

ISSN 2450-8055
eISSN 2543-8867

ZESZYTY NAUKOWE

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ekonomika i Organizacja Logistyki

Scientific Journal of Warsaw University of Life Sciences

Economics and Organization of Logistics

6 (3) 2021

ZESZYTY NAUKOWE

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ekonomika i Organizacja Logistyki

Scientific Journal of Warsaw University of Life Sciences

Economics and Organization of Logistics

The Importance of Transport and Logistics
in Economic Activity

Scientific editing

Tomasz Rokicki

6 (3) 2021

SCIENTIFIC BOARD

Bogdan Klepacki, Warsaw University of Life Sciences – SGGW (Chairman) **Theodore R. Alter**, Pennsylvania State University, USA; **Spyros Binioris**, Technological Educational Institute of Athens, Greece; **Georgij Cherevko**, Lviv State Agrarian University, Ukraine; **James W. Dunn**, Pennsylvania State University, USA; **Wojciech Florkowski**, University of Georgia, USA; **Piotr Gradziuk**, Institute of Rural and Agricultural Development, Polish Academy of Sciences (PAN); **Elena Horska**, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia; **Marianna Jacyna**, Warsaw University of Technology; **Qi Jun Jiang**, Shanghai Ocean University, China; **Stanisław Krzyżaniak**, Institute of Logistics and Warehousing in Poznań; **Radim Lenort**, Technical University of Ostrava, Czech Republic; **Xenie Lukoszová**, VŠB – Technical University of Ostrava, Czech Republic; **Iwo Nowak**, Stanisław Staszic University of Applied Sciences in Piła; **Olena Slavkova**, Sumy State University, Ukraine; **Bojan Rosi**, University of Maribor, Slovenia; **Elżbieta J. Szymańska**, Warsaw University of Life Sciences – SGGW; **Maria Tsirintani**, Technological Educational Institute of Athens, Greece

EDITORIAL BOARD

Elżbieta J. Szymańska (Editor-in-Chief)

Thematic Editors: **Marta Zięba** (language editor; efficiency in logistics); **Joanna Domagała** (warehouse management); **Aleksandra Górecka** (logistic infrastructure); **Konrad Michalski** (logistic systems and IT systems in logistics); **Tomasz Rokicki** (transport and spedition); **Monika Roman** (optimalizacja procesów logistycznych); **Elżbieta J. Szymańska** (supply chains and costs in logistics); **Michał Wielechowski** (logistics in the economy); **Marcin Wysokiński** (hazardous materials and OHS in logistics).

Sławomir Stec (editorial secretary)

web page: eiol.wne.sggw.pl

Cover design – Elżbieta J. Szymańska

Editor – Dominika Cichocka

ISSN 2450-8055 eISSN 2543-8867

Warsaw University of Life Sciences Press
Nowoursynowska Str. 166, 02-787 Warsaw
Tel. 22 593 55 20 (-25, -27 – sale),
e-mail: wydawnictwo@sggw.edu.pl
www.wydawnictwosggw.pl

Spis treści

Contents

Stanisław Bereziński

The New Silk Road as an green alternative for China-European Union transport – CO₂ emission analysis

Nowy Jedwabny Szlak jako zielona alternatywa dla transportu między Chinami

a Unią Europejską – analiza emisji CO₂ 5

Adrian Budny, Tomasz Rokicki

Road transport of dangerous goods in Poland

Transport samochodowy towarów niebezpiecznych w Polsce 13

Adrian Grudzień, Tomasz Rokicki

Logistical organization of the Armed Forces of the Republic of Poland

Organizacja logistyki w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej 23

Natalia Koszowska, Tomasz Rokicki

Development of electromobility in Poland through the use of electric road transport

Rozwój elektromobilności w Polsce z wykorzystaniem elektrycznego transportu

drogowego..... 33

Michał Wielechowski, Adam Zając, Katarzyna Czech, Arkadiusz Weremczuk, Agnieszka Wikarczyk

Development of the *de minimis* guarantee programme for SMEs in the transportation sector in Poland. Does COVID-19 matter?

Rozwój programu gwarancji *de minimis* dla MŚP z sektora transportowego

w Polsce. Czy COVID-19 ma znaczenie? 41

Julia Zarczuk, Bogdan Klepacki

Powstawanie śladu węglowego w branży transportowej

The formation of the Carbon Footprint in transport industry 55

Anetta Zielińska

Analiza ryzyka jako element zarządzania bezpieczeństwem w łańcuchu dostaw

Risk analysis as part of supply chain security management 65

Paulina Ziółkowska

Wpływ pandemii COVID-19 na transport drogowy produktów zbożowych w Polsce

The impact of the COVID-19 pandemic on the functioning of road transport, with

particular emphasis on the transport of cereal products 81

Stanisław Bereziński[✉]

Warsaw University of Life Science – SGGW

The New Silk Road as an green alternative for China-European Union transport – CO₂ emission analysis

Nowy Jedwabny Szlak jako zielona alternatywa dla transportu między Chinami a Unią Europejską – analiza emisji CO₂

Abstract. The current climate policy of the European Union is aimed at reducing carbon dioxide emissions. This has a significant impact not only on the functioning of transport within the Union but also with its key partners. China has been the European Union's biggest partner for many years. Since 2013, that is, after the launch of the New Silk Road, along with sea and air transport, rail transport has also remained a viable transport alternative on that route. The conducted research showed that, taking into account CO₂ emission measured with WTW and TTW method, rail transport between China and the European Union can be treated as a relatively green solution in comparison to other modes of transport. The shortcomings of these methods were indicated and the need to correctly present the length of the route for which the emission measurement was performed. Attention was also paid to the infrastructural limitations related to the further development of rail transport within the New Silk Road.

Key words: New Silk Road, CO₂ emission, green transport

Synopsis. Obecna polityka klimatyczna Unii Europejskiej nakierowana jest na ograniczenie emisji dwutlenku węgla. Ma to istotny wpływ nie tylko na funkcjonowanie transportu wewnątrz Unii ale także z jej kluczowymi partnerami. Największym partnerem handlowym Unii Europejskiej pozostają od wielu lat Chiny. Od 2013 roku, to jest od momentu uruchomienia Nowego Jedwabnego Szlaku, obok transportu morskiego i lotniczego realną alternatywą na tej trasie pozostaje także transport kolejowy. Przeprowadzone badania wskazały, że biorąc pod uwagę pomiar emisji CO₂ metodami WTW i TTW, transport kolejowy w relacji Chiny – Unia Europejska może być traktowany jako relatywnie ekologiczne rozwiązanie transportowe w porównaniu do innych dostępnych alternatyw. Wskazano przy tym na niedostatki tych metod oraz na konieczność poprawnego przedstawiania długości trasy dla której pomiar emisji jest dokonywany. Zwrócono także uwagę na uwarunkowania infrastrukturalne związane z dalszym rozwojem transportu kolejowego w ramach Nowego Jedwabnego Szlaku.

Słowa kluczowe: Nowy Jedwabny Szlak, emisja CO₂, zielony transport

JEL codes: F18, Q50, L91

✉ Stanisław Bereziński – Warsaw University of Life Science – SGGW; Institute of Economics and Finance; Department of Logistics; e-mail: stanislaw_berezinski@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-4971-0137>

Introduction

In recent years, the move towards a greener, more environmental friendly economy has started to play a significant role in setting the course for development. In the European Union, such thinking is manifested in legal regulations affecting various areas, including the proposed concept of Fit for 55 [European Council]. Regardless of how the scope of the reported regulations may be treated, it is undoubtedly aimed at reducing the external costs of transport activities, which include the impact on the environment. This impact is most often expressed through CO₂ emissions, however, it is not the only form of transport's impact on the climate and the environment. Role of CO₂ in climate changes has been widely studied for a long time, and although it has mostly supporters, there are also some opponents. Undeniably one of the most significant activity related with carbon dioxide emission is transport. Transport external costs are widely recognized problem in European Union [European Commission 2019]. Incontestably, each mode of transport should contribute to the costs of environmental protection proportionally to its impact and be gradually forced to introduce improvements that reduce this impact [Kageson 2009]. This problem is widely discussed in scientific literature [see for ex. Rajkovic et al. 2015, Zhao et al. 2015, Ehrler et al. 2016, Wang et al. 2019]. Based on observations, especially when looking at CO₂ emissions per one tkm, the following relationship in transport environmental impact is assumed: maritime < rail < road < air. General goal of Fit for 55 politics is to make European Union carbon neutral. That means also to make transport carbon neutral or as close to neutral as possible.

Table 1. The share of the modes of transport in servicing trade between China and the European Union between 2013 and 2020

Tabela 1. Udział poszczególnych gałęzi transportu w obsłudze wymiany handlowej między Chinami a Unią Europejską w latach 2013–2020

Year	Value [EUR]				Volume [t]			
	maritime	rail	road	air	maritime	rail	road	air
2013	65.98	0.63	7.15	26.24	98.96	0.08	0.61	0.34
2014	66.19	0.84	6.76	26.21	94.12	0.54	3.44	1.90
2015	63.74	1.14	6.91	28.2	94.10	0.65	3.53	1.72
2016	93.59	2.04	6.52	27.86	92.74	0.92	4.82	1.53
2017	62.44	2.71	6.19	28.66	93.61	1.22	3.25	1.92
2018	62.44	2.70	5.96	28.89	93.31	1.38	3.31	2.01
2019	62.97	2.76	5.94	28.33	94.04	1.33	2.88	1.75
2020	58.87	4.32	7.05	29.75	92.85	2.22	3.24	1.68

Source: [Eurostat].

Trade exchange between European Union and China is one of the biggest trade flows in the world. The flow volume is constantly increasing. Goods exchange can be handled by various modes of transports with maritime transport being dominant one (see Table 1). Since 2013, when the New Silk Road started stable operations, the role of rail traffic between China and European Union is constantly increasing, with the number of trains sent and TEU units transported growing rapidly each year [UTLC 2019, 2020]. Intensified rail traffic not only results from the overload of other modes of transport, but also from an attractive offer – looking from a perspective of transport economics, offer. Due to the shorter time of transport than in the case of transport (by about 40–50%) and significantly lower price than in the case

of air transport, many customers consider the New Silk Road to be an important solution in their supply chains. Despite that and taking in mind a global drive towards a greener transport it is important to consider whether using rail transport is more environmentally friendly than dominant maritime and air alternatives

Aim of the paper and methodology

The main aim of the study was to find if the New Silk Road can be treated as green, ecological transport solution in terms of CO₂ emission, in comparison to maritime and air transport in service of China – European Union trade exchange. Road transport has been excluded from the study due to a relatively small amount of data of uncertain quality.

The key element of the comparison between different transport branches is based on Carbon Emission Counter published by Eurasian Rail Alliance Index. This index takes weight in tons and TEU volume transported between China and Europe as benchmark and then compares and simulates CO₂ emission related that amount in maritime, air and road transport. Data are presented in two perspectives – direct emission (TTW – tank-to-wheel) only and direct and indirect emission together WTW – well-to wheel) [for information on the emission types, see an ex. EcoTransIT World 2020]. Detailed methodology can be found at Index1520 webpage [ERAI]. Using the information given it is possible to determine the kgCO₂ production per t and single TEU transported via given route. The emission parameters obtained in this way are consistent with those obtained in other scientific research [see for example OECD 2010].

There are two major problems with numbers presented under Index1520 website. First one is related to the carbon emission measures. WTW (well-to-wheel) shows general emission of given transport mean. It is constructed from two separate segments. TTW (tank-to-wheel) represents exploitation only, or in other words emission from energy consumption during vehicle operations. Then WTT (well-to-tank) segment is related with upstream process which can be described precisely as energy supply, production and distribution. However, emissions related to the production of the infrastructure and the construction of vehicles using it are not included here. Therefore, emission measurements with the use of WTW, TTW or WTT parameters do not reflect changes in emissions in a broad context, but are limited only to significant, but selected areas. The emission of harmful substances is responsible only for part of the external costs of transport. Only after taking all of them into account can a reliable assessment of its impact be made. Perhaps, therefore, in order to obtain better results and a more complete picture of the actual impact of individual modes of transport on the environment, more precise methods should be used that also take into account other areas of transport impact. The introduction of such methods in the future seems to be a necessity to present reliable research results allowing for drawing appropriate conclusions. These methods will require the measurement of the additional amount added and the application of appropriate processing procedures. Despite these shortcomings, this article will be limited only to these commonly used measures already implemented inside Index1520 (so WTW, TTW).

Second problem is that the distance used to estimations is the distance between two rail terminals in Dostyk (Kazakhstan) and Brest (Belarus) which is 5,454 km. This is not complete and representative transport distance since it is only a part of transit via CIS countries

(Kazakhstan, Russia, Belarus). In reality shortest distance between the two closest rail terminals in European Union countries and China, which are Małaszewicze in Poland and Xi'an, is approximately 7,500 km (137%). Brest and Małaszewicze are located quite near to each other but the distance between Dostyk and Xi'an is noticeable. Thus difference between Index1520 measurement and real distance has to be considered as significant. Moreover, the distance measure used on the Index1520 website is even less suitable for maritime transport. If consider the port of Shanghai as the main seaport on the Chinese side, and the port of Hamburg (Germany) as the main port on the European side, the distance, converted from nautical miles to kilometers, is nearly 20 000 km (367%). This distance may be shortened after adopting the ports in the south of China and in the Mediterranean basin as reference points (for example, for the Hong Kong – Taranto (Italy) pair, the distance is slightly over 15,000 km, still 275%), however, even then it is significantly greater than the measure adopted for the purposes of Index1520. In case of air distance it's also longer since main airports are located in coastal area of China (Beijing, Shanghai or Shenzhen) or in Sichuan region (Chengdu, Chongqing) and main airports in Europe are located closer to its center (Germany, France and Benelux countries). Taking as an reference Beijing and Frankfurt am Main (Germany) distance is around 7,800 kilometers. However for longest connections from China to Portugal distance may reach almost 11,000 kilometers. Therefore, in order to correctly compare rail, maritime and air transport, it is necessary to use the real distance measures. Taking into account the real distance to the calculations proposed under Index1520 will be the main contribution of this work.

Results

Table 2 presents CO₂ emission in kilograms based on rail traffic measured in tons and TEU in 2020 between China and European Union (both westbound and eastbound). Also there is direct comparison to potential emission using alternative maritime or air transport for the same amount of weight and TEU. The first three rows gathers information based on real distance between chosen pair of destinations while other three are related to distance measure implemented in Index1520 Carbon Emission Counter. Table 3 extends this comparison by presenting percentage difference in CO₂ emission where rail transport is treated as a reference point (100%) both for distance and traffic volume in tons and TEU.

Looking at absolute numbers presented in Table 2 it should be noted that taking into account only the railway section between the China/Kazakhstan and Belarus/Poland border crossing points significantly lowers the results obtained when real distance is in use. Focusing only on the measurements with the use of real distance, it can be seen that the rail transport leads in the TTW emission, while the maritime is superior in case of the WTW emission. This is true for both mass in tons and TEU. In both cases, air transport performs the worst in terms of environmental harm.

When examining the data from Table 3, it can be noticed that the advantage of rail transport over sea transport in TTW increases significantly if the real distance is taken. Importantly rise is slightly more visible in case of weight then TEU (from 545.81% up to 1455.49% in weight and from 477.58% up to 1273.55% in TEU). Moreover, in the case of WTW, where sea transport had a huge advantage when using the Dostyk – Brest distance, the use of the real distance reduces the difference and improves the competitiveness of rail

transport. Again improvement for rail is more visible in case of weight then TEU (from 15.44% up to 41.16% for weight and from 11.82% up to 31.51% for TEU).

Table 2. Comparison between CO₂ emission in kilograms for rail, maritime and air transport between China and European Union taking volume transported via rail in 2020 as an reference

Tabela 2. Porównanie emisji CO₂ w kilogramach dla transportu kolejowego, morskiego i lotniczego na trasie Chiny – Unia Europejska przy założeniu wolumenu przewozów kolejowych z 2020 roku jako punktu odniesienia

	Vehicle type	Route	Distance [km]	Weight [t]	10 000 000	TEU	500 000
				TTW [kgCO ₂]	WTW [kgCO ₂]	TTW [kgCO ₂]	WTW [kgCO ₂]
Real route	ship	Shanghai – Hamburg	20 000	592 676 824	649 468 190	584 558 330	640 571 768
	train	Xi'an – Brest (Mała*)	7 500	40 720 152	1 577 887 044	45 899 877	2 032 683 367
	air	Beijing – Frankfurt am Main	7 800	26 761 430 704	32 709 955 880	25 200 398 011	30 801 937 278
Index 1520	ship	Dostyk – Brest	5 454	161 622 970	177 109 975	159 409 057	174 683 921
	train	Dostyk – Brest	5 454	29 611 694	1 147 439 459	33 378 391	1 478 167 345
	air	Dostyk – Brest	5 454	18 712 415 777	22 871 807 612	17 620 893 686	21 537 662 297

TTW – tank-to-wheel; WTW – well-to-wheel

*Mała – Małaszewicze

Source: own work based on Index1520 Carbon Emission Counter [ERAI 2021].

Table 3. Comparison between CO₂ emission in percent's for rail, maritime and air transport between China and European Union taking volume transported via rail in 2020 as an reference

Tabela 3. Porównanie emisji CO₂ w procentach dla transportu kolejowego, lotniczego i morskiego na trasie Chiny – Unia Europejska przy założeniu wolumenu przewozów kolejowych z 2020 roku jako punktu odniesienia

	Vehicle type	Route	Distance [km]	Weight [t]	10 000 000	TEU	50 0000
				TTW [%]	WTW [%]	TTW [%]	WTW [%]
Real route	ship	Shanghai – Hamburg	20 000	1455.49	41.16	1 273.55	31.51
	train	Xi'an – Brest	7 500	100.00	100.00	100.00	100.00
	air	Beijing – Frankfurt am Main	7 800	65 720.36	2 073.02	54 902.97	1 515.33
Index 1520	ship	Dostyk – Brest	5 454	545.81	15.44	477.58	11.82
	train	Dostyk – Brest	5 454	100.00	100.00	100.00	100.00
	air	Dostyk – Brest	5 454	63 192.65	1 993.29	52 791.32	1 457.05

TTW – tank-to-wheel; WTW – well-to-wheel

* Mała – Małaszewicze

Source: own work based on Index1520 Carbon Emission Counter [ERAI 2021].

New Silk Road – infrastructural potential

Regardless of the degree of environmental impact, a very important factor in the assessment of a given mode of transport should be its potential to handle a given flow of loads. Even the greenest means of transport must first and foremost fulfill its transport task. If this is not the case, then either this means of transport has to be replaced by another one that will fulfill the task or make such changes on the demand and supply side to reduce the demand for specific transport services. Additionally, each transport solution should be analyzed through the prism of its broadly understood effectiveness and efficiency. The CO₂ reduction measures may not be desirable due to the low efficiency of the processes. They can lead to a reduction in emissions in the area of transport, while increasing it elsewhere as a result of the loss of efficiency of the transport system. The assessment of emissivity, or more broadly the environmental impact, is therefore only one of the components of the assessment of a given transport solution, which should take into account the balance of costs and benefits covering many categories.

Taking into account the data for the last ten years, the trade of goods between China and the European Union countries is gradually increasing. This is happening despite the economic turmoil (inflation increase at the end of 2021 in Europe) or the COVID-19 crisis. As mentioned in the introduction (Table 1), sea transport dominates the handling of this exchange. The choice of a transport solution most often depends on three basic variables: time, price and availability. Maritime transport has the lowest price, the highest availability, but the longest transit time. Air transport is the shortest but has the lowest availability and the highest price. Rail transport is between these two ingenious solutions. Price is closer to maritime transport and availability closer to air. Importantly, in 2020 and 2021 its price (for a 40 ‘container’) fluctuates relatively close to the price in sea transport. With a comparable price and significantly shorter transport time, the choice of rail seems to be a good alternative to sea transport. However there is a problem of relatively low accessibility in comparison to maritime solution. Its ability to handle huge flows of cargo makes it basically the only solution for significant volumes of goods at the moment. It is known, however, that maritime transport reaches the limits of its capacity and all its disturbances are acutely felt by the involved economies. This suggests the need to develop other means of transport.

Despite the fact that in recent years rail transport has significantly developed under the New Silk Road initiative, it seems that without new and significant investments, the existing infrastructure system is slowly reaching its limits. According to general system logic, a given system is as efficient as its weakest element. Thus it is necessary to conduct a coherent and coordinated investment policy by all countries involved in the project of the New Silk Route. It should be emphasized that due to the fact that most of the route leads through sparsely populated areas, the development potential for linear infrastructure is very significant.

An example of significant infrastructural limitation may be the border crossing between Poland and Belarus located in the Terespol commune. It is the main border crossing point between the European Union countries and the CIS countries. As indicated by information from PKP PLK (the Polish railway line administrator), the capacity of this section is fully used [Madzjas 2021]. This means that in order to further increase the volume of goods sent by trains, it is necessary to rapidly increase the capacity through new investments. Such actions are initiated. During 2021 the railway bridge over the Bug has been modernized, which

allows for an increase in the number of trains running. New investments in intermodal rail terminals in Małaszewicze and in E20 railway are planned.

Therefore, looking through the prism of the desire to reduce CO₂ emissions, the railway, although it remains an attractive alternative, requires further investments. These investments will require time and financial expenditures. New undertakings, apart from carbon dioxide emissions, may also have an environmental impact in other ways (crossing animal migration routes, noise emission, pollution of areas that are still relatively unpolluted today, etc.). Therefore, it is necessary to conduct thorough research to determine whether the actual development of rail transport between the European Union and China will not only contribute to the reduction of CO₂, but will also have a generally positive impact on the preservation of nature. However, as it was emphasized at the beginning, the goal of protecting the environment must be in line with the basic task of transport systems, which is the transport of goods and people.

Summary and conclusions

1. The New Silk Road can be treated as an green alternative for maritime and air transport on China to European Union route when examining CO₂ emission. That is true both in case of Index1520 distance measure and for real distance between given reference infrastructural points. However study on the real distance measure showed that in case of TTW and WTW results for rail transport in comparison with maritime transport are better. Still in case of WTW actions are required to improve this parameter for rail transport and making in more competitive in that aspect.
2. It has to be consider that rail connection is relatively new in comparison to maritime and air solutions. Thus it may take some time to adjust and tune all New Silk Road elements to achieve even better (greener) results.
3. Taking into account not only environmental but also transport system potential rail transport may become a widely used transport solution for China – European Union transport only if extensive infrastructural program will be develop in near perspective. As official documents and press reports show, such programs are being implemented now and are being prepared both on the part of European Union countries, CIS countries and China.
4. Taking in mind further grow in China – European Union mutual trade exchange and some methodological shortcomings shown on the example of WTW, TTW and WTT, further studies should be carried out in the subject of green transport on that route. Strong effort should be put on comparison for direct and indirect environmental impact for same route (pair of sending and receiving point) served by various means of transport. Performing many similar tests will allow for a better comparison of existing transport solutions. Subsequent research should take into account not only the issue of CO₂ emissions, but also other substances and the impact of a given branch of transport on the environment in the general context (e.g. destruction of virgin lands, destruction of habitats and animal migration paths, noise) as well as on the every potential external costs and benefits related to functioning of current and planning of the future transport operations and investments.

Important notes

This study is a part of PhD research under prepared by author under the working title: “Economics effects of the functioning of New Silk Road rail infrastructure on Poland economy”. The author invites interested readers to contact and cooperate

References

- EcoTransIT World, 2020: Environmental methodology and data – update 2020. EcoTransIT World Initiative (EWI), Ingenieurgesellschaft für Verkehrs- und Eisenbahnwesen mbH, Consulting Company for Traffic and Railway Engineering Ltd., Hannover.
- Ehrler V., Engel A. van den, Davydenko I., Diekmann D., Kiel J., Lewis A., Seidel, S., 2016: Global Standardisation of the Calculation of CO₂ Emissions Along Transport Chains – Gaps, Approaches, Perspectives of the Global Alignment Process, [in:] Commercial Transport, U. Clausen, H. Friedrich, C. Thaller, C. Geiger (eds), Lecture Notes in Logistics, Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-21266-1_9
- ERA, [electronic source] <https://index1520.com/en/index/faq/#how-co2> [access: 02.01.2021].
- ERA, 2021: Carbon Emission Counter, [electronic source] <https://index1520.com/en/emissions-co2/> [access: 02.03.2021].
- European Commission, 2019: Handbook on the external costs of transport, Version January 2019, Luxembourg.
- European Council, Fit for 55 package – official information, [electronic source] <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/eu-plan-for-a-green-transition/> [access: 02.01.2021].
- European Environmental Agency, 2020: Transport and environment report 2020 – Train or plane, Copenhagen, , [electronic source] <https://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-environment-report-2020> [access: 02.01.2021].
- Eurostat, [electronic source] <https://ec.europa.eu/eurostat/web/international-trade-in-goods/data/database> [access: 03.01.2021].
- Kageson P., 2009: Making international transport pay its climate bill, International Transport Forum, Transport for a global economy, Workshop 5 – Environmental impact of international transport, OECD, Leipzig.
- Madras J., 2021: Opóźnione pociągi z Chin wpadły w prace torowe w Małaszewiczach, Rynek Infrastruktury, [electronic source] <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/drogi/opoznione-pociagi-z-chin-wpadly-w-prace-torowe-w-malaszewiczach-77929.html#> [access: 01.01.2021].
- OECD, 2010: Globalization, transport and the environment OECD publishing, Paris, [electronic source] https://read.oecd-ilibrary.org/environment/globalisation-transport-and-the-environment_9789264072916-en#page277 [access 02.01.2021].
- Rajkovic R., Zmic N., Bojic S., Stakic D., 2015: Role of cargo weight and volume: Minimizing costs and CO₂ emissions in container transport, [in:] Commercial Transport, Lecture Notes in Logistics, U. Clausen, H. Friedrich, C. Thaller, C. Geiger (eds), Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-319-21266-1_10
- UTLC, 2019: Annual Report 2019, [electronic source] <https://www.utlc.com/en/accounting/> [access: 03.01.2021].
- UTLC, 2020: Annual Report 2020, [electronic source] <https://www.utlc.com/en/accounting/> [access 03.01.2021].
- Wang X., Norstad I., Fagerholt K., Christiansen M., 2019: Green Tramp Shipping Routing and Scheduling: Effects of Market-Based Measures on CO₂ Reduction, [in:] Sustainable Shipping, H. Psaraftis H. (ed.), Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-04330-8_8.
- Zhao L., Ling L., Zhang Y.-J., 2015: Investigating the CO₂ emission difference among China's transport sectors and their influencing factors, Natural Hazards 77, 1323–1343, <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1657-2>

Adrian Budny[✉], Tomasz Rokicki^{1✉}

¹Warsaw University of Life Sciences – SGGW

Road transport of dangerous goods in Poland

Transport samochodowy towarów niebezpiecznych w Polsce

Abstract. Road transport of dangerous goods, due to their specific properties that may endanger people and the environment, is burdened with many procedures and numerous documentation related to the carriage and transport. Every year, the number of carriage of dangerous goods increases, which forces road users, especially people transporting these goods, to have a special entitlement that will allow for the safe transport of dangerous goods. The aim of the written assignment was to present the functioning of the transport of dangerous goods and the standards and rules to be followed in order not to pose a threat at any stage of the movement of this type of cargo. It was found that the number of accidents and incidents resulting from road transport of hazardous materials in Poland grows slower than the volume of this transport. The reason is the better and better adherence to the safety procedure. To reduce the risk of a hazard in the road transport of dangerous goods, it is extremely important to comply with the ADR agreement, be familiar with the law and regulations.

Key words: dangerous goods, hazardous substances, the ADR, road transport

Synopsis. Transport samochodowy towarów niebezpiecznych ze względu na ich specyficzne właściwości, które mogą zagrażać człowiekowi oraz otoczeniu jest obarczony wieloma procedurami i liczną dokumentacją związaną z przewozem i transportem. Każdego roku wzrasta liczba przewozów towarów niebezpiecznych, co wymusza na uczestnikach ruchu, a zwłaszcza osobach transportujących owe towary posiadanie szczególnych uprawnień, które pozwalać będą na bezpieczny przewóz niebezpiecznych ładunków. Celem pracy było przedstawienie funkcjonowania przewozów towarów niebezpiecznych oraz norm i zasad, jakich należy przestrzegać, aby nie stwarzać zagrożenia na żadnym z etapów przemieszczania się tego rodzaju ładunków. Stwierdzono, że liczba wypadków i incydentów wynikających z transportu drogowego materiałów niebezpiecznych w Polsce rośnie wolniej niż wielkość tego transportu. Przyczyną jest coraz lepsze przestrzeganie procedury bezpieczeństwa. Chcąc zmniejszyć ryzyko powstania zagrożenia w transporcie drogowym towarów niebezpiecznych, niezwykle ważne jest przestrzeganie umowy ADR, znajomość prawa i przepisów.

Słowa kluczowe: towary niebezpieczne, substancje niebezpieczne, umowa ADR, transport drogowy

Jel codes: R40, R42

✉ Adrian Budny – e-mail: adrian.budny.94@gmail.com

✉ Tomasz Rokicki – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Logistics;
e-mail: Tomasz_rokicki@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3356-2643>

Introduction

Recent years have seen an increase in the volume of hazardous materials being transported by road. This poses a risk. In the event of a collision, there is a very high risk that the substances transported will escape, causing environmental contamination that poses a potential danger to humans and the environment. Strict compliance with the rules is therefore necessary. The carriage of dangerous goods is regulated in the Act on the Carriage of Dangerous Goods by Road and the European Agreement ADR, which is supervised by the Ministry of Health, specifically the Inspector for Chemical Substances and Preparations and the Environment, functioning according to the Act on Chemical Substances and Preparations [Kokociński 2009].

The ADR agreement has common origins with the agreements on international transport: by sea (IMDG), by rail (RID), and by air (ICAO). The purpose of the ADR provisions is primarily to eliminate or reduce risks associated with the transport of dangerous goods by reducing the likelihood of an accident occurring and the extent of any damage. Such actions should not result in transport bans, but the transport itself must meet many legal requirements and restrictions. The detailed regulations mainly concern [Zielińska and Zelent 2008]: the rules for the classification of hazardous materials, conditions and manner of road transport of hazardous materials, the marking of packages, additional requirements concerning the vehicle transporting certain hazardous materials, its marking, equipment and the vehicle crew, documents required during transport, their templates and the manner of their issuance.

According to the guidelines of the ADR agreement, the transport of dangerous goods is subject to specific orders and bans, including those concerning the approval of the material for transport, its packaging, classification and marking, requirements concerning the means of transport of the vehicle, and the execution of the transport. Thanks to this classification, dangerous goods are assigned methods for choosing the right way of transportation, appropriate packaging, and procedures to be followed during transport or the occurrence of negative events, ensuring safety. All hazardous materials produced in the world are divided into 13 hazard classes, which means that after classifying the goods to the appropriate group and assigning it a number, it is necessary to select the appropriate means of transport and appropriate packaging of the goods, as well as persons managing the transport who have the relevant authorizations and training [Kisperska-Moroń and Krzyżaniak 2009]. The ADR agreement is amended every two years in the odd-numbered year. Such an agreement consists of a proper agreement and annexes A, B, which are its integral part. The pertinent agreement determines legal relations between the participating states, whereas annexes contain provisions regulating to a large extent the conditions of transport of particular hazardous materials in international road transport. Polish regulations have been based on international requirements, which has made it possible to significantly increase the level of transport safety through the application of international technical standards, constant improvement of regulations, and application of the same requirements in domestic and international transport. Protection of dangerous goods is based primarily on the human factor, i.e. the people who handle, organize and supervise the transport. Transport includes both transport and the loading, unloading, handling, and storage of toxic and explosive substances. The vast majority of hazards involving these special materials are due to negligence and disregard for fundamental safety rules by employees who fill tanks and containers without checking their tightness and

by vehicle drivers who do not follow the basic rules that are required during transport. To maintain appropriate conditions to ensure the correct course of transport, the rules contained in instructions, codes, laws, and other legal regulations concerning the transport of dangerous goods must be strictly observed. Provisions on the protection of dangerous goods are mainly contained in section 1.10 of the ADR agreement, where precautions are set out to reduce the risk of theft or dangerous goods being misused or leading to danger to people, the environment, or property. They were introduced into the ADR Agreement due to the possible use of dangerous goods for terrorist purposes [Urban and Szylar 2014].

The purpose of the study was to present the functioning of the transport of dangerous goods, the standards, and the rules that must be observed in order not to pose a threat at any stage of the movement of this type of cargo. The specific objectives of the study were as follows: to present the legal regulations on the transport of dangerous goods, to define the risks arising from the transport of this type of cargo, as well as the number of dangerous incidents during the transport of dangerous goods by road.

The paper has one research hypothesis – the number of accidents and incidents resulting from the transport of hazardous materials by road in Poland is increasing at a slower rate than the volume of such transport.

Materials and Methods

Using the method of purposeful selection, the area related to the transport of dangerous goods by road was selected for the study. Sources of materials were: literature on the subject, legal regulations on the transport of dangerous goods, reports and analyses on the transport of dangerous goods, websites. The following methods were used for data analysis and presentation: descriptive, tabular, graphic.

Results and discussion

Safety issues in the transport of hazardous materials by road

The transport of hazardous materials is a real danger to people and the environment. It is also an area of frequent negligence and conflicts with the law, because every day forwarding companies, i.e. carriers, shippers, and drivers, have to deal with many factors that affect the safe transport of dangerous goods. Issues related to the safety of road transport of dangerous goods are based primarily on the procedures available to those who order the transport and loading of dangerous goods, as well as on all actions aimed at ensuring safety in the transport of these materials [Wołczański and Rut 2014].

To ensure an appropriate level of road safety, it is necessary to improve the functioning of the existing legal regulations that apply to transport companies, as well as to enforce them thoroughly and strictly. General recommendations, which are commonly used in road transport of dangerous goods, are published in The European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR). Each means of transport adapted to the transport of dangerous goods meets specific construction requirements, which are checked and respected by all participants in the transport chain. The transport of dangerous goods is a complicated process due to the risks it may cause. At each stage of the transport,

from the preparation of the goods for transport, through loading, transport, unloading, and handing over to the final recipient, the highest precautions should be observed, and all the actions taken should take into account the potential risk of a situation endangering the life or health of people and animals, as well as the environment. The transport of dangerous goods is not a simple process and the number of steps and procedures to be followed to comply with the regulations means that the risk of danger is reduced to a minimum. Maintaining all safety measures during loading, handling, and transport [Kociołek 2010].

The main routes for transporting dangerous goods are mainly urbanized areas. The army together with the State Fire Service has developed a detailed map of roads that are used for transporting dangerous goods. It shows the routes on which vehicles may legally travel, as well as specially designated stopping places and detours in large urban areas, all to maintain maximum safety measures. The map also includes details of all the dangerous goods advisers, who are responsible for many processes relating to the transport of dangerous goods. Their main task is to plan loading and handling in such a way that it complies with the law by properly classifying and labeling the goods and cargo in question. Dangerous goods are classified with due care and precision to ensure their safe transport. The basic safety measures in the context of dangerous goods transport are [Bursztyński et al. 2010]:

- entrusting goods to experienced and trained drivers,
- the use of means of transport specifically designed for this purpose,
- appropriate vehicle equipment,
- to comply with the standards and rules designed to maintain safety.

The required additional equipment of the vehicle results from the issued written instruction intended for the vehicle crew. The basic equipment of the vehicle includes [Janczak 2011]:

- a fire extinguisher (2 kg + resulting from the carrying capacity of the vehicle),
- a minimum of one wheel chock (corresponding to the diameter of the wheels and the weight of the means of transport),
- two warning signs such as a triangle and reflective bollards,
- flashing lights emitting orange light,
- a number of reflective waistcoats or warning clothes corresponding to the number of crew members in the vehicle,
- a torch for all crew members,
- protective gloves,
- special eyewash,
- breathing masks,
- safety goggles,
- protection for manholes.

Regardless of the type of dangerous goods being transported, special transport must comply with all standards and regulations imposed by law. Any deviation or negligence in this respect may endanger the life and health not only of the operators of the vehicle transporting the hazardous materials but also of other road users. Negligence threatening leakage of toxic substances is also a very serious threat to the environment [Wołczański and Rut 2014].

The volume of road transport of hazardous materials in Poland

The transport of dangerous goods is an important branch of road transport. It is also very important in the context of threats it poses to road traffic. According to available data, 88–

90% of dangerous goods in Poland are transported by road, and only 8–10% by rail [Grzegorzczuk and Buchcar 2009, Kopczewski and Nowacki 2018].

Over 150 million t of dangerous goods are transported annually by road in Poland, which is over 430,000 t per day. To transport this cargo on standard 18-t semi-trailers, 24,000 trucks are needed daily. Accordingly, Poland needs a well-developed transport network to support trade and economic growth, create jobs and favorable economic conditions. Based on statistical data, it may be noted that in the case of transport of hazardous materials by road, the number of accidents is gradually decreasing from year to year. This is probably due to greater attention being paid by the services inspecting vehicles transporting hazardous materials. Their technical condition is improving. In January 2012, the Act on the Transport of Dangerous Goods transferred the supervision over this transport from voivodes to the minister responsible for transport.

Annually, 150 million t of dangerous goods (TN) are transported on Polish roads. According to available data, the number of dangerous goods transport has more than doubled between 2016 and 2019. The total volume of goods including dangerous goods that are transported in Poland by domestic road transport as well as international road transport has been increasing [Eurostat]. Figure 1 presents data on the transport of dangerous goods by road in Poland in particular years.

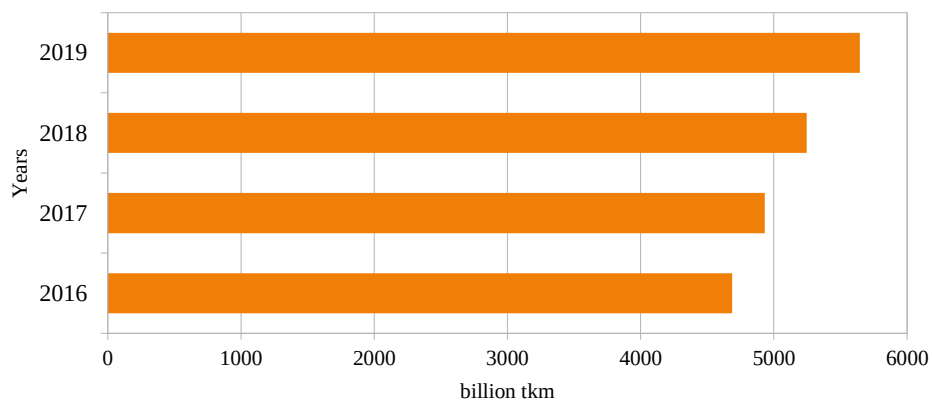


Figure 1. Freight performance in the transport of dangerous goods in billion tkm in 2016–2019

Rysunek 1. Praca przewozowa przy transporcie towarów niebezpiecznych w mld tkm w latach 2016–2019

Source: [Eurostat, Transport database].

The transport of dangerous goods in Poland has been systematically increasing. Road transport is one of the most frequently selected modes of transport of dangerous goods. About 80% of all dangerous goods in Europe were transported by road. In Poland this indicator is similar. Deciding on this type of transport of dangerous goods is primarily related to the costs incurred by the organizer of the transport. Nowadays road transport is considered to be one of the cheapest modes of transport for dangerous goods.

Most dangerous goods are transported in the vicinity of Tricity, Bydgoszcz, Tarnów, and Kielce. Dangerous goods are delivered mainly to industrial and production plants, of

which there are over 300 in Poland, 60 of which are considered to be particularly dangerous and hazardous to humans and the environment. These are plants and processing plants where hazardous substances are produced or used. Figure 2 presents the transport work carried out by different modes of transport between 1990 and 2020, concerning dangerous goods.

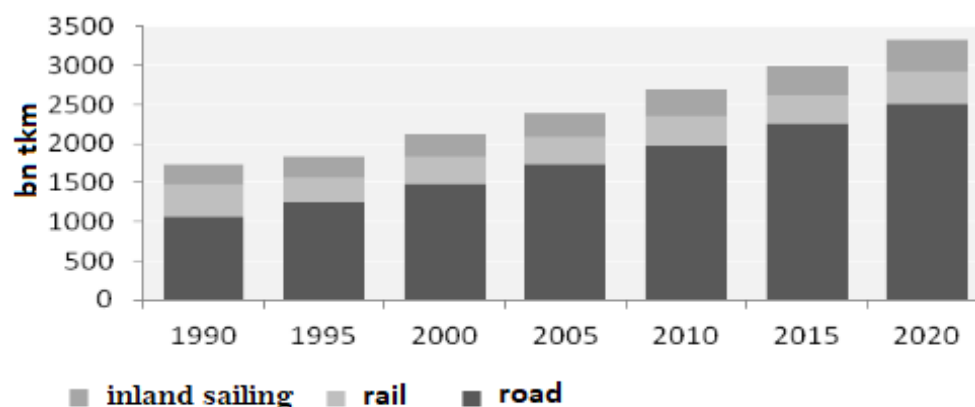


Figure 2. Dangerous goods transport by various modes of transport in 1990–2020 in the European Union
Rysunek 2. Przewozy towarów niebezpiecznych różnymi gałęziami transportu w latach 1990–2020 w Unii Europejskiej

Source: [ADR – Gazy].

Road transport was responsible for most of the transport work for dangerous goods. Among EU countries, Poland was in second place behind Germany, and ahead of Spain and France, in terms of dangerous goods transport. In 2019, hazardous goods transport in the EU accounted for 87.10 million tkm, of which transport in Poland was about 11 million tkm [Pułkowski and Domański 2010]. A comparison with other EU countries is shown in Table 1. It is clear that Poland, just after Spain and Germany, transported the most dangerous goods compared to the other EU countries.

The largest group of products transported in Poland were flammable liquids (more than half of the dangerous goods transported). Two other groups, gases (compressed, liquefied or dissolved under pressure) and corrosive substances, represented 14 and 10% respectively. These statistics are similar compared to previous years. In Poland, according to 2016 statistics, 88% of dangerous goods were transported by road and only 12% by rail. Another important statistic is the percentage use of the means of transport of dangerous goods. It was as follows [Grzegorzczuk 2011, Kopczewski and Nowacki 2018]: tanks up to 79%, containers 20%, canned goods 1%. Chemical accidents and disasters may also cause the greatest potential risks. The predominant threats here are those arising from the way hazardous chemicals are stored and transported. As a result of failures, often combined with the negative impact of natural forces, hazardous substances leak into the environment in an uncontrolled manner and cause a potential hazard [Nowacki and Chmieleński 2017].

Table 1. Transport of dangerous goods in Poland compared to other EU countries

Tabela 1. Przewóz towarów niebezpiecznych w Polsce na tle innych krajów UE

Specification	Yearly transport of dangerous goods (million tkm)			
	2016	2017	2018	2019
EU	64 209	73 987	84 217	68 269
Germany	18 831	23 770	25 013	23 284
Spain	324	1 570	14 451	1 514
Poland	7 806	8 112	8 923	9 311
France	5 545	6 239	5 770	5 402
Latvia	6 865	6 555	4 677	4 872

Source: [Eurostat, Transport of dangerous goods].

The volume of dangerous goods transported by road is steadily increasing. Currently, the share of dangerous goods transport in the total number of road transports is estimated at 8–12%, of which liquid fuels such as petrol and diesel oil have the largest share (about 70%) [Nowacki and Chmieliński 2017]. This is related to the increasing demand for motor fuels. Detailed data on the volume of dangerous goods transport in Poland in 2015–2019 and the number of dangerous situations and accidents involving them are presented in Table 2.

Table 2. Transport of dangerous goods by road in 2015–2019 and the number of accidents in a given year

Tabela 2. Przewóz towarów niebezpiecznych transportem drogowym w latach 2015–2019 oraz liczba wypadków w danym roku

Specification	Transport of dangerous goods in the years				
	2015	2016	2017	2018	2019
Number of dangerous goods transported by road	22 965	23 618	25 866	27 676	29 145
Number of hazardous incidents	26	44	43	37	34
Share of hazardous events in road transport	0.1132 %	0.1862 %	0.1662 %	0.1337 %	0.1132 %

Source: [UTK 2019].

One can see an increase in the number of transports of dangerous goods by road, while the number of dangerous incidents has been steadily decreasing since 2015. The highest number of dangerous incidents was recorded in 2016 and the lowest in 2015, of which it should be remembered that in 2016 the total number of transports was almost 7 thousand lower than in 2019. Overall, the percentage of dangerous incidents in this type of transport was very low, as it was less than 0.2% [Kopczewski and Nowacki 2018].

Threats connected with the transport of hazardous materials may result, among other things, from technical defects of vehicles in which these substances are transported, improper operation of means of transport, poor condition of roads, and failure to observe road traffic safety [Bojar 2011]. In over 80% of cases, these incidents concern transport of liquid fuels,

the transport of which is particularly dangerous to the environment because of the risk of explosion and fire.

In order to reduce the risks involved in the transport of dangerous goods, it is essential to comply with the regulations in force for each of the participants in the process of transporting dangerous goods. Only informed action in compliance with the regulations will make it possible to minimize the risks involved in the transport of dangerous goods, both in Poland and around the world.

Conclusions

Year on year, the number of dangerous goods being transported by road is increasing. As a result, the hazards resulting from the movement of these goods are also increasing. During a road incident, there is a great risk that a substance will escape and cause contamination and degradation of the environment, but also a threat to human life and health. The transport of dangerous goods not only requires specialist knowledge of composition, chemical, and physical properties but also specialist packaging and means of transport. Very restrictive standards and rules of conduct apply to the transport of this type of goods. The provisions of the ADR agreement are commonly applied.

The article presents a hypothesis that the number of accidents and incidents resulting from the transport of hazardous materials by road in Poland is growing slower than the volume of such transport. The hypothesis was verified positively. Although the share of road transport in the transport of hazardous substances is growing year by year, all safety procedures are maintained to minimize accidents.

To reduce the risk of causing a hazard in road transport of dangerous goods, it is extremely important to observe the ADR agreement, to know the law and the regulations which aim to ensure that dangerous goods are properly marked and transported. All these actions undoubtedly improve road safety and minimize the occurrence of danger in road transport.

References

- ADR – Gazy, [źródło elektroniczne] <http://gazy-adr.prv.pl/index.php?page=prognozy> [access: 22.04.2020].
- Bojar P., 2011: Ocena ryzyka zajścia zdarzeń niepożądanych wynikającego z naruszeń przepisów, *Logistyka* 6, 13, 273–282.
- Bursztyński A., Drewek W., Zieliński M., 2010: Uwarunkowania i możliwości strategicznego transportu wojsk i techniki wojskowej, Sowa, Gdynia.
- Eurostat, Transport database, [electronic source] <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database> [access: 20.04.2020].
- Eurostat, Transport of dangerous goods, [electronic source] https://ec.europa.eu/eurostat/data-browser/view/rail_go_dnggood/default/table?lang=en [access: 22.04.2020].
- Grzegorzczak K., 2011: Przewóz towarów niebezpiecznych, *Kwartalnik Towary Niebezpieczne* 3, 21.
- Grzegorzczak K., Buchar R., 2009: Towary niebezpieczne, *Transport w praktyce, AdeR*, Kraków.
- Janczak A., 2011: ADR w spedycji i magazynie, *Zacharek – Dom Wydawniczy*, Warszawa.
- Kisperska-Moroń D., Krzyżaniak S., 2009: *Logistyka, Biblioteka Logistyka*, Poznań.
- Kociołek K., 2010: Drogowy przewóz towarów niebezpiecznych, *Wydawnictwo Tarbonus*, Warszawa.
- Kokociński M., 2009: Praktyczne aspekty stosowania ADR w przewozie towarów niebezpiecznych, *Credo*, Piła.
- Kopczewski R., Nowacki G., 2018: Ewaluacja stanu bezpieczeństwa przewozu drogowego towarów niebezpiecznych w Polsce, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 19, 270–278.

- Nowacki G., Chmieliński M., 2017: Analiza transportu towarów niebezpiecznych w państwach członkowskich Unii Europejskiej, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 9, 11, 104–111.
- Pułkowski M., Domański W., 2010: Bezpieczeństwo transportu drogowego paliw płynnych w cysternach – podstawowe obowiązki uczestników przewozu, *Bezpieczeństwo pracy* 9, 12, 9–13.
- Urban J., Szylar K., 2014: Bezpieczeństwo przy transporcie towarów niebezpiecznych, [w:] *TransLogistics 2014*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 53–66.
- UTK, 2019: Bezpieczny przewóz towarów niebezpiecznych, [electronic source] <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/15344,Bezpieczny-przewoz-towarowniebezpiecznych.html> [access: 20.04.2021].
- Wółczański T., Rut T., 2014: Bezpieczeństwo w transporcie drogowym materiałów niebezpiecznych, *Logistyka* 4, 12–16.
- Zielińska T., Zelent S., 2008: Transport samochodowy towarów niebezpiecznych, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk.

Adrian Grudzień[✉], Tomasz Rokicki^{1✉}

¹Warsaw University of Life Sciences – SGGW

Logistical organization of the Armed Forces of the Republic of Poland

Organizacja logistyki w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej

Abstract. The paper describes military logistics, including the administrative and legal norms, that influenced the development of the modern military logistics system in the 21st century. The scope of the military logistic system was shaped by the legal regulations of Poland's joining into NATO. The recent years actions affected the modernization of the entire army system. In this paper, the structure of the Republic of Poland's armed forces is described, including its logistics system, divided into the hierarchy-organizational branches of the army. A detailed description of areas of technical, transport, and material security of the Republic Poland Armed Forces is included as well. These elements are of the greatest influence on the army's battle readiness.

Key words: NATO, logistics, Armed Forces of the Republic of Poland, logistic system, tasks of military logistics

Synopsis. W pracy przedstawiono logistykę wojskową z uwzględnieniem norm prawno-administracyjnych, jakie w XXI wieku wpływały na kształtowanie się współczesnego systemu logistyki wojskowej. Na wymiar wojskowego systemu logistycznego miały wpływ regulacje prawne związane z przystąpieniem Polski do sojuszu NATO. Podejmowane działania w ostatnich latach dotyczyły modernizacji całego systemu armii. W pracy przedstawiono opis struktury organizacyjnej Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (SZ RP) wraz z uwzględnieniem w niej systemu logistycznego, podzielonego na poszczególne szczeble hierarchiczno-organizacyjne wojska, a także scharakteryzowano obszary zabezpieczenia technicznego, transportowego oraz materiałowego Sił Zbrojnych RP. Były to elementy w największym stopniu odpowiadające za gotowość bojową armii.

Słowa kluczowe: NATO, logistyka, Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej, system logistyczny, zadania logistyki wojskowej

JEL codes: L30, L38

✉ Adrian Grudzień – e-mail: adriangs@wp.pl

✉ Tomasz Rokicki – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Logistics;
e-mail: Tomasz_rokicki@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3356-2643>

Introduction

Military logistics is one of the scientific disciplines that has been transformed very dynamically and multifaceted in recent years. Special challenges connected with the hierarchical character of service, many years of experience gained in training ground exercises, staff exercises or military contingents have shown strengths and weaknesses of this system, thanks to which its essence, structure, and ways of operating can be modified more and more efficiently. Technological, technical, economic as well as social, and geopolitical progress also contributed to the evaluation of logistics in pragmatic terms. In the literature, military logistics is defined as a field of knowledge focused on the supply chain management process and all activities related to the provision of services to the army and the command of units responsible for the above tasks [Nowak 2000]. The contemporary definition of military logistics additionally includes the optimization of transformation processes because of the main criterion, which is the maximization of the defense capabilities of the Polish Armed Forces [Ficoń 2015].

Another definition of military logistics introduces the terminology of logistics system as a set of components of the organizational-functional structure, the target and mutual correlations of which secure the activities of the Polish Armed Forces in times of peace, crisis, and war through the maintenance of executive potential and logistical resources enabling long-term operations in different climatic or terrain conditions [Bursztyński 2009].

Moreover, logistics by combining military and civilian environments creates a unified logistics system, used for more effective management and profiling with the help of, among others, state-of-the-art IT solutions [Bursztyński 2009]. The above-mentioned system in terms of the implementation of tasks in the military environment operates in the following areas [Nowak and Walancik 2018]: technical, material, transport, and medical. Another definition of logistics included in the NATO Dictionary of Terms and Definitions characterizes this issue as a field dealing with planning and maintaining the combat capability of the armed forces, taking into account such aspects as transport and distribution of military equipment, service provision, or health security [MON 2017]. The definition proposed by Bursztyński understands logistics as a set of methods of effective management in the field of maintenance, storage, organization of movement, and management of stocks as the foundation of the army [Bursztyński 2009]. The above definitions, therefore, are heterogeneous and define logistics as a field, a process, and a system or set of methods, however, isolating the pragmatic scope of military logistics, the above aspects include most generally such areas as [Kurasiński et al. 2014]:

- the design and development of military equipment, its operation, and maintenance, together with the acquisition and storage of material and combat assets,
- passenger transport,
- sourcing and providing specialized services,
- construction of facilities, their use and maintenance and decommissioning,
- medical security.

The above-mentioned areas direct the scope of activities while emphasizing that the essence of military logistics is to provide such solutions that foster high efficiency of supply delivery to the army and provide specialized and economic services to territorially subordinate entities [Nowak 2000]. Both civil and military logistics definitions take into account the flow of goods understood as the delivery of a product to a specific recipient, taking into

account the demand, the adopted schedule of activities, and the lowest possible cost of implementation.

Analyzing the literature on the subject and normative acts to the basic concepts of military logistics also includes the term logistic supply. According to the definition, logistic supply is a specific striving of a unit to achieve optimal coordination in the flow of materials, their processing, storage, and transfer of the final form to specific entities to function effectively in a specific situation [Dworecki 2012]. Moreover, logistic supply consists of logistic support and logistic security. According to the definition of Dworecki definition logistic security includes the area of planning, organizational, and executive activities at the level of own forces and resources and logistic support includes the implementation of tasks using the forces and resources of allies, neighbors, or higher-level entities [Dworecki 2012]. Another definition specifies the practical form of logistic protection of troops in the area of military logistics covering logistic services and supplies provided for the needs of the Polish Armed Forces [Nowak 2009].

While attempting to define military logistics in the normative aspect, the concept of military logistics system was created and defined as a military organization operating based on the rules of war, composed of units, management bodies, and logistic devices within the framework of mutual relations, the final effect of which is an efficient organization and implementation of supply delivery, as well as provision of specialized services for troops [Nowak 2000]. In parallel with the above term, the concept of logistic device and logistic element was also introduced. According to the definition proposed in the Land Forces Logistics Doctrine, a logistics element is separated forces and resources from military subdivisions created to perform tasks in the area of material, transport, or medical security regardless of the place and combat situation [MON 2007]. The logistic device refers to the means and forces developed in the field of operations directed at the realization of social and living benefits or supply delivery [MON 2007].

Military logistics through correlations with other disciplines of sciences both military and civilian have an interdisciplinary character in pragmatic terms. Modern military logistics draws not only from military sciences but also from social, legal, or technical sciences and thus increases its effectiveness in terms of logistical security of combat operations [Ficoń 2015]. However, the success of military operations is based on logistics not only within the unit itself, the structure, or the hierarchical leadership but also on international cooperation. As can be seen from the above definitions, the term military logistics is not understood uniformly and over the years includes new aspects through accumulated experience and dynamic IT, technological, and transport development.

The main aim of the work was to present and evaluate the organization of Logistics of the Polish Armed Forces. The paper presents the following specific objectives: to show the historical outline of military logistics, to define the organization, tasks and functions of the logistics of the Polish Armed Forces, to present the essence and specificity of the material, technical and transport security of the military logistics of the Polish Armed Forces. Two research hypotheses were formulated in the paper:

1. The existing logistic security system of the Polish Armed Forces is sufficient and flexible.
2. Modern logistic security in the Polish Armed Forces meets the standards of NATO and member states.

Materials and Methods

The area related to Logistics of the Polish Armed Forces was selected for research using the purposeful selection method. The sources of materials are: literature on the subject, normative acts concerning the Armed Forces of the Republic of Poland, websites. The descriptive method was used to analyze and present the collected materials.

Results and discussion

Basic regulations on military logistics in the Polish Armed Forces

While attempting to specific legal regulations of the Polish Armed Forces logistics it is important to start from normative acts and regulations which for decades have influenced shaping the essence of this issue in the structure of the army not only in the territorial area of the country but also internationally. One of the first and fundamental normative acts which initiated the contemporary logistics system in the Polish army is the document by which Poland joined the North Atlantic Treaty Organisation on March 12, 1999. The North Atlantic Treaty, which was signed at that time, obliged member countries to mutual protection and assistance in case of an armed conflict. At the time, such standardization required a unified model of the structure, system of operation, and related methods of cooperation, so that the allied NATO states would be able to respond in times of need. For Poland, joining the North Atlantic Treaty Organisation involved a reorganization of the entire logistical structure of the army. Restructuring consisted primarily in the creation of a universal system that will operate efficiently in the perspective of the real capabilities of the Armed Forces taking into account the guidelines arising from the allied participation in NATO.

Based on the above, the basic normative document in connection with the organization of logistics in the Polish Armed Forces at the strategic level is the Logistics Doctrine of the Land Forces DD/4.2, DWLąd. 33/2007 of 22.03.2007. This doctrine takes into account in detail the scope, areas, and tasks of logistics standardized within the framework of NATO standards, addressed to the Member States. There is a great complexity of documents, holistically covering essential aspects, which are secured by military logistics within the framework of the Member States and tasks performed within the coalition.

A relatively basic document to define the tasks, scope, and specificity of military service is the Act of November 21, 1967 on the universal defense obligation of the Republic of Poland. On its foundations a number of normative documents were created, taking into account logistics from the level of economic and living tasks related to military service, as well as issues related to the performance of defense services [Ustawa z dnia 21 listopada 1967 r.].

Another important document is the General Regulations of the Polish Armed Forces, in which chapter V describes in detail the logistical security in aspects of the organization of the life of a subunit, schedule of the day, organization of feeding, accommodation, service of military equipment or use of infrastructure in military units [Regulamin Ogólny... 2021]. The knowledge of these regulations is an obligatory element in the service of soldiers and civilian employees of military units regardless of rank, position, or specificity of performed official tasks.

At the operational-tactical level, concerning the types of the Polish Armed Forces, the Land Forces Operation Regulations of November 3, 2008 apply, which describes tactical

tasks with the use of individual types of troops in such combat operations as assault, defense, delaying actions or actions in specific combat environments [Regulamin działań Wojsk... 2008]. However, this document refers to the level of action of individual units in a holistic approach, without taking into account the detailed and quantitative structure of the army. The above-mentioned Rules and Regulations for Land Forces Operations are supplemented by numerous normative documents, taking into account the quantitative structure of the army and these include:

- Regulations for tactical operations of armored and mechanized troops subdivisions (platoon-company-battalion) [Regulamin działań Wojsk... 2008],
- Mechanized troops subdivision combat manual (platoon, squad) [Wyższa Szkoła Oficerska im. Tadeusza Kościuszki 2020].
- Compendium of Military Logistics [Kurasiński et al. 2014].

Moreover, it is worth mentioning that there are also many decisions of the Minister of National Defence which regulate in detail the elements related to particular activities in the field of logistic security. However, most of them are covered by the secrecy clause and therefore cannot be used for this study. However, the above documents constitute a solid base of information on individual tasks in the field of logistic security that are performed for the army.

When reviewing public documents, regulations, and doctrines, one can see detailed solutions to potential challenges posed to military logistics. An interesting element of each of the aforementioned acts is the fact that they provide ready schemes/areas of action already at the planning stage, taking into account the time, specificity of terrain, climate, or the number of soldiers that may participate in the implementation of a given undertaking. This is a very important element because the dynamic situation resulting from the conduct of logistical security activities for troops in training or exercising requires precise consideration of what in connection with a given tactical situation “the army” can expect, what it will need, and what other ways to secure possible failures.

It is worth noting that in a hierarchical structure, which is undoubtedly the army, the knowledge of the objectives, methods, and means of logistical security by each soldier significantly improves the course of duty. Such a model brings dynamics and fluidity of actions at each level defining specific tasks. In addition, when difficulties arise, it is easier to specify, define and choose a different scheme of action, so we can conclude that flexibility and multifacetedness are undoubtedly strong features of modern logistics security.

Military logistics system of the Polish Armed Forces

While attempting to present the structure of the military logistics system, it is worth mentioning that it is determined by the tasks set for the Armed Forces in the realization of current operations as well as those planned for times of crisis or war. The needs for logistic protection were also extended when we joined NATO, where not only the command and control system of the Armed Forces was restructured but also the need arose to ensure the coherence of the logistic department with North Atlantic Treaty standards of member states. Such changes became a task and a leitmotif for working on a new model of the system, which at the same time would efficiently and effectively secure the troops in training, but also meet the requirements of member states for possible international cooperation.

The main programs launched then experimentally to define the logistic structure under the cryptonym “Garnizon” and “Garnizon 2002” lasted two years, during which the optimization of the realization of tasks in the area of logistic and financial security of military units was analyzed [Nyszk 2013]. The final effects of the aforementioned experimental programs revealed numerous imperfections of the current system, mainly in the area of separating economic and financial functions from training and operational functions in military budget units [Nyszk 2013].

The most important logistic authority in the Polish Armed Forces is Inspektorat Wsparcia Siły Zbrojnych (IWsp) based in Bydgoszcz. It is an organizational unit formed to provide logistic support for soldiers of the Republic of Poland, both at home and abroad, as well as to secure their operations in case of natural disasters or crisis threats. The Inspectorate was appointed by the Minister of National Defence according to decision No. Z-74/Org./P1 of 6 October 2006 [Inspektorat Wsparcia Sił Zbrojnych].

Subsequently, in an attempt to improve the then functioning system, numerous pilot programs were implemented, which finally gave rise to the formation of a new territorial system of protection of military units in 2010 based on the functioning of Regional Logistics Bases (RBlog) and subordinate Military Economic Branches (WOG) [Szymański 2011].

According to the definition in the Compendium of Military Logistics-Regional Logistic Base is an organizational unit, which is an executive body of the Head of the IWsp, whose tasks include planning, collection, storage, and rotation of equipment resources for Military Economic Branches stationed in their area of responsibility [Kurasiński et al. 2014]. In addition, logistics security also deals with the planning and implementation of maintenance and repair activities of military equipment, coordination of the movement of troops or tasks arising from the obligations of the host country [2. Regionalna Baza Logistyczna...].

However, the Military Economic Branch in general is a logistic unit focused on tasks in the area of logistic and financial security of territorially subordinate units, as well as troops performing official tasks in their area of responsibility [Nyszk 2013].

It is worth noting that the above territorial divisions are based on the administrative systematization of the country while maintaining the rule of the maximum distance of operational units from WOG not more than 50 km. In addition, each military unit has in its structures individual so-called Security Groups, whose task is to secure units directly in the place of their permanent dislocation [Słowikowski 2018]. Such a solution significantly relieves top-level units, such as RBlog or WOG, from strictly organizational and technical tasks in favour of the possibility of forming detailed needs by units subordinated to them through persons appointed to coordinate in this respect.

The whole of the above procedure takes place through a hierarchical chain of command, hence the importance here of proper communication, clear operating rules, and knowledge of the legal provisions related to the execution of tasks by individual functionaries.

Summarising the above information, the military security system was based on the activity of Regional Logistic Bases (RBlog), for which the WOG is a field organ responsible for the distribution of supplies to final recipients, which are individual military units [Szymański 2011].

Concerning the information presented above, the military logistics system can be considered in the area of its structure and functionality. The first aspect refers to the logistic management and executive bodies, and functionality focuses on the targeted action of logistic

bodies to ensure the continuity of logistic support at any place, time, and conditions [Bursztyński 2009].

Moreover, to fully outline the functioning of the military logistics of the Polish Armed Forces it is important to take into account the so-called logistic security of mobilization development of troops, for the realization of which all levels of logistics are responsible. The term itself refers to war reserves purposefully allocated and stored in military units to supply the troops in the initial period of war [Zdrodowski 2008]. However, because most of the materials in this area are classified as confidential, they cannot be used for this thesis.

The military logistics system in peacetime is based on the operation of functional divisions related to the implementation of transport, material and technical security, in addition, in wartime also detailing the medical division [Zdrodowski 2008]. The essence of the above divisions functioning within the military logistics system is to maintain the needs of the military assortment, specialized supplies, and services related to the supply of materials and transport at the highest level, ensuring the proper functioning of the Polish Armed Forces during peace, crisis or mobilization or war.

To sustain and maintain continuity in the process of securing material, technical and transport reserves are created, establishing them in terms of quantity and type at each level of supply, i.e. district, tactical and central. By assumption, they should maintain the uninterruptedness of supply during changes from typical industrial production to war production [Bursztyński 2009]. Because their maintenance, however, generates high costs, they are set as small as possible.

When dividing stocks, a distinction is made between war stocks and mobile stocks, i.e. for current use. War stocks, in the specifications, are referred to as “W” time receivables, which should be sufficient for the mobilization of troops to proceed smoothly until supplies are received from the economic mobilization program. Movable stocks can be subdivided in turn into elements, i.e. current use and independent use. In peacetime, movable stocks account for only 15–25%, and independent stocks about 75–85%. The situation changes in wartime when these proportions are reversed [Bursztyński 2009].

Attempting to characterize material security, it should be emphasized that its subject is the needs of troops in the field of specialized services and means of supply. Activities in the above scope take into account the use of not only military but also civil potential, in situations where they are operationally, economically, and legally justified [MON 2007].

Conclusions

The organization of Logistics in the Armed Forces of the Republic of Poland is not a widely considered topic, which affects its attractiveness in terms of scientific knowledge expansion in this direction. This paper presents two research hypotheses to which answers have been given. The first one is as follows: The existing logistic security system of the Polish Armed Forces is sufficient and flexible.

After studying many items from the literature on the subject, including military websites, as well as numerous legal acts, i.e. the Constitution of the Republic of Poland, or laws or regulations issued by the Minister of National Defence, it can be proved that today's military logistics system is very well adapted to the prevailing situation in the country, as well as in the international arena.

Military logistics uses knowledge not only from strictly military sciences, but also draws on the experience of civilian fields, i.e. technical, social or legal. This significantly increases its effectiveness and continuously raises the level of military logistic security.

The characteristics of logistics of the Polish Armed Forces are based on an interdisciplinary system whose task is to plan, solve and, most importantly, execute its assumed undertakings, resulting in a permanent combat capability, both in peacetime and during mobilization or war. To systematize and unify coordination between different levels, bodies, and units, the military logistics system benefits from many legal regulations that undeniably improve modernization. The basic regulations concerning the above are Logistics Doctrine of the Land Forces DD/4.2 of 22.03.2007 and General Regulations of the Polish Armed Forces.

In addition, the smoothness and efficiency in logistics operations is often affected by the knowledge of the objectives and methods of logistics security by all soldiers at every level. However, such a model has the potential to work efficiently due to the hierarchical structure of the Armed Forces.

Separate units deal with logistical and strategic planning, and at the tactical level with the implementation of statutory tasks. All this confirms the hypothesis of flexibility and sufficiency of the currently existing system of logistic security. However, it cannot be ruled out that this sufficiency of the system will be a permanent issue. Undoubtedly, the changing geopolitical, economic and financial situation in the world will enforce modifications to the present system, but it is thanks to its flexibility that it will be able to quickly evolve to further efficient operation.

The second research hypothesis set in the study was as follows: Contemporary logistic security in the Polish Armed Forces meets the standards of NATO and member states.

When Poland joined the North Atlantic Treaty Organisation on March 12, 1999, it decided to adapt to its norms and standards. This alliance is largely based on the assistance and protection of member states against possible armed conflicts. Such pragmatic assumptions were therefore connected with the need to standardize the structure of action and methods of cooperation between the allies so that the NATO allies could react quickly.

Based on NATO requirements, among others, the Land Forces Logistics Doctrine DD/4.2, dated 22.03.2007, was created. At that time, the structure of command and control of the army under the alliance had to be changed to unify the system by all the states. In Poland, the implementation of these changes lasted for years, taking into account many variants in each area. Finally, the Inspectorate for Armed Forces Support, with the help of four Regional Logistics Bases and subordinate Military Economic Branches and Security Branches, provides the army with material, technical, combat, and transport resources, etc. The presented arguments confirm the readiness of logistic security in terms of NATO alliance standards.

References

2. Regionalna Baza Logistyczna im. gen. Augusta Emila Fieldorfa ps. „NILA”, [electronic source] <https://2rblog.wp.mil.pl/pl/pages/zadania-2017-01-16-4/> [access: 01.05.2021].
- Bursztyński A., 2009: Logistyka marynarki wojennej, Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia.
- Dworecki S., 2012: Logistyka w zarządzaniu bezpieczeństwem cywilnym. Wybrane zagadnienia, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa.
- Ficoń K., 2015: Trzy logistyki. Wojskowa, kryzysowa, rynkowa, BEL Studio, Warszawa.

- Inspektorat Wsparcia Sił Zbrojnych, [electronic source] <https://www.wojsko-polskie.pl/iwsp/informacjeogolne/> [access: 01.05.2021].
- Kurasiński Z., Juniec K., Pawlisiak M., Woźniak J., Kaźmierczak M., Słomiany W., Malinowski Z., Byłeń S., 2014: Kompendium logistyka wojskowego, Sztab Generalny Wojska Polskiego. Zarząd planowania logistyki P4, Warszawa, [electronic source] https://www.academia.edu/32242592/SZTAB_GENERALNY_WOJSKA_POLSKIEGO_ZARZD_PLANOWANIA_LOGISTYKI_P4, [access: 03.04.2021].
- MON, 2007: Doktryna logistyczna Wojsk Lądowych DD/4.2. Załącznik E-Słownik terminów i definicji, Warszawa.
- MON, 2017: AAP-6 Słownik terminów i definicji NATO. Zawierający wojskowe terminy i ich definicje stosowane w NATO, Warszawa.
- Nowak E., 2000: Logistyka wojskowa – zarys teorii, AON, Warszawa.
- Nowak E., 2009: Logistyka w sytuacjach kryzysowych, AON, Warszawa.
- Nowak E., Walancik M., 2018: Logistyka akcji ratowniczych, PWN, Warszawa.
- Nyszk W. (red.), 2013: Współczesna logistyka – wybrane aspekty, AON, Warszawa.
- Regulamin działań Wojsk Lądowych z dnia 03.11.2008 r. (DWŁad Wewn. 115/2008), Warszawa, [electronic source] https://inob.uph.edu.pl/images/Legia_Akademicka/Regulamin_dzialan_wojsk_ladowych.pdf [access: 03.04.2021].
- Regulamin Ogólny Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, 2021, [electronic source] <https://archiwum2019.mon.gov.pl/dokumenty/dzial/dokumenty/regulamin-ogolny-sz-rp-103259/> [access: 03.04.2021].
- Słowikowski A., 2018: Regionalne Bazy Logistyczne i Wojskowe Oddziały Gospodarcze w Systemie Zabezpieczenia Logistycznego Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, ASZWoj, Warszawa.
- Szymański K., 2011: Wojskowe oddziały gospodarcze. Terenowe organy systemu logistycznego SZ RP. Zbiór podstawowych zasad funkcjonowania (Poradnik), Sztab Generalny Wojska Polskiego. Zarząd planowania logistyki – P4, Warszawa.
- Ustawa z dnia 21 listopada 1967 r. o powszechnym obowiązku obrony Rzeczypospolitej Polskiej (Dz.U. 1967 nr 44 poz. 220), [electronic source] <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU19670440220/U/D19670220Lj.pdf> [access: 03.04.2021].
- Wyższa Szkoła Oficerska im. Tadeusza Kościuszki, 2020: Podręcznik walki pododdziałów wojsk zmechanizowanych (pluton, drużyna), Dowództwo Wojsk Lądowych, Warszawa [electronic source] https://inob.uph.edu.pl/images/Legia_Akademicka/Podrecznik_walki.pdf [access: 03.04.2021].
- Zdrodowski B. (red.), 2008: Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, AON, Warszawa.

Natalia Koszowska[✉], Tomasz Rokicki^{1✉}

¹Warsaw University of Life Sciences – SGGW

Development of electromobility in Poland through the use of electric road transport

Rozwój elektromobilności w Polsce z wykorzystaniem elektrycznego transportu drogowego

Abstract. The research study presents the subject related to the functioning of individual electric road transport and explains its influence on the development of electromobility in Poland. There were presented the importance of electromobility in the country, kinds of vehicles powered by electricity, the availability of charging infrastructure, advantages, and disadvantages of electric road transport. The conclusion was there are several problems of electromobility market development in Poland. The main barrier is the high price of purchasing an electric vehicle. The other problem includes insufficiently developed charging infrastructure, expensive installation of the individual power station, a limited number of kilometers to be driven on a single charge, and a long time of charging the battery.

Key words: electromobility, electric road transport, electric vehicle

Synopsis. W artykule podjęto tematykę związaną z funkcjonowaniem indywidualnego elektrycznego transportu drogowego oraz wyjaśnieniem jego wpływu na rozwój elektromobilności w Polsce. Przedstawiono znaczenie elektromobilności w kraju, rodzaje pojazdów zasilanych energią elektryczną, dostępność infrastruktury ładowania, wady i zalety elektrycznego transportu drogowego. Stwierdzono, iż istnieją liczne problemy rozwoju rynku elektromobilności w Polsce. Największą barierą jest zbyt wysoka cena zakupu pojazdu elektrycznego. Problemem jest też niewystarczająco rozbudowana infrastruktura ładowania, wysokie koszty instalacji indywidualnej stacji zasilania, ograniczona liczba kilometrów do przejechania na jednym ładowaniu oraz długi czas ładowania akumulatora.

Słowa kluczowe: elektromobilność, elektryczny transport drogowy, pojazd elektryczny

JEL codes: R40, R42

Introduction

Although the concept of electromobility has not been explicitly defined in the literature, some trends may provide directions for the theoretical foundation of this issue [Pilecki 2019]. An example is the recognition of electromobility as transport realized by battery-powered

✉ Natalia Koszowska – e-mail: natalia.koszowska@wp.pl

✉ Tomasz Rokicki – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Logistics; e-mail: Tomasz_rokicki@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3356-2643>

electric wheeled vehicles - both collective and individual [Drożdż 2018]. In contrast, another definition of electromobility presents it as the totality of issues related to the application and use of electrically powered means of transport. The concept addresses both technical and operational approaches of electric vehicles, technology, and charging infrastructure. In addition, the concept also covers social, economic, and legal issues related to the design, production, purchase, and use of electric vehicles [Elektromobilność].

The main objective of this paper is to present the functioning of individual electric road transport and to describe its influence on the development of electromobility in Poland.

The following specific objectives were set for the study: to define the significance of electromobility in Poland, to characterize the types of electrically-powered vehicles and the availability of infrastructure, to show the entities and tools assisting in the use of electric vehicle rental, to show the advantages and disadvantages of electric road transport commonly chosen by Polish citizens, to present the directions of electromobility development in the country. One research hypothesis was adopted in the study: The most important barrier to the development of the electromobility market in Poland was the high price of vehicles.

Materials and Methods

For the study, the area related to electromobility in road transport was selected in a targeted manner. The data for the study concerned the years 2017–2021. The study used domestic and foreign literature, scientific articles, legal acts, websites. The descriptive method was used to analyze and present the collected materials.

Results and discussion

Regulatory framework for electromobility in Poland

The Polish government has recognized electromobility as a key area that is essential to ensure sustainable development of Poland based on innovation. The most important Polish strategic documents, developed by the Ministry of Energy together with the Ministry of Development, directly related to the concept of electromobility, include the so-called 'clean transport package', consisting of „Clean Transport Package”, consisting of [Drożdż and Starzyński 2018]:

- Plan for Electromobility Development in Poland,
- National policy framework for alternative fuels infrastructure,
- Law of January 11, 2018 on electromobility and alternative fuels,
- Act of June 6, 2018 amending the Act on bio-components and liquid biofuels introducing the Low Emission Transport Fund [Ministerstwo Klimatu i Środowiska 2020].

Referring to the Plan for the Development of Electromobility in Poland “Energy to the Future” [Ministerstwo Energii 2017a], it is a leading document, determining the scope of progress in this field for the next years. The main objective of the project is the development of electromobility for the stability of society, industry, as well as electricity grids, which significantly affects the load shift caused by connecting electric vehicles to charging points.

The latter is an important factor in energy security and aroused the interest of the Polish Transmission System Operator S.A., which is why it was used to formulate an analysis of changes in energy availability. This analysis intended to verify the impact of electricity-powered vehicles on the demand for electricity by 2030, as well as to draw up supposed preventive measures [Drożdż and Starzyński 2018].

Three key stages of electromobility development in Poland can be identified. The first stage of preparation was carried out in 2016–2018, covering all work related to laws and regulations on public transport, including the implementation of research projects, the creation of the first experimental projects, the creation of a prototype of Polish electric vehicles, and public funding in this area. In the second phase, carried out in 2019–2020, it was planned to create business concepts for the dissemination of infrastructure and vehicles, to build infrastructure in designated agglomeration areas and along the Trans-European Transport Network TEN-T, to start project research in the preparatory phase, and for manufacturers to move from the prototype phase to production and support the purchase of electric cars. The target path of the plan is a five-year period between 2020 and 2025, during which the electromobility market in Poland will unify with the help of tools supporting the purchase of electric vehicles, creating stable industrial entities operating towards electric vehicles. There will be widespread use of electric vehicles by the social administration, completion of the preparation of the electricity network towards cooperation with electric vehicles, and inclusion of electric transport in the scenery of Polish cities [Drożdż and Starzyński 2018].

Another document, entitled National Policy Framework for Alternative Fuels Infrastructure, concerns infrastructure for alternative fuels, which are substitutes for crude oil [Ministerstwo Energii 2017b]. The most important determinant of the adopted document was setting targets in terms of the number of charging zones for electric power. The assumption of the document was the creation of 50 thousand electric vehicles by 2020 in Polish agglomerations, while the concept by 2025 is the dissemination of 1 million electric vehicles moving on Polish streets [Drożdż and Starzyński 2018].

The third document is the Act on amending the Act on bio-components and liquid bio-fuels of June 6, 2018 [Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r.], in which one of the important provisions was the development of the Low Carbon Transport Fund. The intention of this law was primarily to support the improvement of alternative fuel infrastructure, manufacturers of low-emission vehicles and public transport, as well as to co-finance the costs of parking public transport vehicles and to co-finance the costs for parking EVs [Drożdż and Starzyński 2018].

Subsequently, based on the above two documents, the Law on Electromobility and Alternative Fuels [Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r.] was drafted and came into force on February 22, 2018. The drafting of the Act by the Ministry of Energy had the objective of initiating the implementation of the Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of October 22, 2014 on the development of alternative fuels infrastructure, determining the conditions and rules of application, moreover, the rules for the location of alternative fuels infrastructure in means of transport, the rules for the implementation of charging services for electric vehicles, as well as the refueling of natural gas vehicle tanks. In addition, the Act formulates the tasks of public entities in the area of the progress of alternative fuel infrastructure, as well as the related obligations in the area of dissemination of all necessary information. The Directive imposed an obligation on the Member States to construct charging infrastructure for electric vehicles by December 31, 2020, which should contribute to the free

movement of electric vehicles within urban and densely populated areas [Drożdż and Starzyński 2018].

The model created focused on the development of an appropriate legal framework for the expected development of charging infrastructure for electric, hybrid, and natural gas or hydrogen-powered cars, and to date has proliferated without adequate regulation. The legislator establishes regulations to draw up specific infrastructure for charging points. According to the current regulations, by the end of 2020 in Poland, there were to be about 6 thousand stations for electric means of transport with a maximum power of 22 kW and 400 stations with power above 22 kW. These are located in 32 urban centers and in densely populated areas. If such a minimum infrastructure is not created at that time, the responsibility for its creation will fall to the distribution system operators. The Act provides the autonomous government with the ability to separate clean transport areas. It will allow local governments to designate an area to which only electric, hydrogen, and natural gas-powered vehicles will have free access. In addition, the legislature provides a system of incentives, including, but not limited to, the elimination of parking fees, the elimination of a consumption tax on electric vehicles, increased depreciation fees for businesses, and the ability for electric vehicles to travel by bus lanes [Drożdż and Starzyński 2018].

The Act on Electromobility and Alternative Fuels also requires local governments to develop green transport, with a guarantee of a 50% share of powered vehicles in the national fleet. Further regulations, included in the decree, include the obligation to design and construct public buildings, multi-family residential buildings, to equip parking spaces with charging points, or to remove the obligation to obtain permits for the construction of stations and vehicle charging points. The implementation of the designated provisions has been scheduled in time and will be implemented in stages until 2028. The legislator also assumes transition periods, which will allow the business to adapt to the new regulations [Drożdż and Starzyński 2018].

Another important document for the progress of electromobility in Poland is the Strategy for Responsible Development until 2025 [Ministerstwo Środowiska 1999]. In terms of electric transport, the priority is to increase transport convenience and improve passenger and freight services, while limiting the negative impact of the use of electric vehicles on the environment. The strategy assumes that by 2030 buses powered by alternative fuels (including electricity) will account for 16% of all buses used in public transport [Drożdż and Starzyński 2018].

Types and kinds of electrically powered vehicles

There is a division of electric vehicles into two main categories, which are distinguished by whether they are powered mainly by electric propulsion or, in addition, are also powered by a traditional internal combustion engine [Rzędowska et al. 2017, Rokicki et al. 2021]:

- A BEV is a type of standard electric vehicle. They are powered “from the socket” using a so-called fast charger (via a dedicated cable and plug), induction, or pantograph. Within this type of vehicle, there are cars, buses, bicycles, and scooters;
- A PHEV is a plug-in hybrid means of transport with two types of engines – both electric and combustion - plug-in hybrids are distinguished from normal hybrid ve-

hicles by the fact that they can be powered by a charger. This facility enables vehicles to cover significantly longer distances without the need to activate the combustion engine.

The above-mentioned types of vehicles are capable of recovering energy through braking, which they store in their energy reservoirs – in batteries. In this way, part of the energy is self-produced [Rzędowska et al. 2017].

One of the most common types of vehicle-powered by electricity is the passenger car. An electric car is a vehicle with at least one electric motor as its propulsion system. The Act on Electromobility and Alternative Fuels of January 11, 2018 introduced the existing definition of electric passenger cars (i.e. Article 317 of the Official Journal 2018) [Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r.]. According to its provisions, an electric car is a means of transport that uses only electric energy for driving and its accumulation consists in connecting it to a publicly available power source [EFL 2017]. An example of this type of vehicle is the BMW i3 94 Ah produced in 2018. What is worth knowing about electric cars is that [EFL 2017]:

- compared to classic internal combustion vehicles, they run quieter and produce less noise and vibration when driving,
- have a narrow kilometer range – depending on the technology, they can achieve a distance of around 300–500 kilometers on a single charge,
- they do not release environmental pollutants during driving and operation,
- Their production produces more carbon dioxide emissions than vehicles with combustion engines,
- running costs are favorable, but prices are higher than for equivalent cars with combustion engines.

Electric vehicle market in Poland

The Polish market already offers more than 100 models of electric vehicles, and BEV and PHEV cars are available in every major city. Battery capacity, efficiency, and charging power are increasing all the time. The average range of fully electric vehicles in Poland exceeds 380 km. According to the latest Catalogue of Electric Vehicles 2020/2021, the price of a new electric car is between PLN 80,000 and almost PLN 800,000. Almost all BEV and PHEV models in Western Europe are available for purchase in Poland. It should be emphasized that electric cars are becoming more and more practical and comfortable, and for many buyers, they may now constitute a real alternative to traditional cars powered by combustion engines [Kenig 2020].

Data presented at the end of February 2021 shows that a total of 20,504 passenger electric cars were registered in Poland. In the first two months of 2021, their number increased by 1,793, which is an increase of 51% compared to the same period in 2020, which is the result of the introduction of electric vehicle meters thanks to PZPM and PSPA. By the end of February 2021, 20,504 electric vehicles were circulating in Polish agglomerations, 51% of which consisted of battery-driven vehicles (BEV) – 10,471 units, while the remainder consisted of plug-in hybrid vehicles (PHEV) – 10,033 units [PSPA 2021].

Simultaneously with the increase in the number of electric vehicles, the charging infrastructure is also developing. As of the end of January 2021, 1,410 public car charging stations were in use in Poland. Among them, 33% consist of “fast” charging stations with power above 22 kW. On February, 15 new universal charging stations were introduced [PSPA 2021].

Advantages and disadvantages of electric road transport

Electric-powered vehicles during operation are referred to as zero-emission, which means that they do not produce fumes or other substances harmful to the environment and human health. They are characterized by advantages, the most significant of which is [Judzińska-Kłodawska 2014, Feckova Skrabulakova et al. 2021]:

- an uncomplicated vehicle design that contributes to minimizing the probability of failure,
- the ability to acquire energy during the braking process,
- no need to have the gearbox lever and clutch in the vehicle, which contributes to better traveling comfort,
- no emission of pathogenic compounds into the atmosphere during vehicle operation,
- unobtrusive operation of the engine and absence of transmission of damaging noise,
- low maintenance fees.

Undoubtedly, the lack of car exhaust emissions and favorable running expenses are the biggest benefits of owning an electric vehicle. This makes these vehicles increasingly popular in the market. By no means can it be fully stated that these cars are 100% emission-free. Although these vehicles do not emit exhaust fumes while they are being driven, they do create atmospheric pollution when they produce the electricity that is needed to power the vehicle. If the electricity used to power the vehicle came solely from renewable energy sources, its emissions would be reduced to a minimal level. However, almost 80% of electricity in Poland comes from traditional sources, namely coal combustion. This phenomenon causes significant emissions of pollutants. In addition to extracting indirect emissions, electric-powered vehicles have disadvantages such as [Judzińska-Kłodawska 2014]:

- high purchase price of the vehicle,
- the high cost of the battery, which lasts about 8–10 years and then needs to be replaced,
- the relatively short distance to be covered on a single charge, which depends on the battery capacity,
- limited network of charging stations, switching on the air conditioning in the vehicle can reduce the battery capacity by about half,
- long battery life,
- battery capacity is reduced by approximately 50% at outdoor temperatures below – 20°C.

A significant disadvantage of electric cars is the price – almost twice as high as the diesel variant and more than twice as expensive as the petrol version. Juxtaposing utility and economic characteristics, the electric motor compares extremely impeccably with the traditional internal combustion engine, and with long-term continuous use, the difference in the purchase price will be returned to the disposer within 3–5 years from the date of purchase [Nürnberg and Iwan 2017].

The costs of using electric cars were ambiguous to determine and depending on how the vehicle was used. Indeed, the purchase price of such a car was more than twice as high as the price of a vehicle with a combustion engine, however, the price of technical services was

several times lower, which is due to the absence of numerous systems, such as the exhaust system, fuel filters, clutch, as well as the lack of need to replace engine oil, fluids and consumables after every 20–30 thousand km. On the other hand, after the achieved mileage, mufflers, turbine, clutch, and brake pads need to be replaced every 150,000 km or so. In the case of electric cars, most of these devices are not in the vehicle, and the durability of an electric motor is calculated at around 1.5 million km. Moreover, the fuel (which is electricity) needed to travel a certain distance costs about 5 to 8 times less. The implication is that cost considerations and energy production components may contribute to the preferred choice of power engine type [Nürnberg and Iwan 2017].

Considering the advantages as well as the disadvantages of electric vehicles, they are rated as beneficial for the environment. The maximum driving distance of the vehicle is much shorter than for the internal combustion engine and usually depends on weather conditions. However, an unquestionable advantage is the absence of exhaust emissions during operation [Judzińska-Kłodawska 2014].

Conclusions

The paper deals with the functioning of individual electric road transport and explains its influence on the development of electromobility in Poland. The importance of electromobility in the country, types of vehicles powered by electricity, the availability of charging infrastructure, advantages and disadvantages of electric road transport are shown.

Considering the research hypothesis, it was found that there are numerous problems with the development of the electromobility market in Poland. This is due to factors, the most important of which was the too-high purchase price of an electric vehicle. Other factors include insufficiently developed charging infrastructure, high costs of installing individual charging stations (e.g. in housing estates and households), a considerably limited number of kilometres to be traveled on a single charge, and long battery charging times when there is no station with the possibility of fast DC charging available in the vicinity.

Several generalizations can be made based on the research conducted.

1. Electric transport is the vision of the future on Polish roads, but because of the barriers to development outlined earlier, it will take several or even more years to abandon motorized vehicles in favour of electric vehicles.
2. Implementation of the Electromobility Development Programme, prepared by the Ministry of Energy and the Ministry of Development, did not bring the expected result due to an insufficient number of registered electric vehicles and available charging stations. The assumption that over one million EVs will be available in Poland by 2025 does not currently correspond to the actual situation on the market.

Electric transport has more positives than negatives. These include the simple construction of the vehicle, which reduces the possibility of breakdowns, the generation of energy when braking, the increased comfort of travel, the smoothness of driving and the absence of noise pollution, the low operating costs. The investment in an electric car is worthwhile, both because of the lower running costs and the environmental improvement due to the lack of release of environmental pollutants.

References

- Drożdż W., 2018: Elektromobilność w rozwoju miast, PWN, Warszawa.
- Drożdż W., Starzyński P., 2018: Economic conditions of the development of the electromobility in Poland at the background of selected counties, *European Journal of Service Management* 28, 133–140.
- EFL, 2017: Samochody elektryczne – kompendium wiedzy, [electronic source] <https://efl.pl/pl/biznes-i-ty/artykuly/samochody-elektryczne-szybko-rozwijajaca-sie-galaz-motoryzacji/> [access: 07.03.2021].
- [word:] Elektromobilność, [in:] Słownik ochrony środowiska, [electronic source] <https://www.teraz-srodowisko.pl/slownik-ochrona-srodowiska/definicja/elektromobilnosc.html> [access: 30.01.2021].
- Feckova Skrabulakova E., Ivanova M., Rosova A., Gresova E., Sofranko M., Ferencz V., 2021: On Electromobility Development and the Calculation of the Infrastructural Country Electromobility Coefficient, *Processes* 9(2), 222.
- Judzińska-Kłodawska A., 2014: Zużycie energii w samochodach elektrycznych a środowisko, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 5(16), 149–151.
- Kenig M., 2020: Alphabet Polska partnerem Katalogu Pojazdów Elektrycznych, [electronic source] <https://www.alphabet.com/pl-pl/aktualnosci/alphabet-polska-partnerem-katalogu-pojazdow-elektrycznych-2020-2021> [access: 03.04.2021].
- Ministerstwo Energii, 2017a: Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce „Energia do przyszłości dnia 16 marca 2017 r.
- Ministerstwo Energii, 2017b: Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych z dnia 29 marca 2017 r.
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 2020: Elektromobilność w Polsce, [electronic source] <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/elektromobilnosc-w-polsce> [access: 01.02.2021].
- Ministerstwo Środowiska, 1999: Strategia zrównoważonego rozwoju Polski do roku 2025, Warszawa.
- Nürnberg M., Iwan S., 2017: Perspektywy stosowania samochodów elektrycznych w logistyce miejskiej na przykładzie realizacji usług kurierskich, Instytut Inżynierii Transportu, Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin.
- Pilecki B., 2019: The Development Of Electromobility In Poland Under The Act On Electromobility And Alternative Fuels, *Proceedings of IAC in Vienna 2019*, Czech Institute of Academic Education z.s., Vienna.
- PSPA, 2021: Licznik Elektromobilności: liczba osobowych samochodów z napędem elektrycznym w Polsce przekroczyła 20 tys. sztuk, *Elektromobili.pl*, [electronic source] <https://elektromobilni.pl/aktualnosci/Licznik-Elektromobilnosci-liczba-osobowych-samochodow-z-napedem-elektrycznym-w-Polsce-przekroczyla-20-tys-sztuk> [access: 03.04.2021].
- Rokicki T., Bórawski P., Beldycka-Bórawska A., Żak A., Koszela G., 2021: Development of Electromobility in European Union Countries under COVID-19 Conditions, *Energies* 15(1), 9.
- Rzędowska A., Sawicki B., Stepiński P., 2017: Elektromobilność Raport, Instytut Jagielloński, Warszawa.
- Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz.U. 2018 poz. 317).
- Ustawa z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych wprowadzająca Fundusz Niskoemisyjnego Transportu (Dz.U. 2018 poz. 1356).

Michał Wielechowski^{1✉}, Adam Zając², Katarzyna Czech^{1✉}, Arkadiusz Weremczuk^{1✉},
Agnieszka Wikarczyk²

¹Warsaw University of Life Sciences – SGGW

²Cardinal Stefan Wyszyński University

Development of the *de minimis* guarantee programme for SMEs in the transportation sector in Poland. Does COVID-19 matter?

Rozwój programu gwarancji *de minimis* dla MŚP z sektora transportowego w Polsce. Czy COVID-19 ma znaczenie?

Abstract. The paper aims to present the functioning of the *de minimis* guarantee programme for SMEs in the transportation sector in Poland. Moreover, our study assesses the impact of COVID-19 on numbers and values of obtained guarantees by the analysed enterprises. We use data from Bank Gospodarstwa Krajowego, a state development bank. The research period covers 2013–2020. The government *de minimis* guarantee programme aims to support entrepreneurship using BGK guarantees to ease banking loan barriers for SMEs in Poland. The study reveals that the value of guarantees granted to SMEs in the transportation sector is continuously growing, while the number of guarantees fluctuates in the analysed period. Micro-enterprises obtain about 50% of the total value of all guarantees. SMEs in the transportation sector primarily use the *de minimis* guarantee programme to secure revolving working capital loans. We observe significant differences in the number and value of granted guarantees among 16 Polish voivodeships. The t-test analysis confirms that both numbers and values of credit guarantees are significantly greater in the COVID-19 than in the pre-COVID-19 year. Such results may indicate the deteriorating financial situation of the surveyed SMEs, resulting in the need to use *de minimis* guarantees to successfully borrow financial capital from the bank.

Key words: *de minimis* guarantee programme, credit guarantee, transportation sector, SMEs, COVID-19 pandemic

✉ Michał Wielechowski – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Economics and Economic Policy; Institute of Economics and Finance; michal_wielechowski@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-1335-8971>

✉ Adam Zając – Cardinal Stefan Wyszyński University; Department of Economics; Institute of Economics and Finance; a.zajac@uksw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-8511-8117>

✉ Katarzyna Czech – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Econometrics and Statistics; Institute of Economics and Finance; e-mail: katarzyna_czech@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-0660-7124>

✉ Arkadiusz Weremczuk – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Economics and Economic Policy; Institute of Economics and Finance; arkadiusz_weremczuk@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-6839-8508>

✉ Agnieszka Wikarczyk – Cardinal Stefan Wyszyński University; Department of Finance; Institute of Economics and Finance; e-mail: a.wikarczyk@uksw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-1919-3098>

Synopsis. Celem artykułu było przedstawienie funkcjonowania programu gwarancji *de minimis* dla MŚP z sektora transportowego w Polsce. Ponadto badanie ocenia wpływ COVID-19 na liczbę i wartość uzyskanych gwarancji przez analizowane przedsiębiorstwa. Wykorzystano dane Banku Gospodarstwa Krajowego, państwowego banku rozwoju. Okres badawczy obejmował lata 2013–2020. Rządowy program gwarancji *de minimis* ma na celu wspieranie przedsiębiorczości korzystającej z gwarancji BGK, w celu złagodzenia barier kredytowych dla MŚP w Polsce. Z badania wynika, że wartość poręczeń udzielanych MŚP z sektora transportowego nieprzerwanie rosła, a liczba poręczeń wahała się w analizowanym okresie. Badane MŚP z sektora transportowego korzystają przede wszystkim z programu gwarancji *de minimis*, aby zabezpieczyć odnawialne kredyty obrotowe. Mikroprzedsiębiorstwa uzyskały ok. 50% łącznej wartości wszystkich gwarancji. Zaobserwowano znaczne różnice w liczbie i wartości udzielonych gwarancji wśród 16 polskich województw. Analiza testu *t* potwierdziła, że zarówno liczba, jak i wartość gwarancji kredytowych były znacznie wyższe w okresie COVID 19 (2020) niż w okresie przed COVID-19 (2019). Uzyskane wyniki wskazują na pogarszającą się sytuację finansową badanych MŚP spowodowaną wystąpieniem pandemii COVID-19 skutkującą koniecznością skorzystania z gwarancji *de minimis*.

Słowa kluczowe: program gwarancji *de minimis*, gwarancje kredytowe, sektor transportowy, MŚP, pandemia COVID-19

JEL codes: G18, G32, L90, R40

Introduction

Micro, small and medium-sized enterprises (SMEs) are crucial for the economy, as they provide jobs, become a powerhouse of the economy and GDP creation, and substantially contribute to the private sector's [Ayyagari et al. 2007, Xia and Gan 2020].

Financial capital is an essential element for the functioning and development of any economic entity [Brown et al. 2011]. The issue of financing activities is a ubiquitous problem that companies face at different stages of their development [Kuchciński 2019]. However, the differences between SMEs and large enterprises are manifested, inter alia, in the preference of financing sources, costs related to obtaining new funds, and, unfortunately, in access to capital [Sokół 2015]. Enterprises often use borrowed capital for investment and current activities. SMEs recognise access to bank financing as crucial to their performance, namely operation, survival, and expansion [Vasilescu 2014].

A vast number of research studies observe that SMEs not only report higher financing hurdles in obtaining borrowed capital than larger enterprises, and in consequence, the effects of these financing constraints are stronger for SMEs than for larger firms [Beck and Demirguc-Kunt 2006, Coluzzi et al. 2015, Wang 2016, Nizaeva and Coskun 2018].

The most common barriers to accessing a bank loan for SMEs are insufficient security, short credit history and market experience, poor financial indicators, poor investment performance, and errors in the documentation submitted by the company [Andrzejak 2017].

It is crucial to create programmes that help companies raise finance when they cannot meet rigorous banks' requirements in obtaining credit or loans [Bieńkowska 2009].

Due to restrictions and imperfections in the markets, public administrations, mainly governments, can use guarantee schemes to facilitate credit access for enterprises [Garcia-Tabuenca and Crespo-Espert 2010]. According to Arping et al. [2010], public support for en-

trepreneurs is unnecessary only when markets are effective. Public credit guarantee programmes are common both in developing and developed countries worldwide [Beck et al. 2010]. In the European Union, the main form of public aid for SMEs was subsidies for business in the past. However, in 2000 the European Council decided to reduce direct public support and concentrate on indirect assistance for SMEs. Consequently, the EU institutions recommended creating guarantee funds to ease SMEs' process of obtaining bank loans and developing their creditworthiness [Waniak-Michalak and Michalak 2019]. The *de minimis* guarantee programme was designed to facilitate access to bank loans for SMEs in Poland [Andrzejak 2017]. The programme (fund) is managed by Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK), which, as part of the programme implementation, concludes direct portfolio agreements with financial institutions (lenders). Financial institutions provide individual guarantees to borrowers from the SME sector within their limits. The principle of operation of the *de minimis* guarantee is based on the obligation of the financial institution (BGK) to perform the service consisting of the repayment of the obligation incurred by the borrower with the lender in the event of failure complete the original service. The essence of the guarantee is to secure the beneficiary by the guarantee issuer and the assumption by the guarantee issuer of the risk of performance by the principal under the primary relationship.

In the era of intensive economic development, the importance of transport is growing. The transport system is defined as a system of technical, organizational, and human measures related to each other in such a way as to carry out the transport of people and goods efficiently [Jacyna 2012]. The transportation sector, including transport and storage, is one of the fundamental pillars of the Polish economy, accounting for about 6% of Polish GDP. Poland is the EU leader in terms of road transport [KRD 2021]. According to Statistics Poland (GUS), there are about 125 thousand companies in the transportation sector, which employ approximately 660,000 people. More than 90% of transportation companies are small businesses. It is also worth pointing out that revenues from the sale of services in all transport units in Poland in 2020, i.e., the first year of the COVID-19 pandemic, were 1.2% lower than in 2019 and amounted to approximately PLN 280 billion [GUS 2021].

COVID-19 pandemic has substantially hit the world economy [Laing 2020], including Polish [Czech et al. 2020]. However, the studies show that the novel coronavirus's impact is more severe among SMEs than large companies [Fabeil et al. 2020]. Zając et al. [2021] reveal that the COVID-19 pandemic negatively affects the credit financing of small enterprises in Poland. The transportation sector belongs to the first and the most negatively affected branches of the economy [He et al. 2020, Shen et al. 2020].

Our contribution is that we assess the functioning of the *de minimis* guarantee programme by analysing the changes in the number and values of obtained guarantees in the group of SMEs (micro, small, and medium-sized enterprises) from the transportation sector in Poland. We conduct the analysis from a national and voivodeship perspective. Moreover, we examine the impact of COVID-19 on the guarantees measures. Our research might be useful for decision-makers and credit market participants, including the government, financial market supervisory institutions, banks, and SME entrepreneurs.

The paper is organised as follows: the next section presents the methodology, i.e., the aim of the study, research hypothesis, and description of material and methods. The subsequent section presents the empirical findings, while the final section offers conclusions.

Materials and methods

The paper aims to present the functioning of the *de minimis* guarantee programme for SMEs in the transport sector in Poland. Moreover, the study assesses the impact of the COVID-19 pandemic on the number and value of guarantees granted in the analysed group of enterprises.

We analyse all enterprises from the transportation sector, i.e., enterprises that, when applying for financing with guarantee support, have declared the type of activity they conduct as transport and warehouse management (Section H – Transport and warehouse management of the Polish Classification of Activities – PKD).

We analyse obtained guarantees securing investment loans and revolving and non-revolving working capital loans. We define investment loans as loans for enterprises intended for a specific purpose related to financing new or increasing the borrower's existing production and service capacities. Moreover, investment loans finance other joint and accompanying investments, granted for financing projects aimed at replacing, modernizing, and increasing fixed assets, including financing planned investments, expanding the enterprise, purchasing a machine park, or creating a new production line. Revolving and non-revolving working capital loans are loans for enterprises, granted for any purpose related to the borrower's day-to-day operations. Revolving loans include credit lines or overdraft facilities, while non-revolving loans are loans with a repayment schedule.

The analysis is conducted from a national (Polish) and regional (voivodeship) perspective. The research period covers 2013–2020, i.e., from the beginning of the programme functioning. We use descriptive statistics in the analysis. Moreover, to assess the impact of the COVID-19 pandemic on the guarantee programme in the transportation sector, we apply the two-sample *t*-test [Snedecor and Cochran 1989] to verify whether the mean values of analysed credit measures among Polish voivodeships differ significantly in 2020 and 2019, i.e., the COVID-19- and pre-COVID-19 years.

The applied formula of our two-sample *t*-test is as follows:

$$t = \frac{\bar{X}_{2020} - \bar{X}_{2019}}{\sqrt{\frac{s_{2020}^2}{n_{2020}} + \frac{s_{2019}^2}{n_{2019}}}},$$

where X_{2020} refers to the average numbers and values of credit guarantees in 2020, the COVID-19 year and X_{2019} represents the average values of applied variables in the 2019, i.e., the pre-COVID-19 year, s_{2020} and s_{2019} are the standard deviations of the two analysed samples, and n_{2020} and n_{2019} are numbers of observations in samples. The data are paired. Thus, we assume that there is a one-to-one correspondence between the values in the two samples. That is, if $X_{2020_1}, X_{2020_2}, \dots, X_{2020_n}$ and $X_{2019_1}, X_{2019_2}, \dots, X_{2019_n}$ are the two samples, then X_{2020_i} corresponds to X_{2019_i} . As we analyse the issue from the regional (voivodeship) perspective, in the study $n = 16$, which refers to 16 pairs representing all Polish voivodeships. We verify the joint distribution of analysed variables' normality with the Shapiro-Wilk test. Moreover, to check the heteroscedasticity, we apply the Breusch-Pagan test.

We formulate the following research hypothesis:

Hypothesis: Both numbers and values of credit guarantees among SMEs from the transportation sector in Poland are significantly greater in the first COVID-19 year than in the pre-COVID-19 year.

In the applied t-test the null and alternative hypotheses are as follows:

$$\begin{aligned} H_0: \mu_{2020} &= \mu_{2019} \\ H_1: \mu_{2020} &> \mu_{2019}, \end{aligned}$$

where μ_{2020} and μ_{2019} represent the mean values of *de minimis* guarantees in COVID-19 (2020) and pre-COVID-19 (2019) years, respectively. The null hypothesis assumes that the analysed guarantee measures, i.e., number and values, do not differ in both analysed years. The alternative hypothesis assumes that the first pandemic year (2020) brought a significant increase in the number and value of guarantees granted to SMEs in the transport sector in Poland compared to the previous year.

Data on the number and value of granted guarantees by SMEs were obtained from Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK). BGK is a Polish development bank. Its main aim is to support the sustainable socio-economic development of Poland. The bank manages the National Guarantee Fund (KFG) that grants *de minimis* guarantees.

Research Results

The *de minimis* guarantee programme is Poland's largest and longest operating guarantee programme. From the beginning of the programme until the end of 2020, SMEs got over 380 thousand guarantees, and their total value amounted to nearly PLN 90 billion. *De minimis* guarantees are offered only within the available limit of *de minimis* aid. Therefore, entrepreneurs with an unused limit can only use this instrument. The funds at BGK's disposal when granting *de minimis* guarantees come from the National Guarantee Fund (KFG), which operates according to the provisions of the Act on sureties and guarantees. The source of the funds accumulated in the fund may be different, i.e., the funds may come from EU funds, BGK resources, and the national budget. One of the main principles of operation of the National Guarantee Fund (KFG) is the diversification of the sources of capital origin. The final risk related to the functioning of the *de minimis* guarantee scheme is assumed by the Polish government [BGK 2021].

The conditions to be met by a borrower applying for financing secured by guarantees are [BGK 2021]:

- having a resident status;
- having creditworthiness, confirmed by a credit assessment made by the bank providing the financing in accordance with its internal rules of assessing its ability as at the date of the credit decision;
- not having an entry in any of the systems in which the financing bank verifies the borrower during the financing process in accordance with its internal procedures;
- within three months before applying for financing to the financing bank, the borrower must not have: a terminated loan, an overdue debt exceeding 30 days and the amount exceeding PLN 500, an exposure considered “at-risk” according to the RMF

or in the case of which there is evidence impairment in accordance with IFRS 9 and Recommendation R.

The *de minimis* guarantee cannot cover the loan for [BGK 2021]:

- refinancing of expenses incurred before the conclusion of the investment loan agreement,
- capital investments,
- purchase of financial instruments,
- purchase of receivables,
- purchase of an organized part of the enterprise,
- repayment of the loan or credit facility granted to finance the purposes indicated above.

The *de minimis* guarantee is characterised by the following parameters [BGK 2021]:

- the subject of collateral, i.e., the type of loan that can be guaranteed (working capital and investment loans);
- the value of the guarantee, i.e., the percentage of the secured liability; in the case of *de minimis* guarantees, it is up to 60% of the loan amount (during the COVID-19 pandemic, the maximum value of the guarantee increased to 80% of the loan amount);
- the maximum amount of a guarantee per unit, which is PLN 3.5 million (this limit was lifted as part of the aid package introduced to counteract the effects of the COVID-19 pandemic);
- guarantee period; for a working capital loan it is 39 months (during the COVID-19 pandemic, it is extended to 75 months), and for an investment loan, it is 99 months (during the pandemic period it is extended to 120 months);
- commission for granting a guarantee, which is 0.5% of the guarantee amount.

The possibility of granting guarantees results from Article 34a of the Act on sureties and guarantees granted by the State Treasury and certain legal entities [Ustawa z dnia 8 maja 1997 r.] and was regulated in the regulation issued by the Minister of Finance on the granting of *de minimis* aid by BGK in the form of a loan repayment guarantee [Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 10 czerwca 2014 r.].

Table 1 shows that the total value of granted guarantees to SMEs in the transportation sector continuously grows in the analysed period. Their value in 2020 is approximately 3.5 times higher than in 2013.

The total number of guarantees fluctuates in the analysed period (Table 1). However, the number is 60% higher in 2020 than in the first year of the *de minimis* guarantee programme. Data in Table 1 show that granted guarantees equal 58% of the total loans value in the 2013–2019 period, while in 2020 – almost 73%.

Table 2 depicts that about 3/4 of the total number of guarantees are obtained by the microenterprises in the analysed period. However, among all three types of SMEs, the most substantial upward trend in the number of guarantees is observed in the case of medium-sized companies, i.e., more than 70% increase. In the first pandemic year, we reveal rapid growth in the total number of granted guarantees in SMEs in the transportation sector.

Table 1. The total number and value of secured loans and granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020

Tabela 1. Łączna liczba i wartość kredytów zabezpieczonych i udzielonych gwarancji dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020

Variable	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Loan value (PLN million)	706	1047	953	1023	1089	1148	1384	2025	1171.9	393.3	186.9
Guarantee value (PLN million)	416	589	547	597	634	668	807	1470	716.0	324.0	252.9
Number of guarantees	3738	5888	5202	4692	3901	3089	3734	6125	4546.1	1108.2	63.8

Source: own calculations based on BGK data.

Table 2. The total number of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by enterprise size (PLN million)

Tabela 2. Łączna liczba udzielonych gwarancji dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 według wielkości przedsiębiorstw (milion PLN)

Enterprise size	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Micro	2964	4991	4538	3947	3033	2244	2727	4550	3624.3	1011.4	34.9
Small	675	772	565	558	600	681	771	1214	729.5	212.8	43.4
Medium-sized	99	125	99	187	268	164	236	361	192.4	91.7	72.6

Source: Source: own calculations based on BGK data.

Table 3. The total value of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by enterprise size (PLN million)

Tabela 3. Łączna wartość udzielonych gwarancji dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 według wielkości przedsiębiorstw (milion PLN)

Enterprise size	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Micro	221	354	325	341	323	280	329	614	348.5	115.3	64.0
Small	148	176	171	176	217	256	306	516	245.5	121.2	71.4
Medium-sized	48	60	51	80	94	132	172	340	122.1	98.0	86.0

Source: own calculations based on BGK data.

Table 3 shows that micro-enterprises obtain about 50% of the total value of all guarantees in the entire analysed period. In 2013–2019 (i.e., before the outbreak of the novel coronavirus pandemic), we observe that the total nominal value of guarantees in the group of medium-sized enterprises has more than tripled, small enterprises – doubled, while in the case of micro-enterprises has increased only about 50%. The total value of granted guarantees among all three types of SMEs increases sharply in 2020.

Table 4. The total number of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by loan type

Tabela 4. Łączna liczba udzielonych poręczeń dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 według rodzaju kredytu

Loan type	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Investment loan	9	91	137	256	165	39	42	70	101.1	81.3	677.8
Non-revolving working capital loan	600	1709	2066	1382	1012	683	1166	1867	1310.6	541.6	211.2
Revolving working capital loan	3129	4088	2999	3054	2724	2367	2526	4188	3134.4	673.1	33.8

Source: own calculations based on BGK data.

Table 4 results depicts that in 2013–2020, in the analysed group of SMEs in the transportation sector, almost all guarantees concern working capital loans (more than 95%). Moreover, the majority of secured working capital loans are revolving loans. However, the most substantial growth in the total number of guaranties is observed in the case of investment loans, from only nine loans in 2013 to 70 loans in 2020.

Table 5. The total value of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by loans type (PLN million)

Tabela 5. Łączna wartość udzielonych poręczeń dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 według rodzaju kredytu (milion PLN)

Loan type	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Investment loan	1.41	17	22	28	29	13	15	36	20.1	10.9	2427.9
Non-revolving working capital loan	41	91	103	90	76	65	114	238	102.4	59.4	485.6
Revolving working capital loan	374	480	421	478	529	590	679	1196	593.5	261.4	219.5

Source: own calculations based on BGK data.

Table 5 shows that similarly to the total number of guarantees among all three types of banking loans in 2013–2020, almost the entire value of the *de minimis* guarantees relates to the working capital loans. In more detail, more than 80% of the total value of the guarantees obtained to secure revolving working capital loans. The nominal value of the guarantees increases regardless of the banking loan type. Moreover, the value of guarantees in 2020 doubles in relation to 2019.

Table 6. The number of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 (by voivodeship)

Tabela 6. Liczba udzielonych poręczeń dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 (wg województw)

Voivodeship	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Dolnośląskie	355	503	448	350	282	236	246	463	360.4	102.4	30.4
Kujawsko-pomorskie	183	304	275	263	211	154	157	316	232.9	65.0	72.7
Lubelskie	155	237	234	195	163	130	188	343	205.6	66.7	121.3
Lubuskie	156	214	193	134	117	100	125	240	159.9	50.4	53.9
Łódzkie	325	468	338	351	319	246	295	477	352.4	80.7	46.8
Małopolskie	280	455	410	377	297	264	311	437	353.9	75.1	56.1
Mazowieckie	561	892	789	785	663	507	612	960	721.1	161.1	71.1
Opolskie	66	115	71	65	43	42	52	111	70.6	28.2	68.2
Podkarpackie	124	212	230	196	157	138	214	260	191.4	47.4	109.7
Podlaskie	113	157	120	114	103	91	125	181	125.5	29.5	60.2
Pomorskie	238	406	379	316	289	187	216	402	304.1	86.0	68.9
Śląskie	350	604	577	525	431	329	388	517	465.1	104.9	47.7
Świętokrzyskie	92	171	148	143	97	95	117	194	132.1	38.1	110.9
Warmińsko-mazurskie	172	187	158	161	116	95	121	189	149.9	35.0	9.9
Wielkopolskie	401	647	562	485	418	313	382	749	494.6	147.8	86.8
Zachodniopomorskie	167	316	270	232	195	162	185	286	226.6	58.4	71.3

Source: own calculations based on BGK data.

Table 6 depicts that the most significant number of guarantees are obtained by the SMEs from Mazowieckie, Wielkopolskie, and Śląskie voivodeships. In contrast, the smallest number of guarantees from the *de minimis* programme is observed in Opolskie voivodeship. However, it is directly related to the size of voivodships, i.e., their population and the number of operating enterprises. We reveal the most substantial growth in the number of obtained guarantees in Lubelskie, Świętokrzyskie, and Podkarpackie voivodeships.

Analysing the number of loan guarantees granted by voivodship in relation to the number of enterprises operating in the transport sector registered in these voivodships, we can see that in the analysed period, the highest average value of this indicator occurs in the following voivodships: Lubuskie, Łódzkie, and Warmińsko-Mazurskie. It may probably mean that transportation companies located in these voivodships face the most significant barriers to access to financing or that their economic and financial situation is the worst. The rate of granted guarantees is observed in the Podlaskie, Mazowieckie and Śląskie voivodships

Table 7. The number of granted guarantees per number of companies for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by voivodeship (%)

Tabela 7. Liczba udzielonych gwarancji na liczbę firm dla MŚP sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 wg województw (%)

Voivodeship	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013-2020 change (%)
Dolnośląskie	3.50	5.03	4.24	3.06	2.56	2.15	2.35	4.43	3.41	1.06	26.68
Kujawsko-pomorskie	2.70	4.25	3.77	3.30	2.72	1.99	2.05	4.13	3.11	0.89	52.74
Lubelskie	2.63	3.61	3.33	2.64	2.12	1.67	2.47	4.51	2.87	0.90	71.46
Lubuskie	4.56	5.75	4.64	3.15	2.84	2.35	2.93	5.62	3.98	1.33	23.16
Łódzkie	3.95	5.26	3.50	3.48	3.15	2.56	3.09	5.00	3.75	0.94	26.45
Małopolskie	2.17	3.48	3.06	2.61	1.97	1.79	2.11	2.97	2.52	0.60	37.03
Mazowieckie	2.41	3.67	3.12	2.96	2.45	1.88	2.25	3.54	2.79	0.64	46.49
Opolskie	2.87	5.15	3.12	2.86	1.70	1.69	2.13	4.56	3.01	1.27	58.59
Podkarpackie	2.28	3.46	3.78	2.92	2.28	1.99	2.96	3.59	2.91	0.67	57.77
Podlaskie	2.61	3.73	2.85	2.74	2.31	2.10	2.92	4.22	2.94	0.71	61.48
Pomorskie	2.55	4.17	3.83	2.98	2.76	1.76	2.13	3.96	3.02	0.89	55.14
Śląskie	2.28	3.56	3.47	3.12	2.51	1.95	2.47	3.29	2.83	0.60	44.47
Świętokrzyskie	2.45	4.76	3.77	3.53	2.37	2.48	3.04	5.04	3.43	1.04	105.55
Warmińsko-mazurskie	4.15	4.80	3.98	3.89	2.52	2.17	2.87	4.49	3.61	0.96	7.95
Wielkopolskie	3.04	4.95	4.05	3.27	2.87	2.14	2.72	5.33	3.55	1.12	75.43
Zachodniopomorskie	2.47	4.41	3.49	3.00	2.38	2.10	2.73	4.23	3.10	0.86	71.33

Source: own calculations based on BGK data.

Table 8 shows that the total amount of the guarantee depends on the voivodeship's size, primarily its GDP and population. In the analysed period, there was a significant increase in the nominal value of the guarantee in all voivodeships. In six regions, the value of guarantees in 2020 was more than four times higher than in 2013. In 2020, i.e., a pandemic year, we observe a visible increase in guarantees value compared to 2019.

Table 9 depicts the visible differences in the average value of granted guarantees for SMEs in the transportation sector among Polish voivodeships. The lowest guarantees values are in Podlaskie, Opolskie, Kujawsko-pomorskie and Podkarpackie voivodeships, i.e., below PLN 140 thousand on average. On the other hand, the highest guarantees values are observed in Świętokrzyskie and Pomorskie voivodeships – close to PLN 200 thousand. We observe a substantial growth in the nominal value of average guarantee in all voivodeships in the entire research period. The COVID-19 pandemic has caused an increase in the average value of credit guarantees in 13 voivodeships.

Table 8. The total value of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by voivodeship (PLN million)

Tabela 8. Łączna wartość udzielonych gwarancji dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 według województw (milion PLN)

Voivodeship	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Dolnośląskie	36.1	49.9	42.0	38.2	39.3	45.0	44.3	103.7	49.8	22.2	187.3
Kujawsko-pomorskie	18.9	25.5	26.0	26.5	27.8	27.2	30.4	63.8	30.8	13.8	237.9
Lubelskie	17.8	25.6	23.4	18.1	21.1	23.9	36.1	70.2	29.5	17.4	294.0
Lubuskie	15.9	19.3	14.8	13.7	17.9	28.1	29.3	61.0	25.0	15.7	283.8
Łódzkie	27.1	40.4	32.3	41.1	50.4	51.8	58.1	110.1	51.4	25.8	305.7
Małopolskie	32.6	45.9	42.2	50.5	48.0	50.6	58.0	110.8	54.8	23.8	239.7
Mazowieckie	72.4	103.1	90.3	116.8	108.4	104.4	132.0	237.3	120.6	50.3	227.9
Opolskie	6.7	11.3	6.1	5.3	4.6	5.9	8.3	28.3	9.6	7.9	320.6
Podkarpackie	14.5	16.6	19.3	20.9	25.5	23.3	38.4	52.7	26.4	12.9	263.6
Podlaskie	9.0	12.9	9.4	10.3	11.1	17.3	20.4	36.5	15.9	9.3	305.8
Pomorskie	37.8	48.0	48.3	42.8	53.7	49.7	66.3	112.1	57.3	23.7	196.7
Śląskie	40.8	59.2	60.7	74.6	73.1	78.1	104.6	147.4	79.8	32.9	261.8
Świętokrzyskie	10.7	18.7	19.6	27.2	25.8	27.4	31.0	47.4	26.0	10.8	341.6
Warmińsko-mazurskie	16.6	16.1	14.2	14.6	24.5	16.4	21.9	36.3	20.1	7.5	118.6
Wielkopolskie	43.6	65.1	66.7	68.0	72.7	81.1	92.0	182.5	84.0	42.2	319.0
Zachodniopomorskie	16.0	31.4	31.2	28.4	30.2	37.6	36.3	69.6	35.1	15.4	336.6

Source: own calculations based on BGK data.

Table 10 shows the statistical measures related to the number and values of granted *de minimis* credit guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2019–2020. In the research hypothesis, we assume that both numbers and values of credit guarantees are significantly larger in the COVID-19 than in the pre-COVID-19 year. Descriptive statistics presented in table 10 support our assumption. We apply a *t*-test to verify the null hypothesis that mean values of analysed guarantee measures do not differ significantly between the COVID-19 (2020) and pre-COVID-19 (2019) years, i.e., $H_0: \mu_{2020} = \mu_{2019}$. Table 10 results show that we reject the null hypothesis at a 5% significance level. It implies that the average values of analysed measures are significantly greater in 2020, i.e., the COVID-19 period (one-sided *p*-value lower than 5%). Positive values of *t*-test statistics imply the increase of the analysed variables in the research periods. Thus we can confirm the formulated research hypothesis.

Table 9. The average value of granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in 2013–2020 by voivodeship (PLN thousand)

Tabela 9. Średnia wartość udzielonych poręczeń dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach 2013–2020 według województw (tysiące PLN)

Voivodeship	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Mean value	Standard deviation	2013–2020 change (%)
Dolnośląskie	101.7	99.1	93.8	109.2	139.4	190.7	180.2	224.0	142.3	49.9	120.2
Kujawsko-pomorskie	103.3	84.0	94.4	100.7	131.9	176.4	193.4	201.9	135.8	47.9	95.4
Lubelskie	115.0	108.0	100.1	92.7	129.5	183.5	192.2	204.7	140.7	45.3	78.0
Lubuskie	101.9	90.0	76.5	102.0	152.7	280.8	234.6	254.2	161.6	82.5	149.4
Łódzkie	83.5	86.2	95.7	117.2	158.1	210.7	197.0	230.8	147.4	59.7	176.5
Małopolskie	116.6	100.9	102.9	133.9	161.6	191.7	186.4	253.6	155.9	53.0	117.5
Mazowieckie	129.0	115.6	114.5	148.8	163.5	205.9	215.7	247.2	167.5	50.0	91.6
Opolskie	102.0	98.6	85.9	81.2	106.5	140.0	159.8	255.0	128.6	57.6	150.0
Podkarpackie	116.9	78.4	83.9	106.6	162.1	168.8	179.2	202.7	137.4	46.8	73.3
Podlaskie	79.7	82.0	78.5	89.9	108.0	189.8	163.1	201.7	124.1	52.3	153.2
Pomorskie	158.8	118.3	127.4	135.4	185.9	265.6	306.8	278.9	197.1	75.5	75.6
Śląskie	116.5	98.0	105.2	142.0	169.5	237.4	269.6	285.1	177.9	75.8	144.8
Świętokrzyskie	116.7	109.3	132.2	190.2	265.5	288.1	265.0	244.3	201.4	73.7	109.3
Warmińsko-mazurskie	96.6	86.2	89.8	90.5	211.4	172.8	181.3	192.1	140.1	53.9	98.9
Wielkopolskie	108.7	100.6	118.7	140.1	173.9	259.2	240.8	243.7	173.2	65.9	124.3
Zachodniopomorskie	95.5	99.3	115.4	122.5	154.8	231.9	196.3	243.4	157.4	59.3	154.8

Source: own calculations based on BGK data.

Table 10. The granted guarantees for SMEs in the transportation sector in Poland in pre-COVID-19 (2019) and COVID-19 (2020) years: *t*-test analysisTabela 10. Udzielone gwarancje dla MŚP z sektora transportowego w Polsce w latach przed COVID-19 (2019) i COVID-19 (2020); analiza testu-*t*

Variable	Mean value		Standard deviation		<i>t</i> -test statistic	<i>p</i> -value (one-sided)
	2020	2019	2020	2019		
Number of guarantees	382.81	233.38	222.50	139.72	6.24	<0.001
Number of guarantees per number of companies	4.31	2.58	0.73	0.37	11.06	<0.001
Total value of guarantees	91.86	50.46	57.79	33.65	6.24	<0.001
Average value of the guarantee	235.18	210.09	28.38	41.95	3.29	<0.001

Source: own calculations based on BGK data.

Our results may indicate the deteriorating financial situation of the surveyed SMEs, resulting in the need to use *de minimis* guarantees to borrow financial capital from the bank

successfully. Moreover, it indicates the growing financial obstacles that SMEs from the transportation sector in Poland try to overcome by obtaining credit guarantees.

Conclusion

SMEs in the transport sector in Poland face many barriers in obtaining the capital needed for their functioning and development. The government *de minimis* guarantee program, operating since 2013, aimed at supporting entrepreneurship with the use of sureties and guarantees from Bank Gospodarstwa Krajowego (BGK), is one of the tools to combat these barriers.

Our study reveals that the value of guarantees granted to SMEs in the transportation sector is continuously growing, while the number of guarantees fluctuates in the analysed period. Micro-enterprises obtain about 50% of the total value of all guarantees. SMEs in the transportation sector primarily use the *de minimis* guarantee programme to secure revolving working capital loans. The increasing use of the *de minimis* guarantee scheme shows that this tool effectively helps overcome barriers to access to capital for SMEs in the transportation sector in Poland. We observe significant differences in the number and value of granted guarantees among 16 Polish voivodeships.

The COVID-19 pandemic has hit the Polish economy, and transportation belongs to substantially affected sectors. The t-test analysis confirms that both numbers and values of credit guarantees are significantly greater in the COVID-19 than in the pre-COVID-19 year. Such results may indicate the deteriorating financial situation of the surveyed SMEs, resulting in the need to use *de minimis* guarantees to borrow financial capital from the bank successfully.

References

- Andrzejak M., 2017: Program gwarancyjny *de minimis* jako inicjatywa zwalczania barier dostępu do kapitału dla MSP, Zeszyty Naukowe PWSZ w Płocku. Nauki Ekonomiczne 25, 79–90, [https://doi.org/10.19251/ne/2017.25\(5\)](https://doi.org/10.19251/ne/2017.25(5))
- Arping S., Lóránth G., Morrison A.D., 2010: Public initiatives to support entrepreneurs: Credit guarantees versus co-funding, Journal of Financial Stability 6(1), 26–35, <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2009.05.009>
- Ayyagari M., Beck T., Demirguc-Kunt A., 2007: Small and Medium Enterprises Across the Globe, Small Business Economics 29(4), 415–434, <https://doi.org/10.1007/s11187-006-9002-5>
- Beck T., Demirguc-Kunt A., 2006: Small and medium-size enterprises: Access to finance as a growth constraint, Journal of Banking & Finance 30(11), 2931–2943, <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2006.05.009>
- Beck T., Klapper L.F., Mendoza J.C., 2010: The typology of partial credit guarantee funds around the world, Journal of Financial Stability 6(1), 10–25, <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2008.12.003>
- BGK, 2021: Gwarancja *de minimis*. Bank Gospodarstwa Krajowego, [electronic source] <https://www.bgk.pl/male-i-srednie-przedsiębiorstwa/zabezpieczenie-finansowania/gwarancja-de-minimis> [access: 05.03.2021].
- Bieńkowska B., 2009: Fundusze poręczeniowe jako wsparcie dla finansowania działalności MŚP, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług, Uwarunkowania rynkowe rozwoju Mikro i małych przedsiębiorstw Mikrofirma 34, 28–35.
- Brown A., Garguilo S., Mehta K., 2011: The Relentless Pursuit of Financial Capital for Micro-enterprises: Importance of Trust and Social Capital, International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship 6(2), 78–97, <https://doi.org/10.24908/ijse.v6i2.3660>
- Coluzzi C., Ferrando A., Martínez-Carrascal C., 2015: Financing obstacles and growth: An analysis for euro area non-financial firms, The European Journal of Finance 21(10–11), 773–790, <https://doi.org/10.1080/1351847X.2012.664154>

- Czech K., Karpio A., Wielechowski M., Woźniakowski T., Żebrowska-Suchodolska D., 2020: Polska gospodarka w początkowym okresie pandemii COVID-19, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Fabeil N.F., Pazim K.H., Langgat J., 2020: The Impact of COVID-19 Pandemic Crisis on Micro-Enterprises: Entrepreneurs' Perspective on Business Continuity and Recovery Strategy (SSRN Scholarly Paper ID 3612830), Social Science Research Network, [electronic source] <https://papers.ssrn.com/abstract=3612830> [access: 05.03.2021].
- Garcia-Tabuenca A., Crespo-Espert J. L., 2010: Credit guarantees and SME efficiency, *Small Business Economics* 35(1), 113–128, <https://doi.org/10.1007/s11187-008-9148-4>
- GUS, 2021: Transport – wyniki działalności w 2020 r. Transport – activity results in 2020, Warszawa – Szczecin, [electronic source] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/transport/transport-wyniki-dzialalnosci-w-2020-roku,9,20.html> [access: 03.04.2021].
- He P., Sun Y., Zhang Y., Li T., 2020: COVID-19's Impact on Stock Prices Across Different Sectors – An Event Study Based on the Chinese Stock Market, *Emerging Markets Finance and Trade* 56(10), 2198–2212, <https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1785865>
- Jacyna M., 2012: System logistyczny Polski: uwarunkowania techniczno-technologiczne komodalności transportu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- KRD, 2021: Obciążenia ponad normę – czyli sytuacja finansowa w branży TSL, [electronic source] <https://krd.pl/centrum-prasowe/raporty/2021/obciazenie-ponad-norme-czyli-sytuacja-finansowa-w-branzy-tsl> [access: 05.03.2021].
- Kuchciński A., 2019: The role of guarantee funds in supporting entrepreneurship in Poland, *Sciences of Europe* 46–2(46), 3–8.
- Laing T., 2020: The economic impact of the Coronavirus 2019 (COVID-2019): Implications for the mining industry, *The Extractive Industries and Society* 7(2), 580–582, <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.04.003>
- Nizaeva M., Coskun A., 2018: Determinants of the Financing Obstacles Faced by SMEs: An Empirical Study of Emerging Economies, *Journal of Economic and Social Studies* 7(2), 81–99, <https://doi.org/10.14706/JECOSS17725>
- Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 10 czerwca 2014 r. w sprawie udzielania przez Bank Gospodarstwa Krajowego pomocy de minimis w formie gwarancji spłaty kredytów (Dz.U. 2014 poz. 790).
- Shen H., Fu M., Pan H., Yu Z., Chen Y., 2020. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Firm Performance, *Emerging Markets Finance and Trade* 56(10), 2213–2230, <https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1785863>
- Snedecor G.W., Cochran W.G., 1989: *Statistical Methods* (8th Edition), Iowa State University Press, Iowa.
- Sokół H., 2015: Możliwości finansowania rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw, [w:] *Struktura kapitału w przedsiębiorstwie w warunkach ekspansji, kryzysu i zjawisk upadłościowych*, J. Grzywacz (red.), Oficyna Wydawnicza Szkoły Głównej Handlowej, Warszawa 105–168.
- Ustawa z dnia 8 maja 1997 r. o poręczeniach i gwarancjach udzielanych przez Skarb Państwa oraz niektóre osoby prawne (Dz.U. z 2017, poz. 2022).
- Vasilescu L., 2014: Accessing Finance for Innovative EU SMEs Key Drivers and Challenges, *Economic Review: Journal of Economics and Business* 12(2), 35–47.
- Wang Y., 2016: What are the biggest obstacles to growth of SMEs in developing countries? – An empirical evidence from an enterprise survey, *Borsa Istanbul Review* 16(3), 167–176, <https://doi.org/10.1016/j.bir.2016.06.001>
- Waniak-Michalak H., Michalak J., 2019: Consequences of public financial aid for organizations providing guarantees for SMEs, *Business and Economic Horizons (BEH)* 15(1232-2020-357), 474–489.
- Xia X., Gan L., 2020: SME financing with new credit guarantee contracts over the business cycle, *International Review of Economics & Finance* 69, 515–538, <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.04.015>
- Zajac A., Wielechowski M., Czech K., 2021: The impact of covid-19 pandemic on credit financing of microenterprises and farmer business activity in Poland, *Journal of Modern Science* 47(2), 475–496, <https://doi.org/10.13166/jms/143524>

Julia Zarczuk[✉], Bogdan Klepacki^{1✉}

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Powstawanie śladu węglowego w branży transportowej*

The formation of the carbon footprint in transport industry

Synopsis. Celem artykułu było zaprezentowanie problematyki śladu węglowego (CF) w odniesieniu do sektora transportowego. Omówione zostały negatywne aspekty transportu dotyczące środowiska, ludzi i ich zdrowia. Przedstawiono wielkość emisji gazów cieplarnianych (GHG) zarówno w całym sektorze, jak i w poszczególnych gałęziach i środkach transportu oraz prognozy do 2035 roku. Wskazane zostały możliwości redukcji śladu węglowego – proekologiczne rozwiązania transportowe. Opisano program środowiskowy Net Zero Carbon firmy Kuehne+Nagel, którego głównym celem jest redukcowanie pozostawionego śladu węglowego.

Słowa kluczowe: ślad węglowy, branża transportowa, Net Zero Carbon, Kuehne+Nagel

Abstract. The aim of the article was to present the carbon footprint (CF) in relation to the transport sector. Negative aspects of transport concerning the environment, people and their health were discussed. The volume of greenhouse gas (GHG) emissions in the entire sector as well as in individual branches and means of transport as well as forecasts until 2035 are presented. The possibilities of reducing the carbon footprint have been indicated – environmentally friendly transport solutions. The Kuehne+Nagel Net Zero Carbon environmental program is described, the main purpose of which is to reduce the carbon footprint.

Key words: carbon footprint, transport industry, Net Zero Carbon, Kuehne+Nagel

JEL kody: L91, L92, L93, Q53

Wstęp

Od wydajności i dostępności transportu zależy jakość życia miliardów ludzi na świecie. Jego rola w gospodarce jest znacząca, gdyż warunkuje rozwój i różne przemiany życia społecznego. Jednak nie jest on pozbawiony negatywnych aspektów. Sektor transportowy przyczynia się do zmian klimatu, emitując do atmosfery znaczne ilości gazów cieplarnianych.

✉ Julia Zarczuk – e-mail: s185701@sggw.edu.pl

✉ Bogdan Klepacki – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów; Katedra Logistyki Instytut Ekonomii i Finansów; e-mail: bogdan_klepacki@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3483-7530>

* Problematykę pomiaru śladu węglowego autorzy przedstawili w opracowaniu: [Zarczuk i Klepacki 2021].

Ponadto generuje nadmierny hałas i charakteryzuje się dużą chłonnością terenu. W obliczu zagrożeń, jakie stwarza, zasadne jest dążenie, aby każda podróż odbywała się nie tylko w bezpieczny sposób, ale i przyjazny dla środowiska. Określone przedsiębiorstwa podejmują się tego wyzwania i redukują emisje CO₂ pochodzącą z transportu. Nie jest to łatwe, ale dzięki proekologicznym rozwiązaniom transportowym staje się to możliwe¹.

Cel i metoda badań

Jako główny cel badawczy przyjęto ukazanie problematyki powstawania śladu węglowego w sektorze transportowym oraz możliwości jego redukcji. W opracowaniu zostały wykorzystane różne metody badawcze. W zakresie zbierania materiału badawczego zastosowano metodę studiów literaturowych, studiów zasobów sieci internetowej, dokumentacyjną oraz analizy danych z wybranego przedsiębiorstwa.

Do badań, w sposób celowy, przyjęto firmę Kuehne+Nagel – przedsiębiorstwo transportowo-logistyczne, które działa na całym świecie. Badania empiryczne przeprowadzono w 2021 roku, a uzyskane informacje w przedsiębiorstwie objęły lata 2012–2019 [Zarczuk 2021].

Negatywne aspekty transportu

Rola transportu w gospodarce oraz w społeczeństwie jest bardzo istotna. Ma on bezpośredni wpływ na rozwój gospodarczy w skali mikroekonomicznej i globalnej, a także na przemiany w życiu społecznym. Pomimo wielu pozytywnych aspektów sektor ten również niekorzystnie oddziałuje na środowisko, przyczyniając się m.in. do zmian klimatu, zanieczyszczenia powietrza oraz nadmiernego hałasu. Negatywne skutki dotyczą także społeczeństwa i zdrowia ludności.

Sektor transportowy emituje znaczne ilości gazów cieplarnianych (GHG). W 2018 roku jego udział w całkowitej emisji tych gazów w Europie wyniósł 21% [European Commission 2021]. Jak podano w Krajowym raporcie inwentaryzacyjnym 2020, w tym roku w Polsce odsetek ten wynosił 15,8%. Szacuje się, że przeważająca część (powyżej 70%) wszystkich gazów cieplarnianych emitowanych przez sektor transportowy jest wytwarzana w transporcie drogowym, głównie przez samochody osobowe, ale także dostawcze, ciężarowe, ciągniki siodłowe i autobusy. Za pozostałe emisje odpowiada transport kolejowy, morski i lotniczy. Taki poziom i struktura emisji wynika z wykorzystywania do zasilania pojazdów energii pochodzącej z kopalin, a nie ze źródeł odnawialnych oraz ze struktury usług przewozowych.

Problem zanieczyszczania powietrza przez transport w największym stopniu dotyczy wielkich aglomeracji i innych jednostek miejskich. Funkcjonowanie sektora transportowego powoduje, iż w powietrzu obecne są m.in. takie związki jak cząstki stałe – pył zawieszony, dwutlenek azotu (NO₂), czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), które wchodząc w reakcje z innymi związkami, przyczyniają się do powstania bardzo szkodliwego

¹ Szerzej problematykę tę zaprezentowano w dwóch monografiach: [Zych-Lewandowska 2020, Zych-Lewandowska i in. 2020].

smogu. Istnieje wiele badań, które potwierdzają silne związki między obecnością w powietrzu substancji zanieczyszczających a występowaniem określonych chorób czy zjawisk, takich jak skrócenie długości życia oraz wysoka umieralność. Polska w szczególności powinna zainteresować się tym problemem, gdyż zajmuje wysokie miejsce w rankingu najbardziej zanieczyszczonych krajów UE [Jędrak i in. 2017].

W ostatnich latach zanieczyszczenie powietrza powodowane przez transport się zmniejszało. Jest to rezultat wykorzystania mniej emisyjnych technologii i wdrożenia odpowiednich norm w zakresie jakości paliw/emisowania spalin przez dane pojazdy. Jednak niepokojący jest fakt, iż normy dotyczące dozwolonych stężeń zanieczyszczeń zawartych w powietrzu wciąż są wysokie.

Kolejny problem w obrębie sektora transportowego dotyczy generowania nadmiernego hałasu. Największy udział w jego wytwarzaniu przypisuje się ruchowi drogowemu, a nieco mniejsze źródła to ruch lotniczy i kolejowy oraz źródła przemysłowe. Europejska Agencja Ochrony Środowiska podaje, że ok. 82 milionów ludzi zamieszkujących obszary miejskie jest dotkniętych problemem nadmiernego hałasu drogowego na poziomie min. 55 dB, przyjmując porę dzień-noć-noc. Z kolei w przypadku obszarów poza miastowych takich osób jest ok. 31 milionów. Stąd wynika, iż łącznie aż ok. 113 milionów mieszkańców Europy w ciągu dnia i nocy jest narażonych na hałas o wysokim poziomie, który pochodzi z ruchu drogowego. Dla Polski oszacowano, że około 11,6% wszystkich osób zamieszkujących miasta oraz 5,7% mieszkańców obszarów pozamiejskich doświadcza tego problemu. Zanieczyszczenie hałasem jest szkodliwe zarówno dla ludzi, jak i dla zwierząt dziko żyjących. W tabeli 1 zostały ukazane wybrane skutki zdrowotne długotrwałego narażenia na wysoki poziom hałasu występujące wśród określonej liczby mieszkańców Europy w 2019 roku [EEA 2019].

Tabela 1. Negatywne aspekty długotrwałej ekspozycji na wysoki poziom hałasu w 2019 roku
Table 1. Negative aspects of long-term exposure to high noise levels in 2019

Rodzaj oddziaływania	Liczba osób [tysiąc]
Przedwczesne zgony	12
Zakłócenia snu	8 000
Dokuczliwość	22 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EEA 2019].

W kwestii zagrożeń jakie stwarza sektor transportowy, ważne jest podejmowanie działań, które zapobiegają ich wystąpieniu lub zminimalizują skalę/zasięg oddziaływań [Badyda 2010]. Warto także pamiętać, iż z funkcjonowaniem transportu związane są koszty zewnętrzne – koszty negatywnych skutków działania sektora transportowego, za które musi „płacić” środowisko i społeczeństwo [Cieślakowski 2011]. Dlatego jego rozwój powinien przebiegać w sposób zrównoważony. Szczególną uwagę należy zwrócić na transport drogowy – najmniej ekologiczną i w największym stopniu eksploatowaną gałąź transportu [Orczyk i Tomaszewski 2017]. Unia Europejska w swojej polityce przyjęła za istotny cel ograniczenie niekorzystnych skutków funkcjonowania sektora transportowego [European Council 2021].

Carbon footprint w poszczególnych gałęziach transportu²

Jedną z podkategorii źródeł emisji GHG jest sektor transportowy, który jako jedyny sektor gospodarki od 1990 roku odnotował wzrost emisji GHG (Polska i Europa). Trend ten wciąż się na ogół utrzymuje. Biorąc pod uwagę wielkość emisji GHG w podziale na źródła pochodzenia, transport zajmuje drugie miejsce po energetyce [Szymalski 2017]. Szacuje się, że transport w Polsce jest odpowiedzialny za około 16% całkowitej emisji GHG i 20% w przypadku emisji CO₂ [KOBiZE 2020]. Zbliżone wartości występują w skali europejskiej i globalnej.

Emisje GHG w sektorze transportowym w UE od 1990 roku wykazują tendencje wzrostowe. Cieszy fakt, że od 2014 roku stopy wzrostu emisji są wolniejsze. W prognozie do 2035 roku przyjmuje się dwa scenariusze – „z istniejącymi środkami” oraz „z dodatkowymi środkami”. Pierwszy z nich stanowi odzwierciedlenie obecnej polityki i środków, a drugi dotyczy dalszych planów i działań państw członkowskich w tym zakresie. Według prognoz emisje z sektora transportowego w badanym okresie zwiększą się o około 32% (pierwszy scenariusz) i 17% (drugi) w stosunku do stanu w 1990 roku. Z prognoz krajowych wynika, że do 2030 roku spadek emisji GHG będzie niewielki i utrzyma się na poziomie wyższym niż w 1990 roku [EEA 2020].

Od lat największy udział w całkowitej emisji GHG w sektorze transportowym przypisuje się transportowi drogowemu. W 2018 roku w UE wyniósł on ponad 70%. Z kolei najniższy udział miała żegluga krajowa oraz transport kolejowy (z wyłączeniem kolei zasilanych elektrycznie) – kolejno poniżej 2 i 1% [EEA, 2020]. Podobny rozkład występuje również w skali globalnej [Ritchie et al. 2020]. Wśród gazów cieplarnianych szczególną rolę odgrywa CO₂, a dominującą pozycję w rozkładzie jego emisji ma transport drogowy, gdyż jest to najszybsza, najpopularniejsza i najbardziej niezawodna gałąź transportu. Stale rośnie liczba samochodów osobowych, które stanowią główne źródło zanieczyszczeń [Gis 2017]. W 2016 roku udział samochodów osobowych w całkowitej emisji CO₂ w transporcie drogowym w UE wyniósł 60,7%. Kolejne były samochody ciężarowe ciężkie i lekkie – odpowiednio 26,2% oraz 11,9%. Najmniejszy zaś udział wykazały motocykle – 1,2% [Parlament Europejski 2019a].

Każde przemieszczanie się osób czy ładunków wymaga zużycia energii, a najbardziej szkodliwa dla środowiska jest taka, która powstaje na skutek spalania paliw kopalnych. Zatem należy wybierać najmniej energochłonne sposoby podróży, które pozwolą zredukować emisje. Oznacza to, iż najkorzystniejsza jest podróż piesza, bądź rowerowa, w dalszej kolejności komunikacja zbiorowa, a najbardziej szkodliwa – podróż indywidualnie samochodami czy samolotami [Szymalski 2017].

Wybór roweru pozwala zmniejszyć ślad węglowy, na skutek redukcji emisji CO₂, o 36,7 g na przejechany kilometr, czyli ekwiwalent 0,6 drzewa, aktywność rowerowa wydłuża życie o jedną minutę i pozwala zaoszczędzić 0,84 zł, w stosunku do wykorzystania samochodu [Allegro All For Planet].

Najwyższa jest emisja CO₂ podczas przemieszczania ładunków transportem drogowym (samochody ciężarowe), jest ona około trzy razy większa w porównaniu do żeglugi i dziewięć razy w przypadku kolei. Warto też wspomnieć o transporcie lotniczym, który ze

² Szerzej problematykę pomiaru śladu węglowego autorzy przedstawili w [Zarczuk i Klepacki 2021].

względu na najwyższe emisje nie jest używany w transporcie masowym [Witaszek and Witaszek 2015]. Dlatego zasadnym jest inwestowanie w infrastrukturę kolejową oraz rozwój tej gałęzi transportu. W celu zachęcenia obywateli i przedsiębiorstwa, aby eksploatować tę gałąź transportu, 2021 rok został ustanowiony jako „Europejski Rok Kolei” [Parlament Europejski 2021].

Szacuje się, że w najbliższych 15 latach udział transportu drogowego ulegnie zmniejszeniu. Najszybszy wzrost przewidywano w lotnictwie i transporcie morskim [Parlament Europejski 2019b]. Można jednak oczekiwać, że występująca od 2020 roku pandemia COVID-19 i związany z nią kryzys oczekiwania te może zrewidować.

Proekologiczne rozwiązania transportowe

Kwestie dotyczące emisji gazów cieplarnianych są ważnym elementem w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw, stąd pojawiła się koncepcja „Zielonego łańcucha dostaw”, której cechą jest niewielka emisja zanieczyszczeń oraz ochrona środowiska. Wśród elementów składowych pojawia się „zielony transport”, w ramach którego preferowane są środki transportu emitujące niewielką ilość zanieczyszczeń (CO_2), korzystanie z intermodalnych rozwiązań czy optymalizacja wszelkich tras, na których odbywa się przewóz [Witkowski and Pisarek 2017].

Nowością, która łączy „Zielony łańcuch dostaw” z technologiami cyfrowymi jest „Zielony łańcuch dostaw 4.0”. Dzięki technologicznemu wsparciu i sterowaniu takiego łańcucha informacjami, znacznie łatwiej przebiega jednoczesne realizowanie celów ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Wdrożenie takiego rozwiązania jest spójne z realizowaniem różnych rodzajów polityki klimatycznej.

Kolejnym działaniem proekologicznym jest zastosowanie paliw alternatywnych, takich jak: wodór, energia elektryczna, biopaliwa, czy paliwa syntetyczne/parafinowe [Goodloading, 2020]. Jest to szczególnie ważne, gdyż w transporcie drogowym około 94% wszystkich pojazdów jest zasilana substancjami ropopochodnymi. Jeszcze wyższy poziom tego wskaźnika (niemalże 100%) występuje w transporcie morskim oraz lotniczym [IEA 2018].

W Polsce Ministerstwo Klimatu podjęło działania nad opracowaniem strategii, aby w przyszłości wodór był wykorzystywany jako paliwo transportowe. Pierwiastek ten jest alternatywą dla paliw kopalnych, a także tworzy szansę dla Polski na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego i większą niezależność³. Na świecie już są produkowane samochody wodorowe, w skrócie FCV (Fuel Cell Vehicle), a należą do nich Toyota Mirai czy Hyundai Nexa [Budzik bd].

Poza paliwami alternatywnymi, ograniczenie emisji jest możliwe dzięki zmniejszeniu liczby przewozów towarów transportem drogowym. W tym celu konieczne jest ich konsolidowanie – wskazany transport multimodalny na długich trasach [Dyr 2011, Rokicki 2018]. Jednak wymaga to odpowiedniego planowania i optymalizacji tras, a pomocne w tym są systemy inteligentne, które ułatwiają zarządzanie ruchem i efektywniejsze użytkowanie infrastruktury.

Zmniejszenie wpływu transportu na środowisko jest zależne od opracowania i wdrożenia właściwych proekologicznych regulacji transportowych przez władze. Można stymulować

³ Otrzymywanie czystego wodoru jest jednak kosztowne i są kłopoty z bezpiecznym jego transportem.

korzystanie z pojazdów ekologicznych oraz komunikacji miejskiej, rowerowej czy pieszej, zamiast indywidualnego użytkowania pojazdów [Pyza 2017].

Interesująca jest też idea „Auto 2.0”, zamiennie określana jako „Pojazd CASE” (akronim słów: *connected* – sieciowy, *autonomous* – autonomiczny, *shared* – współdzielony oraz *electric* – elektryczny). Głównym założeniem tej koncepcji jest zmiana funkcjonalności aut w takich jak obszarach: usieciowienie, autonomizacja, współdzielenie oraz elektryfikacja.

Największy potencjał w redukcji emisji mają pojazdy elektryczne, które umożliwiają obniżenie emisji dwutlenku węgla około 3-krotnie [Transport & Environment 2020]. Aby wzrosło znaczenie pojazdów elektrycznych konieczne jest wprowadzenie systemu zachęt do ich zakupu⁴. W Polsce w tym celu została opracowana i przyjęta w 2017 roku polityka – „Energia do przyszłości”, czyli Plan rozwoju elektromobilności [Jeszke 2019].

Poza ochroną środowiska, korzyści ekonomiczne oraz skrócenie czasu jazdy i większy poziom bezpieczeństwa dostarcza też tzw. *ecodriving*. Ten płynny oraz przemyślany styl jazdy staje coraz bardziej popularny w Polsce. Stosując się do zasad *ecodrivingu*, możliwa jest redukcja spalania paliwa od 8 do 25% [EFL 2020]. Warto także poruszyć kwestie opakowań w transporcie, gdyż pośrednio one także wpływają na stan środowiska. Częstym problemem jest duża obecność powietrza (aż 25% zawartości całości) w przesyłkach. W wyniku transportu „zbędnego” powietrza każdego roku do atmosfery trafia około 122 miliony tCO₂ [Kosiak 2020].

Program Net Zero Carbon firmy Kuehne+Nagel

Kuehne+Nagel International AG jest to globalny partner logistyczny, który oferuje wysoko wyspecjalizowane rozwiązania dopasowane do potrzeb określonych branż w skali światowej. Przedsiębiorstwo założyli Augusta Kühne oraz Friedrich Nagel w Bremie w 1890 roku. Główna siedziba znajduje się w Szwajcarii – w Schindellegi. W Polsce rozpoczęcie działalności nastąpiło w Poznaniu z 19 kwietnia 1992 roku. Kuehne+Nagel to numer 1., jeśli chodzi o spedycję morską na świecie oraz nr 2. – w spedycji lotniczej i logistyce kontraktowej oraz nr 5. – spedycji drogowej w Europie [O Kuehne+Nagel...].

W działalności Kuehne+Nagel dąży do zapewnienia jak najwyższych standardów w zakresie QSHE, czyli jakości (ang. *quality*), bezpieczeństwa (ang. *safety*), zdrowia i ochrony środowiska (ang. *health and environmental standards*), co wynika z przyjętej koncepcji społecznej odpowiedzialności biznesu. W obliczu wyzwań klimatycznych i tego, iż około 7–8% całkowitej emisji CO₂ na świecie jest powodowana przez branżę logistyczną, Kuehne+Nagel troszczy się o środowisko, koncentrując się w na redukowaniu CO₂ [Sustainability...].

W 2019 roku uruchomiono program środowiskowy Net Zero Carbon o globalnym zasięgu, którego głównym założeniem jest redukcja pozostawianego śladu węglowego. Dotyczy to wszystkich usług świadczonych przez przedsiębiorstwo. Program ten to integralna część zobowiązania przedsiębiorstwa, aby oferować zrównoważone i innowacyjne rozwiązania łańcuchów dostaw. Jest to także kontynuacja akcji minimalizowania negatywnych oddziaływań na środowisko. Na główny cel Net Zero Carbon składają się dwa cele pośrednie:

⁴ Przy zastosowaniu energii elektrycznej podkreślane są zwykle jej zalety. Warto jest jednak wskazać na wady, a mianowicie „brudne” ekologicznie jest zarówno wytwarzanie akumulatorów, jak i ich utylizacja.

- 1) od 2020 roku pełna neutralność węglowa (pełna kompensacja nieuniknionych emisji) – strefa bezpośredniego wpływu (Protokół GHG – 1 i 2 zakres),
- 2) do 2030 roku neutralność węglowa – dostawcy i klienci (Protokół GHG – 3 zakres).

Kuehne+Nagel zakłada trzy główne obszary działań: widoczność/przejrzystość, redukcja oraz kompensowanie [Net Zero...]. Każdego roku publikowany jest Raport zrównoważonego rozwoju, w którym zawiera się przegląd wyników, w tym przegląd emisji CO₂. W 2010 roku Kuehne+Nagel ustanowiło globalne cele, zakładając iż do 2020 roku nastąpi redukcja emisji CO₂ w przeliczeniu na jeden etat oraz na 100 m² powierzchni obiektów o 15%. Cele te na koniec 2019 roku zostały osiągnięte, redukcja wyniosła kolejno 27% oraz 21%. Cele środowiskowe również zostały zrealizowane.

W tabeli 2 przedstawiono zbiorcze zestawienie emisji CO₂ za lata 2012–2019.

Tabela 2. Emisja dwutlenku węgla w Kuehne+Nagel w latach 2012–2019
Table 2. Carbon dioxide emissions at Kuehne+Nagel in 2012–2019

Lata	Emisja CO ₂		
	ogółem [tysiąc t]	w przeliczeniu na osobę [t]	w przeliczeniu na 100 m ² [t]
2012	229	4287	2930
2013	215	3808	2652
2014	201	3584	2575
2015	204	3394	2327
2016	208	3134	2420
2017	202	2907	1971
2018	209	2813	2011
2019	201	2689	2323

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport CSR...].

W 2019 roku firma Kuehne+Nagel zredukowała emisję CO₂ na osobę o około 4% w porównaniu do roku poprzedniego. Z kolei emisja CO₂ przeliczona na 100 m² uległa zwiększeniu o 16% r/r, co wynikało otwarcia nowych obiektów. Skala zmian w poszczególnych działaniach nieco różniła się (tabela 2).

W 2019 roku w stosunku do poprzedniego dla każdego zakresu odnotowano ogólny spadek wielkości emisji. W niektórych kategoriach, zarówno dla Zakresu 1, 2 i 3 nastąpił wzrost emisji CO₂, jednak był on niewielki lub utrzymano taki sam poziom.

Tabela 3. Porównanie wielkości emisji CO₂ w okresie 2018–2019 w zależności od zakresu emisji według protokołu GHG

Table 3. Comparison of CO₂ emissions in the period 2018–2019 depending on the Emission Scope according to the GHG Protocol

Rodzaj działalności	Poziom emisji w roku [milion t]	
	2018	2019
Zakres 1 i 2		
Biura i magazyny	0,209	0,201
Logistyka drogowa (ciężarówki)	0,069	0,083
Samochody służbowe	0,036	0,027
Ogółem	0,314	0,311
Zakres 3		
Logistyka lotnicza	9,9	9,3
Logistyka drogowa	2,5	4,5
Logistyka morska	4,9	2,8
Podróże służbowe	1,1	1,2
Dojazdy pracowników	0,3	0,3
Ogółem w grupie	18,7	18,1
Ogółem	19,0	18,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Raport CSR...].

Wnioski

1. W Polsce i Europie sektor transportowy jako jedyny z sektorów gospodarki od 1990 roku wykazuje stały wzrost poziomu emisji gazów cieplarnianych. Zgodnie z prognozami do 2035 ta tendencja będzie się utrzymywać. Przeważająca część wszystkich emisji (ok. 70%) pochodzi z transportu drogowego, zwłaszcza z samochodów osobowych. Wynika to z charakteru tej gałęzi transportu oraz liczby pojazdów, które są zasilane energią powstającą na skutek spalania paliw kopalnych.
2. Poszczególne rodzaje i środki transportu różnią się wielkością generowanego śladu węglowego. Pod tym względem najkorzystniejsza jest podróż piesza bądź rowerowa (zerowa emisja CO₂ w przeliczeniu na pasażerokilometr). W przewozie towarów największe emisje powodują samochody ciężarowe – kilkukrotnie większe emisje w porównaniu do kolei i żeglugi. W pojedynczym rozrachunku (jednorazowe emisje) największym emitentem CO₂ ze wszystkich środków transportu jest samolot.
3. Współcześnie wiele przedsiębiorstw opracowuje strategie środowiskowe, zmierzające do osiągnięcia neutralności węglowej. Przykładem skutecznych działań w tym względzie jest program Net Zero Carbon firmy Kuehne+Nagel, która traktuje redukcję emisji GHG w sposób priorytetowy, wyznacza ambitne cele i konsekwentnie dąży do ich realizacji. Z powodzeniem realizuje inicjatywę środowiskową, która zakłada całkowitą węglową neutralność. Świadczą o tym uzyskane wyniki, czyli redukcja wielkości emisji CO₂ w badanym okresie.

Bibliografia

- Allegro All For Planet, Kręcimy kilometry, Ślad węglowy, [źródło elektroniczne] <https://kreckilometry.pl/slady-weglowe> [dostęp: 16.02.2021].
- Badyda A.J., 2010: Zagrożenia środowiskowe ze strony transportu, *Nauka* 4, 115–125.
- Budzik T., bd: Ministerstwo Klimatu stawia na wodór. To on może być polskim paliwem przyszłości, *Autokult.pl*, [źródło elektroniczne] <https://e.autokult.pl/38036,ministerstwo-klimatu-stawia-na-wodor-to-bedzie-polskie-paliwo-przyszlosci> [dostęp: 17.02.2021].
- Cieślakowski S.J., 2011: Ekologia w transporcie samochodowym, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 12, 78–83.
- Dyr T., 2011: Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI wieku, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 10, 20–29.
- EEA, 2019: Environmental noise in Europe – 2020. Report No 22/2019, Louxemburg, [źródło elektroniczne] <https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe> [dostęp: 20.12.2020].
- EEA, 2020: Greenhouse gas emissions from transport in Europe, [źródło elektroniczne] <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases-7/assessment> [dostęp: 10.02.2021].
- EFL, 2020: Ecodriving, czyli jak wprowadzić ekonomiczną jazdę w nawyk?, [źródło elektroniczne] <https://efl.pl/biznes-i-ty/artykuly/ecodriving-czyli-jazda-ekonomiczna/> [dostęp: 19.02.2021].
- European Commission, 2021: EU Climate Action Progress Report 2020.
- European Council, 2021: 5 facts about the EU's goal of climate neutrality, [źródło elektroniczne] <https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/> [dostęp: 04.01.2021].
- Gis M., 2017: Emisja dwutlenku węgla z transportu drogowego, cz. 1 samochody klasy LDV, *Transport Samochodowy* 4, 67–76.
- Goodloading, 2020: Ekologiczne rozwiązania w transporcie towarów, [źródło elektroniczne] <https://www.goodloading.com/pl/blog/nowe-technologie-blog/ekologiczne-rozwiazania-w-transporcie-towarow/> [dostęp: 17.02.2021].
- Jeszke R., 2019: Klimat dla Polski. Polska dla klimatu 1988 – 2018 – 2050, IOŚ-PIB, Warszawa [źródło elektroniczne] http://ios.edu.pl/wp-content/uploads/2019/03/Klimat-dla-Polski-Polska-dla-Klimatu_PL-1.pdf [dostęp: 19.02.2021 r.].
- IEA, 2018: World Energy Outlook (WEO), [źródło elektroniczne] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018> [dostęp: 17.02.2021].
- Jędrak J., Konduracka E., Badyda A.J., Dąbrowiecki P., 2017: Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, *Krakowski Alarm Smogowy*, Kraków.
- KOBIZE, 2020: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988–2018 (raport syntetyczny), Warszawa, [źródło elektroniczne] <https://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji> [dostęp: 09.02.2021].
- Kosiak A., 2020: Ekologiczne opakowania do pakowania dla firm i e-commerce, *Furgonetka*, [źródło elektroniczne] <https://furgonetka.pl/blog/ekologiczne-opakowania-do-pakowania-dla-firm-i-e-commerce/> [dostęp: 20.02.2021].
- Net Zero Carbon – Globalny program Kuehne+Nagel, który zakłada redukcję pozostawianego śladu węglowego, Kuehne+Nagel, [źródło elektroniczne] <https://pl.kuehne-nagel.com/-/firma/spoleczna-odpowiedzialnosc-biznesu/kompensacja-emisji-dwutlenku-wegla> [dostęp: 02.03.2021 r.].
- O Kuehne+Nagel, Kucha + Nagel, [źródło elektroniczne] <https://pl.kuehne-nagel.com/company/about> [dostęp: 24.02.2021].
- Orczyk M., Tomaszewski F., 2017: Wybrane zagadnienia oddziaływania transportu na środowisko, *Zeszyty Naukowe Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego* 74, 331–340.
- Parlament Europejski, 2019a: Emisje CO₂ z samochodów fakty i liczby (infografika), [źródło elektroniczne] <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20190313STO31218/emisje-co2-z-samochodow-fakty-i-liczby-infografika> [dostęp: 15.02.2021].
- Parlament Europejski, 2019b: Emisje z samolotów i statków: fakty i liczby (infografika), [źródło elektroniczne] <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/society/20191129STO67756/emisje-z-samolotow-i-statkow-fakty-i-liczby-infografika> [dostęp: 16.02.2021].
- Parlament Europejski, 2021: 2021: Europejski Rok Kolei, [źródło elektroniczne] <https://www.europarl.europa.eu/news/pl/headlines/eu-affairs/20210107STO95106/2021-europejski-rok-kolei> [dostęp: 16.02.2021].
- Pyza D., Gołaszewski A., Jacyna M., Gołębiowski P., 2017: Proekologiczny system transportowy w aspekcie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport* 119, 355–366.

- Raport CSR 2019 Kuehne+Nagel w Polsce, Kuehne+Nagel, [źródło elektroniczne] <https://pl.kuehne-nagel.com/-/raport-csr-2019-kuehne-nagel-w-polsce> [dostęp: 29.04.2021].
- Ritchie H., Roser M., Rosado P., 2020: CO₂ and Greenhouse Gas Emissions, [źródło elektroniczne] <https://our-worldindata.org/emissions-by-sector> [dostęp: 12.02.2021].
- Rokicki T., 2018: Transport intermodalny w łańcuchach dostaw – uwarunkowania organizacyjne, techniczne i ekonomiczne, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Sustainability at Kuehne+Nagel, Kuehne+Nagel, [źródło elektroniczne] <https://home.kuehne-nagel.com/-/company/corporate-social-responsibility> [dostęp: 02.03.2021].
- Szymalski W., 2017: Transport, [w:] Przyjazny rozwój Polski. Ludziom – gospodarce – środowisku. Raport Merytoryczny. Dokument ramowy LIFE_WZROST_PL, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa, [źródło elektroniczne] https://energiaodnowa.pl/wp-content/uploads/2016/02/Dokument-ramowy-LIFE_WZROST_PL.pdf [dostęp: 09.02.2021].
- Transport & Environment, 2020: How clean are electric cars?, [źródło elektroniczne] <https://www.transportenvironment.org/news/how-clean-are-electric-cars> [dostęp: 19.02.2021].
- Witaszek M., Witaszek W., 2015: Porównanie emisji dwutlenku węgla dla różnych rodzajów transportu, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Transport 88, 145–153.
- Witkowski J., Pisarek A., 2017: Istota zielonych łańcuchów dostaw – propozycja systematyzacji pojęć, Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach 9, 315, 11–26.
- Zarczuk J., 2021: Carbon Footprint w sektorze rolno-spożywczym i transportowym oraz jego znaczenie dla społeczeństwa, Katedra Logistyki, Instytut Ekonomii i Finansów, SGGW w Warszawie [praca magisterska].
- Zarczuk J., Klepacki B. 2021: Pojęcie, znaczenie i pomiar śladu węglowego (*carbon footprint*), Zeszyty Naukowe SGGW, Ekonomika i Organizacja Logistyki 1, 85–95.
- Zych-Lewandowska M., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu towarowego w Polsce i metody ich ograniczania, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Zych-Lewandowska M., Domagała J., Klepacki B., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu w teoriach ekonomicznych oraz metody ich szacowania, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Anetta Zielińska✉

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Analiza ryzyka jako element zarządzania bezpieczeństwem w łańcuchu dostaw

Risk analysis as an element of security management in the supply chain

Synopsis. W trakcie badań dokonano identyfikacji zagrożeń i analizy ryzyka w łańcuchu dostaw pracownika zatrudnionego w magazynie wysokiego składowania. W badaniach podjęto próbę wartościowania ryzyka w celu określenia jego poziomu akceptowalności. Wyznaczono kategorię ryzyka z zastosowaniem metody risc score. Określono środki profilaktyczne obniżające ryzyko zawodowe na stanowisku pracy magazyniera. Z przeprowadzonej oceny ryzyka wynika, że wózek widłowy stanowi największe źródło zagrożenia w łańcuchu dostaw surowców, produktów, komponentów stanowi ryzyko nieakceptowalne na poziomie $R = 540$, co oznacza, że bez zastosowania środków profilaktycznych pracodawca nie może w sposób bezpieczny dopuścić pracowników do pracy. W ramach działań obniżających kategorię ryzyka zastosowano nowoczesne metody dodatkowego wyposażenia wózków widłowych m.in. w sygnalizację świetlną informującą o nadjeżdżającym wózku za pomocą *blue light* oraz oznaczenia czerwonej strefy pracy wózka (*red zone*) jako niebezpiecznej. Z przeprowadzonych badań wynika, że po zastosowaniu środków profilaktycznych ryzyko dla stanowiska pracy magazyniera zostało ocenione w przedziale $0 < R < 70$ na poziomie akceptowalnym.

Słowa kluczowe: metody oceny ryzyka, koszty, analiza, bezpieczeństwo

Abstract. During the research, hazard identification and risk analysis in the supply chain of an employee employed in a high-bay warehouse were carried out. The study attempted to evaluate risk in order to determine its level of acceptability. A risk category was determined using the Risc Score method. Preventive measures to reduce occupational risk at the warehouseman's workplace have been defined. The risk assessment shows that the forklift truck is the largest source of threat in the supply chain of raw materials, products, components and is an unacceptable risk at the level of $R = 540$, which means that without the application of preventive measures, the employer cannot safely allow employees to work. As part of the activities to reduce the risk category, modern methods of additional equipment of forklifts were used, m.in with traffic lights informing about the oncoming truck using blue light and marking the red zone of the truck as dangerous. The conducted research shows that the risk to the warehouseman's workplace was assessed at an acceptable level in the range of $0 < R < 70$ after the application of preventive measures.

Key words: risk assessment methods, costs, analysis, safety

JEL kody: D23, D81, E71

✉ Anetta Zielińska – Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach; Katedra Ekonomii i Finansów;
e-mail: anetta.zielinska@ujk.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3807-805X>

Wprowadzenie

Łańcuch dostaw to proces prowadzony od momentu złożenia zamówienia przez klienta do dostarczenia produktu lub usługi i rozliczenia transakcji [Wicki 2020]. W związku z tym łańcuch dostaw obejmuje planowanie, realizację i kontrolę wszystkich czynności związanych z przepływem materiałów i informacji od zakupu surowców przez wiele procesów przetwórczych, po ostateczne doręczenie produktu klientowi [Witkowski 2010]. Firmy tworzą własne łańcuchy dostaw, aby móc wytwarzać produkty i wprowadzać je na rynek [Skowron-Grabowska 2011]. Działania łańcucha dostaw przekształcają zasoby naturalne, surowce i komponenty w gotowy produkt, który jest dostarczany do użytkownika końcowego [Szymonik 2011]. Bezpieczeństwa i higieny pracy w łańcuchach dostaw wymaga połączenia środków i inicjatyw wynikających z regulacji prawnych [Singh i in. 2021]. Wdrożony system zarządzania bezpieczeństwem pracy w badanym przedsiębiorstwie, wskazuje, że podmiot wymaga od swoich dostawców przestrzegania wysokich standardów BHP i zaangażowania na różnych etapach procesu – od selekcji kontrahentów przed podpisaniem umowy, przez nadzorowanie wykonywanych prac, po audyty stosowanych praktyk BHP po zakończeniu wykonania prac. Dokonana przez autora analiza jest przykładem zapewnienia ponad standardowych rozwiązań BHP w łańcuchu dostaw.

Ocena ryzyka zawodowego służy szczegółowej analizie procesu pracy [Zielińska i Wysokiński 2021], która ma na celu wykrycie zagrożeń [Asfaw i in. 2013] ich analizę oraz wprowadzenie środków poprawiających warunki pracy i ograniczających szkodliwy wpływ procesu pracy na pracownika, a tym samym poprawę warunków pracy [Zielińska i Bajdur 2020]. Wszystko to prowadzi do zwiększenia efektywności pracy i zmniejszenia jej kosztów [Dziekoński i Zielińska 2017]. Istnieje bowiem ścisła zależność pomiędzy właściwymi warunkami pracy a wydajnością pracy i końcowym wynikiem finansowym przedsięwzięcia [Zielińska 2018a]. Właściwe warunki pracy, przystosowanie stanowiska pracy do fizjologicznych potrzeb pracownika, ograniczenie wpływu na pracownika czynników szkodliwych i niebezpiecznych podnoszą wydajność pracy [Bräunig i Kohstall 2012], ograniczają liczbę dni niezdolności do pracy spowodowanych złymi warunkami pracy oraz wypadkiem przy pracy [Zielińska 2019]. Wszystkie zmiany w zakresie poprawy warunków pracy mają istotne znaczenie nie tylko dla samego przedsiębiorstwa, ale także dla całego kraju [Bellamy 2015]. Dobre warunki pracy, niska wypadkowość oraz wysoka kultura techniczna zmniejszają społeczne koszty związane z pracą [Zielińska 2017a]. W interesie państwa leży ograniczenie liczby chorób zawodowych, liczby osób niezdolnych do pracy z powodu wypadków oraz ograniczenie liczby zwolnień lekarskich spowodowanych złymi warunkami pracy [Zielińska i Bajdur 2019]. Z tego powodu ustawodawca poprzez szczegółowe przepisy w zakresie oceny ryzyka zawodowego chce zmusić pracodawców do podjęcia wysiłków zmierzających do poprawy warunków pracy [Besnard i Hollnagel 2014]. Ponadto z przyczyn społecznych niezmienne istotne jest dokumentowanie ryzyka zawodowego występującego w poszczególnych zakładach, liczby wypadków przy pracy i chorób zawodowych [Nuszkiewicz i Zielińska 2017]. W tym celu nałożono na każdego pracodawcę obowiązek ścisłego dokumentowania wszystkich zagrożeń, wypadków i chorób zawodowych oraz prowadzenie w tym zakresie odpowiedniej dokumentacji [Gyekye i Salminen 2010].

Kategorie ryzyka dla grup działalności w polskim prawie ustala się na podstawie częściowych kategorii ryzyka [Juszczak i Zielińska 2012], w których skład wchodzi m.in. liczba wypadków przy pracy ze skutkami: śmiertelnym, ciężkim uszczerbkiem na zdrowiu. Zgodnie

z Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 roku w sprawie różnicowania stopy procentowej składki na ubezpieczenie społeczne z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych w zależności od zagrożeń zawodowych i ich skutków [Rozporządzenie... z dnia 29 listopada 2002 r.] dla grupy działalności „magazynowanie i działalność usługowa wspomagająca transport” od dnia 1 kwietnia 2015 roku ustawodawca ustalił piątą kategorię ryzyka i przypisał stopę procentową składki na ubezpieczenie wypadkowe w wysokości 1,47. Piąta kategoria ryzyka obowiązywała tę grupę działalności przez sześciolatek tj. do dnia 31 marca 2021 roku. Spadek m.in. liczby wypadków przy pracy o 27% w 2020 roku (5146) w stosunku do 2019 roku (7047) spowodował obniżenie składki na ubezpieczenie wypadkowe do 1,2. Z dniem 1 kwietnia 2021 roku obowiązuje niższa tj. czwarta kategoria ryzyka dla omawianej grupy działalności gospodarczej. Wszelkie działania podejmowane przez pracodawców mające na celu poprawę warunków pracy przyczyniają się do poprawy bezpieczeństwa pracy i tym samym do obniżenia kosztów działalności m.in. poprzez niższe składki na ubezpieczenie wypadkowe odprowadzane przez pracodawców do Zakładu Ubezpieczeń Społecznych.

Celem pracy jest ustalenie kluczowych zagrożeń wypadkowych występujących w wybranym przedsiębiorstwie logistycznym.

W ramach realizacji celu głównego przyjęto następujące cele szczegółowe:

1. Dokonanie podziału zagrożeń z uwzględnieniem czynników niebezpiecznych oraz szkodliwych i uciążliwych.
2. Określenie środków profilaktycznych obniżających kategorię ryzyka do poziomu akceptowalnego.
3. Dokonanie oceny ryzyka zawodowego dla stanowiska pracy magazyniera.

W toku badań podjęto się próby zweryfikowania następującej hipotezy badawczej – wózek widłowy jest zagrożeniem powodującym bardzo wysokie ryzyko wypadkowe w łańcuchach dostaw surowców i produktów.

Zgodnie z § 2 pkt. 7 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 29 września 2003 roku w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy przez ryzyko zawodowe rozumie się prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą powodujących straty w szczególności wystąpienia u pracowników niekorzystnych skutków zdrowotnych w wyniku zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy lub sposobu wykonywania pracy [Carrillo-Castrillo i in. 2016]. Celem oceny ryzyka jest skuteczne zapobieganie skutkom zagrożeń zawodowych [Bird i Germain 1996] lub inaczej wyeliminowanie ryzyka, kontrolowanie ryzyka resztkowego i przekazywanie wiedzy o zagrożeniach i ryzyku pracownikom [Tymiński i Zielińska 2017]. W badanym przedsiębiorstwie na podstawie zidentyfikowanych zagrożeń oszacowano ryzyko na poziomie akceptowalnym.

Materiały i metody

Na podstawie opracowanej ankiety zostały zebrane dane dotyczące zagrożeń występujących w łańcuchu dostaw w wybranym przedsiębiorstwie logistycznym. Materiały pochodzą z badań pierwotnych, okresu czteroletniego obejmującego lata 2017–2020. Ponadto wy-

korzystano w pracy informacje uzyskane w wyniku bezpośrednich wizyt w badanym przedsiębiorstwie oraz obserwacji własnych. Przeprowadzone z kierownictwem przedsiębiorstwa wywiady dotyczyły m.in.:

- zakładowego regulaminu pracy,
- instrukcji zakładowych, stanowiskowych, procesowych,
- kart charakterystyk substancji niebezpiecznych,
- rejestrów wypadków przy pracy i chorób zawodowych,
- kart pomiarów środowiska pracy w środowisku pracy magazyniera.

Ponadto prowadzona była dodatkowa weryfikacja zgromadzonych materiałów podczas rozmów ze specjalistami z dziedziny BHP w badanym przedsiębiorstwie.

W badaniach zastosowano metodę *risk score*, która zaliczana jest do metod wskaźnikowych [Zielińska 2018]. Metody wskaźnikowe są metodami wieloparametrowymi i wielopoziomowymi [Maciołek i Zielińska 2012]. Ocenę ryzyka zawodowego ułatwiają takie parametry jak: ekspozycja na zagrożenie, możliwość ochrony przed zagrożeniami, liczba osób narażonych [Wysokiński i Zielińska 2016]. Wartościowanie ryzyka opiera się na obliczeniu wartości wskaźnika, który jest iloczynem wag parametrów [Zielińska 2017]. Wprowadzenie wielu poziomów zarówno dla szacowanych parametrów, jak i wartości ryzyka powoduje, że ocena jest oceną pełniejszą i bardziej precyzyjną, a w konsekwencji łatwiejszą w zastosowaniu.

W celu realizacji przyjętych celów oraz weryfikacji hipotezy badawczej zastosowano metodę oceny ryzyka zawodowego *risk score*. Do oszacowania kategorii ryzyka zawodowego zastosowano wzór:

$$R = S \times E \times P,$$

gdzie:

R – wskaźnik poziomu ryzyka,

S – potencjalne skutki zagrożenia – straty,

E – ekspozycja na zagrożenie,

P – prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia.

Ocenę wartości skali *S* przedstawiono w tabeli 1, której odpowiadają rodzaje niepożądanych skutków zagrożenia oraz charakterystyki w postaci strat ludzkich i materialnych. Skalom tym przypisane są odpowiednio charakteryzujące skutki zagrożenia wielkości wag liczbowych lub słownych.

W tabeli 2 przedstawiono poziomy i wartości ekspozycji. Zgodnie z PN-N-18004:2001 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy ocena ryzyka zawodowego – jest to ekspozycja wystawienie pracownika w określonym czasie na oddziaływanie czynników środowiska pracy, w wyniku którego pracownik jest lub może być narażony na utratę zdrowia.

Zagrożenie definiowane jest jako stan środowiska pracy mogący spowodować wypadek lub chorobę. Po dokonaniu oceny potencjalnych skutków zagrożenia i ekspozycji na zagrożenie należy dokonać oceny prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia na podstawie tabeli 3. Przy szacowaniu prawdopodobieństwa należy wziąć pod uwagę historię wypadków, chorób zawodowych i wszystkie inne informacje o skutkach zdrowotnych w zakładzie pracy. Do oceny prawdopodobieństwa dane pochodzące z ankiety uwzględniają informacje m.in. na temat: ekspozycji, liczby osób poszkodowanych, możliwości zastosowania środków ochrony, pomiary czynników szkodliwych i niebezpiecznych itp.

Tabela 1. Ocena potencjalnych skutków zagrożenia – S
Table 1. Assessment of the potential effects of the risk – S

Wartość S	Rodzaj skutków	Charakterystyka strat	
		ludzkich	materiałnych
100	poważna katastrofa	wiele ofiar śmiertelnych	powyżej 25 milionów PLN
40	katastrofa	kilka ofiar śmiertelnych	od 5 do 25 milionów PLN
15	bardzo duże	ofiara śmiertelna	od 500 tysięcy do 5 milionów PLN
7	duże	ciężkie uszkodzenie ciała	od 25 tysięcy do 500 tysięcy PLN
3	średnie	absencja w pracy	od 5 do 25 tysięcy. PLN
1	małe	udzielenie pierwszej pomocy	poniżej 5 tysięcy PLN

Źródło: [Wysokiński i Zielińska 2016].

Tabela 2. Ocena ekspozycji na zagrożenie – E
Table 2. Risk exposure assessment – E

Wartość E	Poziom ekspozycji
10	stała
6	częsta (codzienna)
3	sporadyczna (raz w tygodniu)
2	okazjonalna (raz w miesiącu)
1	minimalna (kilka razy w roku)

Źródło: [Wysokiński i Zielińska 2016].

Tabela 3. Ocena prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożenia – P
Table 3. Hazard probability assessment – P

Wartość P	Opis	Szansa [%]
10	bardzo prawdopodobne	50 (1 na 2)
6	całkiem prawdopodobne	10 (1 na 10)
3	mało prawdopodobne, ale możliwe	1 (1 na 100)
1	tylko sporadycznie możliwe	0,1 (1 na 1000)
0,5	możliwe do pomyślenia	0,01 (1 na 10000)
0,2	praktycznie niemożliwe	0,001 (1 na 100000)
0,1	tylko teoretycznie możliwe	0,0001 (1 na 1000000)

Źródło: [Zielińska 2016, s. 111–123].

Ryzyko określane jest jako funkcja niepożądanych skutków zagrożenia z częstotliwością ich wystąpienia oraz prawdopodobieństwa, z jakim skutki te mogą zaistnieć. W tabeli 4 wartościom przyjętej kategorii ryzyka odpowiadają działania profilaktyczne, jakie należy podjąć i dokonać oceny poziomu ryzyka. Wartościom przyjętej skali ryzyka odpowiadają

skale niepożądanych skutków zagrożenia, czasu narażenia na zagrożenie i prawdopodobieństwem ich wystąpienia. Podsumowując, wartościowanie ryzyka obejmuje formułowanie sądu o ryzyku oraz określenie wartości ryzyka według przyjętych kryteriów.

Tabela 4. Ocena wartości ryzyka – R
Table 4. Risk value assessment – R

Wartość R	Kategoria ryzyka	Profilaktyka	Ocena ryzyka
$R < 20$	pomijalne	wskazana jest kontrola zagrożenia, aby ryzyko pozostało na tym samym poziomie	akceptowalne
$20 \leq R < 70$	małe	potrzebna jest kontrola zagrożenia.	akceptowalne
$70 \leq R < 200$	średnie	potrzebna jest poprawa warunków	tolerowane
$200 \leq R < 400$	duże	potrzebna jest natychmiastowa poprawa	nietolerowane
$R \geq 400$	bardzo duże	wskazane jest wstrzymanie prac, z którymi wiąże się zagrożenie	nietolerowane

Źródło: [Zielińska 2017d]

Szacowanie ryzyka obejmuje następujące etapy [Zielińska 2017]:

- nadanie materialnej cechy elementom ryzyka;
- przyporządkowanie wartości elementom ryzyka;
- ocenienie prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia niebezpiecznego;
- określenie stopnia możliwej straty (konsekwencji związanych ze zdarzeniem).

Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych badań i obserwacji własnych dokonano identyfikacji czynników niebezpiecznych, które zaprezentowano w tabeli 5. Identyfikacja zagrożenia jest to proces rozpoznawania, czy zagrożenie istnieje oraz definiowania jego charakterystyk; stwierdzanie, ustalanie zagrożeń występujących w środowisku pracy. Do grupy czynników niebezpiecznych zakwalifikowano 13 zagrożeń, które mogą doprowadzić do urazów takich jak: stłuczenia, złamania, zwichnięcia i zmiężdżenia kończyn, urazy głowy, urazy kręgosłupa, urazy głowy, a nawet śmierć. Na podstawie zidentyfikowanych zagrożeń w tabeli 5 określono potencjałe źródła skąd te zagrożenia pochodzą oraz przypisano potencjalne obrażenia jakich może doznać pracownik.

Czynnik szkodliwy to czynnik, którego oddziaływanie na pracującego prowadzi lub może prowadzić do schorzenia. Czynnik uciążliwy to czynnik, którego oddziaływanie na pracującego może spowodować złe samopoczucie lub nadmierne zmęczenie niepowodujące trwałego pogorszenia stanu zdrowia człowieka [Zielińska 2018]. Identyfikacji tych czynników na stanowisku magazyniera dokonano na podstawie przeprowadzonych analiz i przedstawiono w tabeli 6. W tych grupach czynników zidentyfikowano 10 zagrożeń.

Tabela 5. Identyfikacja czynników niebezpiecznych na stanowisku magazyniera

Table 5. Identification of hazardous factors at the warehouseman's station

Czynniki niebezpieczne		
zagrożenie	źródło zagrożenia	potencjalne skutki
Upadek na tym samym poziomie	przemieszczanie się po mokrych, oblodzonych, nierównych powierzchniach, bieganie, możliwość nadeptnięcia na odłamki uszkodzonych palet, nieuwaga	stłuczenia, złamanie, zwichnięcia kończyn
Upadek przedmiotów z wysokości	niewłaściwe ułożenie składowanych elementów na regałach, stosowanie uszkodzonych palet, uszkodzonych opakowań, upadek przedmiotów podczas załadunków	stłuczenia, zmiżdżenia kończyn, urazy głowy, śmierć
Urazy mechaniczne -transportowany ładunek	niewłaściwe metody pracy, niesprawne środki transportu, niewłaściwe ułożenie na palecie lub widłach wózka, przewożenie masy powyżej dopuszczalnej nośności, zły stan techniczny nawierzchni	stłuczenia, złamanie, zmiżdżenia, urazy kręgosłupa, urazy głowy
Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego	transport ręczny, podłączanie baterii wózka do ładowania	urazy kręgosłupa
Wózek widłowy, wózek paletowy	potrącenie innego uczestnika ruchu zakładowego, nieprawidłowa obsługa wózka przez pracownika, niezachowanie dostatecznej ostrożności	stłuczenia, urazy kończyn, zmiżdżenia kończyn, ciała, śmierć
Potrącenia pieszych	potrącenie pieszego uczestnika ruchu przez wózek widłowy, paleciak, niezachowanie dostatecznej ostrożności, korzystanie z tabletek i ręcznych skanerów, poruszanie się pieszych w korytarzu roboczym podczas pracy wózka widłowego	stłuczenia, urazy kończyn, zmiżdżenia kończyn, ciała, śmierć
Pojazdy w ruchu	potrącenie przez samochód odbierający odpady na zewnątrz zakładu, niezachowanie ostrożności podczas ustawiania się auta na stanowisku załadunku, ruch innych pojazdów wpuszczonych na teren zakładu	złamanie, zmiżdżenia, urazy całego ciała, śmierć
Wózek widłowy jezdniowy, wózek paletowy, wózek ręczny paletowy z koszem do wymiany baterii	utrata stateczności, niedostosowanie prędkości poruszania się po zakładzie, nieprzestrzeganie maksymalnych nośności	urazy ciała, złamanie, stłuczenia, śmierć
Wózek widłowy, wózek paletowy	kolizja z innym pojazdem, przewrócenie się wózka, niedostosowanie prędkości, zły stan techniczny dróg transportowych, mokra, śliska podłoga	stłuczenia, urazy kończyn, ciała, śmierć
Porażenie prądem	uszkodzona instalacja, niesprawne urządzenia, przepinanie baterii	poparzenia termiczne, śmierć
Pożar/wybuch	wycieki substancji łatwopalnych, gromadzenie się oparów gazu i alkoholu, nieprawidłowe składowanie substancji utleniających się, ciekące, uszkodzone, rozgżane puszki z FG	poparzenia termiczne, urazy ciała, śmierć
Transport beczek z substancjami chemicznymi	niewłaściwe przestawianie beczek z palety na palety (tzw. przetaczanie)	stłuczenia, zmiżdżenia kończyn
Agresja	oczekujący kierowcy ciężarówek	pobicie, stłuczenia, złamanie

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 6. Identyfikacja czynników szkodliwych i uciążliwych na stanowisku magazyniera

Table 6. Identification of harmful and burdensome factors at the warehouseman's position

Czynniki szkodliwe, uciążliwe		
zagrożenie	źródło zagrożenia	potencjalne skutki
Hałas	praca maszyny i urządzeń, niewłaściwa konserwacja; wyniki pomiarów: <85dB	zmęczenie, zła koncentracja
Oświetlenie	zabrudzone lub uszkodzone oprawy oświetleniowe, niewłaściwe rozmieszczenie lamp	pieczenie/łzawienie oczu, szybsze zmęczenie
Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego	transport ręczny, podłączanie baterii wózka do ładowania,	urazy kręgosłupa
Promieniowanie laserowe	obsługa skanerów	pogorszenie widzenia
Substancje chemiczne	polanie elektrolitem z baterii akumulatorowych, dolewanie wody do baterii (opary)	poparzenia chemiczne, uszkodzenia skóry i oczu, podrażnienia górnych dróg oddechowych
Substancje chemiczne: szkodliwe, drażniące, żrące, utleniające	niewłaściwe magazynowanie substancji chemicznych, nieprawidłowe składowanie substancji utleniających brak oznakowań, niekontrolowany wyciek	zatrucia, omdlenia, podrażnienia, poparzenia chemiczne
Obciążenie psycho-nerwowe	praca w systemie zmianowym, niewłaściwa organizacja pracy	zmęczenie, obniżenie zdolności koncentracji
Mikroklimat	rozładunek samochodów dostawczych w dokach rozładunkowych, różnica temperatur między magazynem a strefą na zewnątrz budynku. załadunek odpadów na zewnątrz zakładu, praca w deszczu; kobiety w ciąży narażone na zmienne warunki atmosferyczne (zima, lato), różnice temperatury pomiędzy magazynem a biurem magazynu	przeziębienia, złe samopoczucie
Mikroorganizmy (owady i gryzonie)	nieprzestrzeganie zasad higieny	ukąszenia, wirusy odzwierzęce
Praca z monitorem ekranowym	nie przestrzeganie zasad ergonomii na stanowisku	urazy kręgosłupa, pogorszenie widzenia

Źródło: opracowanie własne.

Ryzyko zawodowe rozumie się jako prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych zdarzeń związanych z wykonywaną pracą powodujących straty w szczególności wystąpienia u pracowników niekorzystnych skutków zdrowotnych w wyniku zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy lub sposobu wykonywania pracy. Wartościowania ryzyka dla badanego stanowiska pracy dla czynników niebezpiecznych przedstawiono w tabeli 7. Z przeprowadzonych badań wynika, że zagrożeniem z najwyższą kategorią ryzyka jest wózek widłowy na poziomie bardzo dużym tj. $R = 540$. Ryzyko na tym poziomie jest ryzykiem nietolerowanym. Brak zastosowania odpowiednich środków profilaktycznych uniemożliwia prowadzenie prac. Pracodawca poprzez zastosowanie odpowiednich środków profilaktycznych dla tego zagrożenia, takich jak np. przestrzeganie instrukcji i procedur, przestrzeganie zasad zawartych w dokumencie „złote zasady”, dostosowanie prędkości obowiązujących w transporcie wewnątrzzakładowym, korzystanie z luster w ciągach komunikacyjnych, stosowanie się do sygnalizacji dźwiękowej oraz świetlnej (system *blue light*, *red zone*), utrzymywanie stałego kontaktu wzrokowego ze zbliżającym się pieszym obniżył ryzyko wystąpienia tego zagrożenia do poziomu małego tj. akceptowalnego $R = 45$. Stosowane w następ-

stwie oceny ryzyka zawodowego środki profilaktyczne, metody oraz organizacja pracy zapewniają zwiększenie poziomu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników badanego przedsiębiorstwa.

Tabela 7. Wartościowanie ryzyka z zastosowaniem środków profilaktycznych ograniczających ryzyko metodą risc score dla grupy czynników niebezpiecznych

Table 7. Risk evaluation with the use of prophylactic measures to reduce the risk using the Risc Score method for a group of dangerous factors

Zagrożenie	S	E	P	Kategoria ryzyka R		Środki profilaktyczne	Sp	Ep	Pp	Kategoria ryzyka po zastosowaniu śr. profilaktycznych Rp	
Upadek na tym samym poziomie	3	6	3	54	małe	utrzymywanie powierzchni w stałej kontroli czystości, zachowanie ostrożności, zakaz biegania, oznaczenie mokrych powierzchni, zachowanie szczególnej ostrożności w okresie zimowym poruszając się po wyznaczonych szlakach komunikacyjnych	3	6	1	18	pomijalne
Upadek przedmiotów z wysokości	15	6	1	90	średnie	kontrola nad stanem technicznym regałów magazynowych, palet, przestrzeganie instrukcji, stosowanie środków ochrony indywidualnej - hełm	15	6	0,5	45	małe
Urazy mechaniczne – transportowany ładunek	7	6	3	126	średnie	kontrola nad stanem technicznym nawierzchni, zachowanie czystości, przestrzeganie instrukcji oraz dopuszczalnych nośności środków transportu i regałów	7	6	1	42	małe
Obciążenie układu mięśniowo - szkieletowego	3	6	3	54	małe	przestrzeganie norm dźwigania: mężczyzna praca stała 30/ dorywcza 50kg, kobieta praca stała 12/ dorywcza 20 kg, kobieta w ciąży ręczne przenoszenie pod górę: a) przedmiotów przy pracy stałej, b) przedmiotów o masie przekraczającej 1 kg przy pracy dorywczej, c) ręczne podnoszenie i przenoszenie przedmiotów o masie przekraczającej 3 kg; używanie wózka ręcznego przeznaczonego do wymiany baterii	3	6	1	18	pomijalne

cd. tabeli 7

Wózek widłowy, wózek paletowy	15	6	6	540	bardzo duża	przestrzeganie instrukcji i procedur, przestrzeganie zasad zawartych w dokumencie „złote zasady”, dostosowanie prędkości, korzystanie z luster w ciągach komunikacyjnych, stosowanie się do sygnalizacji świetlnej w dziale produkcji, sygnalizacji dźwiękowej oraz świetlnej (system blue light, red zone), utrzymywanie stałego kontaktu wzrokowego ze zbliżającym się pieszym	15	6	0,5	45	małe
Potrącenia pieszych	15	6	3	270	duża	przestrzeganie instrukcji i procedur, dostosowanie prędkości, korzystanie z luster w ciągach komunikacyjnych, stosowanie się do sygnalizacji świetlnej w dziale produkcji, korzystanie z sygnalizacji dźwiękowej oraz świetlnej (system blue light, red zone), flar ostrzegawczych, utrzymywanie stałego kontaktu wzrokowego ze zbliżającym się pieszym, wprowadzenie zasady zakazu wchodzenia w korytarz roboczy gdy jest w nim wózek, używanie tabletek wyłączeni przymocowanych do wózka, paleciaka, stosowanie flar ostrzegawczych	15	6	0,5	45	małe
Pojazdy w ruchu	15	6	1	90	średnie	stosowanie kamizelki odblaskowej, oświetlenie miejsca załadunku, zachowanie ostrożności	15	6	0,5	45	małe
Wózek widłowy jezdniowy, wózek paletowy, wózek ręczny paletowy z koszem do wymiany baterii	15	6	1	90	średnie	dostosowanie prędkości poruszania się po zakładzie, zachowanie czystości nawierzchni, przestrzeganie maksymalnego udźwigu urządzeń	15	6	0,5	45	małe
Wózek widłowy, wózek paletowy	15	6	1	90	średnie	przestrzeganie instrukcji i procedur, dostosowanie prędkości, korzystanie z luster w ciągach komunikacyjnych, sygnalizacji dźwiękowej oraz świetlnej (system blue light), utrzymywanie czystej nawierzchni, zapinanie pasów bezpieczeństwa	15	6	0,5	45	małe

cd. tabeli 7

Porażenie prądem	15	6	1	90	średnie	kontrola nad stanem technicznym urządzeń, pomiary ochrony przeciwporażeniowej, stosowanie rękawic, postępowanie zgodnie z instrukcjami i kartami charakterystyk	15	6	0,5	45	małe
Pożar/ wybuch	40	6	0,5	120	średnie	kontrola instalacji, detektory gazu, wentylacja, stosowanie odzieży i obuwia antystatycznego, składowanie substancji żrących i utleniających w wyznaczonym miejscu, uziemianie pojemników z odpadem, monitorowanie warunków przechowywania (temp.)	40	6	0,2	48	małe
Transport beczek z substancjami chemicznymi	3	6	6	108	średnie	stosowanie się do instrukcji transportu beczek	1	6	0,5	3	pomijalne
Agresja	3	6	3	54	małe	właściwa organizacja pracy, zachowanie ostrożności	3	6	1	18	pomijalne

Źródło: opracowanie własne.

Wyniki przeprowadzonej oceny ryzyka zawodowego dla każdego z czynników szkodliwych i uciążliwych oraz niezbędne środki profilaktyczne zmniejszające ryzyko przedstawiono w tabeli 8. W tej grupie czynników zagrożeniem o najwyższej kategorii ryzyka są substancje chemiczne: szkodliwe, drażniące, żrące, utleniające. Źródłem tego zagrożenie, jak wynika z tabeli 6 może być: niewłaściwe magazynowanie substancji chemicznych, nieprawidłowe składowanie substancji utleniających, brak oznaczeń – piktogramów, niekontrolowany wyciek substancji. Dzięki odpowiednim środkom profilaktycznym przedstawionym w tabeli 8 (poz. Substancje chemiczne: szkodliwe, drażniące, żrące, utleniające) takim jak: stosowanie się do instrukcji, stosowanie przyłbic, rękawic i fartucha kwaso i ługoodpornego, zamontowanie wentylacji obniżono ryzyko do poziomu małego $R = 45$.

Tabela 8. Wartościowanie ryzyka z zastosowaniem środków profilaktycznych ograniczających ryzyko metodą risc score dla grupy czynników szkodliwych i uciążliwych

Table 8. Risk evaluation with the use of preventive measures to reduce the risk using the risc score method for a group of harmful and burdensome factors

Zagrożenie	S	E	P	Kategoria ryzyka R		Środki profilaktyczne	Sp	Ep	Pp	Kategoria ryzyka po zastosowaniu śr. profilaktycznych Rp	
Hałas	7	6	1	42	małe	pomiary środowiska pracy, regularna konserwacja środków transportu	7	6	0,2	8,4	pomijalne
Oświetlenie	3	6	6	108	średnie	pomiary oświetlenia, weryfikacja stanu oświetlenia, uzupełnianie wypalonych lamp	3	6	3	54	małe

cd. tabeli 8

Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego	3	6	3	54	małe	przestrzeganie norm dźwigania: mężczyzna praca stała 30/ dorywcza 50kg, kobieta praca stała 12/ dorywcza 20 kg, kobieta w ciąży ręczne przenoszenie pod górę: a) przedmiotów przy pracy stałej, b) przedmiotów o masie przekraczającej 1 kg przy pracy dorywczej, c) ręczne podnoszenie i przenoszenie przedmiotów o masie przekraczającej 3 kg; używanie wózka ręcznego przeznaczonego do wymiany baterii	3	6	1	18	pomijalne
Promieniowanie laserowe	3	6	3	54	małe	stosowanie się do instrukcji obsługi urządzenia	3	6	1	18	pomijalne
Substancje chemiczne	7	6	3	126	średnie	stosowanie się do instrukcji, stosowanie przyłbicy, rękawic i fartucha kwaso i ługoodpornych, zamontowanie wentylacji	7	6	1	42	małe
Substancje chemiczne: szkodliwe, drażniące, żrące, utleniające	7	6	3	126	średnie	stosowanie się do instrukcji, zapoznanie pracowników z kartą charakterystyki stosowanych substancji, stosowanie środków ochrony indywidualnej zgodnie z kartami charakterystyk, składowanie substancji utleniających i żrących w wyznaczonym miejscu na magazynie.	7	6	1	42	małe
Obciążenie psycho - nerwowe	3	6	3	54	małe	przestrzeganie dobowego i tygodniowego odpoczynku, dostosowanie zadań do możliwości i kompetencji pracowników	3	6	1	18	pomijalne
Mikroklimat	3	6	6	108	średnie	wyposażenie pracowników w ocieplaną odzież roboczą	3	6	3	54	małe
Mikroorganizmy (owady i gryzonie)	1	6	3	18	pomijalne	przestrzeganie zasad higieny, stosowanie pułpek na gryzonie	1	6	1	6	pomijalne
Praca z monitorem ekranowym	3	6	3	54	małe	przestrzeganie zasad ergonomii, stosowanie zmienności na stanowisku pracy, przystosowanie stanowiska pracy, przerwa 5 minut po każdej godzinie pracy przy komputerz	3	6	1	18	pomijalne

Źródło: opracowanie własne

W przedstawionej analizie ryzyka wynika, że pracownik narażony na ryzyko jest to każdy pracownik, który może się znaleźć całkowicie lub częściowo w strefie niebezpiecznej.

Dzięki m.in. zastosowaniu urządzeń ochronnym oraz środków profilaktycznych zapobiegających dostępowi do stref niebezpiecznych, nie pozwalających na uaktywnienie się czynników niebezpiecznych lub szkodliwych, oszacowano ryzyko na poziomie akceptowalnym w przedziale $0 < R < 70$.

Mając na uwadze wyniki badań i hipotezę głoszącą, iż wózek widłowy jest zagrożeniem powodującym bardzo wysokie ryzyko wypadkowe w łańcuchach dostaw surowców i produktów, należy stwierdzić, że hipoteza ta potwierdziła się.

Podsumowanie i wnioski

W trakcie prowadzonych badań dokonano identyfikacji 23 zagrożeń i analizy ryzyka dla stanowiska magazyniera zatrudnionego w magazynie wysokiego składowania. W badaniach zastosowano do oceny ryzyka zawodowego metodę *risc score*. Określono środki profilaktyczne obniżające ryzyko zawodowe na stanowisku pracy magazyniera. Z przeprowadzonej oceny ryzyka wynika, że niewłaściwa obsługa wózka widłowego w łańcuchu dostaw surowców, produktów, komponentów stanowi ryzyko nieakceptowalne na poziomie $R = 540$, co oznacza, że bez zastosowania środków profilaktycznych pracodawca nie może w sposób bezpieczny dopuścić pracowników do pracy. W ramach działań obniżających kategorię ryzyka zastosowano nowoczesne metody dodatkowego wyposażenia wózków widłowych m.in. w sygnalizację świetlną informującą o nadjeżdżającym wózku za pomocą *blue light* oraz oznaczenia czerwonej strefy pracy wózka (*red zone*) jako niebezpiecznej. Z przeprowadzonych badań wynika, że ryzyko dla stanowiska pracy magazyniera zostało ocenione na poziomie akceptowalnym w przedziale $0 < R < 70$ po zastosowaniu środków profilaktycznych. Przeprowadzana analiza oceny ryzyka zawodowego wykazała, że:

- na stanowisku pracy magazyniera występują zagrożenia mogące powodować zarówno drobne urazy, jak i mogą doprowadzić do śmierci pracownika;
- wskazanie pracownikom jak i organom nadzoru i kontroli, źródeł zagrożeń i zastosowanie właściwych środków ochronnych, może uchronić życie i zdrowie pracowników;
- dokonanie odpowiedniego wyboru wyposażenia stanowiska pracy, materiałów oraz organizacji pracy, obniża ryzyko zawodowe do poziomu akceptowalnego tzn. bezpiecznego.
- ustalenie priorytetów w działaniach zmierzających do eliminowania lub ograniczania ryzyka zawodowego jest istotnym elementem zarządzania ryzykiem;
- zapewnienie ciągłej poprawy bezpieczeństwa i higieny pracy przez kierownictwo magazynu jest celem wpisanym w politykę bezpieczeństwa pracy badanego zakładu.

Dla grupy działalności „magazynowanie i działalność usługowa wspomagająca transport” od dnia 01 kwietnia 2015 roku ustawodawca ustalił piątą kategorię ryzyka i przypisał stopę procentową składki na ubezpieczenie wypadkowe w wysokości 1,47. Piąta kategoria ryzyka obowiązywała tę grupę działalności przez sześcioletni okres tj. do dnia 31 marca 2021 roku. Mając na uwadze m.in. spadek liczby wypadków przy pracy w 2020 roku do 5146 z 7047 w 2019 roku [GUS 2021] z dniem 01 kwietnia 2021 roku została obniżona składka na ubezpieczenie wypadkowe i obecnie stopa procentowa wynosi 1,2%. Tym samym została

przypisana niższa tj. czwarta kategoria ryzyka dla tej grupy działalności, która będzie obowiązywała do 31 marca 2024 roku. Poprzez poprawę warunków pracy, przedsiębiorcy z tej grupy działalności mogą obniżyć kategorię ryzyka do trzeciej, a tym samym obniżyć stopę procentową składki na ubezpieczenie wypadkowe od dnia 01 kwietnia 2024 roku do 0,93%. Niemniej jednak wymaga to zastosowania właściwych środków profilaktycznych, które będą miały charakter wyprzedzający względem wypadków przy pracy. Obniżenie stopy procentowej składki na ubezpieczenie wypadkowe związane jest z obniżeniem kosztów przedsiębiorstwa.

Bibliografia

- Asfaw A., Mark C., Pana-Cryan R., 2013: Profitability and occupational injuries in U.S. underground coal mines, *Accident Analysis and Prevention* 50, 778–786.
- Bellamy L.J., 2015: Exploring the relationship between major hazard, fatal and non-fatal accidents through outcomes and causes, *Safety Science* 71, 93–103, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.02.009>
- Besnard D., Hollnagel E., 2014: I want to believe: some myths about the management of industrial safety, *Cognition, Technology and Work* 16(1), 13–23, <https://doi.org/10.1007/s10111-012-0237-4>
- Bird F.E., Germain G.L., 1996: Loss control management: practical loss control leadership, Det Norske Veritas, Oslo.
- Bräunig D., Kohstall T., 2012: Calculating the International Return on Prevention for Companies: Costs and Benefits of Investment in Occupational Safety and Health. Final report, International Social Security Association, Geneva.
- Carrillo-Castrillo J., Onieva L., Rubio-Romero J.C., Arquillos A., 2016: The Causes of Severe Accidents in the Andalusian Manufacturing Sector: The Role of Human Factors in Official Accident Investigations, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing* 26, 68–83.
- Dziekoński J., Zielińska A., 2017: Zarządzanie bezpieczeństwem i higieną pracy w okresie restrukturyzacji, fuzji i przejęć podmiotów gospodarczych, *Zeszyty Naukowe UJK – Gospodarka Współczesna*, 7–22.
- GUS, 2021: Wypadki przy pracy w 2020 r., *Urząd statystyczny w Gdańsku*, Warszawa, Gdańsk.
- Gyekye, S.A., Salminen S. Organizational Safety Climate and Work Experience, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 16, 4, 431–443.
- Juszczak S., Zielińska A., 2012: Koszty świadczeń z tytułu wypadków przy pracy w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 95, 125–133.
- Maciołek H., Zielińska A., 2012: Aspekty bezpieczeństwa i higieny pracy w produkcji rolno-hodowlanej w świetle wybranych regulacji prawnych, *Journal of Ecology and Health*, 16, 4, 176–183.
- Nuszkiewicz K., Zielińska A., 2017: Rola samorządu terytorialnego w rozwoju przedsiębiorczości w gminie Pułtusk, *Zeszyty Naukowe UJK. Gospodarka Współczesna*, 135–146.
- PN-N-18004:2001 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy. Wytyczne.
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 29 września 2003 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. 2003 nr 169 poz. 1650 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie różnicowania stopy procentowej składki na ubezpieczenie społeczne z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych w zależności od zagrożeń zawodowych i ich skutków (Dz.U. 2019 poz. 757 z późn. zm.).
- Sing S., Kumar R., Panchal R., Tiwari M. 2021: Impact of COVID-19 on logistics systems and disruptions in food supply chain, *International Journal of Production Research* 59(7), 1993–2008.
- Skowron-Grabowska B., 2011: *Centra logistyczne w łańcuchu dostaw*, PWE, Warszawa.
- Szymoniak A., 2011: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw*, cz. 2, Difin, Warszawa.
- Tymiński M., Zielińska A., 2017: Ryzyko – ujęcie interdyscyplinarne z uwzględnieniem aspektów logistycznych, *Studia i materiały "Miscellanea Oeconomicae"* 1, 1, 233–245.
- Wicki L., 2020: The impact of WWS implementation on work productivity. The case of three distribution warehouse, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 5(3), 77–91.
- Witkowski J., 2010: *Zarządzanie łańcuchem dostaw. Koncepcje, procedury, doświadczenia*, PWN, Warszawa.

- Wysokiński M., Zielińska A., 2016: Ekonomiczno-organizacyjne uwarunkowania bezpieczeństwa pracy w rolnictwie, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Zielińska A., 2016: Corporate Social Responsibility Regarding Work Safety as Seen in the Food Industry of the Lodz Voivodship, *Zeszyty Naukowe UJK – Gospodarka Współczesna*, 111–123.
- Zielińska A., 2017a: Analiza porównawcza poziomu i struktury wydatków na działalność prewencyjną w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy ponoszonych przez przedsiębiorstwa przemysłu spożywczego w województwie łódzkim, *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 117, 151–162, <https://doi.org/10.22630/EIOGZ.2017.117.11>
- Zielińska A., 2017b: Determinants of social business responsibility in view of work accidents in food industry, *Zeszyty Naukowe UJK – Gospodarka Współczesna*, 127–134.
- Zielińska A., 2017c: Finansowe i zarządcze uwarunkowania zmienności wypadków przy pracy w przemyśle spożywczym, Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Piotrków Trybunalski.
- Zielińska A., 2017d: Ocena zależności pomiędzy składką na ubezpieczenie wypadkowe a profilaktyką bhp w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego, *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich* 104, 3, 106–114, <https://doi.org/10.22630/RNR.2017.104.3.26>
- Zielińska A., 2017e: Struktura sezonowości wypadków przy pracy w przemyśle spożywczym, *Studia i materiały “Miscellanea Oeconomicae”* 4, 1, 117–131.
- Zielińska A., 2018a: Finansowe skutki wypadków przy pracy, *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich* 105, 1, 101–110, <https://doi.org/10.22630/RNR.2018.105.1.9>
- Zielińska A., 2018b: Organizacja pracy w aspekcie zróżnicowania przyczyn wypadków przy pracy, *Studia i Materiały Wydziału Zarządzania i Administracji Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach* 4, 1, 217–229.
- Zielińska A., 2019: Koszty osobowe w przedsiębiorstwach agrobiznesu, [w:] *Finanse agrobiznesu*, S. Juszczyk S. (red.), PWN S.A., 281–297.
- Zielińska A., Bajdur W., 2019: Accident rates in Poland's foodstuff industry from the perspective of occupational safety management in the European Union, *Global Journal of Environmental Science and Management* 5, 72–77, <https://doi.org/10.22034/gjesm.2019.05.S1.08>
- Zielińska A., Bajdur W., 2020: Occupational Safety Management in the European Union and Soft Factors in Accident Severity Assessment, *Proceedings 35th IBIMA*, Seville, [źródło elektroniczne] <https://ibima.org/accepted-paper/occupational-safety-management-in-the-european-union-and-soft-factors-in-accident-severity-assessment/> [dostęp: 05.03.2021]].
- Zielińska A., Wysokiński M., 2021: BHP w logistyce, [w:] *Logistyka*, B. Klepacki (red.), CeDeWu, Warszawa, 369–385.

Paulina Ziółkowska✉

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie transportu drogowego, ze szczególnym uwzględnieniem przewozów produktów zbożowych

The impact of the COVID-19 pandemic on the functioning of road transport, with particular emphasis on the transport of cereal products

Synopsis. W opracowaniu przedstawiono rolę transportu dla gospodarki. Wraz z rozwojem gospodarczym oraz globalizacją wzrasta potrzeba transportowania produktów. Wykazano, jak wybuch pandemii COVID-19 zaburzył globalną gospodarkę, wywołał przestoje w firmach produkcyjnych oraz zachwiał globalnymi łańcuchami dostaw. Branżą najbardziej odporną na kryzys wywołany wirusem SARS-Cov-2 okazał się sektor spożywczo-zbożowy. Zboże jest produktem pierwszej potrzeby, stanowi podstawę żywienia zarówno dla ludzi, jak i zwierząt. Niestabilna sytuacja na świecie powodowała zwiększanie zapasów żywności przez kraje na całym świecie. Skutkowało to zwiększonym popytem na polskie zboże. Wymiana handlowa wywołała konieczność przemieszczania tych produktów, co doprowadziło do zwiększenia zapotrzebowania na usługi transportowe. Na potrzeby pracy przeprowadzono ankietę wśród 100 przedsiębiorców specjalizujących się w transporcie zbóż. Dobór ankietowanych przedsiębiorstw został dokonany w sposób celowy. Celem badań była ocena, jak pandemia COVID-19 wpłynęła na funkcjonowanie polskich przedsiębiorstw transportowych zajmujących się przewozem zbóż w okresie od marca 2020 do listopada 2021. Stwierdzono, że pandemia COVID-19 nie wywołała znacznych zakłóceń w transporcie drogowym zboża w Polsce.

Słowa kluczowe: transport, zboże, pandemia COVID-19, sektor spożywczy

Abstract. The study presents the role of transport for the economy. With economic development and globalization, the need to transport products increases. It has been shown how the outbreak of the COVID-19 pandemic disrupted the global economy, caused downtime in manufacturing companies and shook global supply chains. The food and grain sector turned out to be the industry most resistant to the crisis caused by the SARS-Cov-2 virus. Grain is a necessity product, it is the basis of nutrition for both humans and animals. The unstable situation in the world caused the increase of food stocks by countries all over the world. This resulted in an increased demand for Polish grain. Trade has made it necessary to transport these products, which has led to an increased demand for transport services. For the purposes of the study, a survey was carried out among 100 entrepreneurs specializing in the transport of cereals. The selection of the surveyed companies was made deliberately. The aim of the research was to find out how the COVID-19 pandemic influenced the functioning of Polish transport companies involved in the transport of cereals in the

✉ Paulina Ziółkowska – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów; Katedra Logistyki; e-mail: paulina_ziolkowska@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-9140-8228>

period from March 2020 to November 2021. It was found that the COVID-19 pandemic did not cause significant disruptions to road transport of grain in Poland.

Key words: transport, grain transport, effects of the COVID-19 pandemic, food sector

JEL kody: R41, Q1, Q17

Wstęp

Uprawa zbóż jest jedną z najstarszych działalności gospodarczych. Rozwijała się ona już w starożytnym Rzymie [Chyła 2006]. W Polsce rozwój rolnictwa rozpoczął się wraz z osadniczym trybem życia [Antoniewicz 1967] i wtedy też pojawiło się zapotrzebowanie na transport produktów zbożowych. Przystąpienie Polski do UE stworzyło warunki do rozwoju rolnictwa oraz gospodarki żywnościowej [Poczta i Hardt 2005]. Ekonomisci wskazują, że nadwyżka eksportu nad importem jest miarą korzyści odnoszoną z handlu oraz wyrazem potęgi gospodarczej kraju [Zagóra-Jonszta 2001]. Kraj powinien eksportować towary, których wytwarzanie wymaga większego zastosowania relatywnie obfitych czynników produkcji [Bożyk 2012].

Badania wykazują, że wraz ze zwiększoną produkcją, wzrastało zapotrzebowanie na transport produktów zbożowych. Na transport ziarna wpływa wiele czynników ekonomicznych. Transport jest zależny od wzrostu gospodarczego, a także od wzrostu wymiany handlowej [Klepacki i Rokicki 2008]. Każde państwo musi zapewnić bezpieczeństwo żywnościowe ludności, a więc albo ją wyprodukować w kraju, albo sprowadzić z zagranicy. Ewentualnie nadwyżki żywnościowe są sprzedawane. To powoduje, że wolumeny transportowanego zboża są bardzo duże. Na handel zbożem mają wpływ czynniki zewnętrzne, niekontrolowane o charakterze przejściowym, np. klęska urodzaju [Szczepaniak i in. 2008].

W naukach ekonomicznych występują zdarzenia typu „czarny łabędź”. Termin ten określa nieoczekiwane zdarzenie, którego nikt nie może przewidzieć. Taleb [2007] wskazuje na trzy charakterystyczne cechy „czarnego łabędzia”:

- są nieoczekiwane, nietypowe, nieprzewidywalne, bardzo mało prawdopodobne, „odstające”; sytuują się poza sferą regularnych oczekiwań. Dzieje się tak dlatego, że nic w przeszłości nie wskazywało na możliwość wystąpienia takich zdarzeń;
- kiedy już nastąpią, wywierają olbrzymi wpływ na gospodarkę i życie społeczne.
- po ich wystąpieniu wiele osób twierdzi, że jednak coś takiego można było przewidzieć. Najczęściej wskazywanym przykładem jest uderzenie samolotu w wieżowiec World Trade Center w Nowym Jorku 11 września spowodowane umyślnie. Czyli wybuch pandemii również jest możliwy do przewidzenia.

Takim właśnie nieoczekiwanym wydarzeniem jest wybuch pandemii COVID-19. Jest to ostra choroba zakaźna układu oddechowego wywołana zakażeniem wirusem SARS-CoV-2. Pierwszy raz rozpoznana oraz opisana została w listopadzie 2019 roku w środkowych Chinach, w Wuhan, w prowincji Hubei. W kolejnych miesiącach wirus rozprzestrzenił się na kolejne kontynenty. Pierwszy przypadek w Polsce odnotowano 4 marca 2020 roku. Według danych worldmeterss.info na dzień 21 grudnia 2021 roku Polska znajdowała się na 15. miejscu na świecie pod względem liczby zachorowań na COVID-19. Od początku pandemii w Polsce zachorowało ponad 4 miliony osób.

Globalny rozwój Sars-CoV-2 wpłynął destrukcyjnie na wiele gałęzi gospodarki, w tym również na transport. Pandemia COVID-19 uważana jest za jedno z najważniejszych i najgroźniejszych wydarzeń gospodarczych i społecznych od dziesięcioleci [Sumner i in. 2020].

W pracy przedstawiono rolę transportu w gospodarce, opisano, jak pandemia COVID-19 zaburzyła globalne łańcuchy dostaw. W dalszej części zbadano wpływ epidemii COVID-19 na transport zbóż w Polsce.

Materiały i metody

Celem pracy było wskazanie wpływu pandemii COVID-19 na transport drogowy w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem transportu produktów zbożowych. W pierwszym etapie pracy ukazano znaczenie transportu dla gospodarki. W drugim etapie pracy zbadano wpływ pandemii COVID-19 na transport drogowy, kładąc szczególną uwagę na transport produktów zbożowych. Na potrzebę badań przeanalizowano dostępne publikacje naukowe. Dokonano analizy danych GUS za 2019 i 2020 rok dotyczących dynamiki produkcji wyrobów przemysłowych ze zboża. Przeprowadzono również ankietę wśród 100 przewoźników drogowych specjalizujących się w transporcie drogowym zboża. Przedsiębiorstwa wybrano w sposób celowy, korzystając z danych platformy Trans.EU. Ankietę przeprowadzono online, zadając 5 pytań jednokrotnego wyboru. W uwagach ankietowani mieli możliwość zgłoszenia swoich uwag oraz komentarzy. Badania dotyczyły okresu od marca 2020 do listopada 2021. Do przedstawienia wyników badań zastosowano metodę opisową, tabelaryczną oraz graficzną.

Wyniki badań i dyskusja

Rola transportu w gospodarce

Transport jest to technicznie, organizacyjnie i ekonomicznie wydzielone z innych czynności, celowe przemieszczanie wszelkich ładunków i osób. Analizując tę definicję, należy wskazać na komplementarność transportu dla pozostałych gałęzi i elementów gospodarki narodowej. Branży transportowej nie można zastąpić innymi działaniami czy procesami, dlatego należy stwierdzić, że dla transportu nie ma substytutu [Mindur 2005].

Znaczenie transportu dla gospodarki wynika z wielorakich powiązań między wszelkimi formami działalności gospodarczej, wytwórczej, kulturalnej i osadniczej a transportem i jest wynikiem zgłaszania potrzeb, których wykonawcą może być właśnie transport [Małek 1997]. Światowy rozwój ekonomiczno-społeczny sprawia, że coraz więcej firm funkcjonuje w skali globalnej – ogólnoswiatowej. W wielu przypadkach w globalnych łańcuchach dostaw, procesy transportowe stanowią nawet 70–80% wszystkich procesów i czynności realizowanych w jego ramach [Branch 2009, Chopra i Meindl 2010]. Wśród trendów wpływających na transport należy wskazać globalizację. Na rozwój międzynarodowej wymiany towarowej znacząco wpływa podział pracy, wyposażenie poszczególnych krajów w bogactwa naturalne, różnice w zasobach kapitału, postęp naukowo-techniczny, a także czynniki o charakterze instytucjonalnym [Oziewicz 2006].

Wybuch pandemii COVID-19 miał rewolucyjny wpływ na wszystkie sektory gospodarki,

w tym także na transport. Gwałtowne ograniczenia działalności gospodarczej negatywnie wpłynęły zarówno na stronę popytową, jak i podażową rynku [Baldwin i Tomiura 2020]. Wraz z rozpowszechnianiem się pandemii COVID-19 zmniejszał się popyt na usługi transportowe.

Zmiany popytu na transport wywołane pandemią COVID-19

Pandemia COVID-19 jest przełomowym momentem dla społeczeństwa. Wywołała wiele zaburzeń, które trwale wpłynęły na gospodarkę globalną. Spowodowała poważne straty ekonomiczne, zdrowotne oraz kulturalne [Klepacki 2021]. Ponadto pandemia znacząco wpłynęła na branżę transportową oraz zachwiała jej funkcjonowaniem. Wraz z jej wybuchem doszło do załamania popytu na usługi transportowe w wielu obszarach gospodarki. Pandemia COVID-19 była przyczyną osłabienia elastyczności transportu oraz czasu realizacji zleceń.

Wraz z rozprzestrzenianiem się wirusa od marca 2020 roku poszczególne kraje decydowały się na wprowadzanie restrykcji dotyczących mobilności ludności. Na granicach przywrócone zostały długotrwałe odprawy oraz kontrole sanitarne dla kierowców. Jednocześnie w tym samym czasie w Europie pojawiły się problemy z dostawami towarów z Chin, gdzie pandemia rozpoczęła się wcześniej. Chińskie władze, aby ograniczyć rozwój wirusa, wprowadziły wiele restrykcji społeczno-gospodarczych. Poruszanie się na terenie państwa zostało zminimalizowane, wysyłano pracowników na kwarantanny oraz zamykano fabryki. Czynniki te spowodowały gwałtowne zaburzenia łańcuchów dostaw na poziomie globalnym. Podczas wybuchu pandemii światowy strumień podaży zależny był od niewielkiej liczby lokalizacji geograficznych. Jako przykład można wskazać, że ok. 40% dostaw branży elektronicznej pochodzi z Chin, a 80% branży farmaceutycznej pochodzi z Chin i Indii [Marsewicz 2020].

Sytuacja pandemiczna wskazała, jak bardzo globalne łańcuchy dostaw są nieodporne na zakłócenia. Ze względu na braki w zaopatrzeniu oraz wprowadzone ograniczenia administracyjne część producentów i organizacji handlowych w Europie została zmuszona do przerwania lub drastycznego ograniczenia produkcji oraz wymiany towarowej. Były to przyczyny pogłębiającego się spadku popytu na usługi transportowe.

Najbardziej dotknięta pandemią została branża motoryzacyjna, AGD, sektor IT, a także branża telekomunikacyjna, która w dużej mierze wykorzystywała podzespoły produkowane w Azji. Sektory te opierały się na systemie produkcji *just in time*. W takiej organizacji dostaw podzespoły niezbędne do produkcji były dostarczane bezpośrednio na taśmę produkcyjną, tym samym przedsiębiorstwa nie magazynowały zapasów. Brak dostaw komponentów z Chin zaburzył produkcję i w wielu przypadkach zmusił firmy do przestoju, czego efektem jest znaczne zmniejszenie produkcji [Strange 2020].

Sektorem gospodarki, najbardziej odpornym na rozwój pandemii COVID-19, okazała się branża spożywcza. Producenci żywności zostali w mniejszym stopniu dotknięci skutkami pandemii, gdyż wyroby wytwarzane w tym sektorze są wyrobami pierwszej potrzeby, a więc cechują się niższą elastycznością dochodową popytu [Szczepaniak 2020]. Już w pierwszych tygodniach pandemii można było zaobserwować gwałtowny wzrost zakupów towarów o przedłużonej ważności [Drożdż i Mroczek 2020]. Zjawisko to spowodowane było obawą konsumentów o możliwość załamania ciągłości dostaw żywności. Najwcześniej i najszybciej wzrastało zapotrzebowanie na takie wyroby jak: kasze, ryż, makarony, konserwy drobiowe

i rybne, żywność mrożona i gotowa w słoikach czy mąka. Produkcja żywności w Polsce cechuje się krótkimi łańcuchami dostaw oraz ich poszczególne ogniwa zlokalizowane są głównie w kraju. To czyni je bardziej odpornymi na zakłócenia dostaw [Espitia i in. 2020]. Większe problemy wiązały się z transportem produktów spożywczych do europejskich odbiorców. Większość dostaw jest realizowana transportem drogowym. Ponowne wprowadzanie kontroli sanitarnych na granicach, a także obowiązek spełnienia norm bezpieczeństwa, mogło odbijać się negatywnie na terminowości dostaw oraz generować dodatkowe koszty [Maliżewska i in. 2020].

Wpływ pandemii COVID-19 na transport produktów zbożowych

Transport zboża jest bardzo nieregularny i mało systematyczny. Charakteryzuje się on znaczną sezonowością produkcji [Stańko 2007]. Największy popyt na usługi transportowe trwa od lata do późnej jesieni podczas żniw, gdyż wtedy zbierane plony są transportowane bezpośrednio do magazynów lub przetwórní [Ziółkowska i Rokicki 2020]. Zapotrzebowanie na transport produktów sezonowych wynika z „niesezonowego” popytu na te dobra [Górecki i Zych-Lewandowska 2016]. Postęp techniczno-technologiczny związany z magazynowaniem i przetwarzaniem produktów zbożowych znacznie przyczynia się do łagodzenia ekonomiczno-społecznych skutków sezonowości podaży [Kowalski 2007].

Produkcja zbóż jest jednym z głównych kierunków produkcji rolniczej w Polsce. Jednocześnie Polska jest ważnym producentem zbóż na rynku europejskim oraz światowym. Powierzchnia uprawy zbóż plasuje Polskę na drugim miejscu w UE (po Francji), a w zbiorach zbóż – na trzecim (po Francji i Niemczech). Polska ma wyraźną specjalizację w eksporcie zbóż i produktów zbożowych do państw UE. Wysoki potencjał produkcyjny sprawia, że import zbóż stanowi jedynie uzupełnienie produkcji krajowej w latach nieurodzaju lub z uwagi na ograniczenia klimatyczne.

Wybuch pandemii COVID-19 nieznacznie wpłynął na produkcję zbóż w Polsce i na świecie, gdyż głównym czynnikiem oddziałującym na produkcję są warunki pogodowe. Według danych Izby Zbożowo-Paszowej w pierwszych 11 miesiącach sezonu 2020/2021 (lipiec–maj), eksport zbóż z kraju wyniósł ponad 8543 tysiące t, wobec 6559 tysięcy t wyeksportowanych w tym samym okresie sezonu poprzedniego.

Na rynek zbóż znacząco wpływają ich ceny na rynkach światowych. Można stwierdzić, że istotnym czynnikiem rzutującym na ceny ziarna są jego zapasy. W wyniku pandemii można było zaobserwować wzmożony popyt zagraniczny na polskie zboża. Kraje Afryki Północnej czy Półwyspu Arabskiego zwiększyły zakupy w trosce o bezpieczeństwo żywnościowe [Szajner 2020].

Wraz z rozwojem pandemii COVID-19 gwałtownie wzrosło zapotrzebowanie na produkty zbożowe. Żywność produkowaną ze zboża należy zaklasyfikować jako produkty żywieniowe pierwszej potrzeby człowieka. Szok wywołany wprowadzaniem *lockdownu*, wywołał w społeczeństwie potrzebę gromadzenia zapasów. Chcąc sprostać potrzebom konsumentów, producenci zmuszeni byli do zwiększenia produkcji. Z danych Głównego Urzędu Statystycznego (tabela 1) wynika, iż w 2020 roku produkcja związana z użyciem produktów zbożowych osiągnęła wysokie tempo rozwoju. Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 1, wysoki wzrost nastąpił w pierwszym kwartale. Jest to efekt zwiększenia produkcji na gwałtownie rosnący popyt, jednak był to popyt „krótkotrwały”. W następnych miesiącach produkcja wracała do poziomu z poprzednich miesięcy.

Wraz ze wzmożonymi zakupami polskiego ziarna wynikała potrzeba przemieszczania go. W Polsce w transporcie produktów sypkich dominuje transport drogowy ze względu na swoją elastyczność, przestrzenne rozmieszczenie dróg, budowanie magazynów, hal produkcyjnych itp. w pobliżu sieci dróg, dynamiczny czas dostaw, możliwości transportu od załadowcy do odbiorcy bez przeładunków [Rokicki 2014]. Należy zaznaczyć, że transport drogowy jest niezastąpiony w łańcuchu dostaw zbóż. Ze względów technicznych nie ma możliwości odbioru towaru innym środkiem transportu od załadowcy. Większe partie produktów przeznaczone na eksport są dostarczane do portów morskich, gdzie są przeładowywane na statki lub do terminali przeładunkowych i trafiają do transportu kolejowego. Do transportu zboża nie wykorzystuje się transportu lotniczego.

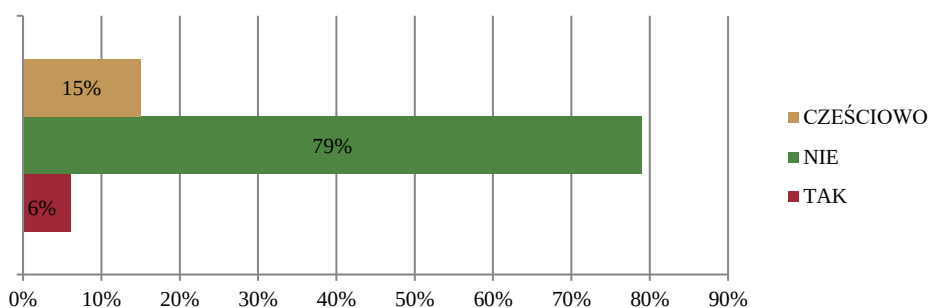
Łańcuchy dostaw w sektorze zbożowym są dość krótkie w porównaniu do innych działów przetwórstwa przemysłowego. Branże spożywcze wykorzystujące zboża do produkcji posiadają łańcuchy dostaw na terenie kraju, zatem zachodzi znacznie mniejsze ryzyko ich zerwania. Transport drogowy na terenie kraju podczas wybuchu pandemii był relatywnie odporny na zakłócenia związane z wprowadzonymi restrykcjami i obostrzeniami.

Tabela 1. Dynamika produkcji ważniejszych wyrobów przemysłowych [%]
Table 1. The dynamics of production of the most important industrial products [%]

Wyszczególnienie	Zmiany w produkcji w miesiącach		
	I–III 2020	VIII 2020	I–VIII 2020
	I–III 2019 = 100	VIII 2019 = 100	I–VIII 2019 = 100
Mąka pszenna	108,3	98,7	104,1
Mąka żytnia	100,7	81,5	94,51
Kasze i mączki z pszenicy	118,8	76,2	123,1
Kasze i mączki z jęczmienia	136,7	84,4	116,6
Kasze i mączki gryczane	139,4	50,3	130,9
Pieczywo świeże	97,8	79,8	88,5
Makaron	123,0	99,3	112,6
Pasze dla zwierząt gospodarskich	103,4	99,2	103,4
Karma dla zwierząt domowych	130,8	127,3	135,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [GUS 2019, 2020].

Na potrzeby pracy przeprowadzono badania ankietowe wśród 100 przedsiębiorstw transportu drogowego specjalizujących się w transporcie zboża. W ankiecie badano, czy pandemia COVID-19 wpłynęła na funkcjonowanie tych przedsiębiorstw. Pytania i odpowiedzi zaprezentowano na rysunkach 1–5.

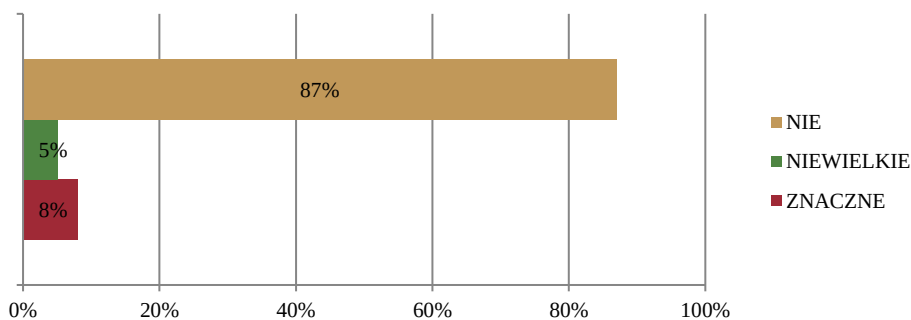


Rysunek 1. Wpływ pandemii na przestoje w przedsiębiorstwach

Figure 1. Impact of the pandemic on downtime in enterprises

Źródło: wyniki badań własnych.

Aż 79% ankietowanych wskazało, że w wyniku pandemii COVID-19 w ich przedsiębiorstwach nie pojawiły się przestoje. Z kolei 15% respondentów stwierdziło, że pandemia COVID-19 wywołała częściowe przestoje w ich przedsiębiorstwach, a 6% wskazuje na przestoje w firmach wywołane przez pandemię COVID-19.

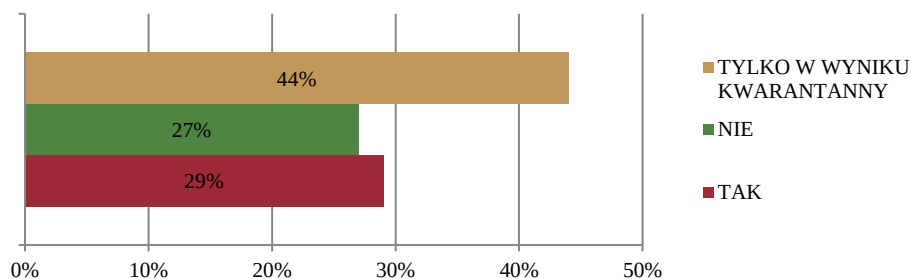


Rysunek 2. Wpływ pandemii na popyt na transport w przedsiębiorstwach

Figure 2. The impact of the pandemic on the demand for transport in enterprises

Źródło: wyniki badań własnych.

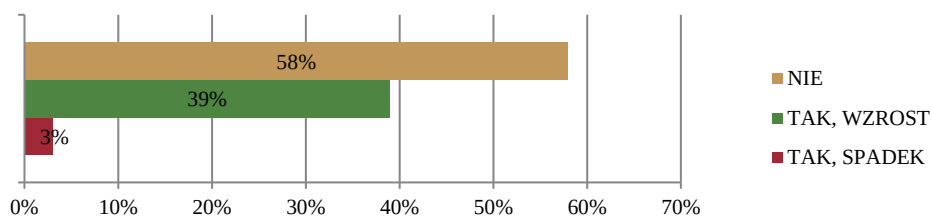
Większość respondentów aż 87% wskazuje, że pandemia COVID-19 nie wywołała problemów z brakiem zleceń transportowych. Jedynie 8% respondentów stwierdziło, iż pandemia spowodowała znaczne problemy z brakiem zleceń transportowych, a 5% wskazuje na niewielkie problemy z brakiem zleceń transportowych.



Rysunek 3. Wpływ pandemii na brak kierowców
Figure 3. Impact of the pandemic on the lack of drivers

Źródło: wyniki badań własnych.

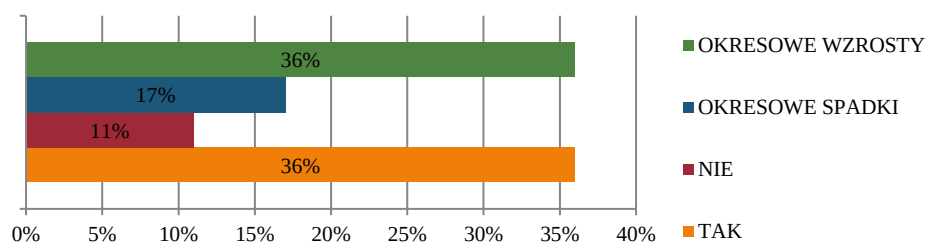
Pandemia COVID-19 wywołała problemy kadrowe. Aż 29% ankietowanych wskazuje, że w przedsiębiorstwach zauważalny był problem z niedoborem kierowców, 44% respondentów twierdzi natomiast, że problem ten pojawiał się podczas nakładania kwarantanny na pracowników. Z kolei 27% respondentów nie zauważyło problemów z nieobecnością kierowców. Warto zwrócić uwagę, iż zawód kierowcy zawodowego jest zawodem deficytowym. Braki tych pracowników odczuwalne są w całej Europie. W przypadku nałożenia kwarantanny na takiego pracownika, ciężko było znaleźć zastępstwo.



Rysunek 4. Wpływ pandemii na wolumeny transportowanych zbóż
Figure 4. The impact of the pandemic on the volumes of transported cereals

Źródło: wyniki badań własnych.

Z uzyskanych odpowiedzi wynika, że 58% respondentów nie zauważyło zmiany w ilości transportowanych zbóż. Aż 39% wskazało na wzrost transportowanych wolumenów. Zaledwie 3% ankietowanych odnotowało spadek.



Rysunek 5. Wpływ pandemii na zmiany w stawkach frachtowych
Figure 5. The impact of a pandemic on changes in freight rates

Źródło: wyniki badań własnych.

Z odpowiedzi uzyskanych od ankietowanych wynika, że pandemia COVID-19 doprowadziła do wahań w stawkach frachtowych. Aż 36% respondentów wskazało na zmiany w stawkach, również 36% podkreśliło okresowe wzrosty stawek. Z kolei 17% respondentów wskazało na okresowe spadki cen frachtowych. Jedynie 11% poinformowało, iż w wyniku pandemii COVID-19 nie odnotowano zmiany w stawkach frachtowych.

W uwagach poproszono o wskazanie, co zmieniło się w funkcjonowaniu ich przedsiębiorstw transportowych podczas pandemii. Przedsiębiorcy wskazywali na następujące aspekty:

- obawy przed nałożeniem kwarantanny na przedsiębiorstwo – czego skutkiem mogło być niedotrzymanie terminów dostaw, co dalej mogło skutkować zerwaniem relacji handlowych oraz nałożeniem kar na przedsiębiorstwo;
- wraz z wprowadzeniem reżimu sanitarnego wydłużył się czas załadunków i rozładunków oraz obieg dokumentów transportowych zajmował więcej czasu;
- problemy z organizacją pracy wynikające z nieobecności pracowników na skutek zachorowania lub nałożenia kwarantanny.

Z odpowiedzi udzielonych przez przewoźników wynika:

- pandemia COVID-19 w dużej mierze nie wywołała zakłóceń w transporcie zbóż;
- wraz z „nową rzeczywistością” przewoźnicy byli zmuszeni do przystosowania się do stawianych im wymagań;
- 79% ankietowanych wskazało, że w przedsiębiorstwach nie pojawiały się przestoje;
- 87% stwierdziło, że podczas pandemii nie pojawiały się problemy związane z brakiem zleceń transportowych;
- w firmach brakowało kierowców, w dużej mierze w wyniku nakładania kwarantanny. Jednak w Polsce od kilku lat odczuwalny jest brak kierowców zawodowych;
- 58% ankietowanych nie zauważyło zmiany w wolumenach transportowanych zbóż;
- w czasie pandemii przewoźnicy zaobserwowali wzrost stawek frachtowych.

Można stwierdzić, iż pandemia COVID-19 była „łaskawa” dla przewoźników wyspecjalizowanych w transporcie zboża. Prognozy produkcyjne dla rynku zbożowego na kolejne lata są dość optymistyczne, w wyniku czego popyt na transport będzie stabilny.

Podsumowanie i wnioski

Wybuch pandemii COVID-19 był zjawiskiem nieoczekiwanym, który wywołał dostrzegalne i daleko idące skutki ekonomiczne, zdrowotne oraz społeczne. Przeprowadzone badania pozwoliły na wyciągnięcie kilku wniosków:

- w wyniku pandemii wszystkie sektory gospodarki globalnej doświadczyły zakłóceń, doszło do niedoboru towarów, a sektor transportu znacznie odczuł spadek zapotrzebowania na świadczone usługi;
- wraz z rozwojem globalizacji rozwijały się globalne łańcuchy dostaw, a sytuacja pandemiczna wskazała, jak bardzo nieodporne są na zakłócenia;
- jedynie branża rolno-spożywcza w okresie pandemii relatywnie dobrze radziła sobie z ograniczeniami. Polska jest jednym z głównych producentów zboża w Europie. W wyniku wybuchu pandemii i zachwiania łańcuchów dostaw kraje zwiększyły zakupy zboża, w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego;
- konieczność przemieszczania zboża wpłynęła na popyt na usługi transportowe. Przewoźnicy drogowi specjalizujący się w transporcie zboża nie odczuli znacznie efektów pandemii, tak jak inne gałęzie transportu;
- transport towarów do Europy wiązał się z koniecznością przejścia kontroli sanitarnych, które wywoływały duże kolejki na granicach;
- w czasie pandemii transport drogowy na terenie kraju był relatywnie odporny na zakłócenia związane z wprowadzonymi restrykcjami i obostrzeniami. Na zboże jako dobro pierwszej potrzeby występował popyt nawet w czasie kryzysu gospodarczego, dzięki temu stabilna była sytuacja firm transportowych odpowiedzialnych za przewóz tych towarów.

Bibliografia

- Antoniewicz J., 1967: Niektóre dane do dziejów rolnictwa w pierwszych wiekach n.e. na obszarze Prus i Jaćwieży, *Komunikaty Mazursko-Warmińskie* 2, 179–190.
- Baldwin R., Tomiura E., 2020: Thinking Ahead about the Trade Impact of COVID-19, [w:] *Economics in the Time of COVID-19*, R. Baldwin, B.W. di Mauro (red.), CERP Press, London.
- Bożyk P., 2012: *Globalization and the transformation of foreign economic policy*, Ashgate Publishing, Ltd., Chippingham.
- Branch A.E., 2009: *Global supply chain management and international logistics*, Routledge, Taylor and Francis Group, New York, London.
- Chopra S., Meindl P., 2010: *Supply Chain Management. Strategy, Planning and Operation*, Fourth Edition, Pearson, New York.
- Chytła K., 2006: Ekonomiczne i prawne podłoże zawierania kontraktów kupna rzeczy przyszłej oraz kupna nadziei w Starożytnym Rzymie, *Zeszyty Prawnicze UKSW* 6(2), 73–84.
- Drożdż J., Mroczek R., 2020: Przemysł spożywczy – rozwój w warunkach zmian otoczenia zewnętrznego, *Przemysł Spożywczy* 8, 6–13.
- Espitia A., Rocha N., Ruta M., 2020: COVID-19 and Food Protectionism. The Impact of the Pandemic and Export Restrictions on World Food Markets, *World Bank Policy Research Working Paper* 9253, World Bank, Washington.
- Górecka A., Zych-Lewandowska M., 2016: Od producenta do konsumenta: determinanty transportu żywności w XXI wieku, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1(1), 53–63.
- GUS, 2019: *Rocznik Statystyczny Przemysłu*, Warszawa.
- GUS, 2020: *Rocznik Statystyczny Przemysłu*, Warszawa.

- Klepacki B., 2021: Kierunki oddziaływania pandemii COVID-19 na społeczną i ekonomiczną sytuację kraju z uwzględnieniem logistyki, [w:] Wybrane zagadnienia logistyki – poziom ogólny, transport, dystrybucja, łańcuchy dostaw, logistyka miejska, T. Rokicki (red.), Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Klepacki B., Rokicki T., 2008: Sytuacja przedsiębiorstw zajmujących się transportem drogowym w Polsce po integracji z Unią Europejską, [w:] Logistyka szansą rozwoju miasta i regionu na przykładzie ziemi piotrkowskiej, W. Starzyńska, W.J. Rogalski (red), Naukowe Wyd. Piotrkowski, Piotrków Trybunalski.
- Kowalski A., 2007: Istota i funkcjonowanie rynku żywnościowego, [w:] Rynek rolny w ujęciu funkcjonalnym, W. Rembisz W., M. Idzik (red.), Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Maliszewska M., Mattoo A., Mensbrugghe D. van der, 2020: The Potential Impact of COVID-19 on GDP and Trade. A Preliminary Assessment, World Bank Policy Research Working Paper 9211, World Bank, Washington.
- Małek P., 1997: *Ekonomika transportu*, PWE, Warszawa.
- Marsewicz A., 2020: Jak zmieni się łańcuch dostaw z powodu wpływu COVID-19?, eLogistyczny, [źródło elektroniczne] <http://e-logistyczny.pl/zmieni-sie-lancuch-dostaw-powodu-wplywu-covid-19-2020-05-26-835/> [dostęp: 20.12.2020].
- Mindur M., 2004: Wzajemne związki i zależności między rozwojem gospodarki a transportem, WiZPITiE, Radom, Warszawa
- Oziewicz E., 2006: *Przemiany we współczesnej gospodarce światowej*, PWE, Warszawa
- Pocza W., Hardt Ł., 2005: Skutki integracji Polski z UE dla rolnictwa i obszarów wiejskich próba oceny, UKiE, Warszawa.
- Rokicki T., 2014: *Organizacja i ekonomika transportu*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa
- Stańko S., 2007: Tendencje na rynku zbóż, [w:] Czy grozi Polsce kryzys zbożowy (w świetle pozarolniczego wykorzystania ziarna), B. Klepacki (red.), Wieś Jutra, Warszawa.
- Strange, R., 2020: The 2020 COVID-19 pandemic and global value chains, *Journal of Industrial and Business Economics* 47, 455–465,
- Sumner A., Hoy C., Ortiz-Juarez E., 2020: Estimates of the Impact of COVID-19 on Global Poverty, *WIDER Working Paper* 43, 1–14.
- Szajner P., 2020: Handel zagraniczny produktami rolno-spożywczymi, *Rynek Rolny. Analizy, tendencje, oceny* 3(349), 75–82.
- Szczepaniak I., Ambroziak Ł., Drożdż J., Mroczek R., 2020: Przemysł spożywczy w obliczu pandemii COVID-19, *Przemysł Spożywczy* 74(5), 2–7.
- Taleb N.N., 2007: *The black swan. The Impact of the Highly Improbable*, Random House, New York.
- Zagóra-Jonszta U., 2001: *Wykłady z historii myśli ekonomicznej, Od starożytności do Karola Marksa. Część 1*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice.
- Ziółkowska P., Rokicki T., 2020: Organizacja przewozu zbóż transportem samochodowym w Polsce, [w:] *Transport towarów i osób – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość*, T. Rokicki (red), Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

ISSN 2450-8055

