioration of trade conditions.

Based on the analysis, the authors have proposed three scenarios of possible risks and opportunities for the development of Ukraine's exports. Two scenarios reflect the possible risks of applying an export-oriented model of economic development in Ukraine. In contrast, the third model emphasises the development of the domestic market by supporting domestic producers and significant participation of the state in the development of strategic sectors of the economy: the defense industry, mechanical engineering, the chemical industry.

References

- Entrepreneurship and Export Promotion Office. (2023). <https://export.gov.ua>
- Infographic — Ukrainian grain exports explained. (2023). <https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/ukrainian-grain-exports-explained/>
- ME. (2023). *In 2022, Ukraine exported almost 100 million tons of goods*. <https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=1487b1f5-eeb7-4946-b9c8-3370f20568a2&title=Ukrain-aV2022-RotsiEksportuvala>
- Melnyk, T.M., & Pugachevska, K.S. (2017). The Tendencies in Ukraine's Exports Development in the Context of European Integratio. *Business Inform*, 10, 66–73. http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2017_10_11
- Melnyk, T. (2008). Export potential of Ukraine: methodology for evaluation and analysis. *International Economic Policy*, 10, 241–271. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mep_2008_1-2_11
- Puhachevska, K.S. (2017). Instrumenty eksportpromoushn za umov hlobalizatsii. *Problems of the Economy*, 4, 36–41. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pekon_2017_4_6
- Regulation (EU). (2022). *2022/870 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2022 on temporary trade-liberalisation measures supplementing trade concessions applicable to Ukrainian products under the Association Agreement between the European Union and the European Atomic Energy Community and their Member States, of the one part, and Ukraine, of the other part*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2022.152.01.0103.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2022%3A152%3ATOC

- Savchenko, M.V., Khadzhynov, I.V., & Zavydovska, A.O. (2021). Ukraine's export potential and its implementation in trade and economic relations with EU countries. *Economic Bulletin of Dnipro University of Technology*, 4(76), 89–98. <https://doi.org/10.33271/eb-dut/76.089>
- SCSU. (2023). State Customs Service of Ukraine. <https://customs.gov.ua/statistika-tareiestri#statistika>
- SSSU. (2023). State Statistics Service of Ukraine. <http://www.ukrstat.gov.ua>
- Trademap. (2023). https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c%7cTOTAL%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c5%7c1%7c1
- Ukraine: a global granary. (2023). <https://www.consilium.europa.eu/en/food-for-the-world-eu-countries-mitigate-impact-Russiasia-war/#group-section-Ukraine-a-global-granary-f4NKt8Im8j>
- What is the Ukraine grain deal and what good has it done? (2023). <https://www.bbc.com/news/world-61759692>
- World Economic Outlook. (2023). <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April/weo-report?a=1&c=001,&s=PWHEAMT,PMAIZMT,PSUNO,&sy=1980&ey=2028&ssm=0&scsm=1&sc=0&ssd=1&ssc=0&sic=0&sort=country&ds=.&br=1>

Aktualny stan i perspektywy ukraińskiego eksportu towarowego w warunkach pełnoskalowej agresji Rosji

Streszczenie. W artykule przedstawiono analizę struktury i dynamiki ukraińskiego eksportu towarowego w 2022 r. Biorąc pod uwagę katastrofalne wyzwania, z jakimi zmaga się naród ukraiński, spadek odnotowany w 2022 r. można uznać za osiągnięcie gospodarcze. Struktura ukraińskiego eksportu towarowego w 2022 r. nie uległa większym zmianom. Jednak ze względu na złożone problemy wywołane agresją Rosji wzrósł eksport surowców i szeregu produktów rolnych, a udział wyrobów metalurgicznych znacznie spadł.

Autorzy wskazują, że eksportując surowce, Ukraina traci potencjalną wartość dodaną i dochody budżetowe, które można by uzyskać ze sprzedaży przetworzonych surowców. Omawiają prawdopodobne ryzyka i perspektywy dotyczące eksportu towarów, biorąc pod uwagę dotychczasowy model ukraińskiego eksportu. Na koniec proponują alternatywny model rozwoju gospodarczego i jego wpływu na strukturę i efektywność społeczno-ekonomiczną ukraińskiego eksportu.

Słowa kluczowe: eksport, surowce, struktura, produkcja na zlecenie, indeks cen

DARIUSZ DRZEWIECKI

Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu
Wydział Ekonomiczny w Szczecinie
e-mail: dariusz.drzewiecki@szczecin.merito.pl

Źródła danych cyfrowych w monitoringu bezpieczeństwa środowiska

Streszczenie. W artykule zaprezentowano postęp, jaki dokonał się w dziedzinie gromadzenia, przetwarzania oraz wizualizacji informacji dotyczących bezpieczeństwa środowiskowego. Omówiono wybrane formy graficzne stosowane na mapach oraz zasady projekcji danych geograficznych przy wykorzystaniu nowoczesnych środków technicznych. Jako przykłady przedstawiono ogólnodostępne wizualizacje stosowane w międzynarodowym transporcie lądowym, wodnym i powietrznym, prezentowane przy pomocy najnowszych środków audiowizualnych. Dzięki sieci Internet i GPS można obserwować obiekty w dodatkowym wymiarze, jakim jest ruch. Artykuł zawiera też przegląd wybranych przeglądarek produktów geoinformacyjnych opracowanych przez Esri, amerykańskiego producenta oprogramowania GIS.

Słowa kluczowe: informacja geograficzna, obrazowanie przestrzeni, geowizualizacja, geoportals, historia kartografii, mapy, bezpieczeństwo, komunikacja, system Copernicus
<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1974>

1. Wprowadzenie

Przez wieki człowiek wraz z postępem cywilizacyjnym starał się zrozumieć i naśladować przyrodę, jednak istotnym wkładem w rozwój cywilizacyjny naszego gatunku są osiągnięcia niebędące efektem procesów związanych z podpatrywaniem zjawisk zachodzących w środowisku przyrodniczym. Takim przykładem jest dyscyplina naukowa zwana kartoznawstwem oraz przedmiot jej badań, jakim są mapy. Powszechnie wykorzystywane są mapy geograficzne. Prezentują one różne zjawiska nie przez obraz fotograficzny, lecz za pośrednictwem symboli i znaków kartograficznych, tworzących przestrzenne modele wielkości realnych, abstrakcyjnych czy przewidywanych, ukazując precyzyjnie miejsca oraz zjawiska, których często nie możemy dostrzec gołym okiem, i obrazując ich zmienność w czasie. Właściwość ta jest szczególnie cenna w budowaniu bezpieczeństwa powszechnego, a więc w procesie reagowania na zaistniałe zagrożenia, mapy umożliwiają

bowiem szybkie uzyskanie obszernych i w miarę aktualnych danych o dowolnie wybranym obszarze działań.

2. Informacja geograficzna w ujęciu historycznym

Podstawowym źródłem informacji geograficznej jest mapa. Geneza tego terminu pochodzi od łacińskiego słowa *mappa* (Erzepki, 1895), które w tłumaczeniu oznacza zmniejszenie, uogólnienie lub, dokładniej, rzut na płaszczyznę obrazu przestrzennego. Dosłowne tłumaczenie terminu *mappa* byłoby słuszne w odniesieniu do obrazu fotograficznego, ograniczonego do prezentacji wybranego obszaru powierzchni Ziemi, jednak treść współczesnych map obejmuje różnorodne zjawiska przyrodnicze, wielkości fizyczne czy przemiany polityczne i społeczno-gospodarcze. Dlatego współczesne mapy geograficzne możemy określić jako zmniejszone, określone matematycznie przedstawienie obrazowo-znakowe powierzchni Ziemi na płaszczyźnie, jednoznacznie orientujące w położeniu przestrzennym obiekty, zjawiska przyrodnicze oraz społeczno-gospodarcze występujące na tym obszarze. Przez wieki źródłem informacji geograficznej były mapy oraz dyscyplina naukowa zwana kartografią. Prezentacja graficzna u swojej genezy stanowiła wyraz wyobrażeń współczesnych na temat organizacji i wyglądu wszechświata. Dokumentowała wizje i wyobrażenia na temat filozofii świata antycznego.

Odrodzenie polskiej myśli kartograficznej należy wiązać z postacią Eugeniusza Romera (1871–1954), zwanego twórcą nowoczesnej kartografii polskiej. Opracowane przez niego podstawy prezentacji graficznej obrazu obowiązują do dzisiaj. Jego uczniowie, późniejsi pracownicy Wojskowego Instytutu Geograficznego, wynieśli polską kartografię na najwyższy światowy poziom. W latach trzydziestych XX wieku polskie mapy wojskowe, popularne „setki” (skala 1:100000) i „pięćdziesiątki” (skala 1:50000), nie miały sobie równych. W czasach Polski Ludowej rozwój polskiej kartografii należy wiązać z wynikami prac instytutów naukowych i wydziałów geografii na uniwersytetach. Niestety, monopolistyczna i ograniczona przepisami działalność Państwowego Przedsiębiorstwa Wydawnictw Kartograficznych nie wniosła istotnego wkładu do rozwoju polskiej kartografii w tym okresie. Podstawą współczesnej polskiej kartografii, podobnie jak i światowej, są satelitarne dane pomiarowe uzupełnione o wysokiej jakości zdjęcia lotnicze i satelitarne. Do prac redaktorskich wykorzystuje się nowoczesne techniki graficzne bazujące na technologii cyfrowej.

2.1. Elipsoida ziemiska

Elipsoida ziemiska to elipsoida obrotowa spłaszczona, będąca przybliżeniem geoidy na pewnym obszarze (kraju, kontynentu). Na jej powierzchnię rzutuje się wyniki pomiarów geodezyjnych (współrzędne punktów terenowych, kąty w figurach geometrycznych przez nie tworzonych, długości obiektów), a następnie dokonuje się odwzorowania tej powierzchni na płaszczyznę w celu sporządzenia mapy (odwzorowania kartograficznego) (PWN, b.d.). W praktyce stosujemy trzy różne figury geometryczne aproksymujące Ziemię:

- ▶ naturalną i fizyczną powierzchnię Ziemi;
- ▶ powierzchnię zwana geoidą;
- ▶ powierzchnię elipsoidy obrotowej lub kuli (w zależności od skali mapy).

Do celów kartograficznych ze względu na łatwość opisu matematycznego najbardziej przydatna okazała się powierzchnia elipsoidy obrotowej, która od połowy XVIII wieku jest wyznacznikiem modelu Ziemi. Możliwości dokładniejszego wyznaczenia parametrów elipsoidy ziemskiej zaistniały z chwilą instalacji urządzeń pomiarowych na sztucznych satelitach ziemskich. Dane uzyskane z satelity wraz z pomiarami dokonanymi na ziemi pozwoliły na wyznaczenie elipsoidy najbardziej zbliżonej do rzeczywistego kształtu naszego globu. Wykorzystanie sztucznych satelitów umożliwiło utworzenie układów geodezyjnych o zasięgu światowym (World Geodetic System – WGS), doprowadzając do wprowadzenia w 1972 roku standardowego systemu WGS-72 (nadal wykorzystywanego w zadaniach geodezyjnych). Uzyskanie jeszcze dokładniejszych danych nastąpiło wraz z wprowadzeniem Światowego Systemu Nawigacyjnego GPS (Global Positioning System), co pozwoliło na opracowanie nowej elipsoidy WGS-84, która jest dziś obowiązującą powierzchnią odniesienia do odwzorowań kartograficznych. nierozwijalność powierzchni kulistej na płaszczyźnie uniemożliwia utworzenie obrazu pozbawionego zniekształceń, dlatego żadne ze znanych odwzorowań nie jest idealne. W praktyce przy opracowaniu map topograficznych stosujemy odwzorowanie zapewniające równokątność, przy jak najmniejszym zniekształceniu odległości. Odwzorowanie powinna cechować prostota matematyczno-geograficznej konstrukcji. Te kryteria spełnia uniwersalne poprzeczne odwzorowanie Merkatora (UTM – Universal Transverse Mercator), preferowane do opracowywania map topograficznych wykorzystywanych przez najważniejsze służby państwowe.

Cechą każdego odwzorowania kartograficznego jest możliwość skonstruowania układu współrzędnych będącego uporządkowanym ciągiem liczb, określającym położenie punktu na mapie. Do wyznaczania współrzędnych geograficz-

nych wykorzystujemy naniesioną siatkę kartograficzną. Gdy jej linie są względem siebie prostopadłe i wykreślone w równych odstępach, tworzą układ współrzędnych płaskich prostokątnych, natomiast gdy jej szkielet tworzą linie południków i równoleżników, powstaje siatka układu współrzędnych geograficznych. W celu uniknięcia dwuznaczności podczas określania lokalizacji punktu na powierzchni kuli ziemskiej, wprowadzono systemy meldunkowe UTM, UPS i GEOREF, oparte na układach współrzędnych płaskich prostokątnych, umożliwiające szybkie i jednoznaczne przekazywanie informacji w różnych systemach łączności.

W celu określenia położenia obiektu, ustalenia odległości między dowolnymi punktami oraz ustalenia kierunku marszu, zwłaszcza na obszarach o niedużych zmianach antropogenicznych, najczęściej wykorzystuje się mapy topograficzne. Przedstawiają one w jednolitej konwencji znaków umownych i szczegółowych opisów wybrane elementy środowiska geograficznego, takie jak rzeźba terenu, hydrografia, infrastruktura komunikacyjna, obszary osadnictwa, szata roślinna itp. Charakteryzują się one odrębną konstrukcją matematyczno-kartograficzną, siatką kilometrową, charakterystyczną szatą graficzną oraz jednolitym oznaczonym krojem arkuszy wraz z opisem pozaramkowym. Podczas sporządzania oraz studiowania map topograficznych wymagany jest proces analitycznego ich rozdziału, celem pojęcia sensu oraz znaczenia wzajemnych powiązań elementów oraz zjawisk w nich zawartych, dlatego na mapie topograficznej możemy rozróżnić kilka nierozzerwalnych elementów, takich jak:

- ▶ przedstawienie kartograficzne — suma informacji o pokazanych obiektach i zjawiskach przyrodniczych i społeczno-gospodarczych, dotycząca ich właściwości, wzajemnych powiązań oraz zmienności lub rozwoju (wody, rzeźba, szata roślinna, zmiany antropogeniczne, podział polityczno-administracyjny itp.);
- ▶ osnowa matematyczna — zawierająca geometryczne prawa konstrukcji i właściwości zobrazowania kartograficznego, do których zaliczamy odwzorowanie kartograficzne, skalę, siatkę współrzędnych oraz osnowę geodezyjną;
- ▶ oznaczenia pomocnicze — informacje ułatwiające czytanie mapy oraz posługiwanie się nią (legenda, wykresy pomiarowe, dane informacyjne itp.);
- ▶ dane uzupełniające — zamieszczone w wolnych miejscach wewnątrz ramki (dane tekstowe i liczbowe, diagramy, przekroje itp.) (Elementy mapy, b.d.).

3. Systemy informacji geoprzestrzennej — cyfrowa projekcja map

W epoce dynamicznego rozwoju internetu i sieci telekomunikacyjnej coraz większą rolę odgrywa rozbudowa infrastruktury informacji przestrzennej. Obecnie przestrzeń geograficzną definiują mapy cyfrowe, tworzone w odpowiedzi na rosnące oczekiwania obywateli, przedsiębiorców i administracji publicznej, do których elektroniczny dostęp umożliwia projekt Geoportal. Budowę infrastruktury danych przestrzennych zapoczątkowano w latach dziewięćdziesiątych XX wieku w Stanach Zjednoczonych. Inicjatywa stworzenia europejskiego zasobu informacji geoprzestrzennej, opartej na dyrektywie INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community), została oficjalnie przyjęta w 2007 roku przez Parlament Europejski i Radę Unii Europejskiej.

W Polsce pierwsze tego typu przedsięwzięcie rozpoczął Główny Urząd Geodezji i Kartografii w ramach projektu Geoportal.gov.pl. Podstawowym zadaniem projektu jest opracowanie i wdrożenie spójnych wytycznych w zakresie realizacji inicjatyw Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii oraz wytworzenie systemów informatycznych. W projekcie utworzono m.in. narzędzia do zarządzania i udostępniania danych przestrzennych, Moduł SDI oraz Uniwersalny Moduł Mapowy. Z wykorzystaniem tych narzędzi prowadzona jest ponadto harmonizacja zbiorów i usług danych przestrzennych wymagana przez dyrektywę INSPIRE.

Głównymi beneficjentami projektu Geoportal i Geoportal 2 są przedstawiciele Służby Geodezyjnej i Kartograficznej, przedsiębiorcy działający na rynku związanym z danymi o charakterze przestrzennym oraz inni zainteresowani stałym dostępem do tego typu informacji. Potencjalnymi użytkownikami docelowymi są również jednostki administracji publicznej, odbiorcy instytucjonalni oraz osoby prywatne. W realizację projektu zaangażowane są także podmioty zewnętrzne, zarówno jako partnerzy merytoryczni, jak i wykonawcy poszczególnych produktów. W projektowaniu i testowaniu rozwiązań związanych z Uniwersalnym Modułem Mapowym oraz Modułem SDI uczestniczyli m.in. przedstawiciele Policji, Straży Pożarnej czy Państwowego Ratownictwa Medycznego.

Szereg narzędzi i technik umożliwia przedstawianie informacji geograficznych. Kładą one nacisk na zrozumienie wzajemnych zależności przestrzennych i struktur danych, aby możliwe było ich zastosowanie w praktyce. Tradycyjne mapy mają ograniczoną przydatność, gdyż użyte symbole są na stałe powiązane z elementami terenu. Wykorzystanie systemów informacji geograficznej (GIS) do tworzenia cyfrowych, interaktywnych odwzorowań kartograficznych pozwala lokować oznaczenia na odrębnych warstwach, skalować teren i zmieniać ustawienia

ich wyświetlania. Połączenie kilku systemów geowizualizacji oraz sieci wymiany informacji, jaką jest internet, stwarza możliwość zobrazowania przestrzeni wielowymiarowych. Na bieżąco możemy śledzić z dowolnego miejsca ruch środków transportu na lądzie, morzu i w powietrzu.

We wszystkich wypadkach zwraca uwagę ułatwione zarządzanie treścią oraz udostępnienie jej jednocześnie wielu zainteresowanym podmiotom. Nowoczesne rozwiązania stosowane mogą być w wielu dziedzinach:

- ▶ leśnictwo: używając oprogramowania Common GIS i Visualization Toolkit (VTK), leśnicy monitorują szereg procesów zachodzących na swoich terenach za pomocą sieci;
- ▶ archeologia: oprócz efektownych symulacji 3D badanych miejsc i wydarzeń naukowcy mają możliwość nanoszenia na mapę i katalogowania jeszcze niewydobytych obiektów archeologicznych;
- ▶ badania środowiska przyrodniczego: rozpatrywanie złożonych związków zachodzących w przyrodzie jest prostsze, kiedy można je zestawiać według indywidualnych kryteriów; podejmowanie kluczowych decyzji poprzedza wstępna prognoza skutków i próby odnalezienia alternatywnych możliwości;
- ▶ urbanistyka: rozwiązywanie problemów związanych z planowaniem przestrzennym i architekturą otoczenia jest wspomagane przez komputer; wyniki mogą być udostępnione wszystkim zainteresowanym stronom;
- ▶ służby policyjne: mapy przestępczości odzwierciedlają rozkład w czasie i przestrzeni zjawisk kryminalnych w celu ich analizy przez pracowników organów ścigania. Kluczowym elementem badań jest przestrzeganie wytycznych dotyczących zasad rejestracji incydentów, ujętych w standardzie CompStat. Wykorzystanie aplikacji GIS umożliwia przedstawienie tych informacji w postaci map, na których poszukuje się miejsc szczególnie niebezpiecznych (ang. *hot spots*).

4. Geowizualizacja

Geowizualizacja stanowi obszar badań należący do dyscypliny zwanej geomatyką¹. Termin ten posiada dwie składowe: geo oraz wizualizacja, co wskazuje na powiązanie metod wizualizacji z obszarem obiektów, zjawisk i procesów ob-

¹ Geomatyka to dyscyplina zajmująca się pozyskiwaniem, analizowaniem, przechowywaniem, interpretowaniem, przetwarzaniem, upowszechnianiem i praktycznym stosowaniem geoinformacji (PTIP, b.d.).

serwowanych i zachodzących na Ziemi. W dziedzinie geowizualizacji zastosowanie mają typy wizualizacji rozumiane jako części grafiki komputerowej w formie obrazów terenu, diagramów lub animacji w celu przekazania komunikatu. Jest to efektywny sposób przekazu informacji o otaczającym nas świecie w formie bardziej lub mniej abstrakcyjnej. Na przykład użytkownicy smartfonów wyrażający zgodę na korzystanie z usług lokalizacyjnych Google przekazują do baz danych tej firmy informacje o odwiedzonych miejscach. Dzięki nim mogą łatwo sprawdzić, gdzie byli o wybranej porze, a także jak długo przebywali w danym miejscu. Dane lokalizacyjne są cennym źródłem dla innych usług i produktów Google. Jedną z nich jest funkcja „Popularne godziny”, z której możemy skorzystać m.in. w Google Maps. Przedstawia natężenie ruchu ludzi w miejscach takich jak sklepy, restauracje, kina lub place. Informacje te są prezentowane dla poszczególnych dni i godzin w postaci wykresu słupkowego na podstawie uśrednianych wartości z kilku ostatnich tygodni (Usługi lokalizacyjne Google, b.d.).

Wszystkie dostępne dane geoprzestrzenne powiązane ze sobą za pomocą interaktywnych map możemy znaleźć w pakiecie programów stworzonych przez amerykańskiego producenta ESRI (Environmental Systems Research Institute). Pakiet umożliwia tworzenie i przetwarzanie istniejących map, analizę danych przestrzennych oraz ich wizualizację, a także zarządzanie danymi w geobazach ArcGIS.

4.1. ArcGIS

ArcGIS to pakiet programów przeznaczonych do systemów informacji geograficznej. Wyróżniamy tutaj: ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe. W zależności od potrzeb użytkownika pakiet może być wzbogacony tzw. rozszerzeniami, czyli skryptami, czy aplikacjami umożliwiającymi wykonywanie specyficznych zadań w zakresie analiz GIS i dziedzin pokrewnych. ArcGIS jest linią produktów, które razem tworzą zintegrowany GIS, oparty na uznanych standardach technologicznych i przyjazny użytkownikowi. Na ArcGIS składają się dwie grupy produktów: ArcGIS Explorer Desktop i pakiety ArcSDE i ArcIMS. Dokładny opis ArcGIS znajdziemy na stronie Esri Polska (ArcGIS, b.d.).

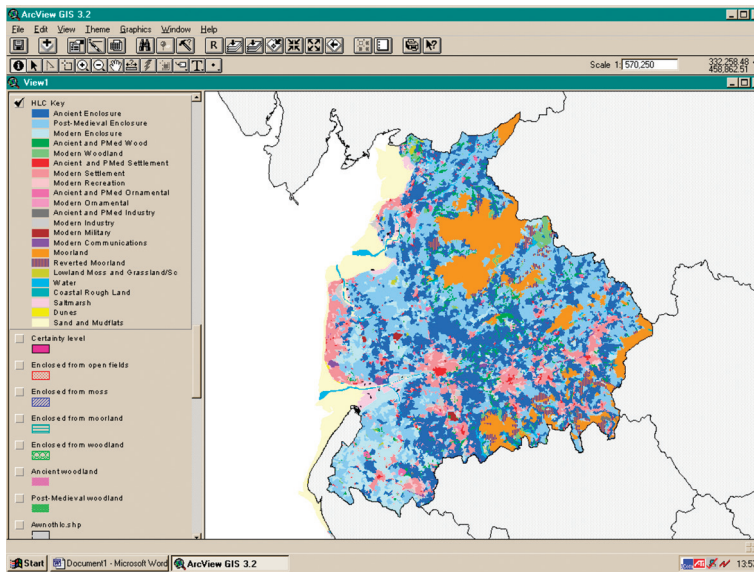
4.1.1. ArcGIS Explorer Desktop

ArcGIS Explorer Desktop to bezpłatna przeglądarka danych GIS, która umożliwia łatwy sposób eksploracji, wizualizacji i wymiany informacji GIS. Obejmuje ona oprogramowanie ArcInfo, ArcView, Arc Reader, ArcEditor i stanowi cenne narzędzie GIS, pomagające w upowszechnianiu własnych danych szerokiemu audytorium. ArcGIS Desktop jest platformą do tworzenia, edytowania i analizowania

informacji geograficznej. Pozwala na przeglądanie danych w postaci map oraz analizowanie danych pod kątem ich rozmieszczenia przestrzennego.

ArcInfo to najbardziej zaawansowane funkcjonalnie stadium rodziny oprogramowania ArcGIS. Obejmuje pełną funkcjonalność ArcView i ArcEditor, uzupełnioną o możliwości zaawansowanego geoprzetwarzania oraz możliwości konwersji danych. Pozwala m.in. wykonywać konwersje danych, generalizacje danych, agregacje danych, operacje nakładania i buforowania, obliczenia statystyczne oraz w pełni zarządzać zaawansowaną symbolizacją kartograficzną.

ArcView (rys. 1) z kolei jest programem umożliwiającym wizualizację i zarządzanie danymi geograficznymi oraz przeprowadzanie analiz przestrzennych. Oprogramowanie to może być także rozbudowywane poprzez dodanie funkcjonalności opcjonalnych rozszerzeń.



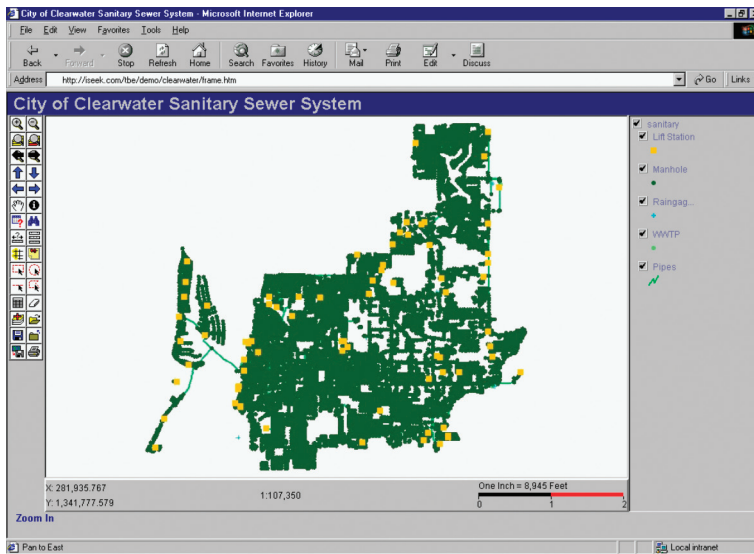
Rys. 1. Przykład zobrazowania ArcView
Źródło: The Lancaster Project (2001)

ArcReader pozwala na przeglądanie i drukowanie map stworzonych w aplikacji ArcPublisher, a także zapisanych w formacie PMF. Pakiet ten przeznaczony jest do obsługi map stworzonych z różnych rodzajów danych, będących kombinacją danych przechowywanych w sieci lokalnej oraz w internecie.

4.1.2. Pakiety ArcSDE i ArcIMS

ArcSDE jest zorientowanym obiektowo serwerem danych przestrzennych działającym na komercyjnych systemach zarządzania relacyjnymi bazami danych. Klientami bazy danych ArcSDE może być oprogramowanie ESRI (ArcInfo, ArcView GIS, ArcExplorer, aplikacje MapObjects) lub aplikacje użytkowników oparte na tym oprogramowaniu, a także oprogramowanie AutoCAD, MicroStation.

ArcIMS (rys. 2) zaś to system umożliwiający udostępnianie i rozpowszechnianie danych geograficznych i funkcji analitycznych GIS w internecie. ArcIMS tworzy podstawę do wymiany i współużytkowania zasobów danych poprzez udostępnienie środowiska umożliwiającego współpracę różnych organizacji. Współpracuje z różnymi aplikacjami typu klient, obejmującymi wszystkie trzy pakiety grupy ArcGIS Desktop, ArcExplorer, ArcPad, przeglądarkami internetowymi oraz urządzeniami obsługującymi bezprzewodowy protokół aplikacji WAP (Wireless Application Protocol).



Rys. 2. Przykład zobrazowania ArcIMS

Źródło: Turner & Bowers (b.d.)

4.2. Geography Network

Geography Network to portal, który umożliwia wymianę danych geograficznych, jak również wykorzystanie usług z dziedziny geoinformacji udostępnianych za pośrednictwem sieci internetowej. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu potencjału ArcSDE oraz ArcIMS. Dysponując dowolnym pakietem tworzącym ArcGIS

Desktop, użytkownicy mogą wykorzystywać serwisy kartograficzne jako jeszcze jedną warstwę danych.

ArcEditor umożliwia edycję danych w trybie wielodostępu, wersjonowanie, definiowanie klas obiektów użytkownika, tworzenie opisów powiązanych z obiektami oraz wymiarowanie. Pozwala również tworzyć i edytować wszystkie formaty danych wektorowych i rastrowych obsługiwane przez ESRI.

5. Program obserwacji ziemi komisji europejskiej – Copernicus

Początki programu Copernicus sięgają lat 90. XX wieku. Wcześniej nosił nazwę GMES (Global Monitoring for Environment and Security) (Europejski program obserwacji Ziemi (GMES) (lata 2011–2013), 2011). Była to inicjatywa podjęta przez Unię Europejską, która realizowała projekt we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną (European Space Agency – ESA), i miała na celu opracowanie metod monitorowania stanu środowiska z pułapu satelitarnego, lotniczego i naziemnego. Dane zgromadzone za pomocą satelitów oraz pomiarów naziemnych są przetwarzane w celu świadczenia usług informacyjnych pozwalających na skuteczniejsze zarządzanie środowiskiem oraz poprawę bezpieczeństwa obywateli Unii Europejskiej. Dzięki tej inicjatywie możliwe jest szybsze i sprawniejsze reagowanie w przypadku katastrof naturalnych, efektywniejsze korzystanie z zasobów naturalnych, lepszy monitoring jakości i czystości wód, powietrza itd. Copernicus to rewolucyjny unijny program obserwacji i monitorowania Ziemi, zapewniający wgląd w naszą planetę i jej środowisko z korzyścią dla wszystkich obywateli Europy. Za sprawą rozmaitych technologii, od satelitów w przestrzeni kosmicznej do systemów pomiarowych na ziemi, morzu i w powietrzu, Copernicus dostarcza danych operacyjnych oraz zapewnia usługi informacyjne w wielu różnych obszarach zastosowań.

Program Copernicus składa się z trzech komponentów.

Pierwszy, komponent kosmiczny, to infrastruktura kosmiczna pozwalająca na pozyskanie danych z pułapu satelitarnego Sentinel (pol. strażnik, wartownik) o charakterze teledetekcyjnym. Sentinel obejmuje zarówno całe satelity (np. Sentinel-1), jak i pojedyncze instrumenty satelitarne (np. Sentinel-4). Nadzór technologiczny nad budową satelitów i instrumentów Sentinel sprawuje Europejska Agencja Kosmiczna (ESA). Satelity Sentinel-1 stanowią kontynuację wcześniejszych europejskich misji radarowych, takich jak ERS-1 i ERS-2 czy Envisat, ale są od swoich poprzedników znacznie bardziej zaawansowane. Dzięki temu, że

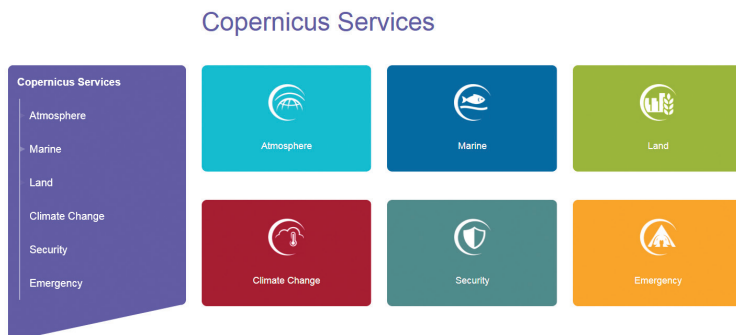
wystrzelono dwa bliźniacze aparaty, zagwarantowano krótki czas rewizyty dowolnego zakątka globu, wynoszący tylko 6 dni. Copernicus obejmuje zestaw usług w zakresie gromadzenia danych i dostarczania informacji z wykorzystaniem satelitów i naziemnych czujników do monitorowania środowiska i zjawisk naturalnych występujących na Ziemi – przykład mapy ze zobrazowaniem zasięgu fali powodziowej przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Mapa zasięgu fali powodziowej opracowana w ramach systemu Copernicus na podstawie satelitarnych zobrazowań radarowych
Źródło: Copernicus Services (2020, 23 października)

Drugi to komponent naziemny – infrastruktura pomiarów naziemnych (urządzenia, instrumenty).

Trzeci – komponent usługowy, czyli infrastruktura dostarczania danych (ustanowiona zgodnie z dyrektywą INSPIRE).



Rys. 4. Zestaw usług w zakresie gromadzenia danych i dostarczania informacji w serwisie Copernicus
Źródło: Copernicus Services (b.d.)

System Copernicus umożliwia szeroki zakres usług w następujących obszarach (rys. 4):

- ▶ usługi dotyczące obszarów morskich (CMENS);
- ▶ usługi dotyczące obszarów badań atmosfery (CAMS);
- ▶ usługi dotyczące obszarów lądowych (CLMS);
- ▶ usługi dotyczące obszarów sytuacji kryzysowych;
- ▶ usługi dotyczące bezpieczeństwa (EMS);
- ▶ usługi dotyczące zmian klimatu (C3S).

Copernicus stwarza też możliwość wykorzystania synergii z systemami nawigacji satelitarnej GALILEO (Europejski Globalny System Nawigacji Satelitarnej) i EGNOS (Europejski System Wspomagania Satelitarnego²) w celu dostarczenia użytkownikom zintegrowanych informacji. Przewiduje się, że usługi programu Copernicus będą w pełni otwarte i dostępne w takim stopniu, w jakim nie jest to sprzeczne z interesami UE i państw członkowskich w zakresie bezpieczeństwa. Głównym użytkownikiem usług proponowanych przez Copernicus mają być władze publiczne. Wszystko to ma na celu doprowadzenie do wzrostu gospodarczego krajów UE.

Copernicus jest również europejskim wkładem w stworzenie Globalnego Systemu Obserwacji Ziemi (GEOS), którego realizacja koordynowana jest przez międzynarodową Grupę ds. Obserwacji Ziemi (GEO).

² EGNOS to budowany przez Europejską Agencję Kosmiczną, Komisję Europejską i EUROCONTROL europejski system satelitarny wspomagający systemy GPS i GLONASS.

6. Podsumowanie

Nasza cywilizacja od zawsze opisywała świat uniwersalnym językiem kartografii, wykorzystując do tego symbolikę i metodykę badawczą, będącą miarą postępu cywilizacyjnego człowieka. Obecnie papierowe mapy są wypierane przez obrazy cyfrowe generowane na nowoczesnych nośnikach informacji (zamiast arkusza papierowego posługujemy się obrazem multimedialnym). Znaczący postęp w dziedzinie lokalizacji obiektów na Ziemi nastąpił wraz z rozwojem komunikacji satelitarnej i utworzeniem systemu GPS, który pozwolił na bieżącą i dokładną lokalizację obiektów w terenie, nawet pozbawionym punktów orientacyjnych (akwenu, pustynie), czy podczas niekorzystnych warunków atmosferycznych.

W epoce dynamicznego rozwoju internetu zaznaczył się kolejny skokowy postęp w szybkości i powszechności wymiany informacji. Szybkie łącza satelitarne i internetowe pozwalają na bieżące śledzenie przemieszczających się obiektów, w dużej mierze przyczyniając się do poprawy bezpieczeństwa w dynamicznie rozwijającym się sektorze komunikacji lądowej, morskiej i powietrznej. Obecnie przestrzeń geograficzną definiują mapy cyfrowe, do których elektroniczny dostęp umożliwia na przykład zrealizowany projekt Geoportal 2. Jest to witryna internetowa zapewniająca dostęp do zasobów i usług związanych z danymi przestrzennymi, zwłaszcza usług przeglądania i wyszukiwania. Biorąc pod uwagę zakres obszarowy prezentowanych danych, można mówić o geoportalu na poziomie centralnym (geoportal krajowy) i na poziomie regionalnym (geoportale powiatowe, miejskie czy gminne). Liczba budowanych geoportali rośnie lawinowo, ale z uwagi na to, że społeczeństwo wymaga, by zasoby (dane) zawarte w geoportalu były aktualne, a publiczne e-usługi efektywne i przyjazne użytkownikom, tylko niektóre z nich wytrzymają próbę czasu.

Geoportale miejskie są oparte na węzłach katastralnych, czyli danych pozyskiwanych w sposób bezpośredni z bazy EGiB (ewidencji gruntów i budynków) i prowadzone przez powiaty. Oprócz danych katastralnych wiele powiatów zdecydowało się na upublicznienie niektórych treści mapy zasadniczej na bieżąco aktualizowanej w powiatowych ośrodkach dokumentacji. Jednak pomimo niezaprzeczalnych zalet różnorodności form prezentacji geograficznej to współczesne geoportale mają zdecydowaną przewagę nad tradycyjną formą wizualną obrazu przestrzennego przez dodanie kolejnego wymiaru, jakim jest czas (możliwość śledzenia obiektów w ruchu – zob. geowizualizacja).

W listopadzie 2017 roku Polska przystąpiła do programu Copernicus prowadzonego przez ESA. Dzięki temu uzyskaliśmy stały dostęp do danych satelitarnych współpracującego systemu naziemnego (Collaborative Ground Segment). W efekcie możliwe jest różnorakie wykorzystanie tych danych do celów praktycznych,

a także rozwój w Polsce aplikacji satelitarnych i gospodarki cyfrowej. Jednak bez względu na stopień zaawansowania technologicznego przekaźnika obrazu prezentacji kartograficznej, podstawowe zasady transformacji danych i ustalona symbolika obiektów i zjawisk prezentowanych na mapach są niezmiennie i powszechne, co czyni tę formę przekazu najbardziej uniwersalnym „językiem” świata. Dlatego umiejętne wykorzystywanie dostępnej informacji geoprzestrzennej umożliwia nie tylko oparcie oceny sytuacji i podejmowanych decyzji na obiektywnych danych, lecz także zapewnia korzystanie przez wszystkie podmioty uczestniczące w działaniach reagowania kryzysowego z informacji zestandaryzowanej. Wydaje się, że cecha ta jest szczególnie ważna w przypadku współpracy międzynarodowej, ponieważ wydatnie skraca ustalenie jednolitej podstawy współdziałania.

Bibliografia

- ArcGIS. (b.d.). *Esri Polska*. <https://www.esri.pl/arcgis/>
- Copernicus Services (2020, 23 października). *The Copernicus Emergency Management Service – Flood in Alpes-Maritimes, France & Flood in Piedmont region, Italy*. <https://www.copernicus.eu/en/news/news/copernicus-emergency-management-service-flood-alpes-maritimes-france-flood-piedmont>
- Copernicus Services. (b.d.). *Copernicus*. <http://www.copernicus.eu/main/services>
- Elementy mapy. (b.d.). *Portal Geoinformacyjny*. <http://www.gisplay.pl/kartografia/mapa-definicja/elementy-mapy.html>
- Erzpeki, B. (red.) (1895). *Słownik łacińsko-polski Bartłomieja z Bydgoszczy, cz. 1*. <http://www.wbc.poznan.pl/dlibra/plain-content?id=118573>
- Europejski program obserwacji Ziemi (GMES) (lata 2011–2013). (2011). *Official Journal*, C 236, 177–178. <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/50018cc3-eab8-439a-9974-e48e639b6f7b/language-pl>
- The Lancaster Project. (2001). *Pathways to Cultural Landscapes*. <http://www.pcl-eu.de/project/gis/lanc/2.php>
- Turner, T.L., & Bowers, R.T. (b.d.). *ArcIMS – The Solution to Streamlining Data Collection, Modeling, Planning and Design*. <https://proceedings.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP591/p591.htm>
- PTIP. (b.d.). Hasło: geomatyka. W: *Internetowy Leksykon Geomatyczny*. Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej. <http://www.ptip.org.pl>
- PWN. (b.d.). Hasło: elipsoida odniesienia. W: *Encyklopedia PWN*. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/elipsoida-odniesienia;3897556.html>
- Tang, W., & Selwood, J. (2005). *Spatial Portals: Gateways to Spatial Information*. Esri Press.
- Usługi lokalizacyjne Google. (b.d.). *Gis-Expert*. <https://gis-expert.pl/praktyczne-wykorzystanie-danych-lokalizacyjnych-google-maps/>

Sources of Digital Data in Environmental Safety Assessment

Abstract. The article presents latest advances in the field of collecting, processing and visualizing digital environmental data. The discussion includes selected graphic forms used on

maps and the main principles of geographic data projection using modern technologies. These technical possibilities are exemplified by publicly available visualizations used in international transport by land, water and air and produced by the latest audiovisual tools. Thanks to the Internet and GPS, objects can be observed as they move, which constitutes an additional dimension. The article also offers an overview of selected browsers of geo-information products, developed by Esri, an American GIS software company.

Keywords: geographic information, spatial visualisation, geo-visualization, geoportal, the history of cartography, maps, safety, communication, Copernicus System

GRACJAN CHROBAK

Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu

Wydział Zamiejscowy w Chorzowie

<https://orcid.org/0000-0002-8595-4852>

e-mail: gracjan.chrobak@chorzow.merito.pl

Czynniki wpływające na dostępność przedszkoli w miastach grodzkich województwa śląskiego podczas pandemii COVID-19

Streszczenie. Jednym z zadań jednostek samorządu terytorialnego jest zapewnienie odpowiedniej liczby miejsc w przedszkolach. Celem badania opisanego w artykule było stworzenie rankingu 19 miast grodzkich województwa śląskiego (tzw. obiektów) pod względem stopnia zagęszczenia placówek przedszkolnych w trakcie pandemii COVID-19. Badaniem objęto dwa okresy: rok 2019 poprzedzający wybuch pandemii (faza wstępna) oraz rok 2022, w którym nastąpiło wyhamowanie jej negatywnego wpływu (faza końcowa). W celu porównania sytuacji w obu okresach w ramach analizy skupień zastosowano metodę k-średnich, obliczając w macierzy potencjalnych zmiennych wyjaśniających, poddanych uprzednio zabiegowi standaryzacji, pojedyncze kwadraty odległości euklidesowej od ich środków ciężkości. Po osiągnięciu wartości minimum przez funkcję błędu i spełnieniu kryterium konwergencji nastąpiło zatrzymanie iteracji algorytmu macierzy, w wyniku czego 19 obiektów zostało przyporządkowanych do 6 klastrów. Stwierdzono, że gęstość placówek przedszkolnych, czyli zmienna objaśniana, w obu badanych okresach jest skorelowana z trzema zmiennymi objaśniającymi: stanem aptek, liczbą bibliotek i stanem miejsc noclegowych na 1 km². Zauważono również znaczące różnice między średnią gęstością przedszkoli a zagęszczeniem placówek bibliotecznych i punktów aptecznych w 19 miastach grodzkich w badanych latach. Największa zmiana pozycji w rankingu między rokiem 2019 a 2022 dotyczy Bytomia ($\Delta+3$), podczas gdy o jedno miejsce do drugiego klastra awansowały Piekary Śląskie, Ruda Śląska i Tychy ($\Delta+1$).

Słowa kluczowe: analiza skupień metodą k-średnich, klasyfikacja obiektów, pandemia, placówki przedszkolne, samorząd śląski

<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1984>

1. Wstęp

W przeprowadzonym w 2022 roku sondażu dotyczącym polityki prorodzinnej kraju na pytanie, jakie formy wspierania rodziny uważa Pan(i) za najbardziej przydatne i mogące zachęcać do posiadania dzieci, respondenci wskazali w pierwszej kolejności na wsparcie finansowe rodzin z programu Rodzina 500+ (37%), zaraz potem na lepszą dostępność miejsc opieki nad dziećmi – w tym żłobków (35%) i przedszkoli (32%) (CBOS, 2022, s. 3)¹. W tym kontekście wydaje się, że odpowiednio zaprojektowana polityka prorodzinna państwa jest w stanie do pewnego stopnia modyfikować decyzje o posiadaniu potomstwa, co z perspektywy zastępowalności pokoleń na rynku pracy ma kluczowe znaczenie. Adresatami polityki prorodzinnej są mieszkańcy zamieszkujący dane terytorium, zajmujący się wychowaniem dzieci w wieku 3–6 lat. Ze względu na rozkład liczby ludności w kraju do badań wybrano województwo śląskie, z jego populacją wynoszącą według danych o powierzchni i ludności w przekroju terytorialnym z 2024 roku ok. 4,3 mln osób (GUS, 2024), obserwując infrastrukturę przedszkolną w dwóch momentach: w roku 2019, czyli tuż przed wybuchem pandemii COVID-19, oraz w 2022 roku, to jest w czasie jej odwrotu. W publikacji wysunięto następujące hipotezy badawcze: 1) gęstość przedszkoli w omawianym horyzoncie czasowym zdaje się zdeterminowana w głównej mierze liczbą aptek i bibliotek publicznych, a w mniejszym zakresie także liczbą miejsc noclegowych na 1 km²; 2) można postulować znaczne rozróżnienie w stopniu zagęszczenia placówek bibliotecznych i punktów aptecznych, z jednoczesnym brakiem takich fluktuacji w odniesieniu do samych przedszkoli, a zwłaszcza miejsc noclegowych między 2019 a 2022 rokiem; 3) dokonując kategoryzacji ośrodków miejskich pod kątem nasycenia placówek wychowania przedszkolnego, w pierwszej grupie zdają się mieścić Chorzów i Katowice, a w drugiej obiekty przedszkolne w Bytomiu, Piekarach Śląskich, Rudzie Śląskiej i Tychach.

¹ Procenty nie sumują się do stu, ponieważ respondenci mogli wybrać w ankiecie więcej niż jedną odpowiedź.

2. Przegląd zapisów prawnych w zakresie organizacji wychowania przedszkolnego na terenie gminy

Występujące w literaturze nauk społecznych pojęcie „polityka prorodzinna” jako takie odnosi się zazwyczaj do konkretnego instrumentarium, występującego w formie różnego rodzaju świadczeń pieniężnych, rzeczowych oraz usług, wspierających funkcjonowanie rodziny (Balcerzak-Paradowska, 2015, s. 2).

Realizacja polityki prorodzinnej, w tym zapewnienie kobietom w ciąży opieki socjalnej, medycznej i prawnej, należy do zadań własnych gminy, w ramach misji zaspokajania potrzeb zbiorowych wspólnoty (Uosg, 2024, art. 7 ust. 1 pkt 16). Szczególna rola samorządów obejmuje zapewnienie kształcenia, wychowania i opieki nad dziećmi w wieku 3–6 lat w przedszkolach oraz w innych formach wychowania przedszkolnego (Pośw, 2024, art. 11 ust. 2). Wychowanie przedszkolne podejmowane jest również w przedszkolach z oddziałami integracyjnymi i w przedszkolach specjalnych (Pośw, 2024, art. 127 ust. 1 i art. 2 ust. 1).

Należy odróżnić prawo do skorzystania z wychowania przedszkolnego od obowiązku odbycia rocznego przygotowania przedszkolnego w przedszkolu, oddziale przedszkolnym w szkole podstawowej bądź innej formie wychowania przedszkolnego. W polskim systemie oświatowym uprawnione do opieki przedszkolnej są dzieci w wieku 3–5 lat², natomiast zobligowane do niej – dzieci sześćioletnie (Pośw, 2024, art. 31 ust. 6 i art. 31 ust. 4). Tym samym wychowanie przedszkolne obejmuje okres od początku roku szkolnego w roku kalendarzowym, w którym dziecko kończy 3 lata, do końca roku, w którym kończy ono 7 lat (Pośw, 2024, art. 31 ust. 1).

Sieć prowadzonych przez gminę publicznych przedszkoli i oddziałów przedszkolnych w szkołach podstawowych ustala rada gminy (Pośw, 2024, art. 32 ust. 1). Wymaga podkreślenia, iż w przypadkach uzasadnionych warunkami demograficznymi i geograficznymi może ona uzupełnić sieć publicznych przedszkoli i oddziałów przedszkolnych w szkołach podstawowych o inne publiczne formy wychowania przedszkolnego (Pośw, 2024, art. 32 ust. 2).

Zadania opieki przedszkolnej na terenie gminy (Pośw, 2024 art. 31 ust. 8) wykonywane są w publicznym przedszkolu, oddziale przedszkolnym w publicznej szkole podstawowej bądź publicznej innej formie wychowania przedszkolnego, prowadzonych przez gminę bądź przez inną osobę prawną lub osobę fizyczną, położonych na obszarze gminy lub w niepublicznym przedszkolu, oddziale

² W szczególności uzasadnionych wypadkach do przedszkola można przyjąć dziecko, które ukończyło 2,5 roku (por. Pośw, 2024, art. 31 ust. 3).

przedszkolnym w niepublicznej szkole podstawowej (Pośw, 2024, art. 31 ust. 9 pkt 1–3). Wynika stąd, że placówki niepubliczne³ mogą zakładać osoby prawne⁴ lub fizyczne niebędące jednostkami samorządu terytorialnego (por. Ufzo, 2024, art. 4 ust. 1). Dzieje się tak po uzyskaniu wpisu do ewidencji prowadzonej przez jednostkę samorządu terytorialnego (tu: gminę), obowiązującą do prowadzenia odpowiedniego typu placówek publicznych (Pośw, 2024, art. 168 ust. 1, por. art. 181 ust. 1). W ciągu 30 dni od daty zgłoszenia gmina z urzędu doręcza wnioskodawcy zaświadczenie o wpisie do ewidencji, jego kopię przekazując właściwemu kuratorowi oświaty i organowi podatkowemu (Pośw, 2024, art. 168 ust. 9–10, por. art. 181 ust. 1).

Źródłem finansowania zadań oświatowych w placówkach wychowania przedszkolnego są dotacje z budżetu państwa, które gmina otrzymuje do swojego budżetu, kwoty pochodzące ze środków Unii Europejskiej oraz środki własne samorządów (Ufzo, 2024, art. 12 ust. 1 i art. 15).

3. Analiza skupień placówek przedszkolnych metodą *k* środków ciężkości

Przy próbie systematyzacji obiektów przedszkolnych podstawowym pojęciem w analizie skupień (ang. *clusteranalysis*) jest miara odległości d pomiędzy parami obiektów i oraz l . Dystans ten odpowiada za brak ich podobieństwa względem siebie, zakładając, że im większy odcinek pomiędzy dwoma obiektami, tym bardziej są one od siebie różne. W grupowaniu łączy się zatem elementy leżące blisko siebie, równocześnie będące daleko od innych, tworzących inną klasę. Klasyfikacja w tym rozumieniu sprowadza się do podziału skończonego zespołu tych komponentów na z góry ustaloną bądź nie liczbę klas (grup, skupień, klastrów) (Pociecha, 2008, s. 2). Funkcję obiektów mogą odgrywać poszczególne kraje, w tym regiony (poziom rozwoju gospodarczego), przedsiębiorstwa (kondycja finansowa) czy produkty (walory użytkowe) (Bąk, 2016, s. 23; Kowalewski, 2006, s. 101; Perło, 2014, s. 74; Pociecha, 2008, s. 2)⁵.

³ Przedszkola zakładane i prowadzone przez jednostki samorządu terytorialnego są jednostkami budżetowymi (Ufzo, 2024, art. 4 ust. 1).

⁴ Pojęciem tym objęte są fundacje, stowarzyszenia czy spółki kapitałowe prawa handlowego (spółki z ograniczoną odpowiedzialnością i spółki akcyjne).

⁵ Z drugiej strony, natrafiamy w taksonomii na odrębną kategorię wielowymiarowej analizy porównawczej. Jej podwaliny opierają się na konstrukcji syntetycznej miary (swoistego reprezentanta), pozwalającej na wzajemne zestawienia ze sobą elementów zbioru (obiektów), opisanych za pomocą wielu zmiennych (cech) (Bąk, 2016, s. 25).

By porównywać je ze sobą, niezbędne okazuje się sprowadzenie ich do wspólnego mianownika w procedurze normalizacji z . Pośród wielu jej odmian najczęściej wybiera się standaryzację, która odpowiada za przekształcenia komponentów x_{ij} , na podstawie schematu (Dmitruk, Gawinecki, 2017, s. 108; Kowalewski, 2006, s. 102; Walesiak, 2014, s. 364):

$$z_{ij} = \left(\frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \right) \quad (1),$$

gdzie: x_{ij} – i -ta składowa j -tego elementu, \bar{x}_j – średnia arytmetyczna j -tego elementu, s_j – odchylenie standardowe dla j -tej zmiennej.

Na drodze ku standaryzacji oczekiwania co do ustalonego przebiegu zjawiska przekładają się na konieczność rozróżniania wśród obiektów tzw. stymulant, destymulant lub nominant. Dla pierwszych z nich pożądane są wyższe wartości, dla drugich niższe, a dla trzecich uznane za normatywne (Dmitruk, Gawinecki, 2017, s. 107; Kowalewski, 2006, s. 119–121).

Najczęściej wykorzystywaną funkcją dystansu dla skal co najmniej przedziałowych podczas grupowania zbliżonych do siebie obiektów staje się odległość Minkowskiego postaci (Kowalewski, 2006, s. 105–106; Perło, 2014, s. 82):

$$d_{il} = \sqrt[p]{\sum_{j=1}^m |z_{ij} - z_{lj}|^p} \quad (2),$$

gdzie: d_{il} – odległość między i -tym a l -tym obiektem, z_{ij} – znormalizowana wartość i -tego obiektu zmiennej X_j , p – stała dla $i, l = 1, 2, \dots, n$.

Podniesiony do kwadratu współczynnik p w dystansie Minkowskiego stanowi odległość euklidesową (ang. *Euclidean Distance*). Jej formuła wywodzi się wprost z twierdzenia Pitagorasa, stąd mamy (Kowalewski, 2006, s. 106; Perło, 2014, s. 82):

$$d_{il} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{lj})^2} \quad (3).$$

Jeżeli natomiast w dystansie Minkowskiego pod współczynnik p podstawimy 1, otrzymamy odległość miejską (ang. *City Block Distance*, *Manhattan Distance*), jak niżej (Kowalewski, 2006, s. 106; Perło, 2014, s. 82):

$$d_{il} = \sum_{j=1}^m |z_{ij} - z_{lj}| \quad (4).$$

Właściwości krzywych odległości znajdują zastosowanie w klasyfikacji obiektów metodą k środków ciężkości (centroid). Dąży się w niej do minimalizacji funkcji celu (Kowalewski, 2006, s. 111):

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i \in C_k} \sum_{j=1}^m (z_{ij} - v_{kj})^2 \quad (5),$$

gdzie: $i \in C_k$ – i -ty obiekt należący do k -tej klasy, v_{kj} – j -ta składowa wektora miar położenia, obliczona dla obiektów wchodzących do k -tej klasy.

Z kolei j -te składowe wektora położenia szacuje się w oparciu o wzór (Kowalewski, 2006, s. 112):

$$v_{kj} = \frac{1}{n_k} \sum_{i \in C_k} z_{ij} \quad (6),$$

gdzie: n_k – liczba obiektów k -tego klastra.

Kalkulując udział puli n obiektów w klasie k metodą środków ciężkości, postępuje się iteracyjnie, zgodnie z odpowiednim algorytmem. I tak wstępnie należy wyznaczyć liczbę K klas, dokonując w dowolny sposób początkowej klasyfikacji obiektów. Dalej według formuły 6 oblicza się kolejne centroidy v_{kj} , sugerując się systematyzacją z poprzedniej iteracji. Następnie kalkuluje się dystanse każdego obiektu od wektora średnich każdej grupy, ustalając nową klasyfikację, dzięki przyporządkowaniu każdego obiektu do tego skupienia, dla którego odległość od wektora średnich dąży do minimum. Szacunki powtarza się do momentu uzyskania tożsamyh segregacji w następujących po sobie iteracjach (por. Kowalewski, 2006, s. 112; Sobolewski, Sokołowski, 2017, s. 217).

4. Studium dostępności przedszkoli w przekroju miast powiatowych województwa śląskiego – wyniki badań

Za podmiot badań stopnia zagęszczenia placówek przedszkolnych wybrano miasta grodzkie województwa śląskiego. Należą do nich w porządku alfabetycznym: Bielsko-Biała (BB), Bytom (BYT), Chorzów (CHO), Częstochowa (CZE), Dąbrowa Górnicza (DG), Gliwice (GL), Jastrzębie-Zdrój (JZD), Jaworzno (JAW), Katowice (KCE), Mysłowice (MYS), Piekary Śląskie (PŚL), Ruda Śląska (RŚL), Rybnik (RYB), Siemianowice Śląskie (ŚSL), Sosnowiec (SSN), Świętochłowice (ŚWI), Tychy (TCH), Zabrze (ZAB) i Żory (ŻOR). Stanowią one łącznie grupę 19 obiektów. Diagnozy

stanu infrastruktury placówek przedszkolnych dokonano w dwóch okresach: bezpośrednio przed wybuchem pandemii SARS-COV-2 w 2019 roku (faza wstępna), jak i w trakcie powolnego jej wygaszania w 2022 roku — głównie dzięki szczepieniom i/lub przebytej chorobie wskutek infekcji wirusem COVID-19 (faza końcowa). Na ocenę dostępności przedszkoli w Śląskiem składa się kilka etapów. W pierwszym za jej przedstawiciela obrano ułamek liczby placówek przedszkolnych na 1 km² (zmienna zależna *PRP*). W drugim, ze zbioru 25 potencjalnych wskaźników, wybrano trzy indykatory (składowe niezależne), dla których współczynnik korelacji przekroczył każdorazowo wartość progową r^* , równą 0,3961, w rozkładzie t Studenta na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ i $n-2 = 23$ stopnie swobody (Gawinecki i in., 2008, s. 306–308). Są nimi: liczba aptek publicznych na 1 km² (*APP*), liczba placówek bibliotecznych w przeliczeniu na 1 km² (*BIP*) oraz liczba miejsc noclegowych na 1 km² (*NOP*). Rozpoznanie siły i kierunku afiliacji mierników umożliwiło z kolei studium korelacji, przeprowadzone w kroku trzecim. Jego rezultat prezentuje tabela 1.

Tabela 1. Kształtowanie się wzajemnych interferencji mierników korelacji liniowej Pearsona dla par zmiennych [dane w j.m.]

2019	<i>PRP</i>	<i>APP</i>	<i>BIP</i>	<i>NOP</i>
<i>PRP</i>	1,0000			
<i>APP</i>	0,9295	1,0000		
<i>BIP</i>	0,8450	0,7760	1,0000	
<i>NOP</i>	0,5100	0,4786	0,1356	1,0000
2022	<i>PRP</i>	<i>APP</i>	<i>BIP</i>	<i>NOP</i>
<i>PRP</i>	1,0000			
<i>APP</i>	0,9247	1,0000		
<i>BIP</i>	0,7874	0,7860	1,0000	
<i>NOP</i>	0,6116	0,5361	0,2488	1,0000

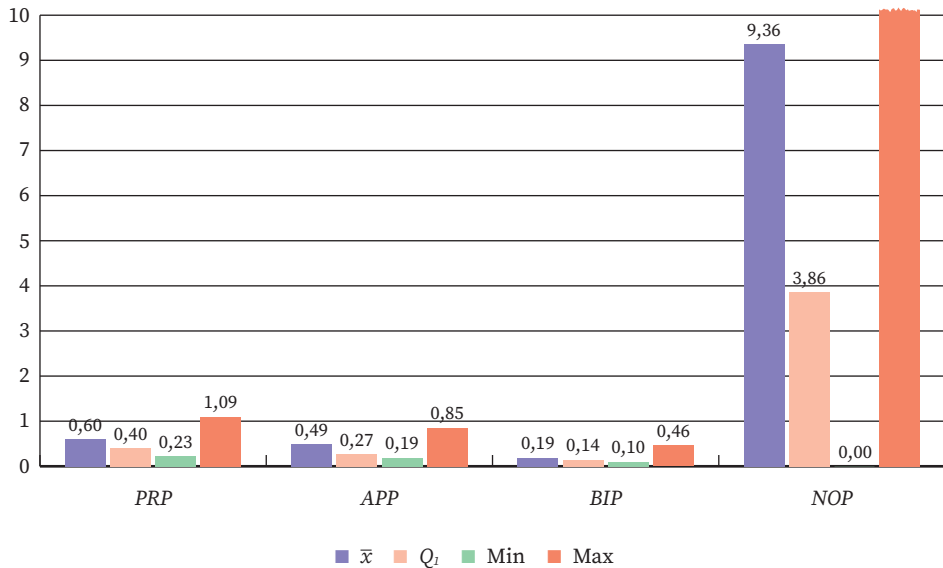
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Rocznika Statystycznego Województwa Śląskiego (2022 i 2019) (por. Gawinecki i in., 2008, s. 306–308)

Z tabeli 1 wynika, iż wszystkie wybrane wskaźniki przekraczają wspomnianą wartość progową współczynnika korelacji r^* (0,3961). I tak w latach 2019 i 2022 na zagęszczenie przedszkoli najsilniej zdaje się oddziaływać dostępność aptek publicznych (*APP*) ($\bar{r}_{xy}^6 = 0,9271$) oraz bibliotek (*BIP*) ($\bar{r}_{xy} = 0,8162$). Mamy również wyraźne dodatnie związki między siecią aptek i bibliotek w omawianym okresie

⁶ \bar{r}_{xy} oznacza przeciętną wartość współczynników korelacji liniowej dla wzmiankowanych dwóch okresów: 2019 r. i 2022 r.

($\bar{r}_{xy} = 0,7810$). Najslabiej siatka placówek przedszkolnych wydaje się uzależniona od liczby miejsc noclegowych (NOP) ($\bar{r}_{xy} = 0,5608$). Diagnozując status wzajemnych interakcji par zmiennych niezależnych, rekomenduje się jednocześnie, aby „nakładające się” na siebie wskazania, powyżej progu granicznego, ukształtowały się poniżej kwot wektora PYP^7 . Warto również zwrócić uwagę na spadek znaczenia liczby punktów bibliotecznych BIP ($r = 0,7874 < 0,8450$), przy wzroście roli zaplecza noclegowego NOP ($r = 0,6116 > 0,5100$), co może łączyć się ze zwiększeniem podaży nowych mieszkań w miastach powiatowych, oddanych pod wynajem osobom z małymi dziećmi (H1).

Przyglądając się wskazaniom statystyki opisowej w 2022 roku na rys. 1, można z niego odczytać pokaźne amplitudy kwot indykatorów. Dotyczą one w pierwszym rzędzie liczby miejsc noclegowych na 1 km² powierzchni – z minimum i maksimum równym odpowiednio 0,00 (0,00) i 33,96 (29,21) przy średniej 9,36/km² (9,63). W drugiej kolejności liczby bibliotek na 1 km², których progi minimalne i maksymalne wynoszą każdorazowo 0,10 (0,10) i 0,46 (0,46), dla przeciętnej w wysokości 0,19/km² (0,20)⁸.



Rys. 1. Wahania indykatorów infrastruktury przedszkolnej w 2022 r. [dane w j.m.]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Rocznika Statystycznego Województwa Śląskiego (2022 i 2019)

⁷ Przykładowo w roku 2019 składa się na niego ciąg cyfr [1,000 0,9295 0,8450 0,5100].

⁸ W nawiasach okrągłych podano odnośne notowania mierników w 2019 r.

Trafność doboru zmiennych zależnych z tablicy korelacyjnej zdaje się potwierdzać analiza regresji, przeprowadzona w kroku czwartym. Jej wyniki ukazuje tabela 2. Postuluje się, że w roku 2019, poza przecięciem, każdy z mierników w tabeli 2 znacząco wpływa na wysokość PRP, z prawdopodobieństwem p , mieszczącym się w przedziale $\langle 0,00;0,02 \rangle$ dla $1 - \alpha = 0,95$ (kol. 4 i 7). W 2022 roku z powyższej zasady ($p < \alpha = 0,05$) zdaje się wyłamywać wskaźnik BIP, dla którego $p = 0,09$ (H_1)⁹. Stąd w roku 2019 wzrost o 1 p.p. liczby przedszkoli na 1 km² PRP powinien był przełożyć się na zwiększenie dostępności placówek bibliotecznych BIP o 113 p.p., a punktów aptecznych APP o 54 p.p. na jednostkę powierzchni (kol. 1). W 2022 roku amplitudy te są dwukrotnie niższe – w przypadku gęstości bibliotek (zmiana do kwoty ± 70 p.p.) i o kilkanaście procent wyższe – w odniesieniu do liczby aptek (zmiana do wysokości ± 69 p.p.) (kol. 1). Z drugiej strony, zwrócone przeciętne wartości współczynników należy traktować z pewną dozą ostrożności – z uwagi na wielkość błędów standardowych i rozstępy przedziałów wokół średniej. Ujawniają one bogatą dynamikę rozpiętości kolejnych wskaźników w przekroju pojedynczych miast grodzkich¹⁰. Przykładowo dla parametru BIP kształtowały się one w 2019 roku w wysokości 26,6%, a dla składowej APP na poziomie 27,4% (kol. 2 ÷ kol. 1 $\times 100\%$), budując interwały estymacji kolejno: $\langle 0,49; 1,77 \rangle$ i $\langle 0,22; 0,85 \rangle$ (kol. 5 i 6)¹¹.

Tabela 2. Wskazania potencjalnych zmiennych egzogenicznych w modelu regresji liniowej APP [dane w j.m.]

Komponenty 2019	Współczynniki	Błąd standardowy	t Stat	Wartość p	Dolne 95%	Górne 95%	Istotność
0	1	2	3	4	5	6	7
Przecięcie	0,02	0,04	0,49	0,63	-0,07	0,11	NIE
APP	0,54	0,15	3,64	0,00	0,22	0,85	TAK
BIP	1,13	0,30	3,76	0,00	0,49	1,77	TAK
NOP	0,01	0,00	2,60	0,02	0,00	0,01	TAK

⁹ Wysokość p dla indykatora NOP w 2022 r. wynosi w zaokrągleniu 0,05, kształtując się poniżej tej wielkości, co przesądziło o jej istotności dla modelu.

¹⁰ Por. notowania mierników gęstości na rys. 1.

¹¹ W 2022 r. względne kwoty błędów szacunków były jeszcze wyższe i równały się dla wzmiankowanych wskaźników BIP i APP każdorazowo: 54,5% i 27,2%.

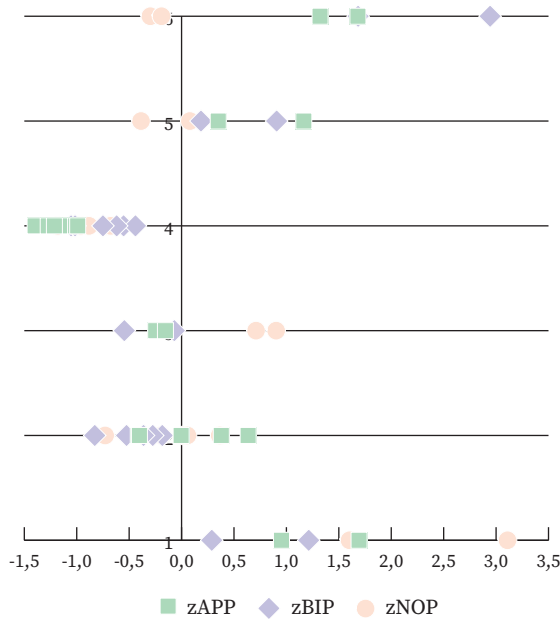
Komponenty 2022	Współczynniki	Błąd standardowy	t Stat	Wartość p	Dolne 95%	Górne 95%	Istotność
0	1	2	3	4	5	6	7
Przecięcie	0,07	0,05	1,29	0,22	-0,04	0,18	NIE
APP	0,69	0,19	3,68	0,00	0,29	1,09	TAK
BIP	0,70	0,38	1,83	0,09	-0,11	1,51	NIE
NOP	0,01	0,00	2,17	0,05	0,00	0,01	TAK

Źródło: Opracowanie własne (por. Gawinecki i in., 2008, s. 19–24; Gruszczyński, Podgórska, 2004, s. 21–26)

W tych realiach stwierdzono znaczną jakość dopasowania obu funkcji regresji, co wydadają się odzwierciedlać wskazania współczynników determinacji R^2 i ich pochodnych \tilde{R}^2 , skorygowanych o $n-k-1$ stopnie swobody. Wynosiły one odpowiednio 0,93 (0,92) dla roku 2019 oraz 0,90 (0,88) w roku 2022 (H1).

Użyteczność otrzymanych w studium regresji wyników w opisie rzeczywistości uzależnia się od spełnienia kilku postulatów odnośnie do normalności, losowości, autokorelacji składników losowych i równości ich wariancji. I tak w etapie piątym sprawdzono założenie normalności przebiegu krzywych w teście Shapiro-Wilka. Konstruując dla $n=19$ składników szeregu i poziomu istotności $\alpha = 0,05$ przedział krytyczny $W\alpha \in \langle 0; 9010 \rangle$, stwierdzono dopełnienie tegoż warunku przy obliczonych kwotach W_n – odpowiednio: 0,9567 (2019) i 0,9826 (2022), wybiegających poza obszar odrzucenia funkcji Gaussa jako właściwej do prezentacji szeregów (Gawinecki i in., 2008, s. 59; Gruszczyński, Podgórska, 2004, s. 90–92; Sobczyk, 1994, s. 176–178). W kroku szóstym zweryfikowano zagadnienie losowości reszt modelu w teście serii. Zliczając liczbę naprzemiennie występujących dodatnich i ujemnych ciągów resztowych, uzyskano łączną wielkość $S_n = 10$ w omawianym okresie. Zestawiając ją z wartością progową S_α wynoszącą 6, potwierdzono losowy charakter odchylen między wielkościami empirycznymi y_i a hipotetycznymi \hat{y}_i dla obszaru ufności $1 - \alpha = 0,95$ (Gruszczyński, Podgórska, 2004, s. 52–53; Sobczyk, 1994, s. 260). Natomiast ze względu na spełnione nierówności $d_U = 1,6850 < d'_n = 1,8663 \leq 4$ i $d_U = 1,6850 < d_n = 1,9010 \leq 4$ wysunięto w punkcie siódmym wnioszek o braku autokorelacji p składników losowych e_i w 2019 i 2022 roku w teście autokorelacji Durбина-Watsona (Aczel, 2000, s. 601–602; Gawinecki i in., 2008, s. 60; Gruszczyński, Podgórska, 2004, s. 59–61). Kalkulując z kolei wariancje dla dwóch podzbiorów e_1 i e_2 szeregów czasowych, obliczono w kroku ósmym wielkości F_{m_1, m_2} , wynoszące 1,1624 (2019 r.) oraz 1,0885 (2022 r.) w teście Fischera-Snedecora. Porównując je z przedziałem krytycznym $K \in \langle 5,05; \infty \rangle$, utworzonym dla dwóch podzbiorów $m_1 = m_2$ i $n \div 2 - (k + 1)$ stopni swobody, łatwo zauważyć, iż postulat homoskedastyczności został spełniony (Gawinecki i in., 2008, s. 60–61; Gruszczyński, Podgórska, 2004, s. 76–77).

Z przyjętych ustaleń kluczowe znaczenie dla dalszych dociekań wydaje się mieć kwestia normalnego przebiegu krzywych. Uprawnia ona do użycia mocniejszych co do zasady testów parametrycznych. Stąd przykładowo pragnąc określić oddziaływanie pandemii SARS-COV-2 na zmienną Y_{PRP} i współtworzące ją składowe X_i w dwóch fazach: w 2019 roku, to jest na krótko przed jej wybuchem (okres „wejścia”), jak i w trakcie powolnego jej zanikania w 2022 roku (okres „wyjścia”), posłużono się na etapie dziewiątym jednostronnym rozkładem t Studenta w studium par skojarzonych z dwiema próbami, dla wielkości przeciętnych poszczególnych indyktorów w dwóch populacjach zależnych. Wykazał on na poziomie $\alpha = 0,05$ i $n-1 = 18$ stopni swobody znaczące zróżnicowanie wskaźników zagęszczenia placówek bibliotecznych BIP ($p = 0,01$) i punktów aptecznych APP ($p = 0,00$) w latach 2019 i 2022 ($\mu_r = 0$). Nie zauważono za to istotnych wahań w notowaniach mierników liczby placówek przedszkolnych PRP ($p = 0,08$), a zwłaszcza miejsc noclegowych NOP na 1 km² ($p = 0,36$) w omawianym horyzoncie czasowym ($\mu_r > 0$) (H2).



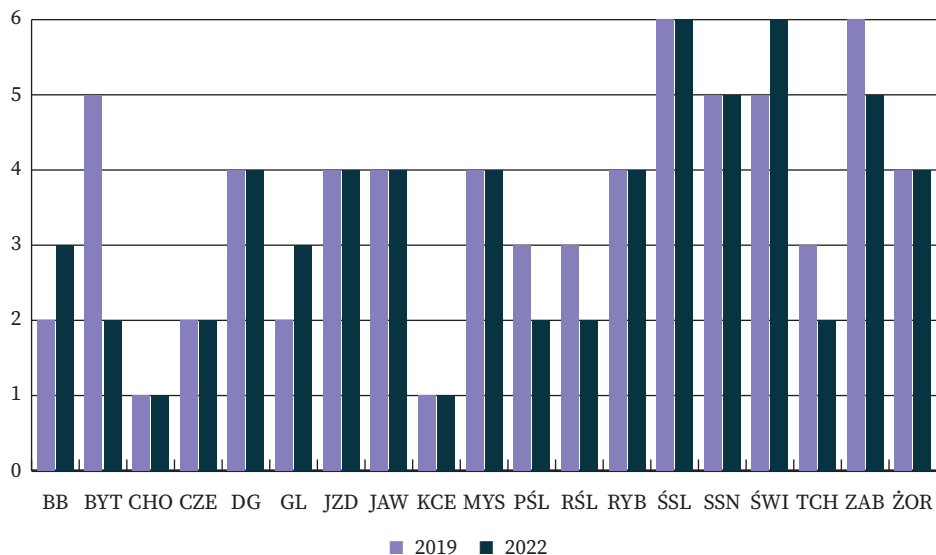
Rys. 2. Rozkład znormalizowanych wskaźników opisujących gęstość placówek przedszkolnych województwa śląskiego w 2022 r. [dane w j.m.]

Źródło: Opracowanie własne

Ostatecznie przeprowadzono czynności klasyfikacyjne miast grodzkich pod kątem skali zagęszczenia placówek przedszkolnych PRP (zmienna endogeniczna) w województwie śląskim. Tą drogą zastosowano algorytm k średnich, konstruując

zbiór 6 centroid dla znormalizowanych zmiennych egzogenicznych z , wywodzących się od mierników: liczby aptek publicznych z_{APP} , wolumenu bibliotek miejskich z_{BIP} i liczby miejsc noclegowych z_{NOP} na jednostkę powierzchni w km^2 w kroku dziesiątym. Do kalkulacji wartości przeciętnych centroid przyjęto za wektor wejściowy format ciągu liczb odpowiadających kolejnym pozycjom w rankingu, przypisanym proporcjonalnie do każdego klastra¹². Wykorzystując sumę kwadratów różnic i -tego wskaźnika od środka jego ciężkości w j -tej grupie jako odległość euklidesową, utworzono macierz kwadratów odległości 1÷6 kotwic od 1÷19 miast grodzkich (o wymiarach 6×19). Dzięki funkcji minimum Excela dokonano wyboru najmniejszego dystansu od środka ciężkości dla indywidualnego obiektu, w fazie jedenastej.

Kategoryzację klastrową prowadzono do momentu osiągnięcia najmniejszego błędu sumy kwadratów (ang. *Square Sum Error* – SSE), przy jednoczesnym spełnieniu postulatu tzw. konwergencji, to jest uzyskania zbieżności rankingowej między wektorem wejściowym a wyjściowym w końcowej iteracji. Efekt tych starań ujawnia rys. 2. Z rys. 2 da się odczytać, iż najbardziej zbite wydają się klastry 4 i 2, skupiając wokół siebie większość masy ciężkości pojedynczych standaryzowanych wskaźników. Nieco luźniejsze aglomeracje występują w grupie 3, z rozstępem $\langle -0,546; 0,902 \rangle$. Najbardziej rozmyty zdaje się natomiast klaster 6, zamykając się w przedziale $\langle -0,298; 1,684 \rangle$.



Rys. 3. Klasyfikacja miast grodzkich z perspektywy sieci przedszkoli w Śląskiem przypisanych do 6 klastrów w roku 2019 i 2022 [dane w j.m.]

Źródło: Opracowanie własne

¹² Stąd przybrał on inicjalną formę [11122233344455566666].

W kroku dwunastym dokonano alokacji dziewiętnastu miast grodzkich do sześciu klas obiektów w dwóch okresach, co przedstawia rys. 3. Można postulować, iż z punktu widzenia stopnia zagęszczenia punktów wychowania przedszkolnego pierwszy klaster współtworzą w 2019 i 2022 roku *ex aequo* Chorzów (CHO) i Katowice (KCE). Z pułapu dynamiki wahań w drugim skupieniu w 2022 roku znalazły się placówki przedszkolne w Bytomiu (BYT), Piekarach Śląskich (PŚL), Rudzie Śląskiej (RŚL) i Tychach (TCH). Największą zmianę zaliczył Bytom ($\Delta+3$), pozostałe miasta przesunęły się o jedno miejsce pod względem liczby przedszkoli na 1 km² powierzchni ($\Delta+1$) (H3).

5. Zakończenie

Narzędzia klasyfikacji obiektów wypełniają, obok metod ich porządkowania, treść wielowymiarowej analizy porównawczej. W omawianym przykładzie przedmiotem dociekań stała się dostępność przedszkoli (PRP) na 1 km² w ujęciu kolejnych miast grodzkich województwa śląskiego (zmienna Y) i czynniki ją kształtujące (zmienne X_i). Przyjęły one postać mierników gęstości. Analiza współczynników korelacji liniowej Pearsona dowiodła, że w latach 2019 i 2022 najsilniejsze alianse z indykatorem liczby placówek przedszkolnych w Śląskiem (PRP) odnoszą się do wskaźników zagęszczenia aptek publicznych (APP) ($\bar{r}_{xy} = 0,9271$) i bibliotek (BIP) ($\bar{r}_{xy} = 0,8162$). Nieco luźniejszy związek z siecią przedszkoli zdaje się ujawniać ułamek liczby miejsc noclegowych do jednostki powierzchni (NOP) ($\bar{r}_{xy} = 0,5608$) (H1). Przepuszczenia co do prawidłowości selekcji poszczególnych wskaźników infrastruktury znalazły swoje uzasadnienie w notowaniach parametrów p , w modelu regresji wielorakiej w omawianym okresie, przy realizacji postulatów normalności, losowości, autokorelacji składników losowych i ich homoskedastyczności, na poziomie $\alpha = 0,05$. Korzystając z własności funkcji Gaussa, zbadano w teście t Studenta, w studium par skojarzonych z dwiema próbami, wpływ poszczególnych składowych X_i na zmienną Y_{PRP} w czasie poprzedzającym pandemię COVID-19 (okres „wejścia”), jak i podczas jej stopniowego zaniku (okres „wyjścia”). Ukazał on dla $\alpha = 0,05$ i $n-1 = 18$ stopni swobody istotne różnice notowań wskaźników gęstości placówek bibliotecznych BIP ($p = 0,01$) i punktów aptecznych APP ($p = 0,00$) w 2019 i 2022 roku ($\mu_r = 0$), przy braku fluktuacji kwot mierników liczby placówek przedszkolnych PRP ($p = 0,08$) i miejsc noclegowych NOP na 1 km² ($p = 0,36$) w prezentowanym horyzoncie czasowym ($\mu_r > 0$) (H2). Wiedza na temat zmiennych egzogenicznych: APP, BIP i NOP, konstytuujących wysokość kolejnych mierników PRP, doprowadziła w ostatecznym rozrachunku do zbudowania, metodą k średnich, 6 klastrów, z odpowiednim przypisaniem doń 19 miast grodzkich. Dokonu-

jąc systematyzacji stopnia zagęszczenia przedszkoli, pierwszy klaster przypadł w udziale w 2019 i 2022 roku *ex aequo* Chorzowowi (CHO) i Katowicom (KCE). Z perspektywy zmian w zestawieniu do drugiej kategorii podobieństwa trafiły w 2022 roku, w kolejności alfabetycznej, placówki przedszkolne w Bytomiu (BYT), Piekarach Śląskich (PŚL), Rudzie Śląskiej (RŚL) i Tychach (TCH). Największy przyrost odnotowano w Bytomiu ($\Delta+3$), pozostałe miasta grodzkie awansowały o jedno miejsce w klasyfikacji liczby przedszkoli na 1 km² powierzchni ($\Delta+1$) (H3)¹³.

Bibliografia

- Aczel, A.D. (2000). *Statystyka w zarządzaniu*. PWN.
- Balcerzak-Paradowska, B. (2015). Polityka rodzinna w Polsce – wyzwania, stan, ocena. W: M. Strzelecka, Ł. Kucharczyk-Rok (red.), *Ubezpieczenia społeczne. Teoria i praktyka*, 2(125), 2.
- Bąk, A. (2016). Porządkowanie liniowe obiektów metodą Hellwiga i TOPSIS – analiza porównawcza. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia* 26. *Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, 426, 23–25. <http://dx.doi.org/10.15611/pn.2016.426.02>
- CBOS. (2022). Ocena polityki prorodzinnej rządu i zaspokojenie potrzeb prokreacyjnych Polaków. *Komunikat z Badań*, 104, s. 3. www.cbos.pl
- Dmitruk, J., Gawinecki, J. (2017). Metody wielowymiarowej analizy porównawczej – budowa i zastosowanie. *Biuletyn WAT*, LXVI(4), 107–108.
- Gawinecki, J.A., Gawinecka, A., Kowalski, L. i in. (2008). *Ekonometria w zadaniach*. Wyższa Szkoła Handlu i Prawa im. R. Łazarskiego.
- Gruszczyński, M., Podgórska, M. (red.) (2004). *Ekonometria*. Wyd. SGH.
- GUS. (2024, 22 lipca). *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2024 r.* Główny Urząd Statystyczny. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ludnosc/ludnosc/powierzchnia-i-ludnosc-w-przekroju-terytorialnym-w-2024-roku,7,21.html>
- Kowalewski, G. (2006). Metody klasyfikacji i porządkowania. W: A. Stanimir (red.), *Analiza danych marketingowych. Problemy, metody, przykłady* (s. 101–121). Wyd. AE we Wrocławiu.
- Perlo, D. (2014). *Modelowanie zrównoważonego rozwoju regionów*. Wydawnictwo Uniwersyteckie Trans Humana.
- Pociecha, J. (2008). *Rozwój metod taksonomicznych i ich zastosowań w badaniach społeczno-ekonomicznych*. stat.gov.pl
- Pośw. (2024). Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 21 marca 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo oświatowe. Dz. U. 2024, poz. 737.
- Rocznik Statystyczny Województwa Śląskiego. (2019, 30 grudnia). Urząd Statystyczny w Katowicach. <https://katowice.stat.gov.pl/publikacje-i-foldery/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-województwa-slaskiego-2019,4,19.html>
- Rocznik Statystyczny Województwa Śląskiego. (2022, 30 grudnia). Urząd Statystyczny w Katowicach. <https://katowice.stat.gov.pl/publikacje-i-foldery/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-województwa-slaskiego-2022,4,22.html>

¹³ Z drugiej strony, ponieważ analiza skupień odpowiada za przynależność jednostek do danej grupy, warto uzupełnić ją o studium rankingowe, zapewniając wielowątkową ocenę parametryzacji obiektów.

- Sobczyk, M. (1994). *Statystyka*. PWN.
- Sobolewski, M., Sokołowski, A. (2017). Grupowanie metodą k-średnich z warunkiem spójności. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Taksonomia 28. Klasyfikacja i analiza danych – teoria i zastosowania*, 468, 217.
- Ufzo. (2024). Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 kwietnia 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu Ustawy o finansowaniu zadań oświatowych. *Dz. U. 2024*, poz. 754.
- Uosg. (2024). Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu Ustawy o samorządzie gminnym. *Dz. U. 2024*, poz. 609.
- Walesiak, M. (2014). Przegląd formuł normalizacji wartości zmiennych oraz ich własności w statystycznej analizie wielowymiarowej. *Przegląd Statystyczny*, LXI(4), 364–368.

Factors Affecting Accessibility of Pre-Schools in District Towns of Śląskie Province during the COVID-19 Pandemic

Abstract. One of the tasks of local government units is to provide sufficient number of places in nursery schools. The aim of this study described in the article was to create a ranking of 19 district towns of Śląskie Province (referred to as objects) in terms of density of nursery schools during the Covid-19 pandemic. The analysis covers two periods: the year 2019, preceding the outbreak of the pandemic (the initial phase) and the year 2022, when its negative impact subsided (the final phase). In order to compare the situation in both periods, the author applied the k-means method, which is a technique used in cluster analysis. The method was applied to a matrix of potential explanatory variables, which were previously standardized, for which squares of Euclidean distances were calculated from their centroids. After reaching the minimum value of the error function and satisfying the criterion of convergence, the iteration of the matrix algorithm stopped. As a result, the 19 objects were classified into 6 clusters. In both reference years the density of pre-schools, i.e. the response variable, was found to be correlated with three explanatory variables: the number of pharmacies, the number of libraries, and the state of accommodation places per 1 km². Significant differences were also noticed between the average density of nursery schools and the density of libraries and pharmacies in the 19 district towns in the two reference years. The biggest change in the ranking between 2019 and 2022 was observed in the case of Bytom ($\Delta+3$), while Piekary Śląskie, Ruda Śląska and Tychy moved one place up to the second cluster ($\Delta+1$).

Keywords: k-means cluster analysis, object classification, pandemic, pre-school facilities, Silesian local government

HALINA BUK

Uniwersytet WSB Merito w Poznaniu
Wydział Zamiejscowy w Chorzowie
<https://orcid.org/0000-0002-1045-1847>
e-mail: halina.buk@chorzow.merito.pl

ANGELIKA SZYDŁOWSKA

e-mail: angelikaszyd@gmail.com

Podatek u źródła jako narzędzie unikania podwójnego opodatkowania przez międzynarodowe korporacje

Streszczenie. Przedmiotem artykułu jest podatek dochodowy u źródła związany ze współpracą międzynarodową przedsiębiorstw. Głównym celem pracy jest przedstawienie mechanizmu funkcjonowania i rozliczania podatku u źródła oraz opis jego wykorzystania jako narzędzia unikania podwójnego opodatkowania przez międzynarodowe korporacje. Oprócz przeglądu literatury autorki analizują obowiązujące w Unii Europejskiej regulacje podatkowe oraz omawiają wyniki nielosowego badania ankietowego przeprowadzonego z udziałem 119 pracowników korporacji międzynarodowych. Zdaniem respondentów, stosowanie podatku u źródła sprzyja współpracy międzynarodowej oraz ogranicza przypadki podwójnego opodatkowania. Podejmowane od kilku lat inicjatywy OECD wpływają pozytywnie na zmiany regulacji podatkowych w Unii Europejskiej, gdyż od 2027 roku funkcjonowanie podatku u źródła ma być bardziej ustandaryzowane i rodzić mniej problemów w jego rozliczaniu.

Słowa kluczowe: podatek u źródła, korporacje międzynarodowe, unikanie podwójnego opodatkowania

<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1982>

1. Wstęp

Szczególną kategorią zryczałtowanego podatku dochodowego jest podatek u źródła (ang. WHT – *withholding tax*), który jest opłacany od dochodów uzyskiwanych przez niektórych podatników: osoby fizyczne oraz osoby prawne (biznesowe i niebiznesowe), z tytułu transakcji dokonywanych z podmiotami zagranicznymi. Charakterystyczną cechą podatku u źródła jest to, że nabywca transakcji zagranicznej jest zobligowany do zapłaty podatku do wskazanego urzędu skarbowego w zamian

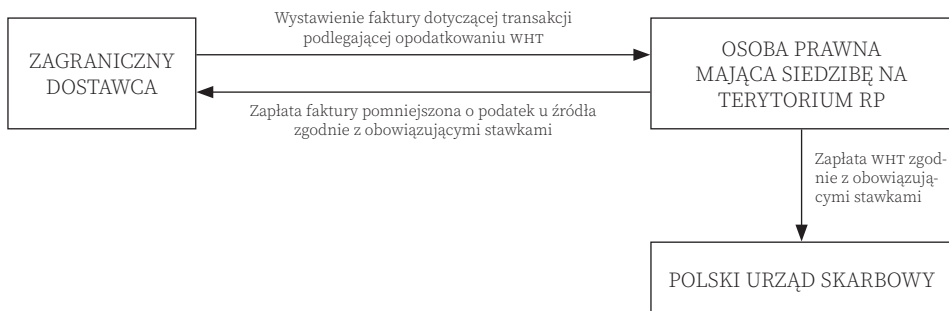
za sprzedawcę, a więc podatnik danego kraju staje się płatnikiem podatku u źródła. Idea funkcjonowania tego podatku jest słuszna, ma na celu ochronę interesów państwa, a także ochronę podatnika przed podwójnym opodatkowaniem, aczkolwiek zasady praktycznego stosowania są bardzo złożone i rodzą wiele niejasności.

Głównym celem artykułu jest zbadanie, czy podatek u źródła może być wykorzystywany jako narzędzie unikania podwójnego opodatkowania przez międzynarodowe korporacje. Dla osiągnięcia tego celu ogólnie scharakteryzowano rodzaje transakcji podlegające opodatkowaniu, wyjaśniono procedurę rozliczenia podatku, a także przeprowadzono badania przedmiotowych opinii osób pracujących w korporacjach międzynarodowych.

Wyniki badań świadczą o tym, że wiedza o szczegółowych zasadach funkcjonowania podatku u źródła jest ograniczona oraz że obowiązujące w Polsce regulacje podatkowe budzą wiele niejasności. Powyższe przesłanki uzasadniają popularyzowanie wiedzy o tym szczególnym podatku, zwłaszcza że coraz więcej jednostek korzysta z usług świadczonych przez przedsiębiorstwa międzynarodowe.

2. Systematyczny przegląd literatury

Podatek u źródła (WHT) jest elementem systemu podatkowego w wielu krajach świata, a zwłaszcza w tych, które mają podpisane międzynarodowe umowy o unikaniu podwójnego opodatkowania (Polska zawarła ich 91). WHT odróżnia się tym od innych podatków dochodowych, że obowiązek podatkowy nie powstaje w miejscu funkcjonowania — siedzibie danego przedsiębiorstwa, ale w kraju, w którym wygenerowano dochód (McGill, 2023; Holcombe & Gmeiner, 2020, s. 75–95). Zawsze dotyczy on zagranicznych podmiotów, które generują przychody na terenie innego kraju (Buettner et al., 2020). Ogólny schemat funkcjonowania WHT przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Procedura zapłaty podatku u źródła
Źródło: Opracowanie własne

Szczegóły dotyczące transakcji opodatkowanych podatkiem u źródła zostały określone w art. 21 Ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych (Ustawa, 2022), gdzie między innymi zostały wskazane następujące transakcje podlegające opodatkowaniu:

- ▶ odsetki,
- ▶ należności licencyjne, tj. z praw autorskich lub praw pokrewnych, z praw do projektów wynalazczych, znaków towarowych i wzorów zdobniczych, w tym również ze sprzedaży tych praw,
- ▶ należności za udostępnienie tajemnicy receptury lub procesu produkcyjnego,
- ▶ użytkowanie lub prawo do użytkowania urządzenia przemysłowego, w tym także środka transportu, urządzenia handlowego lub naukowego,
- ▶ informacje związane ze zdobytym doświadczeniem w dziedzinie przemysłowej, handlowej lub naukowej (know-how),
- ▶ z tytułu usług niematerialnych, tj. świadczeń: doradczych, księgowych, badania rynku, usług prawnych, usług reklamowych, zarządzania i kontroli, przetwarzania danych, usług rekrutacji pracowników i pozyskiwania personelu, gwarancji i poręczeń oraz świadczeń o podobnym charakterze.

Ponieważ stawki podatkowe w poszczególnych krajach są zróżnicowane, powstaje problem zastosowania stawek określonych w przepisach prawa danego kraju. Istnieje natomiast możliwość odprowadzenia WHT według stawki kraju określonej w umowach międzynarodowych o unikaniu podwójnego opodatkowania przy spełnieniu określonych warunków – i ta możliwość jest szczególnie istotna w przypadku korporacji międzynarodowych, by mogły uniknąć podwójnego opodatkowania transakcji, a równocześnie zminimalizować zobowiązania podatkowe. Aktualnie dla celów obliczenia wysokości podatku w Polsce stosowane są dwie główne stawki: 20% i 10% oraz 19% dla dywidend.

Jednym z najważniejszych celów opodatkowania u źródła jest kontrola przepływów kapitałowych pomiędzy różnymi krajami, gdyż stawki podatku u źródła danych krajów wpływają na decyzje inwestycyjne oraz ceny transferowe korporacji. Dla osiągnięcia tego celu przypisuje się nadto temu podatkowi poniższe funkcje (Kuźniacki, 2022):

- ▶ Zapobieganie podwójnemu opodatkowaniu – funkcja ta ma na celu uniknięcie zdarzeń, w których dochód zostanie opodatkowany w kraju zamieszkania podatnika, a zarazem w kraju, w którym powstał.

- ▶ Pobieranie podatków od zagranicznych podmiotów — funkcja ta zapewnia bezpieczeństwo dochodów państwa poprzez pobranie podatku od osób fizycznych, jak i prawnych spoza ich terytorium, które generują przychody na ich terenie.
- ▶ Wspieranie równowagi fiskalnej poprzez obowiązek podatkowy powstający w kraju, w którym generowany jest dochód — funkcja ta przyczynia się do zachowania równowagi fiskalnej pomiędzy podatnikiem a państwem.
- ▶ Kontrola unikania opodatkowania dzięki wprowadzeniu odpowiednich przepisów prawa, a także umów międzynarodowych, które wpłyną na korporację tak, aby unikały one stosowania szkodliwej polityki podatkowej — funkcja ta chroni interesy państwa przed unikami ze strony korporacji międzynarodowych.

Na początku 2019 roku wprowadzono nowy mechanizm poboru WHT *pay & refund*, który zastąpił dotychczasowe dyrektywy unijne oraz umowy o unikaniu podwójnego opodatkowania (UPO), *relief at source* (ulga od źródła). Płatnik jest zobowiązany pobrać podatek u źródła według stawki podstawowej od jednego zagranicznego dostawcy od nadwyżki kwoty przekraczającej 2 mln zł w trakcie trwania roku podatkowego. Dopiero w kolejnym kroku podatnik albo płatnik — jeżeli poniósł ciężar ekonomiczny tego podatku — będzie mógł się ubiegać o jego zwrot (*refund*), o ile będą spełnione określone warunki (Kalinowska, 2023).

Withholding tax ma na celu eliminację sytuacji, w której podatnik unika opodatkowania poprzez wykorzystywanie jurysdykcji stosujących szkodliwą politykę podatkową. Dzięki temu państwo podczas ustalania przychodów podlegających pod WHT ubezpiecza się przed sytuacją, w której podatnicy mogliby czerpać korzyści poprzez przerzucanie zysków za granicę (Huesecken, Overesch i Tassius, 2018).

Może wystąpić sytuacja, w której nie będzie istniał obowiązek pobrania WHT, dzięki umowie o unikaniu podwójnego opodatkowania, w której dany kraj biorący udział w transakcji jest stroną. Większość państw podpisała pomiędzy sobą umowy o unikaniu podwójnego opodatkowania, które mają na celu ułatwienie zawierania transakcji międzynarodowych pomiędzy różnymi podmiotami. Mogą też wystąpić okoliczności, w których nabywca będzie posiadał obowiązek zastosowania innej, obniżonej stawki podatku u źródła. Przy obu sytuacjach należy pamiętać, że aby móc zastosować umowę o unikaniu podwójnego opodatkowania, niezbędne jest posiadanie odpowiednich dokumentów (chodzi zwłaszcza o certyfikat rezydencji podatkowej). Głównymi celami umów o unikaniu podwójnego opodatkowania są (Schome, 2022):

- ▶ ochrona podatników przed podwójnym opodatkowaniem,

- ▶ zachęcanie do swobodnego przepływu międzynarodowego,
- ▶ transfer technologii i personelu pomiędzy krajami,
- ▶ zapobieganie dyskryminacji między podatnikami,
- ▶ ustanowienie mechanizmu rozstrzygania sporów,
- ▶ zapewnienie mechanizmu wymiany informacji oraz odzyskiwania podatków w sytuacji transgranicznej.

3. Metodologia badań

Dla zrealizowania podstawowego celu badawczego przeprowadzono w formie elektronicznej badanie ankietowe z wykorzystaniem strony internetowej Formularze Google (link do badania: <https://forms.gle/XwP5JYj4g816rArs9>). Sprawdzono opinie 119 respondentów dotyczące podatku u źródła jako narzędzia unikania podwójnego opodatkowania przez międzynarodowe korporacje. Formularz ankiety przeznaczono dla osób, które pracują w działach finansowych bądź posiadają doświadczenie w tej dziedzinie, niezależnie od tego, czy wcześniej miały styczność z podatkiem u źródła, czy też nie. Ankieta została podzielona na kilka następujących sekcji pytań (łącznie było ich 30), które wyświetlały się w zależności od udzielonej odpowiedzi na wcześniejsze pytania:

- a. styczność z podatkiem u źródła,
- b. pytania dla osób, które nie mają styczności z WHT,
- c. pytania dla osób, które mają styczność z WHT,
- d. korzyści i zagrożenia związane z WHT,
- e. Lux Leaks,
- f. międzynarodowe korporacje a podatek u źródła.

Ponadto badanie pozwoliło na weryfikację, czym się różni należyta staranność pomiędzy podmiotami, które płacą podatek WHT, a tymi, które go nie płacą. Dodatkowym celem badania było zweryfikowanie, ile osób pamięta o aferze Lux Leaks oraz jakie zdanie mają na ten temat. W 2014 roku wybuchła jedna z większych afer podatkowych o charakterze międzynarodowym: Luxembourg Leaks, w skrócie nazywana Lux Leaks, związana z opłacaniem zaniżonych podatków w Luksemburgu. Afera polegała na tym, że wiele międzynarodowych firm opłacało bardzo niskie podatki na podstawie specjalnych umów podatkowych z rządem Luksemburga. W świetle przepisów luksemburskiego prawa podatkowego były to legalne działania. Niestety, w związku z tym ucierpiały pozostałe kraje, w których osiągnane były zyski, lecz nie były opłacane podatki. Szacuje się, że kraje te utra-

ciły miliardy euro w związku z niepłaceniem podatków. W aferze tej znalazła się międzynarodowa firma świadcząca usługi księgowe, audytorskie i doradcze, PwC (PricewaterhouseCoopers), która wspierała przedsiębiorców w uzyskaniu przez rząd interpretacji podatkowych zmniejszających ich zobowiązania podatkowe (Huesecken i Overesch, 2015). Wykryto, że ponad 340 przedsiębiorstw europejskich korzystało na tym i opłacało niskie podatki, a wśród nich były m.in. Pepsi, IKEA, Apple oraz Deutsche Bank.

Badania można uznać za reprezentatywne, gdyż 79% respondentów w swojej pracy zawodowej miało do czynienia z podatkiem u źródła. Dominującą grupę stanowili pracownicy usługobiorców, ale też była spora grupa badanych zawierających transakcje z obu stron, tj. usługobiorców i usługodawców.

4. Wyniki badań

Szczegółowe pytania zadawane respondentom mającym do czynienia z podatkiem u źródła miały na celu pozyskanie informacji o państwach współpracujących i głównych przedmiotach transakcji podlegających WHT oraz rozpoznanie dokonywania należytej staranności w ustaleniu zobowiązania podatkowego. W niniejszym opracowaniu przedstawiono tylko wybrane wyniki badań praktycznych.

Badani respondenci współpracują z wieloma krajami świata (por. tabela 1), dominują jednak kraje europejskie (Niemcy, Wielka Brytania, Francja). Wśród państw afrykańskich jest tylko Maroko.

Tabela 1. Lista państw współpracujących w przedmiocie podatku u źródła

Państwo	Liczba	Państwo	Liczba	Państwo	Liczba
Niemcy	34	Holandia	9	Litwa	1
Wielka Brytania	29	Szwajcaria	8	Cypr	1
Francja	26	Indie	7	Węgry	1
Belgia	23	Hiszpania	7	Bułgaria	1
Włochy	16	Grecja	7	Australia	1
Maroko	15	Rumunia	3	Malta	1
Austria	12	Czechy	2	Meksyk	1
Stany Zjednoczone	11	Chorwacja	2	Czarnogóra	1
Japonia	10	Słowacja	2	Wietnam	1
Portugalia	10	Chiny	2	Kanada	1

Źródło: Opracowanie własne

Z tabeli 2 wynika, że wśród grona respondentów dominują ci, którzy dokonują transakcji związanych z usługami niematerialnymi (47), następnie to opłacający podatek u źródła od odsetek (38) oraz dywidend (37).

Tabela 2. Transakcje opodatkowane podatkiem u źródła

Przedmiot transakcji	Liczba respondentów
Usługi niematerialne (doradcze, księgowe, prawne, rekrutacyjne pracowników, pozyskiwanie personelu, inne)	47
Odsetki	38
Dywidendy	37
Licencje	21
Inne przychody z tytułu udziału w zyskach osób prawnych	20
Usługi widowiskowe	2
Najem pojazdów	1
Wynajem	1
Użytkowanie urządzenia przemysłowego	1

Źródło: Opracowanie własne

Poza posiadaniem certyfikatu rezydencji podatkowej w celu prawidłowego rozliczenia zapłaconego podatku u źródła należy dokonać należytej staranności zgodnie z art. 26 ust. 1 ustawy CIT. Aby zastosować preferencyjną stawkę podatku, podatnik powinien (Malinowski, 2018):

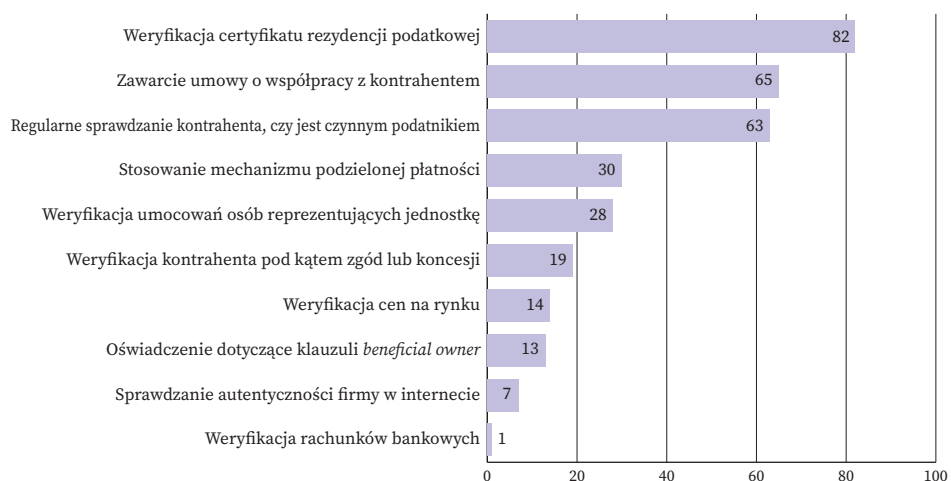
- ▶ zweryfikować, czy otrzymane dokumenty są zgodne ze stanem faktycznym,
- ▶ zweryfikować rezydencję podatkową kontrahenta,
- ▶ zweryfikować status kontrahenta jako podatnika, który osiąga przychody z tytułu transakcji,
- ▶ określić rzeczywistego właściciela należności.

W sytuacji, kiedy podatnik nie dokona należytej staranności, utraci możliwość zastosowania preferencyjnej stawki podatku bądź niespłacenia go. W tej sytuacji będzie zobligowany do zapłaty podstawowej stawki podatku wraz z odsetkami. Podczas dokonywania należytej staranności należy wziąć pod uwagę definicję rzeczywistego właściciela (*beneficial owner*). Zgodnie z art. 4a pkt 29 ustawy o CIT, za *beneficial owner* uznaje się podmiot, który spełnia poniższe warunki (Zarzycki, 2021):

- ▶ otrzymuje należność dla własnej korzyści oraz decyduje samodzielnie o jej przeznaczeniu, ponosząc w tym ryzyko ekonomiczne związane z utratą całości lub części tej należności,

- ▶ nie jest pośrednikiem, przedstawicielem lub innym podmiotem, który jest zobowiązany do przekazania tej należności w jakimkolwiek stopniu innemu podmiotowi,
- ▶ prowadzi rzeczywistą działalność w kraju siedziby, jeżeli przychody uzyskiwane są w związku z prowadzoną działalnością.

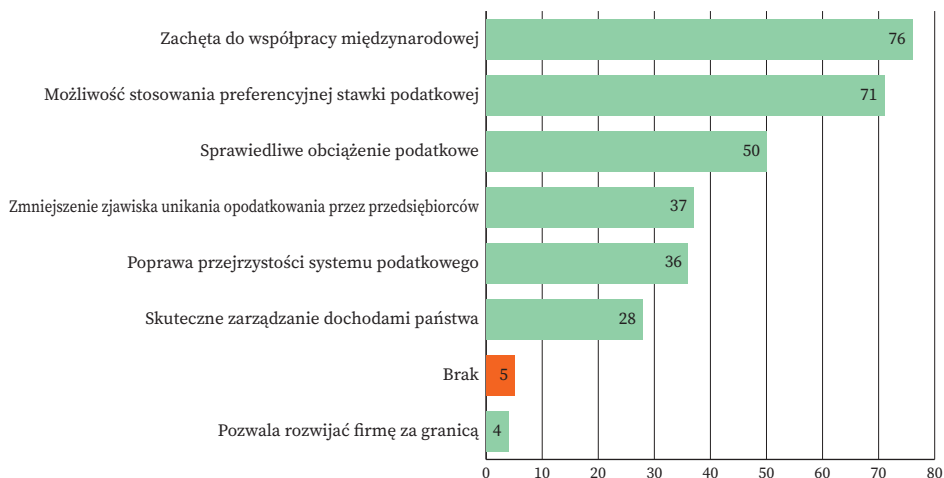
Z przeprowadzonych badań wynika (por. rys. 2), że prawie każdy respondent w celu dokonania należytej staranności regularnie sprawdza, czy współpracuje z czynnymi podatnikami (63), oraz stosuje mechanizm podzielonej płatności (30). Trzecią w kolejności czynnością jest zawieranie umów współpracy z kontrahentem (65). Mniej popularną metodą dokonywania należytej staranności jest sprawdzanie, czy kontrahent posiada niezbędne zgody bądź koncesje (19). Pozostałe siedem sposobów na dokonanie należytej staranności jest mniej popularne wśród respondentów. Zaliczono do nich m.in. wykonywanie płatności powyżej 15 tys. zł przelewem bankowym, weryfikację cen rynkowych bądź weryfikację numerów bankowych dostawcy.



Rys. 2. Forma dokonywania należytej staranności

Źródło: Opracowanie własne

Najważniejszym celem badań było udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy podatek u źródła sprzyja rozwojowi współpracy międzynarodowej oraz czy zabezpiecza przed podwójnym opodatkowaniem przedsiębiorców i osób fizycznych. Z rys. 3 wynika, że prawie wszyscy respondenci (a byli to pracownicy działów finansowo-księgowych z wieloletnim stażem) wyrazili bardzo pozytywne opinie na temat funkcjonowania podatku u źródła.

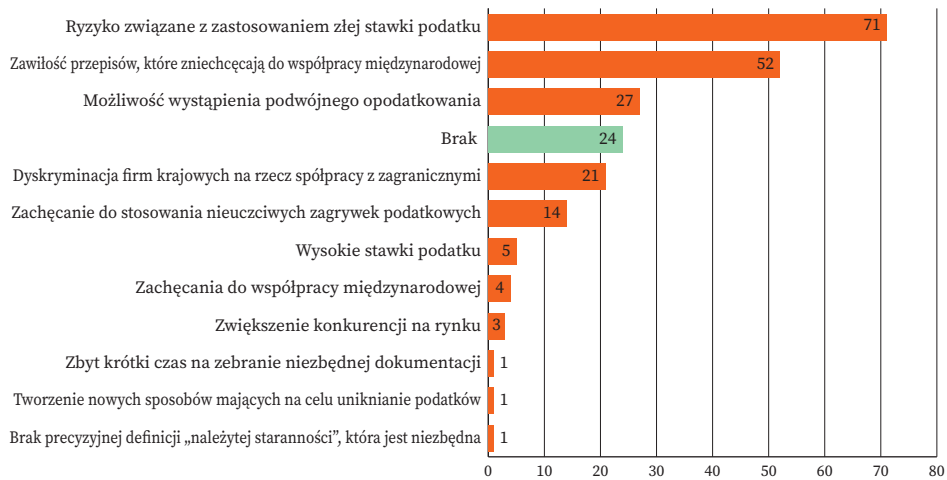


Rys. 3. Korzyści płynące z podatku u źródła
Źródło: Opracowanie własne

Każdy z respondentów w pytaniu o korzyści wynikające z WHT mógł zaznaczyć maksymalnie trzy odpowiedzi. Nie każdy z nich zdecydował się na zaznaczenie wszystkich trzech, ale mimo to dwie odpowiedzi znacznie dominowały wśród ankietowanych. Między innymi respondenci uznali, że dzięki WHT podmioty zachęcane są do współpracy międzynarodowej (76) oraz że WHT pozwala na skorzystanie z preferencyjnej stawki podatku, zgodnie z przepisami (71). Niewiele mniej osób stwierdziło, że pozwala on na sprawiedliwe obciążenie podatkowe (50).

Respondenci w sposób optymistyczny uznają, że dzięki WHT międzynarodowe korporacje zachęcane są do uczciwego rozliczania tego podatku. Ponadto ich zdaniem WHT skutecznie walczy z unikaniem podwójnego opodatkowania przez międzynarodowe korporacje.

Jeżeli chodzi o wskazywanie wad podatku u źródła, to ich liczba była o $\frac{1}{3}$ mniejsza od liczby korzyści płynących z podatku u źródła (por. rys. 4). Osoby biorące udział w badaniu również mogły zaznaczyć maksymalnie trzy odpowiedzi. Ponad 20% respondentów nie uważa, aby WHT posiadało jakieś wady (24). Za największą wadę podatku u źródła wskazano ryzyko związane z zastosowaniem złej stawki podatku (71). Pomimo tego, że WHT zachęca do współpracy międzynarodowej, to zawilość przepisów powoduje odwrotny efekt, co 52 ankietowanych wskazało jako wadę. Za kolejną wadę uznano możliwość wystąpienia podwójnego opodatkowania (27). Znaczna mniejszość uważa, że przez WHT dyskryminowane są przedsiębiorstwa krajowe, na rzecz współpracy z zagranicznymi podmiotami (21). Prócz tego część jest zdania, że przez WHT podmioty zachęcane są do stosowania nieuczciwych zagrywek podatkowych (14).



Rys. 4. Wady stosowania podatku u źródła
Źródło: Opracowanie własne

Powyższe opinie są jednak dowodem na to, że obecne zasady funkcjonowania podatku u źródła nie są jednoznaczne, wymagają wnikliwej analizy konkretnych transakcji i specjalistycznej wiedzy podatkowej.

5. Dyskusja i wnioski

14 maja 2024 roku Rada do Spraw Gospodarczych i Finansowych UE (ECOFIN, 2024) osiągnęła porozumienie polityczne w sprawie kompromisowego tekstu proponowanej dyrektywy w sprawie szybszego i bezpieczniejszego odprowadzania nadmiernych podatków u źródła (dyrektywa FASTER — *Faster and Safer Relief of Excess Withholding Taxes*). Nowa dyrektywa ma na celu znaczną poprawę efektywności i pewności prawa w niektórych procedurach zwolnienia z podatku u źródła na rynkach kapitałowych UE, pobudzenie inwestycji transgranicznych, a także ograniczenie nadużyć podatkowych. Do zaproponowanych zmian należą:

- ▶ utworzenie wspólnego cyfrowego certyfikatu rezydencji podatkowej,
- ▶ utworzenie dwóch procedur (wstępnej oraz uzupełniającej) dla standardowego postępowania zwrotu podatku,
- ▶ wprowadzenie ustandaryzowanych obowiązków przekazywania danych osobowych do organów podatkowych.

Po wprowadzeniu powyższych zmian istnieje możliwość, że dzięki elektronicznemu certyfikatowi rezydencji podatkowej procedura związana z ulgami podatkowymi będzie egzekwowana szybko i skutecznie. Państwa członkowskie będą musiały przenieść dyrektywę do ustawodawstwa krajowego do 31 grudnia 2028 roku, a przepisy krajowe muszą zacząć obowiązywać od 1 stycznia 2030 roku.

Bibliografia

- Buettner, T., Holzmann, C., Kreidl, F. i Scholz, H. (2020). Withholding-tax non-compliance: the case of cum-ex. *International Tax and Public Finance*, 1425–1452.
- ECOFIN. (2024). Rada do Spraw Gospodarczych i Finansowych UE. <https://www.consilium.europa.eu/pl/meetings/ecofin/2024/05/14/>
- Holcombe, G.R. & Gmeiner, J.R. (2020). Income Tax Evasion Prior to Withholding. W: J. Hall & B. Khoo (red.), *Essays on Government Growth* (s. 75–95). Springer.
- Huesecken, B. i Overesch, M. (2015). *Tax Avoidance through Advance Tax Rulings — Evidence from the LuxLeaks Firms*. SSRN.
- Huesecken, B., Overesch, M. i Tassius, A. (2018). *Effects of Disclosing Tax Avoidance: Capital Market Reaction to LuxLeaks*. SSRN.
- Kalinowska, M. (2023). *Podatek u źródła (WHT). Nowe obowiązki weryfikacyjne dla płatników technicznych*. https://www.ey.com/pl_pl/tax/podatek-u-zrodla-wht-nowe-obowiazki-weryfikacyjne-dla-platnikow-technicznych
- Kuźniacki, B. (2022). *Rzeczywisty beneficjent a podatek u źródła*. Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o.
- Malinowski, D.M. (2018). Certyfikat rezydencji podatkowej — obowiązki krajowego płatnika. *Przegląd podatkowy*, 3–5.
- McGill, R.K. (2023). *Cross-Border Investment Withholding Tax. A Practical Guide for Investors and Intermediaries*. Palgrave Macmillan.
- Shome, P. (2022). *Taxation History, Theory, Law and Administration*. Springer.
- Ustawa. Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych. Dz. U. z 2022 r. poz. 2587.
- Zarzycki, M. (2021). *Podatek u źródła*. Akademia LTCA.

Withholding Tax as a Tool of Used by International Corporations to Avoid Double Taxation

Abstract. The article discusses withholding tax (WHT), which is a lump-sum form of income tax imposed on payments made abroad. Its main purpose is to describe the way in which WHT functions, how it is calculated and how it is used by international corporations to avoid double taxation. In addition to a review of the literature, the author analyses EU tax regulations and reports results of a non-random questionnaire survey involving 119 employees of international corporations. According to the respondents, the use of withholding tax facilitates international business cooperation and limits cases of double taxation. Initiatives undertaken by the OECD in recent years have a positive impact on changes in EU tax regulations, as evidenced by the fact that from 2027 the application of WHT will be more standardized and will cause fewer problems in the process of its calculation.

Key words: withholding tax, international corporations, avoiding double taxation

ANNA GOMOLA

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
Kolegium Gospodarki i Administracji Publicznej
<https://orcid.org/0000-0002-1121-4958>
e-mail: gomolaa@uek.krakow.pl

Analiza wrażliwości wyników estymacji współczynnika beta w modelu CAPM dla sektora spożywczego

Streszczenie. Celem artykułu jest oszacowanie poziomu ryzyka aktywów finansowych za pomocą modelu CAPM. Szacowanie parametrów w modelu CAPM odbywa się za pomocą klasycznej metody regresji liniowej, ponieważ zakłada się, że składnik losowy posiada rozkład normalny. Tymczasem rozkłady finansowych szeregów czasowych nie posiadają rozkładu normalnego z powodu dużej liczby obserwacji odstających. W badaniu opisanym w artykule rozluźnione zostało założenie dotyczące normalności rozkładu składnika losowego w regresji CAPM w celu dopuszczenia grubych ogonów oraz asymetrii charakterystycznych dla rozkładów finansowych szeregów czasowych. Analizy zostały przeprowadzone dla sektora spożywczego na rynku polskim i amerykańskim. Oszacowany w ten sposób składnik losowy pozwolił uzyskać większą zgodność modelu z danymi empirycznymi aniżeli w przypadku klasycznego modelu CAPM.

Słowa kluczowe: CAPM, ryzyko, finansowe szeregi czasowe, asymetryczny rozkład t-studenta

<https://doi.org/10.58683/dnswsb.1963>

1. Wprowadzenie

Wyjaśnienie czynników wpływających na ryzyko inwestycyjne jest od dekad przedmiotem zainteresowania zarówno inwestorów, jak i badaczy. Jak powszechnie wiadomo, ryzyko jest nieodłącznym elementem inwestycji, a właściwa wycena instrumentu finansowego pozwala na uniknięcie powiązanych z nią strat finansowych. Pojęcie ryzyka jest złożone i dlatego bardzo trudno je jednoznacznie zdefiniować.

Literatura definiuje ryzyko jako niespodziewany lub niezamierzony wynik decyzji (Ansell i Wharton, 1995). W teorii inwestycji wyróżnia się wiele rodzajów ryzyka, takich jak: ryzyko bankructwa, biznesu, finansowe, kursów walut,

niewypłacalności, operacyjne, polityczne, płynności, rynkowe, siły nabywczej, stopy procentowej, wydarzeń, zarządzania. W tym artykule skoncentrujemy się na ryzyku rynkowym. Ryzyko rynkowe należy podzielić na dwie kategorie: ryzyko systematyczne oraz ryzyko niesystematyczne. Ryzyko niesystematyczne dotyczy pojedynczego instrumentu finansowego i może zostać obniżone poprzez dywersyfikację portfela aktywów (Montgomery i Singh, 1984). Z kolei ryzyko systematyczne dotyczy całego rynku i nie podlega dywersyfikacji. Na ryzyko systematyczne wpływa ogrom czynników ogólnogospodarczych, takich jak cykl koniunkturalny, inflacja, ale również ustrój polityczny oraz polityka monetarna. Suma ryzyka systematycznego oraz niesystematycznego to ryzyko rynkowe (Ostrowska, 2002).

W literaturze powstało wiele modeli oraz teorii, które próbowały wyjaśnić, co konkretnie wpływa na ryzyko rynkowe oraz na stopy zwrotu z aktywów. Jednym z pierwszych oraz najważniejszych modeli dotyczących tej tematyki jest model stworzony przez Harry'ego Markowitza, nazywany teorią portfela. Jedną z najważniejszych modyfikacji rozbudowujących teorię Markowitza stał się model CAPM. Model CAPM (ang. *Capital Asset Pricing Model*), nazywany również modelem równowagi rynku kapitałowego, jest jednym z najpopularniejszych modeli wykorzystywanych do wyceny ryzyka portfeli aktywów finansowych i zakłada liniową zależność pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu z danego aktywów finansowego a ryzykiem rynkowym. Kluczowym parametrem w modelu CAPM jest współczynnik beta mierzący ryzyko systematyczne.

W literaturze przedmiotu przeprowadzono wiele badań w celu empirycznego potwierdzenia lub odrzucenia zależności przedstawionej w modelu CAPM, aczkolwiek jednoznaczne stwierdzenie, czy opisana w modelu CAPM zależność jest poprawna, nadal pozostaje kwestią otwartą (Fama i French, 1992, 1998; Black, 1972; Zhou i Yin, 2003). Badania były prowadzone na wielu płaszczyznach; analizowano dane z wielu rynków, takich jak Stany Zjednoczone, Wielka Brytania, Polska, Turcja, Pakistan, Hong Kong, Tajwan, Singapur, Meksyk, Australia, Etiopia czy Nigeria. Przekrój otrzymanych wyników badań jest bardzo szeroki.

Celem artykułu jest sprawdzenie, jak modyfikacja założeń stochastycznych w modelu regresji modelu CAPM wpływa na wartość współczynnika beta. Ta modyfikacja będzie polegać na rozluźnieniu założeń dotyczących rozkładu prawdopodobieństwa składnika losowego w regresji CAPM w celu dopuszczenia grubych ogonów oraz asymetrii (Gomola, 2021). Ponadto zostanie sprawdzona wrażliwość estymacji współczynnika beta ze względu na częstotliwość danych.

2. Model CAPM: podstawowe informacje

Koncepcja CAPM została opracowana niezależnie przez trzech badaczy: Williama Sharpe'a (1964), Johna Lintnera (1965) oraz Jana Mossina (1966). Model CAPM zawiera dwa kluczowe równania, które opisują zależności pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu a ryzykiem portfela inwestycyjnego. Pierwsze równanie to linia rynku kapitałowego (ang. *Capital Market Line* – CML), drugie równanie to linia aktywów finansowych (ang. *Security Market Line* – SML). Linia CML opisuje zależności dochodu od ryzyka całkowitego dla portfeli efektywnych, SML z kolei opisuje zależności dochodu od ryzyka systematycznego dla portfeli dobrze wycenionych.

Aby zależność opisana w modelu CAPM była prawdziwa, muszą być spełnione określone założenia. Po pierwsze, wszyscy inwestorzy dokonują wyboru na podstawie dwóch zmiennych: oczekiwanej stopy zwrotu oraz wariancji aktywów. Po drugie, wszyscy inwestorzy posiadają jednakowy horyzont inwestycyjny oraz homogeniczne oczekiwania wobec stóp zwrotu z danych aktywów finansowych. Ponadto rynek kapitałowy w modelu CAPM jest rynkiem doskonałym. Oznacza to, że jest doskonale płynny, nie ma kosztów transakcyjnych, podatków i ograniczeń krótkiej sprzedaży. Należy dodać, że wszystkie aktywa są idealnie podzielne oraz odzwierciedlają od razu nowe informacje docierające na rynek. Ostatnim założeniem jest to, że inwestorzy mogą pożyczać pieniądze bez żadnych restrykcji według stopy wolnej od ryzyka (Jajuga i Jajuga, 2007; Dębski, 2010). Ponadto zakłada się, że oczekiwana stopa zwrotu z aktywów finansowych jest ich historyczną średnią stopą zwrotu. Kolejnym założeniem modelu CAPM jest to, że stopy zwrotu z aktywów finansowych są opisane niezależnymi zmiennymi losowymi tworzącymi stacjonarny proces stochastyczny oraz posiadają rozkład normalny (Barucci i Fontana, 2003). Model CAPM dany jest następującą formułą (Greene, 2012):

$$E(r_x) - r_f = \beta \times E(r_m) - r_f \quad (1)$$

gdzie r_x oznacza stopę zwrotu z badanego aktywów finansowych; $E(r_x)$ oznacza oczekiwaną stopę zwrotu z badanego aktywów finansowych; r_m oznacza stopę zwrotu z portfela rynkowego; $E(r_m)$ oznacza oczekiwaną stopę zwrotu z portfela rynkowego; r_f oznacza stopę zwrotu z inwestycji wolnej od ryzyka.

Kluczowym parametrem w modelu CAPM jest współczynnik beta (β), który interpretuje się jako ryzykowność badanego aktywów w relacji do ryzykowności portfela rynkowego. Oznacza to, że jeżeli współczynnik $\beta = 1$, to oczekiwana stopa zwrotu z aktywów finansowych jest równa oczekiwanej stopie zwrotu z portfela rynkowego. Analogicznie interpretuje się sytuację, kiedy $\beta > 1$; wówczas oczekiwana stopa zwrotu z aktywów finansowych jest większa niż ta z portfela rynkowego. Gdy

wartość współczynnika $\beta < 1$, oczekiwana stopa zwrotu z aktywu finansowego jest mniejsza niż ta z portfela rynkowego. Założenia modelu CAPM umożliwiają wykazanie istnienia łącznego rozkładu r_x i r_m o wartościach oczekiwanych z formuły (1) odpowiednio $E(r_x)$ oraz $E(r_m)$, wariancjach $Var(r_x)$ oraz $Var(r_m)$ i kowariancji $Cov(r_x, r_m)$. Ponadto założenia modelu CAPM umożliwiają wyrażenie współczynnika β jako funkcję momentów drugiego rzędu (wariancji i kowariancji) łącznego rozkładu r_x i r_m :

$$\beta = \frac{Cov(r_x, r_m)}{Var(r_m)} \quad (2)$$

Wstawiając β do równania (1), otrzymujemy zależność wynikającą z modelu CAPM, która polega na funkcyjnym związaniu momentów rozkładów r_x i r_m :

$$E(r_x) - r_f = \frac{Cov(r_x, r_m)}{Var(r_m)} \times (E(r_m) - r_f) \quad (3)$$

W analizach empirycznych rozkłady, których istnienie postuluje CAPM, są nieznane i podlegają estymacji. Rozważa się też model regresji CAPM dany jako (Greene, 2012):

$$r_t - r_t^f = \beta_0 + \beta_1 \times (r_t^m - r_t^f) + \varepsilon_t \quad (4)$$

gdzie r_t oznacza obserwację numer t na stopie zwrotu z badanego aktywu; r_t^m oznacza obserwację numer t na stopie zwrotu z portfela rynkowego; r_t^f oznacza obserwację numer t na stopie zwrotu z inwestycji wolnej od ryzyka.

3. Przegląd literatury

Pierwszą formą badań nad poprawnością modelu CAPM było uzupełnienie modelu o dodatkową zmienną. Pierwszą taką modyfikacją był wielokresowy model CAPM (ang. *Intertemporal CAPM*, ICAPM). Model ICAPM jest modyfikacją modelu CAPM poszerzoną o zmienną opisującą konsumpcję. Inwestorzy podejmują decyzje dotyczące wielkości inwestycji oraz wielkości konsumpcji mające wpływ na ich zamożność w całym horyzoncie życia (Merton, 1973). Kolejna modyfikacja modelu CAPM to CCAPM (ang. *Consumption Capital Asset Pricing Model*, CCAPM), która zakładała, że współczynnik beta aktywu zależy również od zmiennej konsumpcji (Breedon, 1979).

Ponadto model CAPM próbowano rozszerzyć, dodając do niego zmienne makroekonomiczne, i takie rozszerzenie modelu w literaturze określane jest jako

MAPM (ang. *Macroeconomic Asset Pricing Model*). Niniejszy model został rozszerzony o zmienne, takie jak amerykańska stopa procentowa, amerykańskie obligacje długoterminowe (ang. *the U.S. government long-term bond rate*) oraz kurs walutowy dla par walut USD/EUR (Pham, 2020a).

Kolejny nurt badań dotyczył modyfikacji poszczególnych założeń modelu CAPM, ponieważ założenia pierwotne były niemożliwe do spełnienia w warunkach rzeczywistych. Po pierwsze, w warunkach rynkowych istnieją podatki dochodowe oraz podatki od zysków kapitałowych. Dlatego próbą modyfikacji założeń modelu CAPM było zbadanie modelu CAPM z dywidendami oraz podatkami. Inwestorzy oczekują wyższej stopy zwrotu, gdy oczekiwana dywidenda jest większa, ponieważ zyski z kapitału oraz dywidendy objęte są podatkiem dochodowym. Jednak uwzględnienie w modelu CAPM podatków oraz dywidend nie dało dokładniejszych oszacowań parametru aniżeli w klasycznym modelu CAPM (Brennan, 1970). Takie same wnioski otrzymano, weryfikując model CAPM ze zmienną opisującą wskaźnik wypłaty dywidendy (Black i Scholes, 1974). Należy jednak dodać, że decyzje o wypłacie zysku netto w postaci dywidendy lub jego zatrzymaniu przez spółki znacząco wpływają na ceny poszczególnych akcji, a to już realnie wpływa na kształtowanie się kursu cen danej spółki (Litzenberger i Ramaswamy, 1979). Różnic w otrzymanych wynikach należy upatrywać w przyjętej przez badaczy metodologii. Jednak wątek podatków i dywidend nie był kontynuowany powszechnie przez innych uczonych. Również modyfikacja modelu CAPM z włączeniem aktywów finansowych niehandlowych (ang. *non traded assets*) nie przyniosła spektakularnych wyników w empirycznej weryfikacji modelu CAPM. Jednak dodanie do modelu CAPM zmiennych opisujących kapitał ludzki poprawiło nieznacznie wyniki poprawności modelu. Testy statystyczne nie pozwoliły jednak uznać go za wiarygodny (Mayers i Smith, 1983).

Inny obszar badań dopatrywał się niemożliwości empirycznej weryfikacji modelu CAPM w niemożności zdefiniowania portfela rynkowego. Należy tu wskazać pracę Rolla (1977) kwestionującą istnienie portfela rynkowego.

Ponadto niemożliwą do spełnienia w warunkach rynkowych przesłanką jest założenie dotyczące homogenicznych oczekiwań wobec stóp zwrotu ze strony inwestorów. Jak powszechnie wiadomo, na rynku kapitałowym mamy inwestorów o różnych preferencjach, dotyczących między innymi horyzontu inwestycyjnego, awersji do ryzyka, oczekiwanej stopy zwrotu. Z tego wynika, że w warunkach rynkowych nie jest możliwe, aby wszyscy inwestorzy mieli takie same oczekiwania (Berk, 1997).

Anomalie w modelu CAPM mogą również mieć swoje źródło w zachowaniu inwestorów, które nie zawsze jest racjonalne. Dlatego model CAPM był przedmiotem badań także w dziedzinie finansów behawioralnych. Przede wszystkim uczestnicy

rynku kapitałowego zbyt optymistycznie prognozują wyniki finansowe spółek, przez co ich aktywa są nieprawidłowo wycenione. Weryfikacje empiryczne dowodzą ponadto, że uczestnicy rynku nie podejmują decyzji zgodnie z założeniami standardowej teorii użyteczności (ang. *utility theory*), czyli nie zawsze dążą do maksymalizacji zysku (Kahneman i Tversky, 1979). Inwestorzy nie zawsze mają dobrze zdywersyfikowane portfele inwestycyjne (Fu, 2009).

Kolejny nurt badań zakładał alternatywne metody szacowania parametrów. W wersji teoretycznej model CAPM jest szacowany za pomocą metody najmniejszych kwadratów (MNK). Metoda MNK zakłada, że składnik losowy posiada rozkład normalny. Jednak jak powszechnie wiadomo, szeregi czasowe posiadają dużą liczbę obserwacji odstających wpływających na poprawność modelu, zaś MNK jest bardzo wrażliwa, gdy badany szereg czasowy posiada dużą ilość takich obserwacji. Model CAPM estymowany z pominięciem obserwacji odstających przewyższył w znacznym stopniu model CAPM estymowany normalnie dla giełdy australijskiej (Gray, 2005). Jednak pomijanie w równaniu regresji obserwacji odstających nie jest poprawne. Jak wykazały badania, nawet pojedyncze obserwacje odstające mogą znacznie wpływać na wielkość szacowanego współczynnika beta (Chan i Lakonishok, 1992). Kolejna próba poradzenia sobie z obserwacjami odstającymi to metoda, która uwzględniałaby wagę danych (ang. *weighted least squares* – WLS). Badania pokazały, że zaproponowana metoda dała lepsze dopasowanie aniżeli klasyczna MNK. Obliczenia były przeprowadzone na danych tygodniowych dla spółek notowanych w indeksach NYSE, AMEX oraz NASDAQ w okresie od stycznia 1992 do grudnia 1996 (Martin i Simin, 2003).

4. Proponowana metodologia

W klasycznym podejściu w modelu CAPM estymacja parametru beta odbywa się za pomocą metody największej wiarygodności, MNW (ang. *maximum likelihood estimation* – MLE), która przy standardowych założeniach klasycznego modelu normalnej regresji liniowej (KMNRL) sprowadza się do metody najmniejszych kwadratów (MNK). Metoda MNK zakłada, że składnik losowy posiada rozkład normalny. Wspomniana empiryczna niezasadność klasycznego schematu regresji jest motywacją do poszukiwań właściwej struktury stochastycznej w celu prawidłowej oceny ryzykowności aktywów według modelu CAPM. Prace na temat modelowania grubych ogonów z wykorzystaniem procesów typu ARCH zapoczątkowały współczesną ekonometrię finansową (Engle, 1982; Bollerslev, 1986). W literaturze istniały wcześniej również podejścia umożliwiające analizy grubych ogonów w finansowych szeregach czasowych, które bezpośrednio korzystały z rozkładu t-Studenta.

Rozkład t-Studenta jest bardziej leptokurtyczny aniżeli rozkład normalny i stanowi od dekad narzędzie modelowania obserwacji nietypowych (Praetz, 1972; Blattberg i Gonedes, 1974).

Poniżej przedstawiono opis rozkładu składnika losowego za pomocą MNW oraz niegaussowskich i bogato sparametryzowanych rodzin rozkładów. Umożliwi to dokładniejszą empiryczną weryfikację modelu CAPM. Składnik losowy modelu CAPM zostanie opisany za pomocą czterech różnych rozkładów zaproponowanych przez Harveya i Langego (2017), pozwalających modelować skośność i asymetrię zarówno lewostronną, jak i prawostronną. Pierwszy z nich to rozkład symetryczny, drugi to rozkład skośny, trzeci – rozkład asymetryczny, czwarty – rozkład skośno-asymetryczny. Powyższa metoda została również użyta dla sektora bankowego dla Polski i Stanów Zjednoczonych (Gomola i Pipień, 2022)

Założmy, że mamy zmienną losową o zerowej modalnej oraz rozproszeniu. Zakładamy, że $\eta > 0$ oraz $\nu > 0$. Wtedy funkcja gęstości rozkładu dana jest wzorem:

$$P(z|\eta,\nu) = K(\eta,\nu) \left(1 + \frac{1}{\eta} |z|^\nu\right)^{-\frac{\eta+1}{\nu}} \quad (5)$$

Stała $K(\eta,\nu)$ dana jest wzorem:

$$K(\eta,\nu) = \frac{1}{2\eta^{\frac{1}{\nu}}} \frac{1}{B\left(\frac{1}{\nu}, \frac{\eta}{\nu}\right)} \quad (6)$$

B to funkcja beta. Parametr $\nu > 0$ kontroluje kształt rozkładu wokół modalnej. Jeżeli założymy, że parametr $\nu = 2$, to otrzymamy rozkład t-Studenta. Z kolei parametr $\eta > 0$ opisuje ogony rozkładu oraz determinuje momenty rozkładu tylko w przypadku, gdy parametr ten wynosi $\nu = 2$.

Aby modelować skośność rozkładu, należy wprowadzić do wzoru odwrotność parametrów (Ferreira i Steel, 2006). Tak otrzymana funkcja gęstości prawdopodobieństwa pozwala modelować parametr skośności wokół modalnej rozkładu t-Studenta (Fernández i Steel, 1998; Hansen, 1994). Rozkład skośny dany jest wzorem. Zakładamy, że $\alpha \in (0,1)$ z $\alpha = 0,5$

Gdy $z \leq 0$

$$P(z|\eta,\nu,\alpha) = K(\eta,\nu) \left(1 + \frac{1}{\eta} \left|\frac{z}{2\alpha}\right|^\nu\right)^{-\frac{\eta+1}{\nu}} \quad (7)$$

Gdy $z > 0$

$$P(z|\eta,\nu,\alpha) = K(\eta,\nu) \left(1 + \frac{1}{\eta} \left|\frac{z}{2(1-\alpha)}\right|^\nu\right)^{-\frac{\eta+1}{\nu}} \quad (8)$$

Wtedy prawdopodobieństwo dla zmiennej losowej z , która nie jest dodatnia, dane jest wzorem:

$$P(z \leq 0) = \alpha$$

Aby móc modelować asymetrie rozkładu, możliwe jest użycie metody połączenia dwóch rozkładów skośnych i w ten sposób stworzenie uogólnienia rozkładu t-Studenta (Zhu i Galbraith, 2010). Rozkład asymetryczny dany wzorem:

Gdy $z \leq 0$

$$P(z | \eta_L, \nu_L, \eta_R, \nu_R) = K_{LR} \left(1 + \frac{1}{\eta_L} |z|^{\nu_L} \right)^{-\frac{\eta_L + 1}{\nu_L}} \quad (9)$$

Gdy $z > 0$

$$P(z | \eta_L, \nu_L, \eta_R, \nu_R) = K_{LR} \left(1 + \frac{1}{\eta_R} |z|^{\nu_R} \right)^{-\frac{\eta_R + 1}{\nu_R}} \quad (10)$$

Normalizująca stała K dana jest wzorem:

$$K_{LR} = \frac{1}{\frac{0,5}{K(\eta_L, \nu_L)} + \frac{0,5}{K(\eta_R, \nu_R)}} \quad (11)$$

Zmienna opisana takim rozkładem może mieć różne parametry ν oraz η , co pozwala lepiej dopasować kształt rozkładu oraz grubość ogona dla lewej i prawej strony rozkładu. Prawdopodobieństwo dla zmiennej losowej, która nie jest dodatnia, dane jest wzorem:

$$P(z \leq 0) = \frac{K(\eta_L, \nu_L)}{\frac{0,5}{K(\eta_L, \nu_L)} + \frac{0,5}{K(\eta_R, \nu_R)}} \quad (12)$$

Kiedy połączymy rozkład skośny z rozkładem asymetrycznym, to gęstość rozkładu dla zmiennej losowej z dana jest wzorem:

Gdy $z \leq 0$

$$P(z | \eta_L, \nu_L, \eta_R, \nu_R, \alpha) = H_{LR} \left(1 + \frac{1}{\eta_L} \left| \frac{z}{2\alpha} \right|^{\nu_L} \right) H_{LR} \left(1 + \frac{1}{\eta_L} \left| \frac{z}{2\alpha} \right|^{\nu_L} \right)^{-\frac{\eta_L + 1}{\nu_L}} \quad (13)$$

Gdy $z > 0$

$$P(z | \eta_L, \nu_L, \eta_R, \nu_R, \alpha) = H_{LR} \left(1 + \frac{1}{\eta_R} \left| \frac{z}{2(1-\alpha)} \right|^{\nu_R} \right)^{-\frac{\eta_R + 1}{\nu_R}} \quad (14)$$

Gdzie stała normalizująca

$$H_{LR} = \frac{1}{\frac{\alpha}{K(\eta_i, \nu_i)} + \frac{1-\alpha}{K(\eta_s, \nu_s)}} \quad (15)$$

Funkcja gęstości prawdopodobieństwa ma zerową modalną oraz parametr skali. Poniższe równanie definiuje prawdopodobieństwo dla losowej zmiennej z , która nie jest dodatnia (Harvey i Lange, 2017).

$$P(z \leq 0) = \frac{\frac{\alpha}{K(\eta_i, \nu_i)}}{\frac{\alpha}{K(\eta_i, \nu_i)} + \frac{1-\alpha}{K(\eta_s, \nu_s)}} \quad (16)$$

5. Charakterystyka sektora spożywczego w Polsce oraz w Stanach Zjednoczonych

W niniejszym artykule przeanalizujemy sektor spożywczy, kluczowy zarówno dla gospodarki Polski, jak i Stanów Zjednoczonych. Marże zysku w branży spożywczej oraz napojów są stosunkowo niewielkie. W branży istnieje znaczna konkurencja cenowa, która przyczynia się do niskich marż zysku, ponieważ firmy rywalizują o proponowanie najbardziej atrakcyjnych ofert, by zdobyć udział w rynku. W Polsce sektor spożywczy ma bardzo wysoki udział w tworzeniu PKB. Wartość dodana sektora spożywczego w 2017 roku stanowiła 13,2% PKB. Polska należy do czołówki europejskich producentów żywności oraz jest bardzo konkurencyjna na rynkach światowych. Sukces eksportowy polskich przedsiębiorców to rezultat wysokiej jakości żywności, takiej jak wędliny, nabiał, artykuły owocowo-warzywne, piekarnicze, słodczy, napoje/soki etc. Te produkty są rozpoznawalne wśród konsumentów, a polska żywność konkuruje na rynkach zagranicznych nie tylko ceną, ale i jakością, zaś rozwój gospodarczy i wzrost zamożności społeczeństwa, w tym na tak przyszłościowych rynkach jak azjatyckie czy afrykańskie, powodują, że to jakość produktów będzie miała coraz większy wpływ na pozycję na danym rynku. W Stanach Zjednoczonych podobnie jak w Polsce przemysł spożywczy jest istotną częścią gospodarki. Sektor ten stanowi około 5% PKB kraju i odpowiada za 10% zatrudnienia. W badanym okresie (1995–2020) wzrost dla sektora spożywczego był stosunkowo niski, rynek był bardziej stabilny niż inne branże produkcyjne w USA, ponieważ popyt na żywność pozostaje stały. Ceny towarów rolnych również pozostawały niskie i spójne, przyczyniając się do tej stabilności.

6. Wyniki empiryczne

Analizy zostaną przeprowadzone dla sektora spożywczego w Polsce oraz w Stanach Zjednoczonych. Wszystkie obliczenia zostały opracowane za pomocą oprogramowania R-Studio i ogólnie dostępnego pakietu maxLik (Henningsen i Toomet, 2011). Wykorzystanie danych z rynku kapitałowego z Polski oraz USA pozwoli na porównanie analogicznych branż/działów funkcjonujących w małej gospodarce otwartej oraz w dużej gospodarce, która jest światowym liderem. Dla Polski to WIG-Spożywczy; dla USA to indeks S&P Food & Beverage. Jako stopę wolną od ryzyka wykorzystano rentowności dziesięcioletnich obligacji skarbowych Polski i Stanów Zjednoczonych. Jako portfel rynkowy dla Polski wykorzystany zostanie indeks WIG, a dla Stanów Zjednoczonych indeks SP500. Badane szeregi czasowe to klasyczne stopy zwrotu. Nie policzono logarytmów z danych, ponieważ otrzymany wynik nie może być traktowany wtedy jako miara ryzyka systematycznego (Pham, 2020b).

Dla Polski badany okres to kwiecień 2002 – maj 2020. Z kolei dla Stanów Zjednoczonych badany okres to styczeń 1995 – maj 2020. Zostaną przeanalizowane trzy interwały danych: dane dzienne, tygodniowe oraz miesięczne. Dla Polski będzie to 4539 obserwacji dla danych dziennych; dla danych tygodniowych będzie to 947 obserwacji, a dla miesięcznych 217 obserwacji. W niniejszym artykule parametry CAPM zostaną oszacowane dla indeksów, a nie dla pojedynczych spółek. Użycie stóp zwrotu z indeksów sektorowych pozwala osłabić do pewnego stopnia efekt grubych ogonów oraz asymetrii. Ma to poważne konsekwencje dla przyjmowanych założeń stochastycznych oraz estymacji. Stopy zwrotu z portfeli indeksów charakteryzują się większą regularnością aniżeli stopy zwrotu z pojedynczych spółek. Oznacza to, że wartość akcji poszczególnych spółek nie będzie definiować całego sektora, a będzie jego wypadkową. Taki dobór danych jest przedmiotem wielu analiz (Blume, 1970; Blume i Friend, 1970; Black i Scholes, 1974; Johnson i Sakoulis, 2008; Korkas, 2009).

W tabelach 1–6 zaprezentowano wyniki estymacji modelu CAPM parametrów oraz P ($z_t < 0$) uzyskane w przypadku wszystkich konkurencyjnych rozkładów próbkowania. Dodatkowo dodano wartości prawdopodobieństwa obliczonego przy szacowaniu za pomocą algorytmu największej wiarygodności (MNW). Zaprezentowano wyniki wszystkich szacowanych parametrów modelu CAPM. Parametry η_L , ν_L odpowiadają za lewostronną asymetrię. Parametry η_R , ν_R odpowiadają za prawostronną asymetrię. Parametr α odpowiada za skośność rozkładu składnika losowego.

Tabela 1. Wartości parametrów modelu CAPM dla danych dziennych sektora WIG-Spożywczy w indeksie WIG w okresie 03.04.2002–29.05.2020 (4539 obserwacji).

β	Błąd estymacji β	σ_2	Błąd estymacji σ_2	η_L	Błąd estymacji η_L	ν_L	Błąd estymacji ν_L	η_R
0,6005	0,0140	1,3101	0,0177	X	X	X	X	X
0,5235	0,0139	0,6937	0,0182	5,0894	0,0240	1,7383	0,0205	X
0,5249	0,0133	0,6983	0,0189	5,2188	0,0586	1,7891	0,0425	5,2461
0,5232	0,0139	0,6908	0,0205	5,0650	0,0363	1,7346	0,0252	X
0,5266	0,0134	0,6936	0,0194	4,6916	0,0988	1,8632	0,0444	5,0851
Błąd estymacji η_R	ν_R	Błąd estymacji ν_R	α	Błąd estymacji α	$P(zt < 0)$	Błąd estymacji $P(zt < 0)$	LogLikelihood	
X	X	X	X	X	0,5000	X	-6945,6250	
X	X	X	X	X	0,5000	X	-6765,1900	
0,0663	1,6620	0,0401	X	X	0,5048	0,0021	-6764,1900	
X	X	X	0,4991	0,0051	0,4991	0,0051	-6765,1820	
0,0578	1,6856	0,0421	0,4976	0,0051	0,5054	0,0055	-6764,2540	

■ normalny ■ HL symetryczny ■ HL asymetryczny ■ HL skośny ■ HL skośno-asymetryczny

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 2. Wartości parametrów modelu CAPM dla danych tygodniowych sektora WIG-Spożywczy w indeksie WIG w okresie 03.04.2002–29.05.2020 (947 obserwacji).

β	Błąd estymacji β	σ_2	Błąd estymacji σ_2	η_L	Błąd estymacji η_L	ν_L	Błąd estymacji ν_L	η_R
0,7079	0,0293	4,7436	0,1461	X	X	X	X	X
0,6478	0,0273	2,7143	0,0823	6,8851	0,1103	1,5862	0,0846	X
0,6466	0,0244	2,7063	0,0575	5,8148	0,1763	1,6757	0,0585	7,7258
0,6472	0,0268	2,7110	0,1064	6,7212	0,0261	1,5972	0,0604	X
0,6463	0,0242	2,6717	0,1428	4,0548	0,4147	1,9360	0,0923	7,5900
Błąd estymacji η_R	ν_R	Błąd estymacji ν_R	α	Błąd estymacji α	$P(zt < 0)$	Błąd estymacji $P(zt < 0)$	LogLikelihood	
X	X	X	X	X	0,5000	X	-2080,86	
X	X	X	X	X	0,5000	X	-2039,32	
0,2162	1,5491	0,0532	X	X	0,5079	0,0033	-2039,11	
X	X	X	0,4968	0,0111	0,4968	0,0111	-2039,28	
0,3557	1,5860	0,07926963 0,01118595	0,4823	0,0112	0,5005	0,0112	-2038,45	

■ normalny ■ HL symetryczny ■ HL asymetryczny ■ HL skośny ■ HL skośno-asymetryczny

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3. Wartości parametrów modelu CAPM dla danych miesięcznych sektora WIG-Spożywczy w indeksie WIG w okresie 03.04.2002–29.05.2020 (217 obserwacji).

β	Błąd estymacji β	σ_2	Błąd estymacji σ_2	η_L	Błąd estymacji η_L	u_L	Błąd estymacji u_L	η_R
0,8024099	0,0586974	20,1071269	0,1310404	X	X	X	X	X
0,74836	0,05959	15,21425	0,47379	6,57348	0,37652	2,23114	0,23338	X
0,74873	0,07193	15,27121	8,03676	6,89784	0,51773	2,19365	1,27425	X
0,7476	0,0593	15,1683	0,8137	9,0157	0,4594	2,1997	0,3846	7,2009
0,74684	0,05905	15,05556	0,46816	7,9764	0,11471	2,3195	0,44428	6,06358
Błąd estymacji η_R	u_R	Błąd estymacji u_R	α	Błąd estymacji α	$P(zt < 0)$	Błąd estymacji $P(zt < 0)$	LogLikelihood	
X	X	X	X	X	0,5	X	-631,4466	
X	X	X	X	X	0,5	X	-629,1118	
X	X	X	0,4973	0,02159	0,4973	0,02159	-629,1062	
1,2453	1,905	0,8184	X	X	0,5048693	0,002038016	-628,7874	
0,11951	2,00127	0,43142	0,50771	0,02337	0,51018595	0,01977042	-628,7489	

■ normalny ■ HL symetryczny ■ HL asymetryczny ■ HL skośny ■ HL skośno-asymetryczny

Źródło: Opracowanie własne

Jak widać w tabelach 1–3, wartość funkcji iloczynu wiarygodności (LogLikelihood) w każdym przypadku była dużo mniejsza dla rozkładu normalnego aniżeli dla alternatywnych rozkładów. Również wartość wariancji była niższa dla alternatywnych rozkładów, co oznacza, że lepiej dopasowują się do danych. W przypadku Polski, gdy składnik losowy był opisany rozkładem normalnym, współczynnik przyjmował wyższe wartości aniżeli opisany rozkładami alternatywnymi. Dla danych dziennych współczynnik beta szacowany dla składnika losowego z rozkładem normalnym wynosił 0,60, dla danych tygodniowych wynosił 0,70, a dla danych miesięcznych wynosił 0,80. Z kolei dla alternatywnych rozkładów wynosił średnio 0,52 dla danych dziennych, 0,64 dla danych tygodniowych oraz 0,74 dla danych miesięcznych. Oznacza to, że szacowane ryzyko aktywu było w rzeczywistości niższe niż szacowane klasycznymi metodami. Wartość współczynnika beta różniła się ze względu na częstotliwość danych. Dla Polski w badanym okresie dla danych dziennych najlepszy okazał się rozkład Harveya i Langego skośno-asymetryczny. Wartość funkcji wiarygodności wynosiła 6544,967. Z kolei dla danych tygodniowych najlepiej wypadł rozkład Harveya i Langego asymetryczny. Wartość funkcji wiarygodności wynosiła 2095,3260. Dla danych miesięcznych najlepiej dopasował się ponownie rozkład Harveya i Langego skośno-asymetryczny. Wartość funkcji wiarygodności wynosiła 690,758. Dla rozkładu dziennego oraz miesięcznego parametr skośności, jak i wartości kurtozy są istotne dla współczynnika beta.

Tabela 4. Wartości parametrów modelu CAPM dla danych dziennych sektora Food & Beverage w indeksie SP500 w okresie 04.01.1995–29.05.2020 (6396 obserwacji).

β	Błąd estymacji β	σ_2	Błąd estymacji σ_2	η_L	Błąd estymacji η_L	ν_L	Błąd estymacji ν_L	η_R
0,567544	0,00794	0,561198	0,008907	X	X	X	X	X
0,581296	0,00736	0,233283	0,006043	3,872071	0,038362	1,679387	0,032989	X
0,579075	0,007518	0,236999	0,006211	4,523287	0,028708	1,517905	0,02892	3,945261
0,581355	0,007275	0,233146	0,005933	3,86914	0,014772	1,679594	0,026644	X
0,580332	0,007309	0,235248	0,006396	4,648272	0,211634	1,471403	0,012357	3,859249
Błąd estymacji η_R	ν_R	Błąd estymacji ν_R	α	Błąd estymacji α	$P(zt < 0)$	Błąd estymacji $P(zt < 0)$	LogLikelihood	
X	X	X	X	X	0,5	X	-7226,587	
X	X	X	X	X	0,5	X	-6547,28	
0,012108	1,741317	0,039008	X	X	0,49004401	0,00252074	-6545,118	
X	X	X	0,497705	0,004431	0,497705	0,004431	-6547,151	
0,098086	1,72946	0,005794	0,504101	0,004503	0,491588627	0,004955314	-6544,967	

■ normalny ■ HL symetryczny ■ HL asymetryczny ■ HL skośny ■ HL skośno-asymetryczny

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 5. Wartości parametrów modelu CAPM dla danych tygodniowych sektora Food & Beverage w indeksie SP500 w okresie 04.01.1995–29.05.2020 (1326 obserwacji).

β	Błąd estymacji β	σ_2	Błąd estymacji σ_2	η_L	Błąd estymacji η_L	ν_L	Błąd estymacji ν_L	η_R
0,5274	0,0177	1,6002	0,0785	X	X	X	X	X
0,5268	0,0172	0,7911	0,0515	4,4437	0,0761	1,7530	0,0970	X
0,5267	0,0172	0,7892	0,0437	4,4235	0,0793	1,7509	0,0836	X
0,5204	0,0166	0,7914	0,0510	5,5417	0,1279	1,4655	0,1326	3,8950
0,5221	0,0158	0,7987	0,0331	5,1872	0,3070	1,4944	0,0653	4,0823
Błąd estymacji η_R	ν_R	Błąd estymacji ν_R	α	Błąd estymacji α	$P(zt < 0)$	Błąd estymacji $P(zt < 0)$	LogLikelihood	
X	X	X	X	X	0,5000	X	-2191,5240	
X	X	X	X	X	0,5000	X	-2098,5130	
X	X	X	0,4950	0,0096	0,4950	0,0096	-2098,3690	
0,0778	2,0649	0,0898	X	X	0,4735	0,0032	-2095,3260	
0,2387	2,0723	0,0735	0,5000	0,0098	0,4791	0,0098	-2095,4530	

■ normalny ■ HL symetryczny ■ HL asymetryczny ■ HL skośny ■ HL skośno-asymetryczny

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 6. Wartości parametrów modelu CAPM dla danych miesięcznych sektora Food & Beverage w indeksie SP500 w okresie 04.01.1995–29.05.2020 (305 obserwacji).

β	Błąd estymacji β	σ_2	Błąd estymacji σ_2	η_L	Błąd estymacji η_L	u_L	Błąd estymacji u_L	η_R
0,527	0,036	5,909	0,380	X	X	X	X	X
0,547	0,034	3,999	0,251	3,631	0,332	2,997	0,187	X
0,545	0,034	3,976	0,558	3,621	0,339	2,973	0,938	X
0,551	0,029	4,112	0,143	6,792	0,342	1,851	0,095	2,975
0,550	0,045	4,109	1,959	5,768	4,237	1,947	1,172	3,010
Błąd estymacji η_R	u_R	Błąd estymacji u_R	α	Błąd estymacji α	$P(zt < 0)$	Błąd estymacji $P(zt < 0)$	LogLikelihood	
X	X	X	X	X	0,500	X	-701,403	
X	X	X	X	X	0,500	X	-692,325	
X	X	X	0,491	0,019	0,491	0,019	-692,209	
0,145	4,882	0,148	X	X	0,468	0,003	-690,768	
0,926	5,016	3,760	0,494	0,053	0,466	0,017	-690,757	

■ normalny ■ HL symetryczny ■ HL asymetryczny ■ HL skośny ■ HL skośno-asymetryczny

Źródło: Opracowanie własne

W przypadku Stanów Zjednoczonych, gdy składnik losowy był opisany rozkładem normalnym, współczynnik przyjmował niższe wartości aniżeli opisany rozkładami alternatywnym dla danych dziennych i dla danych miesięcznych. Jest to wartość odwrotna niż dla Polski. Podobnie jak dla Polski wartości LogLikelihood dla rozkładów normalnych były niższe aniżeli dla rozkładów alternatywnych. Również wartość wariancji była niższa dla alternatywnych rozkładów aniżeli dla rozkładu normalnego, co oznacza, że algorytm dla rozkładów alternatywnych jest lepiej dopasowany do danych.

Dla danych dziennych współczynnik beta szacowany dla składnika losowego z rozkładem normalnym wynosił 0,58, dla danych tygodniowych 0,52, dla danych miesięcznych 0,52. Z kolei dla alternatywnych rozkładów wynosił średnio dla danych dziennych 0,58, dla danych tygodniowych 0,52 oraz dla danych miesięcznych 0,55. Oznacza to, że szacowane ryzyko aktywu było w rzeczywistości niższe niż szacowane klasycznymi metodami.

W odniesieniu do Stanów Zjednoczonych dla danych dziennych najlepiej wypadł rozkład Harveya i Langego skośno-asymetryczny. Wartość funkcji wiarygodności wynosiła 6544,967. Z kolei dla danych tygodniowych najlepiej wypadł rozkład Harveya i Langego asymetryczny. Wartość funkcji wiarygodności wynosiła 2095,326. Dla danych miesięcznych również najlepiej wypadł rozkład Harveya i Langego skośno-asymetryczny. Wartość funkcji wiarygodności wynosiła 690,757.

Wynika z tego, że zarówno parametr skośności, jak i wartości kurtozy są istotne dla tych szeregów czasowych.

Powyższe wyniki pozostają zgodne z literaturą, która wskazuje, że wartość współczynnika beta jest niestabilna w czasie oraz że różni się w zależności od przyjętej w procesie estymacji częstotliwości danych (Faff, Hillier i Hillier, 2000; Bai i in., 2019; Habibi, Habibi i Habibi, 2016). Również wartość wariancji była niższa dla alternatywnych rozkładów, co oznacza, że lepiej dopasowują się do danych.

7. Podsumowanie

W niniejszym artykule składnik losowy w modelu CAPM został oszacowany za pomocą rodzin rozkładów dopuszczających różne wyjątki od rozkładu normalnego, a mianowicie do uogólnionej asymetrycznej rodziny rozkładów t-Studenta (Harvey i Lange, 2017). Wspomniana rodzina rozkładów prawdopodobieństwa dopuszcza nie tylko skośność, ale również asymetrię w obrębie ogona. Uogólnienie zaproponowane we wspomnianym artykule unifikuje rodzinę t-Studenta z rozkładami GED (ang. *Generalised Error Distributions*). Podobne rozważania zostały przeprowadzone dla sektora bankowego w Polsce i Stanach Zjednoczonych (Gomola i Pipień, 2022).

Niniejsze rozważania empiryczne koncentrują się na sektorze spożywczym. Można zauważyć wyraźne wsparcie danych dla wartości parametrów, gdy rozkład składnika losowego był opisany za pomocą rodziny rozkładów innych niż normalne. Odejście od gaussowskiego rozkładu błędu ma poważne konsekwencje dla oceny ryzyka danego aktywów finansowego. Testy empiryczne modelu CAPM, przeprowadzone według procedur przedstawionych w niniejszym artykule, pokazują, że empiryczne poparcie dla teorii CAPM zależy wyraźnie od założeń stochastycznych. Istotne różnice w wynikach empirycznych występują w zależności od przyjętego rozkładu składnika losowego. Odrzucenie założeń normalności dla składnika losowego i opisanie go jednym z rozkładów alternatywnych (Harvey i Lange, 2017) pozwala uzyskać bardzo silne wsparcie dla empirycznej weryfikacji modelu CAPM.

Wynika stąd, że estymacja modelu CAPM powinna odbywać się z uwzględnieniem cech charakterystycznych dla finansowych szeregów czasowych. Nierozstrzygnięta pozostaje odpowiedź na pytanie, jaka rodzina rozkładów niegaussowskich najlepiej opisuje finansowe szeregi czasowe. Rozwój badań modelu CAPM wraz z opisywaniem rozkładu składnika losowego za pomocą innych rozkładów niż normalny jest prężnie rozwijającą się dziedziną ekonometrii finansowej i może pomóc uzyskać taką odpowiedź w przyszłości.

Bibliografia

- Ansell, J., & Wharton, F. (1992). *Risk: Analysis, assessment and management*. Wiley.
- Bai, H., Hou, K., Kung, H., Li, E. X., & Zhang, L. (2019). The CAPM strikes back? An equilibrium model with disasters. *Journal of Financial Economics*, 131(2), 269–298.
- Barucci, E., & Fontana, C. (2003). *Financial markets theory*. Springer-Verlag.
- Berk, J.B. (1997). Necessary conditions for the CAPM. *Journal of Economic Theory*, 73(1), 245–257.
- Black, F. (1972). Capital market equilibrium with restricted borrowing. *The Journal of business*, 45(3), 444–455.
- Black, F., & Scholes, M. (1974). The effects of dividend yield and dividend policy on common stock prices and returns. *Journal of financial economics*, 1(1), 1–22.
- Blattberg, R., & Gonedes, N. (1974). A Comparison of the Stable and Student Distributions as Statistical Models for Stock Prices. *Journal of Business*, 47(2).
- Blume, M. (1970). Portfolio Theory: A Step Towards its Practical Application. *Journal of Business*, 43(2).
- Blume, M., & Friend, I. (1973). A New Look at the Capital Asset Pricing Model. *Journal of Finance*, 28(1).
- Bollerslev, T. (1986). Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 21(3).
- Breeden, D.T. (1979). An intertemporal asset pricing model with stochastic consumption and investment opportunities. *Journal of financial Economics*, 7(3).
- Brennan, M. (1970). Taxes, market valuation and corporate financial policy. *National Tax Journal*, 23.
- Chan, L.K., & Lakonishok, J. (1992). Robust measurement of beta risk. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 27(2).
- Dębski, W. (2010). *Rynek finansowy i jego mechanizmy – podstawy teorii i praktyki*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Engle, R.F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 987–1007.
- Faff, R.W., Hillier, D., & Hillier, J. (2000). Time varying beta risk: An analysis of alternative modelling techniques. *Journal of Business Finance & Accounting*, 27(5–6), 523–554.
- Fama, E.F., & French, K.R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *The Journal of Finance*, 47(2), 427–465.
- Fama, E.F., & French, K.R. (1998). Value versus growth: The international evidence. *The Journal of Finance*, 53(6), 1975–1999.
- Fernández, C., & Steel, M.F. (1998). On Bayesian modeling of fat tails and skewness. *Journal of the American Statistical Association*, 93(441), 359–371.
- Ferreira, J.T.S., & Steel, M.F.J. (2006). A constructive representation of univariate skewed distributions. *Journal of the American Statistical Association*, 101(474), 823–829.
- Fu, F. (2009). Idiosyncratic risk and the cross-section of expected stock returns. *Journal of Financial Economics*, 91(1), 24–37.
- Greene, W.H. (2012). *Econometric Analysis*. Pearson.
- Gomola, A. (2021). *Analiza wrażliwości wyników estymacji współczynnika β -CAPM – badania z wykorzystaniem rodzin rozkładów prawdopodobieństwa dopuszczających grube ogony oraz asymetrię*. Praca nieopublikowana.
- Gomola A., & Pipień M., (2022), *Maximum Likelihood Estimates of CAPM 's for the US and PL Banking Sector Indices under Heavy Tailed and Asymmetric Distributions*, (praca nieopublikowana).

- Gray, S., & Officer, R. (2005). *A review of the market risk premium and commentary on two recent papers. A report prepared for The Energy Networks Association.*
- Habibi, H., Habibi, R., & Habibi H. (2016). Derivation of Kalman Filter Estimates Using Bayesian Theory: Application in Time Varying Beta CAPM Model. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5(2).
- Hansen B. (1994). Autoregressive Conditional Density Estimation. *International Economic Review*, 35(3), 705–730.
- Henningsen, A., & Toomet, O. (2011). maxLik: A package for maximum likelihood estimation in R. *Computational Statistics*, 26, 443–458.
- Harvey, A., & Lange, R.J. (2017). Volatility Modeling with a Generalized *t*-Distribution. *Journal of Time Series Analysis*, 38(2), 175–190.
- Jajuga, K., & Jajuga, T. (2007). *Inwestycje: Instrumenty finansowe, aktywa niefinansowe, ryzyko finansowe, inżynieria finansowa* (wyd. 3 zm.). Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Johnson, L., & Sakoulis, G. (2008). Maximizing equity market sector predictability in a Bayesian time-varying parameter model. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52(6).
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). *On the interpretation of intuitive probability: A reply to Jonathan Cohen.*
- Korkas, K. (2009). *Asset Pricing with Dynamic CAPM: An Application to 49 US Industry Portfolios.* Master Thesis, Department of Statistics, London School of Economics.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk, and maximal gains from diversification. *The Journal of Finance*, 20(4), 587–615.
- Litzenberger, R.H., & Ramaswamy, K. (1979). The effect of personal taxes and dividends on capital asset prices: Theory and empirical evidence. *Journal of Financial Economics*, 7(2), 163–195.
- Martin, R.D., & Simin, T.T. (2003). Outlier-resistant estimates of beta. *Financial Analysts Journal*, 59(5), 56–69.
- Mayers, D., & Smith Jr, C.W. (1983). The interdependence of individual portfolio decisions and the demand for insurance. *Journal of Political Economy*, 91(2), 304–311.
- Merton, R.C. (1973). An intertemporal capital asset pricing model. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 867–887.
- Montgomery, C.A., & Singh, H. (1984). Diversification strategy and systematic risk. *Strategic Management Journal*, 5(2), 181–191.
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in a capital asset market. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 768–783.
- Ostrowska, E. (2002). *Ryzyko projektów inwestycyjnych.* Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Pham, C.D. (2020a). An augmented capital asset pricing model using new macroeconomic determinants. *Heliyon*, 6(10).
- Pham, C.D. (2020b). The systematic risk estimation models: A different perspective. *Heliyon*, 6(2).
- Praetz, P.D. (1972). The distribution of share price changes. *Journal of Business*, 49–55.
- Roll, R. (1977). A critique of the asset pricing theory's tests Part I: On past and potential testability of the theory. *Journal of Financial Economics*, 4(2), 129–176.
- Sharpe, W.F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.
- Zhou, X.Y., & Yin, G. (2003). Markowitz's mean-variance portfolio selection with regime switching: A continuous-time model. *SIAM Journal on Control and Optimization*, 42(4), 1466–1482.
- Zhu, D., & Galbraith, J.W. (2010). A generalized asymmetric Student-t distribution with application to financial econometrics. *Journal of Econometrics*, 157(2), 297–305.

A Sensitivity Analysis of the Beta Coefficient in CAPM Regression for the Food and Beverage Sector

Abstract. The purpose of this article is to estimate the risk level of financial assets using the CAPM model. Parameter estimation in the CAPM model is carried out using the classical linear regression method since it is assumed that the random component is normally-distributed. However, financial time series distributions are not normally distributed owing to a large number of outliers. In this study we relaxed the normality assumption of the random component of our CAPM model to allow typical features of financial time series distributions such as skewness and fat tails. Analyses were conducted for the food and beverage sector in the Polish and the US market. When the random component was estimated in this way, the model output was more consistent with empirical data than that generated by the classic CAPM.

Keywords: CAPM, risk, financial time series, asymmetric t -distribution

Wymogi edytorskie

I. Objętość manuskryptu

Tekst powinien zawierać do 9000 słów z tabelami i rycinami. W przypadku rysunku rozmiar jednego załącznika nie może przekraczać 20 MB.

II. Wymagane pliki

1. **Część główna manuskryptu** – bez danych identyfikujących autorów (w formacie .rtf, .doc lub .docx):

- tytuł artykułu po angielsku i polsku
- zwięzłe i rzeczowe streszczenie po angielsku i polsku, do 150 słów, przygotowane zgodnie ze strukturą:
 - cel
 - metody
 - wyniki
 - wnioski
- słowa kluczowe po angielsku i polsku (do 5 słów)
- wstęp
- tekst główny podzielony na rozdziały opatrzone tytułami (przegląd literatury, metody, wyniki, dyskusja)
- wnioski (teoretyczne i praktyczne, ograniczenia badań i przyszłe prace)
- bibliografia

2. **Strona tytułowa manuskryptu, dane autorów** (w formacie .rtf, .doc lub .docx)

- tytuł artykułu
- imię i nazwisko autora
- stopień/tytuł naukowy
- afiliacja
- numer ORCID
- adres e-mail
- adres korespondencyjny

3. **Ryciny, zdjęcia, schematy, wykresy itp.**

III. Przygotowanie tekstu

1. **Tabele** (w formacie .rtf, .doc lub .docx)

- ponumerowane, opatrzone tytułem oraz źródłem (np. *opracowanie własne*)
- z odwołaniem w tekście (np. *zob. tab. 1*, a nie: *zob. tabela poniżej/powyżej*)
- każda rubryka wypełniona treścią
- skróty użyte w tabeli – objaśnione pod nią

2. **Ryciny, zdjęcia, schematy, wykresy itp.** (format .tif dla bitmap, .eps dla plików wektorowych i xls lubxlsx w przypadku wykresów)

- min. rozdzielczość bitmap to 300 dpi, długość podstawy min. 125 mm
- opatrzone numerem oraz źródłem (np. *opracowanie własne*)
- pozbawione napisów: półgrubych, wersalikami, białych na czarnym tle, czarnych wypełnień, dodatkowych ramek
- z odwołaniem w tekście (np. *zob. rys. 1*, a nie: *zob. rysunek poniżej/powyżej*)
- z objaśnieniem użytych skrótów

3. **Tekst główny**

- marginesy: 2,5 cm z każdej strony
- numeracja stron – ciągła, u dołu strony
- czcionka Times New Roman z polskimi znakami, 12 pkt
- odstęp między wierszami – 1,5 wiersza
- wyróżnienia – **pismem półgrubym**
- słowa obcojęzyczne – *kursywą*
- nazwiska użyte po raz pierwszy – pełne imię i nazwisko, kolejne przywołanie – samo nazwisko
- skróty – za pierwszym razem pełny termin, a skrót w nawiasie; dalej – tylko skrót

IV. Przypisy bibliograficzne

Według stylu APA 7 (zob. reference guide APA, <https://www.scribbr.com/apa-style/apa-seventh-edition-changes/>)

- Umieszczone w tekście, zawierają nazwisko autora i rok publikacji: Jafari (2003) lub (Jafari, 2010)
- Cytowanie dokładne tekstów wziętych w cudzysłów: Jafari (2003, p. 24) lub (Jafari, 2003, p. 24)
- Cytowanie dwóch i trzech autorów – podajemy nazwiska wszystkich autorów, a przed ostatnim wstawiamy „and” lub „&”: Smith and White (2018)... lub (Smith & White, 2018) Beggs, Ross and Goodwin (2008)... lub (Beggs, Ross & Goodwin, 2008)
- Cytowanie więcej niż trzech autorów – podajemy nazwisko pierwszego autora i „et al.”: Jafari et al. (2018)... lub (Jafari et al., 2018)
- Brak nazwiska autora/redaktora – podajemy kilka pierwszych słów tytułu pracy:
 - jeżeli jest to tytuł książki, periodyku lub raportu – kursywą; (Guide to citation, 2020)
 - jeżeli jest to tytuł artykułu, rozdział lub strona internetowa – w cudzysłowie: („APA Citation”, 2020)
- Cytowanie więcej niż jednej publikacji:
 - jednego autora: Jafari (2015, 2017, 2020) lub (Jafari, 2015, 2017, 2020)
 - dwóch i więcej autorów – należy je wymienić w kolejności alfabetycznej: (Jafari & Black, 2010; White, Green, & Brown 2020)
 - jeśli autor wydał w danym roku więcej niż jedną publikację, to po dacie należy dodać kolejne litery alfabetu, np. (Jafari, 2014a, 2014b)
- Przypisy objaśniające, polemiczne, uzupełniające tekst główny – numerowane kolejno i umieszczone u dołu strony, czcionka 10 pkt, interlinia pojedyncza.
- Cytowanie źródeł za innym autorem (jedynie w szczególnych przypadkach): Jafari (2010) as cited in Black (2016) lub (Jafari, 2010, as cited in Black 2016)

V. Bibliografia

Uporządkowana alfabetycznie według nazwisk autorów/redaktorów i tytułów prac niemających autora/redaktora, a jeśli jest więcej prac jednego autora, to należy je zestawzić chronologicznie wg dat wydania.

• **Artykuł w czasopiśmie**

Zawiera: nazwisko autora, inicjały imienia, rok, tytuł artykułu (prosto), tytuł czasopisma (kursywą), tom (kursywą) i nr czasopisma, zakres stron, DOI:

Oppermann, M.J. (2000). Tourism Destination Loyalty. *Journal of Travel Research*, 39(1), 78–84. <https://doi.org/10.1177/2F004728750003900110>

• **Pozycja książkowa**

Zawiera: nazwisko autora/redaktora, inicjał imienia, rok praw autorskich, tytuł książki (kursywą), numer wydania (w nawiasie), wydawnictwo, DOI lub URL:

Kotler, P., Bowen, J.T., Makens, J., & Baloglu, S. (2017). *Marketing for Hospitality and Tourism* (7th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1177/2F00472875003900110>

• **Rozdział pracy zbiorowej**

Zawiera: nazwisko autora rozdziału, inicjał imienia, rok praw autorskich, tytuł rozdziału (prosto), In, inicjał imienia, nazwisko redaktora + (Ed./Eds.), tytuł pracy zbiorowej (kursywą), numer wydania i zakres stron (w nawiasie), wydawnictwo, DOI lub URL:

Scott, N.R., & Le, D.A. (2017). Tourism Experience: A Review. In N.R. Scott & J. Gao (Eds.), *Visitor Experience Design* (2nd ed., pp. 30–52). CABI. <https://doi.org/10.1080/10645578.2016.1144023>

- **E-book**
Mitchell, J.A., Thomson, M., & Coyne, R.P. (2017). *A guide to citation*. <https://www.mendeley.com/reference-management/reference-manager>
- **Rozdział z e-booka**
Troy, B.N. (2015). APA citation rules. In S.T. Williams (Ed.), *A guide to citation rules* (2nd ed., pp. 50–95). <https://www.mendeley.com/reference-management/reference-manager>
- **Cały portal internetowy korporacji/grupy/organizacji**
Zawiera: nazwę korporacji/grupy/organizacji. (rok ostatniej

aktualizacji, dzień miesiąca, jeśli podano). Tytuł portalu internetowego. URL:

WHO. (2014, 14 listopada). World Health Organization. <https://www.who.int/>

- **Pojedyncza strona internetowa**
Zawiera: nazwisko, inicjał autora. (rok, miesiąc, dzień). Tytuł artykułu (kursywą). Tytuł portalu internetowego. URL:
Mitchell, J.A., Thomson, M., & Coyne, R.P. (2017, January 25). *APA citation. How and when to reference*. <https://www.howandwhentoreference.com/APAcitation>

Editorial requirements

I. Size of manuscript

The text should contain up to 9000 words including tables and figures. For drawings, the size of one attachment cannot exceed 20 MB.

II. Required files

1. **Files with the main part of the manuscript** (without authors' data, .rtf, .doc or .docx format):

- title of the article in English and Polish
- concise and factual abstract in English and Polish, from 150 to 300 words, prepared according to structure:

- purpose
- methods
- results
- conclusions

- keywords in English and Polish (up to 5 words)
- introduction
- body text — organized into chapters/sections, each with a unique title (literature review, methods, results, discussion)
- conclusion (theoretical and practical, research limitations and future work)
- bibliography — complete list of referenced sources

2. **Files with the title page including authors' data** (.rtf, .doc or .docx format)

- the title of the article
- author's first and last name
- academic degree/title
- organization/institution (if applicable)
- ORCID number
- email address
- mailing address

3. **Figures, photos and graphics**

III. Preparing text

1. **Tabeles** (.rtf, .doc or .docx format)

- numbered consecutively and consistently using Arabic numerals
- include a caption and a reference to the data source (e.g. *own research*)
- tables should be referenced in the text by their number rather than expressions such as "above" or "below" (e.g. *cf. Table 1*, not: *see table above/below*)
- do not include blank cells
- any abbreviations used must be expanded below the table

2. **Figures, photos and graphics**

- editable (formats: .tif for bitmaps, .eps for vector files, and xls or .xlsx for charts)
- bitmaps — minimum resolution: 300 dpi, width: 125 mm
- all figures should be numbered consecutively using Arabic numerals
- for any artwork that has already been published elsewhere, indicate the original source (or otherwise state Source: *own research*)
- apply no lettering in white against black background, whether in bold or italics, and no black fills or excess frames
- if the figure is referenced in the text, use its number rather than expressions such as "above" or "below" (e.g. *cf. Fig. 1*, not: *see figure above/below*)
- provide explanations of any abbreviations used

3. **Body text**

- margins: 2.5 cm each
- continuous throughout the text, using Arabic numerals, placed at the bottom of page (footer)
- typeface: Times New Roman, 12 pts
- line spacing: 1.5 line

- highlights or emphasis: apply **bold** print
- foreign (non-vernacular) words and expressions: *italicized*
- people's names: give full name (including all given names and last name) at first mention; for any further references — quote last name only
- abbreviations and acronyms: when first used, give the complete phrase (name), including its abbreviation in brackets; onwards — use abbreviation only

IV. In-text citations

APA style (see: APA reference guide, <https://www.scribbr.com/apa-style/apa-seventh-edition-changes/>)

- are placed within the text and include the author's surname and year of publication: **Jafari (2003)** or (**Jafari, 2010**)
- Direct quotes should also contain the page number: **Jafari (2003, p. 24)** or (**Jafari, 2003, p. 24**)
- **In the case of two and three authors**, all surnames should be listed with either „and” or „&” placed before the last one: **Smith and White (2018)...** or (**Smith & White, 2018**) **Beggs, Ross and Goodwin (2008)...** or (**Beggs, Ross & Goodwin, 2008**)
- **In the case of more than three authors** — only the first author's surname should be given, followed by „et al.”: **Jafari et al. (2018)...** or (**Jafari et al., 2018**)
- **If the author/editor is unknown**, the first few words of the reference should be used:

- **if this is the title of a book, periodical or report**, it should be italicised: (*Guide to citation, 2020*)
- **if this is the title of an article, chapter or a website**, it should be placed in quotation marks: (“APA Citation”, 2020)

• Citing multiple works:

- **by the same author**: **Jafari (2015, 2017, 2020)** or (**Jafari, 2015, 2017, 2020**)
- **by two or more authors** — they should be listed alphabetically by the first author: (**Jafari & Black, 2010**; **White, Green, & Brown 2020**)

- **if the author published multiple works in one year**, each work should be cited with consecutive letters of the alphabet following the year, e.g.: (**Jafari, 2014a, 2014b**)

- **Other references containing any additional comments or explanations, references to legislation, court rulings and decisions**, as well as links to websites that are provided outside the main body of the text must be numbered consecutively and placed at the bottom of the page (as footnotes) using 10 pts font with single line spacing

- Citing secondary sources (only in exceptional cases): **Jafari (2010)** as cited in **Black (2016)** or (**Jafari, 2010**, as cited in **Black 2016**)

V. Reference list

A reference list should be ordered alphabetically by first author's / editor's surname or by title, in the case of works whose author/ editor is unknown, and in the case of authors with multiple works, they should be listed chronologically by year of publication.

• **Referencing a journal article**

The basic format is: Author surname, Initial(s), (Year), Article title (not italicised), Journal title (italicised), Volume (italicised) (issue or part number), page numbers, DOI:

Oppermann, M.J. (2000). Tourism Destination Loyalty. *Journal of Travel Research*, 39(1), 78–84. <https://doi.org/10.1177/2F004728750003900110>

• **Referencing a book**

The basic format is: Author/Editor surname, Initial(s), (copyright year), Book title (italicised), edition number (in brackets), Publisher. DOI or URL:

Kotler, P., Bowen, J.T., Makens, J., & Baloglu, S. (2017). *Marketing for Hospitality and Tourism* (7th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1177%2F0047287507303976>

• **Chapter in an edited book**

The basic format is: Surname of the chapter's author, initial(s)., Copyright year, Chapter title (not italicised), In, Editor initial(s)., Surname + (Ed.) or Editor initial(s)., surnames (separated by "&") + (Eds.), Edited book title (italicised), edition number and page range (in brackets). Publisher. DOI or URL:

Scott, N.R., & Le, D.A. (2017). Tourism Experience: A Review. In N.R. Scott & J. Gao (Eds.), *Visitor Experience Design* (2nd ed., pp. 30–52). CABI. <https://doi.org/10.1080/10645578.2016.1144023>

• **Referencing an e-book**

Mitchell, J.A., Thomson, M., & Coyne, R.P. (2017). *A guide to citation*. <https://www.mendeley.com/reference-management/reference-manager>

• **Referencing a chapter in an e-book**

Troy, B.N. (2015). APA citation rules. In S.T. Williams (Ed.), *A guide to citation rules* (2nd ed., pp. 50–95). <https://www.mendeley.com/reference-management/reference-manager>

• **Referencing an entire website created by a corporation, institution or group**

Use the following format: Corporation/group/organization name. (year website was last updated/published, month day if given). Title of website. URL:

WHO. (2014, 14 listopada). World Health Organization. <https://www.who.int/>

• **Referencing a single web page**

Use the following format: author surname, initial(s). (year, month, day). Page title (italicised). Site name. URL:

Mitchell, J.A., Thomson, M., & Coyne, R.P. (2017, January 25). *APA citation. How and when to reference*. <https://www.howandwhentoreference.com/APAcitation>

ISSN 2719-6798



9 772719 679006 >