

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 (1) 2021

ZESZYTY NAUKOWE
Szkoly Głownej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Ekonomika i Organizacja Logistyki

Scientific Journal of Warsaw University of Life Sciences

Economics and Organization of Logistics

Selected problems of modern logistics

Scientific editing

Bogdan Klepacki

6 (1) 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: **Joanna Domagała** (warehouse management); **Aleksandra Górecka** (logistic infrastructure); **Konrad Michalski** (logistic systems and IT systems in logistics); **Tomasz Rokicki** (transport and spedition); **Monika Roman** (optimization of logistics processes); **Elżbieta J. Szymańska** (supply chains and costs in logistics); **Michał Wielechowski** (logistics in the economy); **Marcin Wysokiński** (hazardous materials and OHS in logistics), **Marta Zięba** (language editor; efficiency 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. 161, 02-787 Warsaw
Tel. 22 593 55 20
e-mail: wydawnictwo@sggw.edu.pl
www.wydawnictwosggw.pl

Printed by: Libra-Print, Legionów Av. 114B, 18-400 Łomża, Poland

Spis treści

Contents

Wojciech Ciechanowski

The use of self-checkouts as an organisational innovation in customer service in the FMCG sector

Wykorzystanie kas samoobsługowych jako innowacji organizacyjnych w obsłudze klienta w sektorze FMCG5

Joanna Domagała, Anton Rymsha

Organizacja przewozu towarów niebezpiecznych w opinii kierowców z Polski i Białorusi

Organization of the transport of dangerous goods in the opinion of drivers from Poland and Belarus15

Joanna Domagała, Weronika Sztabińska

Łańcuch dostaw i klasyfikacja zapasów surowca drzewnego na przykładzie Nadleśnictwa Głęboki Bród

Supply chain and classification of wood raw material stocks on the example of the Głęboki Bród Forest District.....29

Michał Karolewski, Monika Roman

Przestrzenne zróżnicowanie rozwoju infrastruktury liniowej transportu drogowego w Polsce w latach 2004–2019

Spatial diversity of the development of linear road transport infrastructure in Poland in 2004–2019.....39

Monika Justyna Kojder, Bogdan Klepacki

Funkcjonowanie zimnych łańcuchów dostaw oraz zagrożenia w nich występujące

Functioning of cold supply chains and the threats occurring in them51

Karolina Posytek, Bogdan Klepacki

Warszawska infrastruktura rowerowa w opinii jej użytkowników

Warsaw bicycle infrastructure in the opinion of its users59

Elżbieta Jadwiga Szzymańska, Aleksandra Czerniakowska

Uwarunkowania efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowcy w praktyce gospodarczej

Conditions for the effective use of a driver's working time in economic practice69

Julia Zarczuk, Bogdan Klepacki

Pojęcie, znaczenie i pomiar śladu węglowego (*carbon footprint*)

The term, importance and measurement of the carbon footprint85

Wojciech Ciechanowski✉

Warsaw University of Life Sciences – SGGW

The use of self-checkouts as an organisational innovation in customer service in the FMCG sector

Wykorzystanie kas samoobsługowych jako innowacji organizacyjnych w obsłudze klienta w sektorze FMCG

Abstract. The aim of the paper is to evaluate the use of self-service checkouts understood as organisational innovations from the perspective of the customer of a shop chain in the FMCG sector. Participatory research was conducted in which a total of 46 observations were made in the Auchan and Biedronka chains shops located in three Polish cities. Traditional checkouts have been found to provide the consumer with a faster shopping experience when queuing times are not taken into account for the consumer. A number of factors influencing the time taken by consumers to make purchases were identified. Among those the knowledge factor was identified as a key element in bringing together the perspectives of the buyer and the company to mutually benefit from organisational innovation.

Key words: innovation, FMCG sector, self-checkout

Synopsis. Celem artykułu jest ocena wykorzystania kas samoobsługowych rozumianych jako innowacje organizacyjne z perspektywy klienta sieci sklepów z branży FMCG. Przeprowadzono badania uczestniczące, w ramach których dokonano łącznie 46 obserwacji w sieci sklepów Auchan oraz Biedronka mieszczących się w trzech polskich miastach. Stwierdzono, że kasy tradycyjne zapewniają konsumentowi możliwość szybszego dokonania zakupów w przypadku nie uwzględnienia czasu oczekiwania przez konsumenta w kolejce. W trakcie badań wyróżniono wiele czynników wpływających na czas dokonania zakupów przez konsumentów. Określono obszar wiedzy jako kluczowego elementu w łącznie perspektyw nabywcy i przedsiębiorstwa w celu obopólnego czerpania korzyści z innowacyjnych rozwiązań organizacyjnych.

Słowa kluczowe: innowacje, sektor FMCG, kasy samoobsługowe

JEL codes: O32, D12

Introduction

Companies operate in a socio-economic environment and there is competition between them, both for available resources and for the ultimate buyers of the products or services produced. Competition between enterprises is an immanent feature of the economy [Walczak 2010] inextricably linked with their functioning. Nowadays, in view of the increasing specialisation of individual sectors of the economy, competition for resources and consumers increases, particularly during crises which are an inevitable element of the business cycle

✉ Wojciech Ciechanowski – Warsaw University of Life Sciences – SGGW;
e-mail: wojciech_ciechanowski@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-7986-4877>

occurring in a market economy. Recessions, which appear at periodic intervals, force companies to organise work better than before and to allocate the organisation's resources more efficiently so that, despite the downturn, they can gain an advantage over their competitors. One of the ways of gaining competitive advantage are innovations, as well as technologies which, being carriers of new solutions, create new competitive opportunities [Sołoducho-Pelc 2017]. Depending on the economic sector, the nature of business rivalry differs in many aspects due to the specifics of the area. Companies can compete both through pressure for lower prices and by specialising in high quality customer service. In the case of the FMCG sector, one of the areas in which companies compete is the customer service that ensures both a high consumer shopping experience and, from a firm perspective, an efficient customer flow. Particularly significant in this regard is the final stage of purchasing products in a shop, during which payment for the products occurs. At this point in the sales process, delays can appear in the form of the customer having to wait for service and the opportunity to pay, which consequently affects the ultimate satisfaction of the buyer. Due to architectural and personnel constraints, retail chains are forced to look for solutions to ensure a smooth customer flow. Innovations such as self-checkouts enable retail chains to streamline the flow of customers through the final stage of their purchases, while also allowing efficient time management for the staff employed, as well as maintaining a sufficient sense of comfort for the consumer. However, do the perspectives of the company and the customer overlap, and does the consumer actually purchase more efficiently and quickly using self-checkout compared to checkouts operated by staff employed in the shop.

Materials and methods

The primary objective of this paper is to evaluate the use of self-checkout as an organisational innovation from the perspective of the customer in the FMCG chain shops. Due to the growing competition in the sector, as well as the occurrence of an additional factor in the form of a crisis situation related to the SARS-CoV-2 pandemic, retail chains are looking for innovative solutions allowing them to simultaneously build sustainable competitive advantage and maintain high quality customer service.

Participatory research was conducted, where data was collected from April 25, 2020 to December 31, 2020 in FMCG retail shop chains such as Auchan and Biedronka located in Warsaw, Olsztyn and Janów Lubelski. The selection of the research sample was purposively random. As part of the research, time measured occurred during the final stage of the purchasing process. A stopwatch was used to achieve this and the measurement of time started when, in the case of a self-checkout, the customer started scanning the first product from his own shopping basket, or in the case of a traditional checkout, the employee started scanning the first product from the customer's shopping basket. Time stopped at the moment when the buyer made a payment for the purchased products. In order to make the collected data easier to compare, the waiting time in the queue was not taken into account. Due to the possibility of speeding up the shopping process by scanning several identical products by a staff member, each product was counted separately. During the participatory research made 46 measurements. In the case of self-checkout made 20 observations, during which a customer paid for products on each occasion by a payment card. In the case of traditional checkouts, 26

observations made, in which the purchaser paid by cash on 4 occasions. Each individual time measurement had a assigned number corresponding to the amount of products in the consumer's shopping basket. The number of products in the shopping basket was divided by the obtained time measurement. Following the calculations made, a coefficient was obtained to enable comparison between the types of checkouts on the speed of purchases. The data obtained from the participatory research used as the main source of data. On their basis made a comparison of the speed of the consumer's purchases depending on the type of checkouts selected and made an analysis of the factors influencing the results obtained. A detailed review of the literature on the subject allowed the conclusion that there are no available studies in the analysed area. Due to the non-representative research sample, the conducted study is a pilot research.

Innovation as a source of competitive advantage

The essence and ways of building a competitive advantage have always been of interest to researchers. One of the concepts presented by Hamel and Prahalad [1990], where they considered the basis of a competitive advantage to be company's key competences, is recognised as skills that significantly affect the results achieved by a company. An organisation's possession of unique knowledge resources provides opportunities for sustainable competitive advantage [Beyer 2012]. A different perspective on the issue of competitive advantage is presented by Porter [2001], who stated that competitive advantage stems directly from the value created by the company for the customer. Competitive advantage is a condition that enables a company to obtain multiple benefits, which is an essential element in the long-term success of an organisation [Stankiewicz and Prochorowicz 2016].

Creating competitive advantage is determined by many factors, and innovation is always in the group of conditions of major relevance to the growth of an enterprise [Kokot-Stępień 2017]. At the same time it is an instrument that raises the efficiency of managing the resources of an organisation as well as increasing the effectiveness of competing in a given sector of the economy. As Lahovnik and Breznik [2014] point out, innovation is an engine for economic development, being at the same time a core process of the enterprise, and changes in the socio-economic environment can generate more and more new opportunities for companies. Innovation is the basis of competitive advantage and plays a dominant role in a company's success. And the ability to continuously generate innovation is one of the most critical capabilities in today's business environment [Lahovnik and Breznik 2013]. As Monika Inków [2020] points out, organisations that are strategically oriented towards innovation and the search for new development opportunities are more likely to achieve sustainable competitive advantage than companies that focus on quality and costs. At the same time, Sławińska [2011] emphasises that when considering innovations from the point of view of a company's competitiveness, it is important how quickly the market accepts innovations. Through the effective use of available resources by organisations and by creating innovation, competitive advantage can be achieved.

In the case of building a sustainable competitive advantage, organisational and process innovations have particular relevance. Process innovations make it possible to increase productivity and efficiency in a given organisation by lowering production costs or improv-

ing the quality of goods sold by the company [Pałucha 2015]. On the other hand, organisational innovation contributes to increasing productivity at the same time as improving a company's or organisation's ability to learn and use acquired information or technology. Indeed, when an entity is a technological imitator, the problem may be the relatively lower sustainability of competitive advantage therefore it is important from the perspective of the organisation to create new ideas [Godlewska-Majkowska et al. 2016]. The company's unique offer makes it possible to reach the final customers in a more effective way and at the same time distinguishes the company from its competitors. Contemporary enterprises, through constant development and implementation of innovations, create new markets and customer needs, at the same time making it possible to create competitive advantage [Włodarczyk 2013].

As Urbancová [2013] highlighted, organisational learning and knowledge management directly influence organisational innovation, which in turn affects organisational performance, reflected in the company's position in a given economic sector. Also other researchers indicate that the source of competitive advantage is the ability to create innovation as a result of the organisation's key knowledge assets [Kuźniarska 2018]. On the other hand, Pałucha [2014] stressed that each enterprise striving to build a strong position on the market must undertake innovative activity, which requires appropriate information resources and specific knowledge, and therefore uses intangible assets of the organisation.

Characteristics of the FMCG sector in an increasingly competitive environment

One of the segments in the economy is the sector of FMCG (fast moving consumer goods), which includes products such as food including alcoholic and non-alcoholic beverages, tobacco products, domestic detergents, cosmetics, clothing [Ciechomski 2010]. The characteristics of fast-moving products affect where consumers can buy them. In the case of stationary retail, places such as hypermarkets, supermarkets, discount stores, convenience stores and specialty shops are available for customers [Sławińska 2016]. Despite the enormous diversity of markets and trading formats across the sector, competition is increasing both globally and regionally and the level of competitiveness of a retailer depends critically on the scale of its operations [Kondej 2019]. Therefore, companies willing to develop and be successful on the market have to constantly improve the offered products or services, constantly searching for and implementing solutions characterised by high innovativeness [Kokot-Stępień 2017]. The specific nature of the FMCG sector influences the character of competition by putting particular pressure on sales revenue growth and competing within the segment with low prices.

In Poland, the FMCG sector has gone through a number of transformations since the political transformation, with discount stores gaining particular popularity in the first decades of the 21st century. By offering consumers private label articles characterised by significantly lower prices with an acceptable level of quality of these products allowed the development of chains such as Biedronka, owned by the Portuguese consortium Jerónimo Martins [Kondej 2019]. Due to the changes that are taking place in the Polish FMCG market, convenience stores, whose number is constantly increasing year by year [Momot et al. 2016], characterised

by their close location in relation to places and routes used by consumers on a daily basis, are currently gaining importance [Kubacka 2006].

However, in terms of sales revenues, the market leader in Poland is still the discount retail chain Biedronka (Figure 1), whose revenues in 2019 amounted to nearly PLN 56 billion. Second on the list is German discount chain Lidl with a much smaller sales revenue of PLN 19 billion in 2019. The largest discount retail chains operating in Poland between 2006 and 2019 have significantly multiplied their sales revenues, the Portuguese consortium Biedronka by nearly 8 times and Lidl by over 6 times. At the same time, the growth rate of the most important competitors in the sector isn't as significant, which allows discount stores to continue maintaining a major position in the market, as well as devoting more resources to further development.

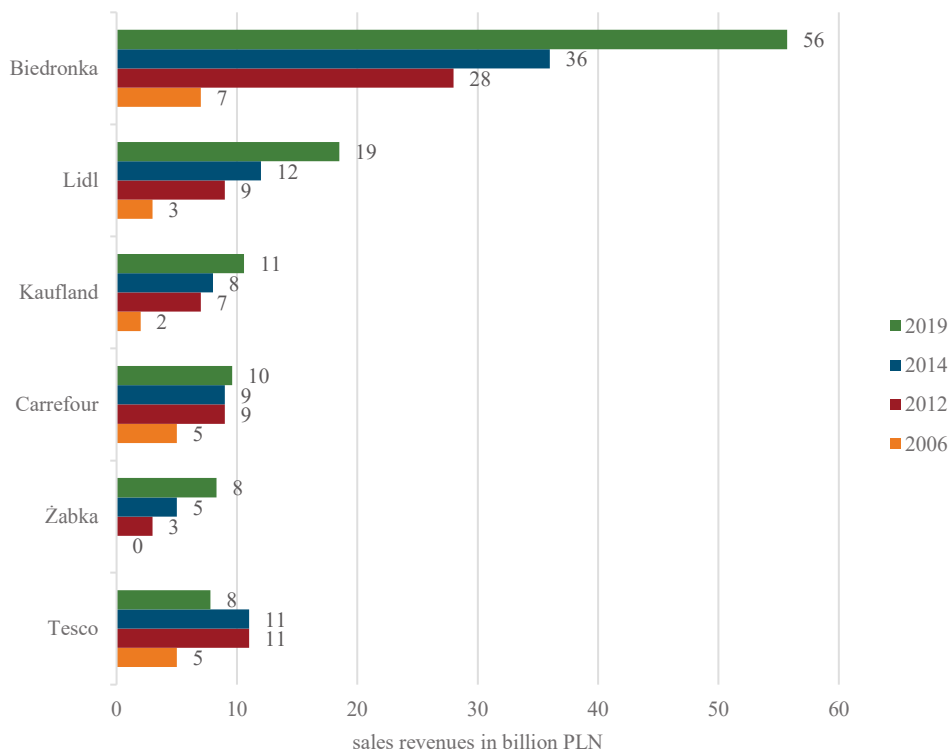


Figure 1. Sales revenues of selected FMCG retail chains from 2006 to 2019 (in billion PLN)

Rysunek 1. Przychody ze sprzedaży wybranych sieci handlowych FMCG w latach 2006–2019 (w miliardach PLN)

Source: own research based on [Polska Izba Handlu 2016, dlahandlu.pl 2020].

For modern companies, the customer has become a value that is worth and should be sought [Liczmańska 2017]. As Matic et al. [2019] state, today's consumers are willing to spend less time in the shop, and for that short time they require more information about the products they want to buy. Therefore, in order to meet the growing demands of customers,

FMCG retail chains are focusing more and more attention on customer service. Simultaneously, Hsieh [2005] points out that the implementation of self-service technology can improve the services that enterprises provide to their customers, making it easier and more affordable to make purchases. By introducing self-checkouts in their shops, companies are reorganising the existing workspace of staff and changing the existing flow of customers through the checkout stands located in the store. Self-checkouts force the consumer to take over part of the worker's role during the transaction, which is beneficial from a business perspective, representing a source of potential savings and efficiency gains [Fernandes and Pedroso 2017]. Shim et al. [2021] note, self-service capabilities are able to reduce labour costs and attract more customers. With self-checkouts, companies are able to shift some of the work from employees to consumers, creating an environment where the purchaser is an active participant in the process that they ultimately consume [Johnson et al. 2020]. Modifications to checkout stands through the implementation of self-service solutions in FMCG retail chains reduces interactions between staff and shopping customers, which as Beatson et al. [2007] points out can affect to a consumer satisfaction. At the same time, Lee and Leonas [2020] argue that self-checkouts have great potential, particularly in relation to the shopping experience of young consumers, who have increasing purchasing power and who prioritise convenience in the purchasing process.

As Sławińska [2016] notes, innovation in retail should be considered from two perspectives, i.e. the potential benefits for the customer and for the company. This is particularly important because self-checkout technologies can benefit both consumers and organisations. At the same time, they present challenges that may cause purchaser reluctance [Johnson et al. 2020].

Research results and discussion

The results of the research indicate that the buyer's choice of payment method is an important factor in the time at which the customer of an FMCG chain purchases. The way in which the consumer pays for products also has an impact on minimising mistakes made by shop staff. A detailed summary of the selected payment methods for purchases made during the research can be found in Table 1.

Table 1. Chosen payment methods for purchases made during the research
Tabela 1. Wybrane metody płatności za zakupy dokonane podczas badania

Name of the shop	Self-checkout (no. of items)		Checkout (no. of items)	
	card payment	cash payment	card payment	cash payment
Auchan	12	0	9	1
Biedronka	8	0	13	3
Total	20	0	22	4

Source: own research.

The number of products scanned in one checkout could be used as an indicator that allow to compare the specified types of checkouts effectiveness. The obtained results, presented in Table 2, clearly show that the traditional checkouts are the quicker way for an FMCG customer to make a purchase. In one minute, the employee is able to scan more than twice as many products as the purchaser in the case of cashless payment.

Table 2. Number of articles scanned in 1 minute in the researched checkouts
Tabela 2. Liczba artykułów zeskanowanych w ciągu 1 minuty w badanych kasach

	Self-checkout (no. of items)			Checkout (no. of items)					
	only card payments			only card payments			card and cash payments		
	mean	max	min	mean	max	min	mean	max	min
Auchan	8.35	11.46	4.14	18.98	25.89	10.91	18.49	25.89	10.91
Biedronka	6.66	8.57	5.00	14.01	15.00	5.90	11.38	15.00	5.90
Total	7.68	11.46	4.14	16.68	25.89	5.90	14.11	25.89	5.90

Source: own research.

There are many factors that affect how quickly a customer makes a purchase, and one of them in the case of a self-checkout is the software installed on the device. As Orel and Kara [2014] note in their study, the most common consumer objections to self-service checkouts were related to the difficulty of operating. Proper design of this element will enable more efficient customer service and translate into more effective product scanning. At the same time, Djelassi et al. [2018] highlight the relevance of interactive technologies when consumers self-scan products. It is very important to know how to use the self-checkout software that the customer has. Knowledge in this sense means not only faster purchases, but also greater satisfaction with making them. Simultaneously, Bulmer et al. [2018] draws a similar conclusion from their studies, pointing to the role of familiarity with self-service technologies, as well as the very high significance of shop employees in supporting customers.

Shop employees provide efficient customer service not only at traditional checkout stands, but also at self-checkouts. Similar conclusions have been reached by Sharma et al. [2021], who found that despite the increasing use of self-service technologies, frontline checkout staff are still important in the overall evaluation of the shopping process made by purchasers. Efficient service has a positive impact on final consumer satisfaction. As indicated by Collier et al. [2015] the presence of staff is one of the most important factors influencing customers' decisions to choose self-checkouts. At the same time, Hassan et al. [2014] emphasise the relevance of the staff management element at the checkout stand, as inadequate management can lead to consumer dissatisfaction, especially when the queue is long and service is slow.

Conclusions

Retailers focusing on providing quality customer service are trying to develop additional services to facilitate the consumer shopping experience. One solution that fits this trend is self-checkouts, which, as an organisational innovation, modify the final stage of the purchas-

ing process, enabling FMCG retailers to speed up the final sales stage. However, from a consumer perspective, self-checkouts don't speed up the purchasing process. The software installed in the self-checkout has a major influence in this aspect, which, through the proper design of the handling system, can significantly speed up the process. As the authors of the publication emphasise, the familiarity with self-service technologies is not only important in terms of the speed of the shopping process itself, but also has a significant impact on the satisfaction of customers.

Companies using innovative solutions in the form of self-checkouts should also focus their efforts on proper queue management for both self-service and traditional checkouts. Long waiting times in checkout queues have a negative impact on consumers sense of comfort with their purchases. The convenience of the purchaser during the sales process is crucial to their positive feelings and ability to build a relationship with a particular FMCG retailer.

By choosing self-checkouts, consumers reduce the need to interact with in-store personnel, which, during the SARS-CoV-2 pandemic, is key to reducing the risk of infection for both customer and staff. At the same time, purchasers can be confident that they have bought exactly what they expected, minimising the possibility of an employee making the mistake of scanning a single product twice. Combining the perspectives of businesses and consumers, an important element is the increased relevance of the factor of purchasers' knowledge in the use of self-checkouts, creating opportunities for mutual benefits.

Due to the complexity of the phenomenon and the number of factors influencing the final outcome of the study, a sufficiently large amount of data is required to be able to analyse the processes occurring in this area with much greater accuracy. It is important to continue research efforts in the future to evaluate self-checkout technology both from a consumer and a business perspective..

References

- Beatson A., Lee N., Coote L., 2007: Self-service technology and the service encounter, *The Service Industries Journal* 27, 75–89.
- Beyer K., 2012: Kapitał intelektualny jako podstawa przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstw, *Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania* 25, 241–254.
- Bulmer S., Elms J., Moore S., 2018: Exploring the adoption of self-service checkouts and the associated social obligations of shopping practices, *Journal of Retailing and Consumer Services* 42, 107–116.
- Ciechomski W., 2010: Evolution of food retail trade in Poland, *Problemy Rolnictwa Światowego* 10(25), 3, 5–11.
- Collier J.E., Moore R.S., Horky A., Moore M.L., 2015: Why the little things matter: Exploring situational influences on customers' self-service technology decisions, *Journal of Business Research* 68, 3, 703–710.
- Djelassi S., Diallo M-F., Zielke S., 2018: How self-service technology experience evaluation affects waiting time and customer satisfaction? A moderated mediation model, *Decision Support Systems* 111, 38–47.
- dlahandlu.pl, 2020: Kto króluje na polskim rynku handlu? Analiza przychodów i liczby sklepów [electronic source] <https://www.dlahandlu.pl/detal-hurt/wiadomosci/kto-kroluje-na-polskim-rynku-handlu-analiza-przychodow-i-liczby-sklepow,91664.html> [access: 15.02.2021].
- Fernandes T., Pedroso R., 2017: The effect of self-checkout quality on customer satisfaction and repatronage in a retail context, *Service Business* 11, 69–92.
- Godlewska-Majkowska H., Skrzypek E., Płonka M., 2016: *Przewaga konkurencyjna w przedsiębiorstwie sektor-wiedza-przestrzeń*, Texter, Warszawa.
- Hamel G., Prahalad C.K., 1990: The Core Competence of the Corporation, *Harvard Business Review* 5(6), 275–292.

- Hassan H., Sade A.B., Rahman S.M., 2014: Self-service Technology for Hypermarket Checkout Stations, *Asian Social Science* 10, 1, 61–65.
- Hsieh C.-T., 2005: Implementing Self-Service Technology To Gain Competitive Advantages, *Communications of the IIMA* 5, 77–83.
- Inków M., 2020: Zdolność innowacyjna w osiągnięciu przewagi konkurencyjnej organizacji, [in:] *Innowacje i marketing we współczesnych organizacjach – wybrane zagadnienia*, L. Bohdanowicz, P. Dziurski (red.), Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Johnson V.L., Kiser A., Woolridge R.W., 2020: Factors Affecting Coproduction Resentment within a Self-checkout Environment, *Journal of Computer Information Systems* 61, 529–538.
- Kokot-Stepień P., 2017: Zarządzanie innowacjami jako źródło konkurencyjności małych i średnich przedsiębiorstw, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie* 114, 221–230.
- Kondej A., Transformacja handlu detalicznego Fast Moving Consumer Goods (FMCG) w Polsce po 1989 roku, *Annales. Ethics in Economic Life* 2019, vol. 22, No. 1
- Kubacka D., 2006: Charakterystyka sklepów typu convenience na tle rynku amerykańskiego, *Zeszyty naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie* 694, 147–161.
- Kuźniarska A., 2018: Pozacenowe czynniki konkurencyjności sieci handlowych na podstawie oceny ich pracowników, *Przedsiębiorczość i zarządzanie* 19, 9, 221–236.
- Lahovnik M., Breznik L., 2013: Innovation management and technological capabilities as a source of competitive advantage, *Active Citizenship by Knowledge Management & Innovation Proceedings of the Management, Knowledge and Learning International Conference, Zadar, Croatia*.
- Lahovnik M., Breznik L., 2014: Technological innovation capabilities as a source of competitive advantage: a case study from the home appliance industry, *Transformations in Business & Economics* 13, 2(32), 144–160.
- Lee H., Leonas K.K., Millennials' Intention to Use Self-Checkout Technology in Different Fashion Retail Formats: Perceived Benefits and Risks, *Clothing and Textiles Research Journal* 39(4), 0887302X2092657.
- Liczmańska K., Znaczenie silnej marki w budowaniu relacji z klientami na przykładzie sektora FMCG, *Studia ekonomiczne regionu łódzkiego* 24, 379–388.
- Matic K., Petljak K., Stulec I., 2019: Adoption of self-checkouts in fast moving consumer goods purchase among young consumers in Croatia, *Ekonomski Pregled* 70, 2, 301–339.
- Momot R., Wróbel M., Izdebski M., 2016: Rynek detalicznego handlu spożywczego w Polsce, *Fundacja Republikańska, Warszawa*.
- Orel F.D., Kara A., 2014: Supermarket self-checkout service quality, customer satisfaction, and loyalty: Empirical evidence from an emerging market, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 21, 2, 118–129.
- Pałucha K., 2014: Wykorzystanie zarządzania wiedzą w procesach innowacji, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie* 70, 357–370.
- Pałucha K., 2015: Wdrażanie innowacji w obszarze organizacji i zarządzania elementem wpływającym na wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw, *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie* 78, 353–366.
- Polska Izba Handlu, 2016: Analiza PIH: Jak podatek od dyskontów i hipermarketów może wzmocnić właścicieli polskich sklepów? [electronic source] http://www.pih.org.pl/images/analiza_pih-polski_rynek_handlu_pih_5.01.16.pdf [access:15.02.2021].
- Porter M., 2001: *Porter o konkurencyjności*, PWN, Warszawa.
- Sharma P., Ueno A., Kingshott R., 2021: Self-service technology in supermarkets – Do frontline staff still matter?, *Journal of Retailing and Consumer Services* 59, 102356.
- Shim H.S., Han S.L., Ha J., 2021: The Effects of Consumer Readiness on the Adoption of Self-Service Technology: Moderating Effects of Consumer Traits and Situational Factors, *Sustainability* 13, 1, 95.
- Sławińska M., 2011: Innowacje w handlu detalicznym jako czynnik konkurencyjności przedsiębiorstw, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu* 184, 31–45.
- Sławińska M., 2016: *Handel we współczesnej gospodarce. Nowe wyzwania*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu – monografia naukowa, Poznań.
- Sołoducho-Pelc L., 2017: Źródła i trwałość przewagi konkurencyjnej, *Handel Wewnętrzny* 3(368), 60–71.
- Stankiewicz B., Prochorowicz M., 2016: Problematyka konkurencyjności przedsiębiorstw – wybrane aspekty teorii, *Europa Regionum* 27, 175–186.
- Urbancová H., 2013: Competitive Advantage Achievement through Innovation and Knowledge, *Journal of Competitiveness* 5(1) 82–96.
- Walczak W., 2010: Analiza czynników wpływających na konkurencyjność przedsiębiorstw, *E-mentor* 5(37), 5–12.
- Włodarczyk T., 2013: Źródła przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa – aktualny stan dyskusji, *Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź*.

Joanna Domagała¹✉, Anton Rymsha

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Organizacja przewozu towarów niebezpiecznych w opinii kierowców z Polski i Białorusi

Organization of the transport of dangerous goods in the opinion of drivers from Poland and Belarus

Synopsis. Celem artykułu była ocena organizacji transportu towarów niebezpiecznych w Polsce i na Białorusi. W ramach badań empirycznych przeprowadzono kwestionariusz ankiety w celu rozpoznania opinii kierowców polskich i białoruskich na temat zagrożeń występujących w przewozie towarów niebezpiecznych, naruszeń przepisów podczas transportu oraz możliwości poprawy bezpieczeństwa tego transportu. Wyniki badań potwierdziły, że kierowcy transportujący towary niebezpieczne w Polsce i na Białorusi nie zawsze stosują się do obowiązujących przepisów prawa, a ich pośpiech i nieuwaga są najczęstszą przyczyną wypadków.

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

Abstract. The aim of the article was to evaluate the organization of the transport of dangerous goods in Poland and Belarus. As part of the empirical research, a questionnaire was carried out to identify the opinions of Polish and Belarusian drivers on the risks in the transport of dangerous goods, violations of regulations during transport and the possibility of improving the safety of this transport. The results of the research confirmed that drivers transporting dangerous goods in Poland and Belarus don't always comply with the applicable provisions of law, and their haste and inattention are often the cause of accidents.

Key words: road transport, dangerous goods, accidents, ADR agreement

JEL codes: L65, L91, L92

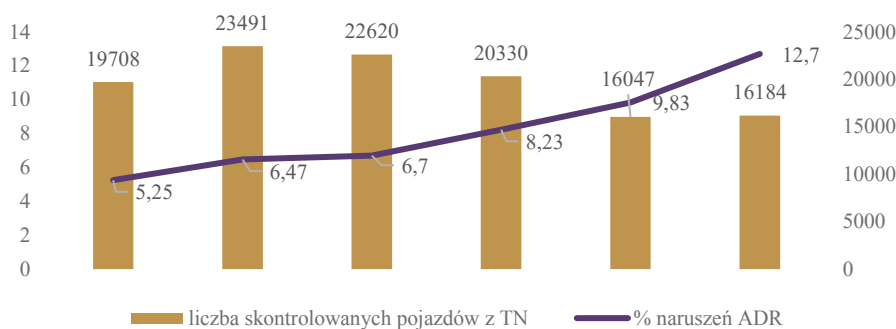
Wprowadzenie

Transport materiałów niebezpiecznych w Polsce stanowi około 10–15% ogólnej wielkości przewozów [Salomon 2014]. Przewóz towarów niebezpiecznych ze względu na posiadane przez wyroby właściwości fizykochemiczne i biologiczne stanowi zagrożenie zarówno dla ludzi, jak i dla środowiska naturalnego, dlatego jego organizacja wymaga specjalistycznej wiedzy od wszystkich uczestników procesu [Różycki 2012, Baran i Kuczyński 2016]. W celu zwiększenia bezpieczeństwa transportu ładunków niebezpiecznych istnieją międzynarodowe

✉ Joanna Domagała – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów;
e-mail: joanna_domagala@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-9801-4344>

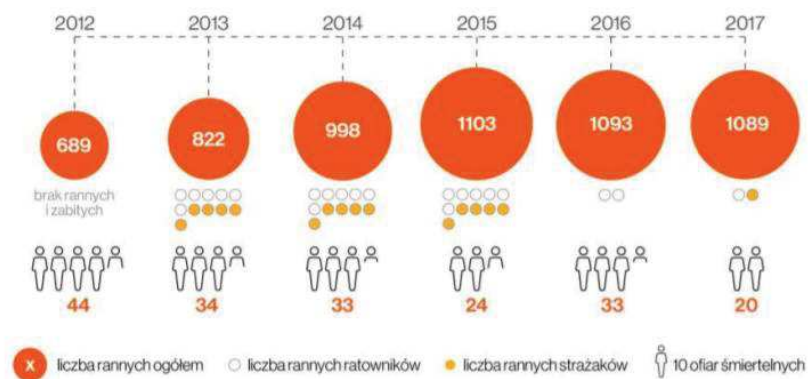
i krajowe przepisy prawne, z których najważniejszym jest umowa dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych – ADR [Kizyn 2011]. Mimo licznych uregulowań przewozu towarów niebezpiecznych zdarza się wiele wypadków i awarii, dlatego kolejnym narzędziem poprawiającym bezpieczeństwo są kontrole tego transportu przez odpowiednie instytucje [Pusty 2009]. W 2017 roku skontrolowano ponad 16 tysięcy pojazdów z towarami niebezpiecznymi, z czego w 13% stwierdzono naruszenia przepisów umowy ADR. W latach 2012–2017 liczba ujawnionych naruszeń umowy ADR przez przewoźników wzrosła ponad dwukrotnie (rysunek 1) [NIK 2018]. Rocznie Państwowa Straż Pożarna (PSP) likwidowała skutki zdarzeń (wycieki, kolizje itd.) z udziałem ok. 500 różnych materiałów, a 30% wszystkich zdarzeń dotyczyło substancji szczególnie groźnych. Od 2012 do 2017 roku miały miejsce 8592 zdarzenia z udziałem towarów niebezpiecznych. Podczas interwencji zaangażowanych było łącznie 82,4 tysięcy strażaków z PSP i Ochotniczej Straży Pożarnej (OSP) oraz 20,4 tysięcy pojazdów ratowniczych [NIK 2018].

Skutkami wypadków z towarami niebezpiecznymi jest skażenie i degradacja środowiska, zniszczenie mienia, a także uszczerbek na zdrowiu lub śmierć uczestników zdarzenia. W latach 2012–2017 odnotowano prawie 6 tysięcy ofiar, w tym 188 ofiar śmiertelnych [NIK 2018] – rysunek 2.



Rysunek 1. Kontrole drogowe pojazdów przewożących TN z ujawnionymi naruszeniami umowy ADR
Figure 1. Road checks of vehicles transporting DG with disclosed violations of the ADR agreement

Źródło: [NIK 2018].



Rysunek 2. Ofiary w zdarzeniach z udziałem pojazdów przewożących towary niebezpieczne

Figure 2. Victims in incidents involving vehicles carrying dangerous goods

Źródło: [NIK 2018].

Od 2012 do 2017 roku inspektorzy ITD ujawnili podczas kontroli drogowych ponad 21 tysięcy naruszeń, z których 35,5% stanowiły naruszenia popełnione już podczas przygotowania ładunku do wysyłki, 3032 naruszenia dotyczyły braków w wyposażeniu pojazdów, 1080 dotyczyły nieprawidłowego oznakowania przesyłki, a 1314 nieprawidłowości w dokumentach przewozowych – tabela 1.

Tabela 1. Główne naruszenia umowy ADR ujawnione przez ITD w latach 2012–2017

Table 1. Main violations of the ADR agreement disclosed by ITD in 2012–2017

Naruszenia umowy ADR ujawnione podczas kontroli przewozu towarów niebezpiecznych	Liczba stwierdzonych naruszeń
Wyposażenie pojazdu	3032
Dokument przewozowy	1314
Instrukcje pisemne zgodnie z ADR	1108
Oznakowanie	1080
Jednostka transportowa, kontener lub cysterna	648
Załadunek i zamocowanie ładunku	285
Zaświadczenie ADR kierowcy	216
Świadectwo dopuszczenia pojazdu	214
Szczelność jednostek ładunkowych	103
Opakowanie	96

Źródło: [NIK 2018].

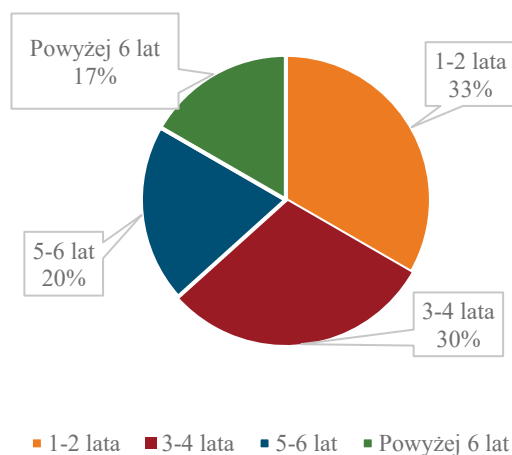
Mając na uwadze, że z roku na rok wzrasta ilość przewożonych towarów niebezpiecznych, a skutki wypadków związane z tym transportem mają poważne konsekwencje dla środowiska naturalnego i ludzi, w ramach niniejszych badań podjęto próbę porównania organizacji przewozu towarów niebezpiecznych w Polsce i na Białorusi na podstawie opinii kierowców transportujących towary ADR. Główną uwagę skupiona na naruszeniach przepisów ADR, przyczynach takiej sytuacji i możliwych sposobach poprawy poziomu bezpieczeństwa.

Metodyka badań

W ramach metod gromadzenia materiałów źródłowych zastosowano metodę kwestionariusza ankiety oraz metodę dokumentacyjną – wykorzystano informacje zgromadzone wcześniej do innych celów i utrwalone w formie dokumentów w tym m.in. raport NIK dotyczący realizacji przez organy państwa i samorządu terytorialnego zadań w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych. Do prezentacji wyników badań zastosowano metodę opisową, tabelaryczną i graficzną.

Badanie ankietowe przeprowadzono w formie elektronicznej, w języku polskim i rosyjskim w okresie od marca do kwietnia 2021 roku. Kwestionariusz ankiety został skierowany do polskich i białoruskich kierowców przewożących towary niebezpieczne. Celem przeprowadzonych badań było porównanie uwarunkowań transportu towarów niebezpiecznych w Polsce i na Białorusi. Postanowiono określić m.in. jakie naruszenia przepisów prawnych występują najczęściej w przewozie towarów niebezpiecznych, jak do pracy przygotowani są kierowcy i czy prawidłowo są wyposażone pojazdy transportujące ADR.

W badaniu wzięło udział 30 kierowców z Polski oraz 30 kierowców z Białorusi. W tym 27 mężczyzn i 3 kobiety z Polski oraz 30 mężczyzn z Białorusi. W ramach ankietowanych z Polski najliczniejszą grupę stanowiły osoby w wieku 26–45 lat (54% badanych). Grupa wiekowa od 36 do 45 lat stanowiła 20% ogółu badanych. Znacznie mniej badanych było w wieku 18–25 lat oraz powyżej 45 lat. W ramach respondentów z Białorusi najliczniejsza grupa to również osoby w wieku 26–45 lat, które stanowiły 43% ogółu badanych. Grupa wiekowa od 36 do 45 lat stanowiła 30% badanych. Z kolei 10% ankietowanych należało do grupy wiekowej 18–25 lat.



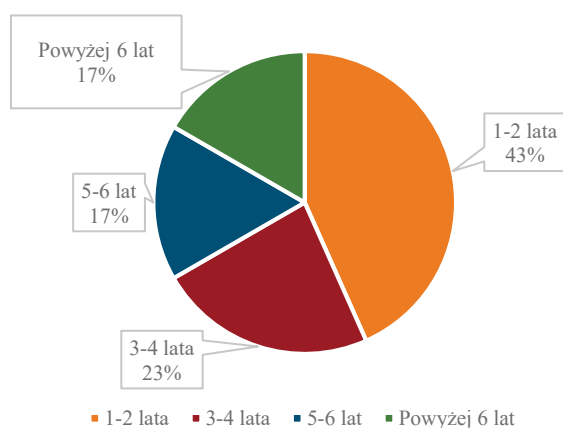
Rysunek 3. Struktura respondentów według stażu pracy jako kierowca (Polska)

Figure 3. Structure of respondents by seniority as a driver (Poland)

Źródło: badania własne.

Jedna trzecia (33%) respondentów z Polski miała 1–2 letni staż pracy jako kierowca ADR, 30% respondentów miało 3–4 letni staż pracy, najmniej respondentów (17%) miało staż pracy wynoszący więcej niż 6 lat (rysunek 3). Większość (43%) respondentów z Białorusi miało 1–2 letni staż, a grupy ze stażem pracy 5–6 lat oraz powyżej 6 lat stanowiły odpowiednio 17% każda (rysunek 4).

Półowa wszystkich respondentów z Polski miała wykształcenie zawodowe, 33,3% średnie oraz 16,7% wyższe. Ponad połowa (56%) respondentów z Białorusi miała wykształcenie zawodowe, 23% wyższe oraz 20% średnie. Żaden z respondentów nie wskazał na wykształcenie podstawowe.



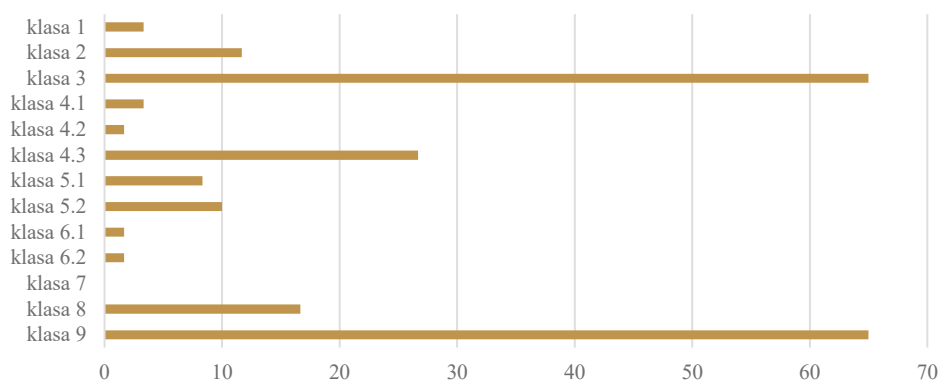
Rysunek 4. Struktura respondentów według stażu pracy jako kierowca (Białoruś)

Figure 4. Structure of respondents by seniority as a driver (Belarus)

Źródło: badania własne.

Wyniki badań

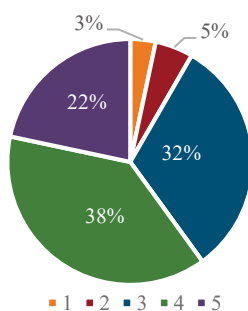
Ankietowani kierowcy wskazali, że najczęściej transportują materiały klasy 3 oraz 9, czyli materiały ciekłe zapalne oraz różne materiały i przedmioty niebezpieczne (39 wskazań) – rysunek 5. Na najczęstszy przewóz materiałów klasy 4.3, czyli materiałów wytwarzających w zetknięciu z wodą gazy palne wskazało 16 respondentów. Nikt z ankietowanych z kolei nie transportował materiałów klasy 7, czyli materiałów promieniotwórczych.



Rysunek 5. Najczęściej transportowana klasa towarów niebezpiecznych przez badanych kierowców
Figure 5. The most frequently transported class of dangerous goods by the surveyed drivers

Źródło: badania własne.

Na początku badania poproszono respondentów o ocenę swojej wiedzy i znajomości przepisów prawa dotyczących przewozu towarów niebezpiecznych. Oceny dokonano w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznaczało znam bardzo słabo przepisy ADR, a 5 – znam bardzo dobrze. Niecała 1/4 ankietowanych (22%) oceniła swoją wiedzę z zakresu ADR jako bardzo dobrą. Najwięcej badanych (38%) oceniło swoją wiedzę na 4, podobną grupę (32%) stanowili respondenci, którzy ocenili swoją wiedzę na 3 (rysunek 6). Można zatem uznać, że większość kierowców przewożący towary niebezpieczne ocenia swoją znajomość przepisów ADR na dość wysokim i satysfakcjonującym poziomie. Z kolei w przypadku respondentów oceniających swoją wiedzę na poziomie poniżej 3 należałoby rozważyć dodatkowe szkolenia uzupełniające.



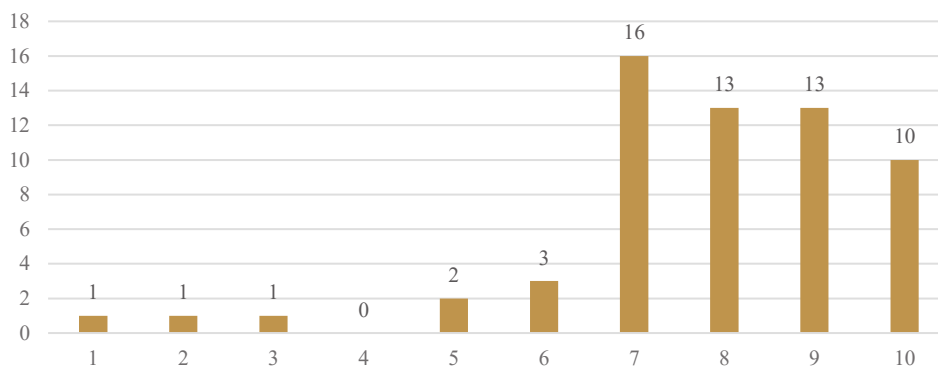
Rysunek 6. Ocena znajomości przepisów prawa w zakresie przewozu towarów niebezpiecznych w opinii respondentów

Figure 6. Assessment of the knowledge of legal provisions on the transport of dangerous goods in the opinion of the respondents

Źródło: badania własne.

Do kierowców, którzy słabo ocenili swoją znajomość przepisów prawa ADR skierowano dodatkowe pytanie wyjaśniające dlaczego tak nisko oceniają poziom swojej wiedzy. Zdecydowana większość ankietowanych (54%) zaznaczyła odpowiedź „przepisów jest za dużo”, 18% ankietowanych uważa, że przepisy są zbyt skomplikowane, a odpowiedzi „przepisy są niezrozumiałe” oraz „za szybko się zmieniają” wybrało po 9% osób. W tym pytaniu respondenci mieli także możliwość wskazania innych powodów. Skorzystało z niej 3 respondentów, którzy wskazali, że główna przyczyna to lenistwo lub niska jakość szkoleń.

W następnym pytaniu ankietowani oceniali bezpieczeństwo przeprowadzanych operacji załadunku, transportu i rozładunku towarów niebezpiecznych w skali od 1 do 10, gdzie 1 to bardzo niebezpieczne, a 10 zdecydowanie bezpieczne. Zdecydowana większość ankietowanych (87%) oceniła bezpieczeństwo procesu załadunku, transportu i rozładunku towarów niebezpiecznych w przedziale od 7 do 10, czyli jako bezpieczne (rysunek 7). Należy jednak zwrócić uwagę na to, iż byli również tacy kierowcy z Polski którzy ocenili bezpieczeństwo operacji transportu na poziomie od 1 do 3.

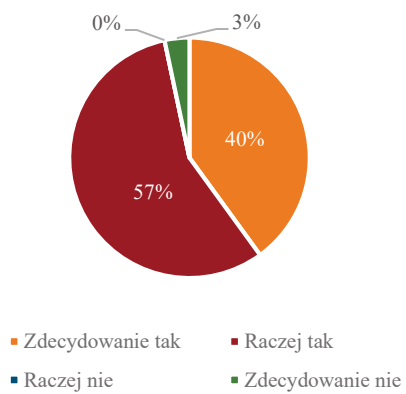


Rysunek 7. Bezpieczeństwo przeprowadzanych operacji załadunku, transportu i rozładunku towarów niebezpiecznych (w skali od 1 do 10)

Figure 7. Safety of the performed operations of loading, transporting and unloading dangerous goods (on a scale from 1 to 10)

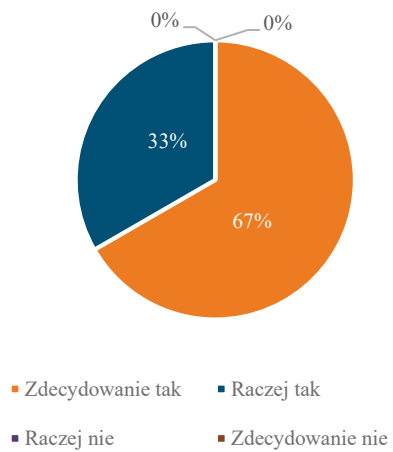
Źródło: badania własne.

W kolejnym etapie badań ankietowani zostali zapytani czy przestrzegają przepisów prawa w trakcie przewozu materiałów niebezpiecznych. Na odpowiedź „zdecydowanie tak”, wskazało 40% respondentów z Polski, a 57% „raczej tak”. Jeden z ankietowanych natomiast wybrał odpowiedź „zdecydowanie nie”, a jako powód takiej sytuacji podał, że przepisy zbyt szybko się zmieniają (rysunek 8). Wśród ankietowanych z Białorusi 67% zaznaczyło, że zdecydowanie przestrzega przepisów prawa, a 33% wybrało odpowiedź „raczej tak” (rysunek 9).



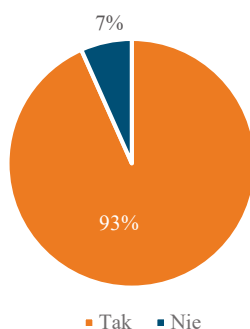
Rysunek 8. Przestrzeganie przepisów prawa przez kierowców (Polska)
Figure 8. Compliance with the law by drivers (Poland)

Źródło: badania własne.

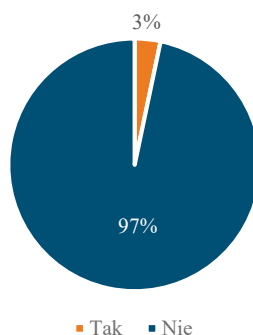


Rysunek 9. Przestrzeganie przepisów prawa przez kierowców (Białoruś)
Figure 9. Compliance with the law by drivers (Belarus)

Źródło: badania własne. Następnie zapytano kierowców, czy mają świadomość jakie zagrożenia występują w transporcie materiałów niebezpiecznych i jakie mogą być ich konsekwencje. Zdecydowana większość ankietowanych (93%) zaznaczyła odpowiedź, że ma świadomość zagrożeń stwarzanych przez towary niebezpieczne, a 4 kierowców (7%) wybrało odpowiedź „nie” (rysunek 10).



Rysunek 10. Świadomość występujących zagrożeń w transporcie materiałów niebezpiecznych
Figure 10. Awareness of the hazards involved in the transport of hazardous materials
Źródło: badania własne.

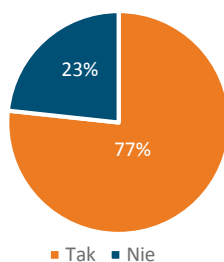


Rysunek 11. Udział respondentów w sytuacji niebezpiecznej związanej z transportem towarów niebezpiecznych
Figure 11. Share of respondents in a dangerous situation related to the transport of dangerous goods
Źródło: badania własne.

W kolejnym pytaniu poproszono ankietowanych o wskazanie, czy brali udział w sytuacji niebezpiecznej związanej z transportem towarów niebezpiecznych. Większość respondentów (97%) nie brało udziału w takich sytuacjach, z kolei 1 ankietowany z Białorusi i 1 z Polski wskazali, że uczestniczyli w sytuacji niebezpiecznej (rysunek 11). Ankietowany z Polski wskazał, że był to wypadek samochodowy spowodowany wtargnięciem na jezdnię dzikiego zwierzęcia.

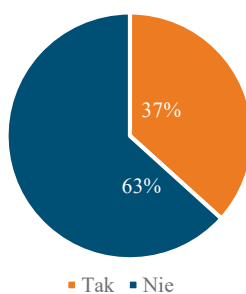
Ankietowanych poproszono także o wskazane ich zadaniem najczęstszych przyczyn wypadków z towarami niebezpiecznymi. Najwięcej badanych (ponad 50%) zaznaczyło pośpiech, następnie wskazano na nieuwagę, awarię oprzyrządowania lub pojazdu, nieszczelność instalacji oraz niestosowanie się do przepisów.

Jednym z dokumentów wymaganych podczas transportu towarów niebezpiecznych jest instrukcja pisemna – wskazująca jak postępować w sytuacji niebezpiecznej z udziałem towarów ADR. Większość respondentów (90%) wskazało, że ma takie instrukcje podczas przewozu, a 10%, że nie ma takich instrukcji. Dodatkowo w każdym samochodzie transportującym towary niebezpieczne powinno znajdować się wyposażenie awaryjne zawierające m.in.: klin pod koła, dwa stojące znaki ostrzegawcze, przenośne urządzenie oświetleniowe, gaśnice itd. Tylko 10% ankietowanych zawsze sprawdza, czy w aucie znajduje się wymagane wyposażenie awaryjne, 28% ankietowanych robi to często, 22% rzadko i 5% kierowców nigdy tego nie sprawdza. Aż 3/4 respondentów z Polski wskazało także, że ma umiejętności posługiwania się wyposażeniem awaryjnym, z kolei w grupie respondentów z Białorusi na takie umiejętności wskazało jedynie 37% ankietowanych (rysunki 12 i 13).



Rysunek 12. Posiadanie umiejętności posługiwania się wyposażeniem awaryjnym (Polska)
Figure 12. Ability to use emergency equipment (Poland)

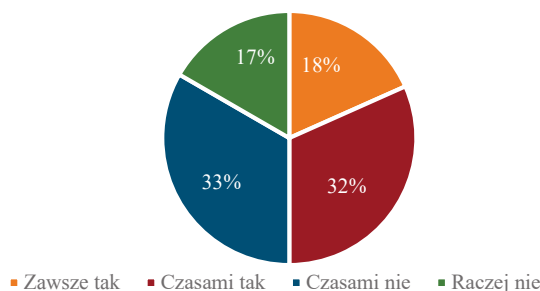
Źródło: badania własne.



Rysunek 13. Posiadanie umiejętności posługiwania się wyposażeniem awaryjnym (Białoruś)
Figure 13. Ability to use emergency equipment (Belarus)

Źródło : badania własne.

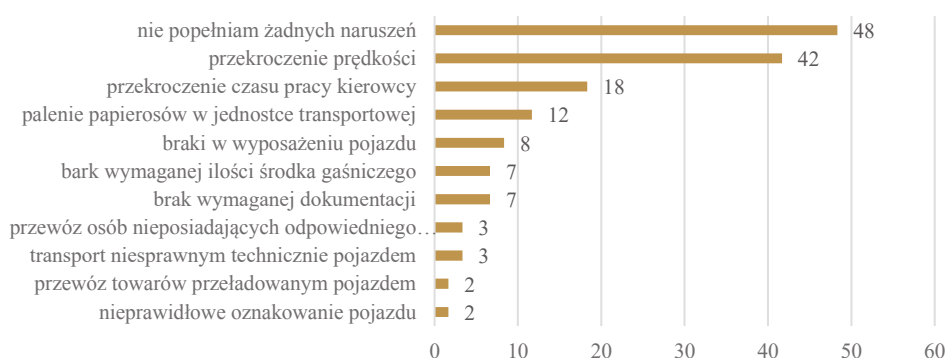
Postój pojazdów z materiałami niebezpiecznymi powinien odbywać się w miejscach do tego wyznaczonych. Tylko 18% ankietowanych wskazało, że postój zawsze odbywa się w odpowiednich miejscach. Połowa badanych kierowców stwierdziła, że nie zawsze postój pojazdów odbywa się na właściwych parkingach (rysunek 14).



Rysunek 14. Postój pojazdu z materiałami niebezpiecznymi w miejscach dla tego wyznaczonych
Figure 14. Parking of the vehicle with hazardous materials in designated areas

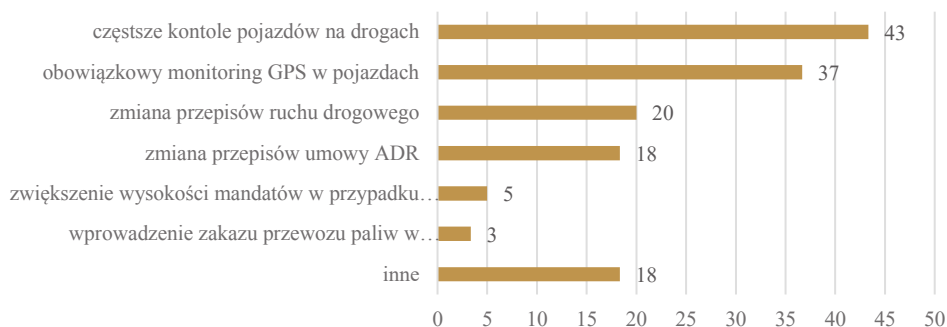
Źródło: badania własne.

Ostatnie pytania kwestionariusza ankiety dotyczyły naruszeń przepisów w przewozie drogowym towarów niebezpiecznych oraz możliwych sposobów poprawy bezpieczeństwa. Po pierwsze ankietowani wskazali jakie naruszenia przepisów w zakresie załadunku, przewozu i rozładunku towarów niebezpiecznych zdarza się im popełniać (rysunek 15). Wśród najczęściej popełnianych przez kierowców naruszeń znalazły się: przekroczenie prędkości (41% wskazań), przekraczanie czasu pracy kierowcy (18%), palenie papierosów w jednostce transportowej lub podczas załadunku i rozładunku paliw w pobliżu pojazdu (11%). Najrzadziej popełnianym przez kierowców naruszeniem było przewożenie towarów niebezpiecznych przeładowanym samochodem oraz nieprawidłowe oznakowanie pojazdu. Warto jednak podkreślić, że większość ankietowanych wskazała, że nie popełnia żadnych naruszeń (47%).



Rysunek 15. Naruszenia popełniane przez kierowców towarów niebezpiecznych (liczba wskazań)
Figure 15. Infringements committed by drivers of dangerous goods (number of responses)

Źródło: badania własne.



Rysunek 16. Propozycje zwiększenia bezpieczeństwa transportu materiałów niebezpiecznych (liczba wskazań)
Figure 16. Proposals for increasing the safety of transporting hazardous materials (number of indications)

Źródło: badania własne

W ostatnim pytaniu ankiety kierowcy wskazali jak ich zdaniem można zwiększyć bezpieczeństwo transportu materiałów niebezpiecznych. Podane propozycje dotyczyły między innymi wzrostu częstotliwości kontroli na drogach (43% wskazań), obowiązkowego monitoringu GPS w pojazdach (37% wskazań), zmian przepisów w ruchu drogowym (20%) oraz zmian przepisów w umowie ADR (18%) (rysunek 16).

Podsumowanie

Transport drogowy towarów niebezpiecznych stwarza szereg wiele, dlatego wymaga odpowiednich regulacji prawnych, jak i kontroli. Jak wynika z przeprowadzonych badań najczęstszą przyczyną sytuacji niebezpiecznych obok awarii technicznych pojazdów i oprzyrządowania jest czynnik ludzki. Kierowcy transportujący towary niebezpieczne w Polsce i na Białorusi nie zawsze stosują się do obowiązujących przepisów prawa, a ich pośpiech i nieuwaga często są przyczyną wypadków. Ponadto badani kierowcy nie zawsze kontrolują czy mają niezbędne wyposażenie awaryjne w pojeździe, a jeśli nawet mają to nie zawsze potrafią je prawidłowo użyć.

Na poprawę bezpieczeństwa transportu towarów niebezpiecznych w Polsce i na Białorusi mogłyby by wpłynąć: częstsze kontrole na drogach, zwiększenie ilości obowiązkowych szkoleń dla kierowców, wyposażenie pojazdów w monitoring oraz budowa specjalnych parkingów dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne.

Bibliografia

- Baran J., Kuczyński D., 2016: Bezpieczeństwo transportu drogowego paliw płynnych w opinii kierowców, *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1(4), 5–15.
- Kizyn M., 2011: *Poradnik przechowywania substancji niebezpiecznych zgodnie z wytycznymi unijnymi REACH i CLP*, Biblioteka Logistyka, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań.
- NIK, 2018: *Realizacja przez organy państwa i samorządu terytorialnego zadań w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych*, Warszawa.

Organizacja przewozu towarów niebezpiecznych...

- Pusty T., 2009: Przewóz towarów niebezpiecznych. Poradnik kierowcy, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Różycki M., 2012: Towary niebezpieczne w praktyce. Bezpieczne operacje transportowe towarów niebezpiecznych. Podręcznik praktyka i kierowcy, tom I, Emerpress, Mikołów.
- Salomon A., 2014: Przewóz substancji niebezpiecznych z punktu widzenia wymagań spedycyjno-transportowych, Logistyka 4, 3247–3262.

Łańcuch dostaw i klasyfikacja zapasów surowca drzewnego na przykładzie Nadleśnictwa Głęboki Bród

Supply chain and classification of wood raw material stocks on the example of the Głęboki Bród Forest District

Synopsis. W artykule przedstawiono istotę funkcjonowania łańcucha dostaw i zarządzania zapasami w sektorze leśno-drzewnym w Polsce. Badanym obiektem była celowo dobrana jednostka organizacyjna lasów państwowych położona w rejonie puszczy Augustowskiej. Zdefiniowano metody sterowania zapasami w łańcuchu dostaw oraz usystematyzowano sposoby składowania drewna. Następnie przeprowadzono badania empiryczne w zakresie klasyfikacji zapasów w wybranym nadleśnictwie. Dzięki klasyfikacji zapasów metodą ABC określono, który asortyment przynosi największe przychody oraz wskazano sposoby usprawnienia działalności w obszarze zarządzania zapasami.

Słowa kluczowe: zapasy, surowiec drzewny, metoda ABC, nadleśnictwo

Abstract. The thesis concerned the essence of stock management in forest and timber sector in Poland. The aim was focused on the acquisition and sale of wood raw material in a deliberately selected forest district, located in the region of the Augustow Primeval Forest. Defining the method of stock management in the supply chain, systematizing of wood storage methods. Then, empirical research was carried out on the classification of stocks in a selected forest district. Thanks to the classification of inventories using the ABC method, it was determined which assortment brings the highest revenues and ways to improve the activities in the area of inventory management.

Key words: stock, timber, ABC classification, forest district

JEL codes: L22, L73, Q23

✉ Joanna Domagała – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów;
e-mail: joanna_domagala@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-9801-4344>

✉ Weronika Sztabińska – weronikasztabinska@gmail.com

Wprowadzenie

Gospodarka leśna jest ważną dziedziną przemysłu w wielu krajach. Pod pojęciem gospodarki leśnej należy rozumieć działalność związaną z opieką nad lasem i jego ochroną, użytkowaniem, utrzymaniem i powiększaniem jego zasobów [Korcył i Czajka 2011]. We współczesnej gospodarce coraz bardziej na znaczeniu zyskują aspekty środowiskowe i społeczne. Koncepcja ta ma szczególne znaczenie także w odniesieniu do sektora leśno-drzewnego, w którym konieczne jest harmonijne łączenie funkcji produkcyjnych lasów i zadań pozaprodukcyjnych, jakie lasy spełniają wobec społeczeństwa [Ratajczak 2014]. Lasy są nie tylko źródłem odnawialnego surowca, ale wpływają na jakość życia ludzi. Pełnią funkcje ochronne wobec zmian klimatu, są miejscem odpoczynku i rekreacji oraz kreują liczne miejsca pracy.

Polskie leśnictwo zajmuje w Europie wiodącą pozycję pod względem zasobności lasów oraz zrównoważonego użytkowania i racjonalnego zarządzania nimi. Znaczenie sektora leśno-drzewnego w gospodarce narodowej Polski jest wyraźnie większe niż średnio w Unii Europejskiej, chociaż stosunkowo mała jest społeczna świadomość tego faktu. Polskie leśnictwo i powiązany z nim sektor drzewny kreują większą produkcję globalną niż produkcja produktów rafinacji ropy naftowej [Ratajczak 2014]. Lasy państwowe zajmują pozycję monopolisty na rynku drewna w Polsce. W 2019 roku z lasów, należących do mienia Skarbu Państwa, pozyskano ponad 38 miliona m³ surowca drzewnego [GUS 2020]. Drewno można nabyć drogą kupna na kilka sposobów – poprzez sprzedaż ofertową, systemowe aukcje internetowe, negocjacje w nadleśnictwie oraz bezpośrednio na podstawie cennika sprzedaży detalicznej w kancelarii leśnictwa. Zasady ustalania cen określa Dyrektor Generalny Lasów Państwowych.

Nieodłącznym elementem funkcjonowania łańcucha dostaw surowca drzewnego jest zjawisko tworzenia zapasów. Z punktu widzenia zarządzających lasami produkcja leśna w tym tworzenie i składowanie odpowiedniej ilości surowca drzewnego musi być właściwie zorganizowane i dostosowane do potrzeb rynku. Celem niniejszego artykułu było przedstawienie funkcjonowania łańcucha dostaw surowca drzewnego oraz sposobów składowania drewna, a także przeprowadzenie klasyfikacji drewna przy zastosowaniu analizy ABC w wybranym nadleśnictwie lasów państwowych.

Metody badawcze

Obiekt badawczy został dobrany w sposób celowy. Analizie poddano jednostkę organizacyjną lasów państwowych – Nadleśnictwo Głęboki Bród. Badane nadleśnictwo powstało w 1972 roku i położone jest w północno-wschodniej Polsce, w obrębie puszczy Augustowskiej. W 1988 roku, w wyniku powstania Wigierskiego Parku Narodowego, stało się najmniejszym nadleśnictwem wchodzącym w skład Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku. Na podstawie danych z Nadleśnictwa Głęboki Bród dokonano analizy łańcucha dostaw i klasyfikacji zapasów surowca drzewnego. Okres badań obejmuje lata 2016–2020.

W ramach metod gromadzenia materiałów źródłowych zastosowano metodę dokumentacyjną – wykorzystano informacje zgromadzone wcześniej do innych celów i utrwalone

w formie dokumentów w tym itp. sprawozdania finansowo-gospodarcze PGL LP, dokumenty księgowe i magazynowe z systemu informatycznego lasów państwowych badanego nadleśnictwa. Zastosowano także metodę kwestionariusza wywiadu – przygotowano kwestionariusz wywiadu, a następnie przeprowadzono wywiad ze specjalistą służby leśnej itp. użytkownika lasu i marketingu, badanej jednostki administracyjnej. W ramach metod przetwarzania danych zastosowano analizę ABC – do klasyfikacji zapasów surowca drzewnego. Do prezentacji wyników badań zastosowano metodę opisową, tabelaryczną i graficzną

Wyniki badań

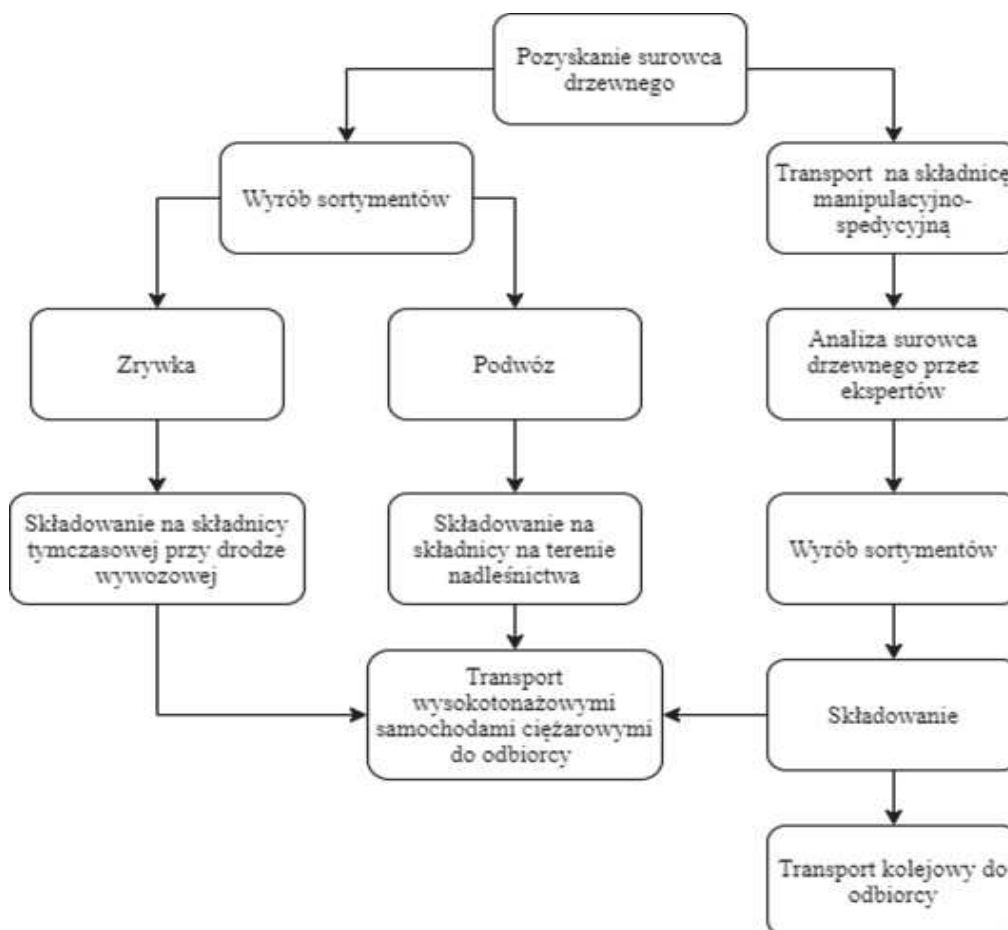
Funkcjonowanie łańcucha dostaw surowca drzewnego

Rynek surowca drzewnego funkcjonuje w ramach określonych regulacji itp. realizacja procesów produkcyjnych powinna zawierać się w ustalonym planie urządzenia lasu oraz być dostosowana do popytu na drewno. Tworzenie zapasów surowca drzewnego jest możliwe w celu zapewnienia systematyczności dostaw, jednak wszelka działalność w tym zakresie musi być uzasadniona finansowo [Laurow 1999]. W łańcuchu dostaw lasy państwowe (LP), a dokładnie nadleśnictwa, należą do grupy producentów dostarczających swoim odbiorcom surowiec drzewny. Odbiorcami w sektorze leśno-drzewnym są głównie zakłady przemysłu tartaczego, meblarskiego, a także celulozowo-papierniczego. Średnia cena za 1 m³ drewna wynosiła w 2016 roku 191,01 zł, a w 2019 roku 194,24 zł. Można więc stwierdzić, że ceny utrzymują się na stałym poziomie z niewielkimi odchyleniami.

Schemat łańcucha dostaw surowca drzewnego przedstawiono na rysunku 1. W Polsce, tak jak i w większości krajów europejskich, stosuje się głównie system drewna krótkiego, w którym gotowy produkt rynkowy powstaje w miejscu jego pozyskania. Oznacza to, że całość działań obróbczych drewna w poszczególne sortymenty wykonywana jest w jednym miejscu. Metoda ta w polskim leśnictwie z uwagi na dość ubogie zaplecze technologiczne oraz finansowe znalazła najszersze zastosowanie. Po wyrobieniu sortymentów następuje zrywka, czyli ich przemieszczenie z miejsca pozyskania do składnicy tymczasowej przy drodze wywozowej. Do tej czynności wykorzystywane są specjalne samozaładowcze pojazdy, zwane forwarderami. Jeśli z jakiegoś powodu nie jest możliwe składowanie surowca przy drodze wywozowej, jest on transportowany do składnicy znajdującej się na terenie nadleśnictwa najbliższej miejsca pozyskania. W latach 1916–1989 składnice leśne na terenie Nadleśnictwa Głębocki Bród były miejscami załadunku w ramach funkcjonującej i transportującej duże ilości drewna leśnej kolei wąskotorowej. Obecnie infrastruktura leśna jest na bardzo wysokim poziomie, co pozwala na wywóz surowca przy pomocy wysokotonażowych samochodów ciężarowych. Drewno, w zależności od wymaganego sortymentu, składa się na kilka sposobów: w sztukach pojedynczo, w sztukach grupowo, w stosach, w pojemnikach i kontenerach oraz według wagi [Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska 1998] (rysunki 1, 2, 4).

Innym, bardziej optymalnym systemem jest system drewna długiego, który różni się tym, że po ścięciu drewno transportuje się na składnicę manipulacyjno-spedycyjną. Tam na

podstawie wcześniej przeprowadzonej analizy ekspertów wyrabiane są odpowiednie sortymenty.



Rysunek 1. Uproszczony schemat łańcucha dostaw surowca drzewnego
Figure 1. A simplified diagram of the wood raw material supply chain

Źródło: opracowanie własne.

W myśl itp. 14a ustawy o lasach z 1991 roku drewno pozyskane w lasach podlega odcchowaniu przed jego wywozem lub przerobem. W lasach stanowiących własność Skarbu Państwa drewno cechuje się poprzez naniesienie znaku graficznego oraz płytki zawierającej numer (w cyfrach arabskich) sztuki lub stosu drewna w górnym rzędzie i zakodowany na niej 6-cyfrowy numer identyfikacyjny jednostki organizacyjnej LP, z której pochodzi dany surowiec drzewny [Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska 1998]. Rysunek 3 przedstawia odcchowane drewno okrągłe pozyskane na terenie RDLP w Białymstoku (01), w Nadleśnictwie Głęboki Bród (12), na obszarze leśnictwa Chylińki (01). Numery z płytki oraz wymiary

pozyskanego drewna, w sztukach lub stosach, są wprowadzane do rejestratora i na tej podstawie tworzą rejestr odbioru drewna, który później stanie się dokumentem potwierdzającym aktualne stany magazynowe.



Rysunek 1. Drewno WCKG składowane w stosie z legarami w kształcie „kołyski”, mierzone w sztukach grupowo
Figure 1. WCKG wood stored in a pile with cradle-shaped joists, measured in pieces in group

Źródło: fotografia własna.



Rysunek 2. Drewno S2A składowane w stosie z podporami bocznymi
Figure 2. S2A timber stacked with side supports

Źródło: fotografia własna.

Ostatnim etapem łańcucha dostaw surowca drzewnego jest jego transport do odbiorcy. Jest to najbardziej kosztowny i skomplikowany proces. Podstawowym środkiem transportu wykorzystywanym do przewozu drewna okrągłego są wielkotonażowe samochody ciężarowe. Ze składnic manipulacyjno-spedycyjnych możliwe jest zastosowanie transportu kombinowanego lub multimodalnego, z wykorzystaniem infrastruktury kolejowej, a nawet śródlądowej. Obecnie wykorzystanie kolei nie jest już tak powszechne z uwagi na brak wymaganego przez odbiorców odpowiedniego zaplecza technologicznego tj. bocznic kolejowych [Sieniawski i Porter, 2012]. Stąd istnienie składnic manipulacyjno-spedycyjnych stało się nieopłacalne i w wyniku LP zrezygnowały z ich utrzymania.



Rysunek 3. Ocechowany sortyment za pomocą płytki

Figure 3. Marked assortment by means of a plate

Źródło: fotografia własna.



Rysunek 4. Drewno WC0 składowane przy drodze wywozowej, mierzone w sztukach pojedynczo

Figure 4. WC0 wood stored next to the export road, individually measured in pieces

Źródło: fotografia własna

Z racji wykorzystania przez LP międzynarodowej formuły handlu EXW Incoterms 2010 obowiązek załadunku oraz transportu drewna spoczywa na kupującym.

W momencie, gdy zlecona ilość surowca zostanie pozyskana przez ZUL i wpisana do ewidencji przez leśniczego, klient może odebrać swój produkt. Aby transakcja mogła zakończyć się pomyślnie, nabywca otrzymuje dokument wydania drewna w postaci dokumentów

wywozowych. Zakup w przypadku asygnaty potwierdza paragon, a w przypadku kwitu wywozowego faktura VAT. Dopiero po otrzymaniu dowodu zakupu, może on odebrać swój produkt.

Klasyfikacja zapasów surowca drzewnego

Drewno dzieli się na dwie kategorie grubości: grubiznę i drobnicę. Grubiznę tworzy drewno wielkowymiarowe (W), którego średnica górna mierzona bez kory wynosi od 14 cm wzwyż i średniowymiarowe (S) o średnicy mierzony bez kory górnej od 5 cm wzwyż i bez granicy dolnej. Drobnicę stanowi drewno małowymiarowe (M), której średnica dolna bez kory wynosi do 5 cm, a w korze do 7 cm. Oprócz kategorii grubości, wyróżnia się także dwie kategorie długości: długie i krótkie. Drewno długie, inaczej zwane dłużycą, osiąga długość powyżej 6,1 m. Krótkie, dzieli się na kłody o długości od 1 m do 6 m dla kategorii W, wałki o długości od 0,5 m do 6 m dla kategorii S oraz szczapy, o takich samych wymiarach co wałki, ale przyporządkowane do drewna łupanego kategorii S [Zarządzenie nr 51].

Do sklasyfikowania sortymentów wykorzystuje się klasyfikację jakościowo-wymiarową. Polega ona na przypisaniu kategorii jakości do poszczególnych klas wymiarowych drewna. Przykładowo w drewnie wielkowymiarowym można sklasyfikować produkty według kolejności alfabetycznej tj. A, B, C, D, gdzie klasa A oznacza najlepsze parametry jakościowe, a klasa D najmniej korzystne. Głównymi czynnikami przyporządkowującymi drewno do poszczególnych klas jest jego wygląd zewnętrzny, czyli liczba wystających sęków, obecność zgnilizny oraz owadów, ogólna krzywizna drewna, zabarwienia, pęknięcia, a także obecność ciał obcych. Oznaczenia takiego surowca zapisuje się w formie symboli oznaczeń w kolejności sortyment drewna, klasa jakości, przeznaczenie [Zarządzenie nr 86] itp.:

- WA1 – drewno wielkowymiarowe klasa jakości A, specjalne przeznaczenie, inaczej do przerobu na „okleinę”;
- WB1 – drewno wielkowymiarowe klasa jakości B, specjalne przeznaczenie, inaczej do przerobu na „sklejke”;
- WC1 – drewno wielkowymiarowe klasa jakości C, specjalne przeznaczenie, inaczej do przerobu na „słupy”;

Dodatkowymi oznaczeniami drewna wielkowymiarowego oznacza się drewno iglaste kładowane (WK), które podzielone jest ze względu na sposób pomiaru. Może być mierzone pojedynczo (P), w sztukach grupowo (G) oraz w stosach (S). Przykładowe symbole oznaczeń wyglądają następująco [Zarządzenie nr 86]:

- WAKP – drewno w kłodach, klasa jakości A, mierzone w sztukach pojedynczo;
- WBKG – drewno w kłodach, klasa jakości B, mierzone w sztukach grupowo;
- WCKS – drewno w kłodach, klasa jakości C, mierzone w stosach.

W ramach badań empirycznych przeprowadzono klasyfikację zapasów surowca drzewnego w Nadleśnictwie Głęboki Bród. Do przeprowadzenia analizy ABC posłużyły dane historyczne pochodzące ze sprawozdań finansowo-gospodarczych. Analizie poddano czternaście pozycji sortymentowych podlegających sprzedaży detalicznej, jak i sprzedaży w ramach umów do klientów krajowych. Dla każdej pozycji znajdującej się na stanie magazynowym, ustalono średnią wartość arytmetyczną z lat 2016–2020 dotyczącą: liczby w magazynie (m^3), ceny (PLN/m^3), sprzedaży (PLN).

Pierwszym krokiem w ramach analizy ABC było posortowanie asortymentu według wartości sprzedaży w kolejności malejącej. Następnie, obliczono procentowy udział każdej pozycji w całości wartości sprzedaży. Ostatnim etapem było pogrupowanie zapasów w grupy asortymentowe A, B i C według skumulowanej wartości sprzedaży (tabele 1 i 2).

Tabela 1. Analiza ABC według wartości sprzedaży surowca drzewnego w Nadleśnictwie Głęboki Bród
Table 1. ABC analysis according to the value of sales of wood in the Głęboki Bród Forest District

Sortyment	Ilość w magazynie (m ³)	Cena za m ³ (PLN)	Wartość sprzedaży (PLN)	% całości	% skumulowany	Grupa
WCKG	727	250	181 340	25,85	25,85	A
WC0	587	258	151 486	21,60	47,45	A
S2A	776	137	106 242	15,15	62,6	A
S2B	439	195	85 819	12,24	74,84	B
WA0	103	439	45 404	6,47	81,31	B
WB0	97	329	31 933	4,55	85,86	B
S4	311	97	30 021	4,28	90,14	B
WB1	51	399	20 526	2,93	93,07	C
S2AP	148	95	14 115	2,01	95,08	C
WD	57	216	12 268	1,75	96,83	C
WC1	27	311	8 242	1,18	98,01	C
WDKG	38	189	7 121	1,02	99,03	C
S11	23	289	6 598	0,94	99,96	C
S3B	2	116	270	0,04	100,00	C
Suma końcowa	3 386	–	701 384	–	–	–

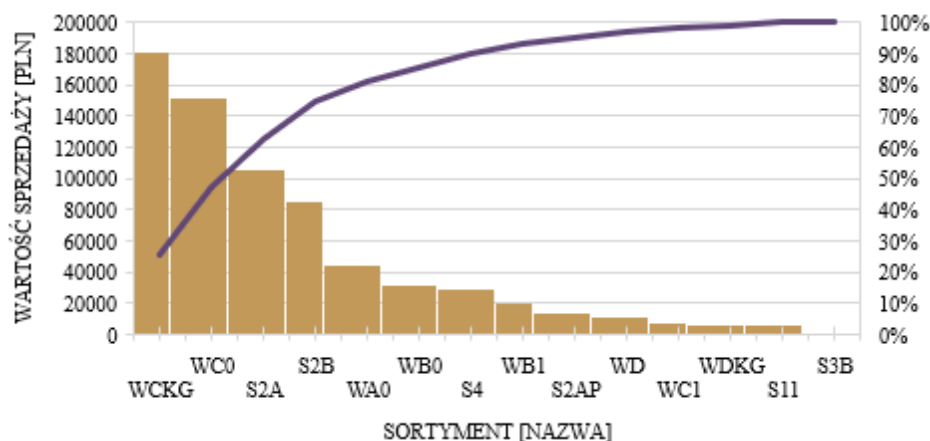
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z SILP Nadleśnictwa Głęboki Bród.

Tabela 2. Podsumowanie klasyfikacji ilościowo-wartościowej zapasów
Table 2. Summary of the quantity and value classification of inventories

Grupa	Liczebność grupy	Udział ilościowy (%)	Wartość (PLN)	Udział wartościowy (%)
A	3	21	439 068	63
B	4	29	193 176	28
C	7	50	69 140	10

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z SILP Nadleśnictwa Głęboki Bród.

Przeprowadzone badania empiryczne potwierdziły założenia zasady Pareto, w której za 60–80% skutków jakiegoś zjawiska odpowiada 20% przyczyn. W ramach przeprowadzonej analizy największe przychody przynosi grupa sortymentów z grupy A, która generuje 63% przychodów przy udziale ilościowym na poziomie 21%. Ponadto, sortymenty z grupy B i C razem tworzą 80% udziału ilościowego. W udziale wartościowym natomiast grupa B odpowiada za 28%, a grupa C za 10% przychodów ze sprzedaży. Dodatkowo, prawidłowość otrzymanych rezultatów potwierdza wykres Pareto-Lorenza przedstawiony na rysunku 2.



Rysunek 2. Wykres Pareto-Lorenza na podstawie analizy ABC zapasów w Nadleśnictwie Głęboki Bród
 Figure 2. Pareto-Lorenz diagram based on the ABC analysis of stocks in the Głęboki Bród Forest District

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z SILP Nadleśnictwa Głęboki Bród.

Przeprowadzona analiza pozwoliła wskazać badanej jednostce nadleśnictwa, które sortymenty stanowią element strategiczny zapasów, a które są mniej znaczące w ramach generowania sprzedaży. W grupie najbardziej znaczących produktów znalazły się sortymenty WCKG, WC0 oraz S2A i to właśnie one wymagają najwięcej uwagi ze strony logistycznej, dotyczącej itp. terminowości produkcji i utrzymania ciągłości dostaw. Produkcja leśna opiera się głównie na zamówieniach złożonych przez klientów z branży drzewnej. Kontrakty zawarte pomiędzy Nadleśnictwem Głęboki Bród a przedsiębiorstwami to przede wszystkim surowce z grupy A. Biorąc powyższe pod uwagę, nadleśnictwo powinno zatem szczególnie dokładnie planować produkcję sortymentów z grupy A, dbać o właściwe sposoby ich składowania i terminowe dostarczenie do klientów.

W sprzedaży detalicznej dominującym był sortyment S4, który znalazł się w grupie B z 4% udziałem w wynikach sprzedaży. Nadleśnictwo powinno przyglądać się sortymentom z grupy B i ewentualnie wprowadzić odpowiednie działania marketingowe, aby zwiększyć ich sprzedaż. Z kolei produkty C mają marginalne znaczenia i należy je raczej traktować jako produkty, które powstają ze względu na swoje parametry jakościowe. Na zarządzanie tym sortymentem nadleśnictwo powinno poświęcić najmniej wysiłku.

Podsumowanie

Popyt na drewno jest popytem wtórnym i zależy od popytu na materiały drewnopochodne tj. meble, domy, opakowania itp. Wraz z rozwojem gospodarczym kraju, wzrostem zamożności obywateli i powracającą modą na drewno, możliwości jego wykorzystania są bardzo szerokie. Wzrost popytu na drewno wymusza na zarządzających lasami właściwe gospodarowanie surowcem drzewnym i utrzymywanie odpowiednich poziomów zapasu.

W ramach przeprowadzonej klasyfikacji zapasów surowca drzewnego wskazano, które sortymenty generują największe przychody ze sprzedaży, a które dla badanego nadleśnictwa są mniej znaczące. Należy podkreślić, że zarządzający badanym nadleśnictwem mieli wiedzę na temat tego, które asortymenty cieszą się uznaniem klientów, jednak zastosowanie odpowiedniej metody i przygotowanie formalnego raportu pozwoliło naukowo i formalnie potwierdzić wcześniejsze informacje opierające się na doświadczeniu.

Klienci często ograniczają się wyłącznie do kupna sortymentu z przeznaczeniem na opał. Dlatego Nadleśnictwo Głęboki Bród powinno podjąć takie działania, aby zachęcić do zakupu surowca na inne cele. Sposobem na zwiększenie przychodów może być lepsze informowanie oraz reklamowanie dostępu do aukcji internetowych na portalu e-drewno dla osób prowadzących działalność. W serwisach aukcyjnych lasów państwowych ceny drewna są znacznie niższe niż przy zakupie na podstawie cennika detalicznego, dlatego odpowiednio przygotowana promocja pozwoliłaby na pozyskanie nowych klientów.

Bibliografia

- GUS, 2020: Rocznik Statystyczny Leśnictwa, Warszawa.
- Korcyl A., Czajka K., 2011: Optymalizacja procesów logistycznych w gospodarce leśnej, *Logistyka* 2, 319–326.
- Laurow Z., 1999: Pozyskiwanie drewna i podstawowe wiadomości o jego przerobieniu, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Ratajczak E., 2014: Zrównoważona gospodarka zasobami surowca drzewnego w Polsce, *Konsumpcja i Rozwój* 2(7), 15–27.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 24 lutego 1988 r. w sprawie szczegółowych zasad cechowania drewna, wzorów urzędzeń do cechowania i zasad ich stosowania oraz wzoru dokumentu stwierdzającego legalność pozyskania drewna (Dz.U. 1998 nr 36 poz. 201).
- Sieniawski W., Porter B., 2012: Zrównoważony łańcuch dostaw drewna na przykładzie wybranego zakładu, *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 32(3), 254–264.
- Zarządzenie nr 51 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 30 września 2019 r. w sprawie wprowadzenia warunków technicznych w obrocie surowcem drzewnym w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe, Załącznik 1 (znak: ZM.800.8.2019).
- Zarządzenie nr 86 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 23 grudnia 2013 r. w sprawie zasad ewidencji przychodu i rozchodu drewna w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych (znak: GM-900-9/2013).

Michał Karolewski✉, Monika Roman¹✉

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Przestrzenne zróżnicowanie rozwoju infrastruktury liniowej transportu drogowego w Polsce w latach 2004–2019

Spatial diversity of the development of linear road transport infrastructure in Poland in 2004–2019

Synopsis. Głównym celem artykułu było określenie przestrzennego zróżnicowania rozwoju liniowej infrastruktury transportu drogowego w Polsce w latach 2004–2019. W artykule wyjaśniono definicje, cechy i klasyfikacje transportu i infrastruktury transportowej. W opracowaniu przedstawiono szczegółowe metody badań infrastruktury transportowej oraz wskazano kryteria klasyfikacji dróg publicznych w Polsce. Ponadto w pracy wskazano główne przyczyny zróżnicowania przestrzennego dróg. W pracy zidentyfikowano ranking województw o najwyższym poziomie rozwoju liniowej infrastruktury transportu drogowego według różnych wskaźników.

Słowa kluczowe: transport, infrastruktura transportowa, infrastruktura liniowa, drogi publiczne, rozwój, metody oceny infrastruktury transportu

Abstract. The major objective of the paper was to determine the spatial diversity of linear road transport infrastructure development in Poland in 2004–2019. The paper explained definitions, characteristics and classifications of transport and transport infrastructure. The study presented specific methods of research on transport infrastructure and showed criteria for the classification of public roads in Poland. Moreover, the thesis indicated the main reasons for road spatial diversity. The paper identified a list of voivodships with the highest level of linear road transport infrastructure development by various measures.

Key words: transport, transport infrastructure, linear infrastructure, public roads, development, methods of research on transport infrastructure

JEL codes: R42, L91, O18

Wstęp

Transport to jedna z podstawowych dziedzin gospodarki. W logistyce jest on niezbędnym ogniwem łączącym przedsiębiorstwa lub inne oddalone od siebie obiekty. Zapewnia on przepływ dóbr w łańcuchu dostaw, a w odniesieniu do ludzi umożliwia realizację potrzeb życiowych. Dynamiczny rozwój społeczno-gospodarczy oraz postępująca globalizacja warunkują wciąż rosnące zapotrzebowanie na przemieszczanie osób oraz ładunków, zarówno

✉ Michał Karolewski – mkarolewski9977@gmail.com

✉ Monika Roman – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów; e-mail: monika_roman@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-1799-0445>)

w skali krajowej, jak i międzynarodowej. Najpopularniejszą gałęzią transportu jest transport drogowy. Charakteryzuje się on dużą szybkością oraz elastycznością, która wynika z gęstej sieci dróg transportowych umożliwiającą dostarczenie towaru bezpośrednio do odbiorcy. Liczba przewoźników jest bardzo duża, a bariery wejścia na rynek są niewielkie [Rydzkowski i Wojewódzka-Król 1997].

Warunkiem istnienia sprawnego transportu jest dostępność specjalistycznej infrastruktury transportowej. Odgrywa ona istotną rolę, wskazuje postęp techniczny i cywilizacyjny badanych regionów. Temat rozwoju infrastruktury transportu drogowego jest bardzo aktualny i poddawany wielu badaniom prowadzonym pod kątem ilościowym i jakościowym [Wojewódzka-Król 2015, Brdulak i in. 2017, Sendek-Matysiak 2017, Jasińska i Jasiński 2018]. Dodatkowo tematyka rozwoju infrastruktury jest badana też w innych aspektach, jak np. wpływu na zanieczyszczenie powietrza [Włodarczyk i Mesjasz-Lech 2019] czy badania dotyczące wzrostu gospodarczego [Skorobogatova i Kuzmina-Merlino 2017].

W regionach typowo wiejskich nakłady na rozwój infrastruktury stanowią istotną część budżetu i są jednymi z najbardziej oczekiwanych przez lokalną społeczność inwestycji. Podobne tendencje, może już nie tak silne, ale na pewno istniejące obserwuje się także w regionach bardziej zurbanizowanych [Zimny 2008]. Kierunkami rozwojowymi infrastruktury transportu mogą być: rewitalizacja (przywrócenie pierwotnych parametrów), modernizacja (podwyższenie paramentów) lub budowa nowych tras transportowych [Karbowski 2009]. Zgodnie z raportem OECD [2008] tylko 3% polskich dróg spełniało wtedy standardy unijne. Za największe niedociągnięcia uznano: brak obwodnic, złe połączenia miast z gminami, słabe połączenia między dużymi miastami, słabe połączenia na osi północ-południe, z uwagi na priorytet osi wschód-zachód za czasów komunistycznych. W polskich realiach potrzeby inwestycyjne oraz modernizacyjne związane z infrastrukturą transportową są spowodowane przez m.in. niedostateczny poziom jej rozwoju, wysoki stopień dekapitalizacji obiektów i urządzeń infrastrukturalnych oraz często niewłaściwe przestrzenne rozmieszczenia jej elementów, co dodatkowo powoduje dysproporcję między regionami [Kozłak 2012]. Dlatego też istotne jest badanie poziomu zmian rozwoju infrastruktury w polskich regionach.

Celem głównym artykułu było określenie przestrzennego zróżnicowania rozwoju infrastruktury liniowej transportu drogowego w Polsce w latach 2004–2019. Po wstępie przeprowadzono krytyczny przegląd literatury, następnie omówiono metodykę badań. Następnie przedstawiono wyniki badań. Na końcu artykułu umieszczono podsumowanie i wnioski.

Przegląd literatury

Do infrastruktury liniowej transportu drogowego zaliczamy „drogi samochodowe wraz z niezbędnym wyposażeniem, jak: mosty, przepusty, tunele, ronda drogowe, nasypy i inne budowle inżynierskie” [Mendyk 2009]. Stan infrastruktury transportowej poddawany jest różnym badaniom. Stan ilościowy mierzy się gęstością sieci dróg i punktów transportowych. W przypadku infrastruktury liniowej są to wskaźniki gęstości sieci transportowej, które można podzielić na geograficzne i demograficzne [Kozłak 2008]. Do analizy wskaźników potrzebny jest punkt odniesienia. Najczęściej przejawia się poprzez ich rozpatrywanie w ujęciu czasowym i przestrzennym.

Infrastruktura poddawana jest także ocenom pod kątem jakościowym. Dla każdej gałęzi transportu można stworzyć odmienny zestaw cech, przez który będzie rozpatrywana jakość.

W przypadku transportu drogowego takimi kryteriami mogą być: udział procentowy autostrad i dróg ekspresowych w ogólnej długości dróg, udział procentowy dróg o nawierzchni utwardzonej w ogólnej długości dróg, udział skrzyżowań bezkolizyjnych w ogólnej liczbie skrzyżowań [Kozłak 2008].

Podstawowymi źródłami informacji na temat ruchu drogowego są generalne pomiary ruchu (GPR). Pierwszy został przeprowadzony w 1926 roku. W ostatnich latach odbywały się co 5 lat. Celem badań przeprowadzonych w sposób bezpośredni jest określenie podstawowych parametrów i specyfiki ruchu na odcinkach dróg krajowych, czyli tych będących pod zarządem Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, z wyłączeniem dróg krajowych pod zarządem prezydentów miast na prawach powiatu. Pomiar odbywa się także na drogach wojewódzkich przez właściwych zarządców. Uzyskane wyniki stanowią determinantę przyszłych decyzji dotyczących m.in. realizacji zadań związanych z zarządzaniem, budową nowych lub przebudowie istniejących odcinków sieci drogowych. Dane służą obliczeniu wskaźników ekonomicznych, które są kluczowe przy określeniu kierunku rozwoju dróg, realizacji lub zaniechaniu działań w obrębie konkretnych sieci drogowych.

Do wielkości określanых poprzez GPR należą: średni dobowy ruch roczny/w dni robocze/letni/zimowy (SDRR/SDRDR/SDRL/SDRZ); średni ruch dzienny/wieczorny/nocny (SRD/SRW/SRN), wskaźniki zmian ruchu, rodzajowa struktura ruchu.

Badaniem z 2015 roku zostało objęte 18 022 km dróg krajowych podzielonych na 1952 odcinki pomiarowe. Średni dobowy ruch pojazdów silnikowych (SDRR) wyniósł w skali kraju 11 178 poj./dobę. Zdecydowanie największy wskaźnik wystąpił w województwie śląskim – 20 000 poj./dobę, dalej małopolskim 14 580 poj./dobę. Najmniejsze obciążenie ruchem oscylujące poniżej 8000 poj./dobę było w województwach: warmińsko-mazurskim, podlaskim i zachodniopomorskim. Ponadto największy ruch pod względem klasy technicznej drogi wystąpił na autostradach i drogach ekspresowych.

Innym sposobem jest badanie dróg pod kątem ich bezpieczeństwa mierzonego liczbą wypadków. Coroczne raporty o stanie bezpieczeństwa ruchu drogowego dla dróg krajowych, są publikowane przez Generalną Dyrekcję Dróg Krajowych i Autostrad. Według zestawienia liczby wypadków na 1 km drogi największy wskaźnik występuje w województwach: małopolskim, śląskim oraz łódzkim. Poza niewielkimi wyjątkami w zestawieniu rok do roku widać ciągle spadek liczby wypadków oraz osób rannych i zabitych.

Sendek-Matysiak [2017] przeprowadziła badanie w formie kwestionariusza ankiety rozdysponowanej do losowo dobranej grupy 103 kierowców. Celem jej pracy było znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy kierowcy są świadomi zmian jakościowych polskiej infrastruktury transportu. Stan dróg oceniany był pod kątem: nawierzchni, oznakowania, dostępności parkingów, toalet, stacji benzynowych oraz sieci dróg w latach 2000–2015. Kierowcy do każdego z kryteriów nadali rangi 1–5, gdzie 1 oznaczało iż oceniają badany składnik fatalnie, a 5 świetnie. Każdy z badanych czynników z biegiem lat oceniany był lepiej niż w okresie poprzedzającym. W każdym przedziale czasowym najslabiej oceniany został stan nawierzchni.

Jasińska i Jasiński [2018] dokonali wielowymiarowej analizy porównawczej poziomu rozwoju infrastruktury drogowej. Celem ich opracowania było szczegółowe zanalizowanie wydatków publicznych na infrastrukturę drogową w województwach w latach 2010 i 2016 oraz porównanie zmian, a także sporządzenie rankingu województw obrazującego poziom rozwoju infrastruktury drogowej. Wykorzystali 22 zmienne, które odnosiły się do: aktual-

nego stanu infrastruktury drogowej, finansów publicznych, inwestycji drogowych, bezpieczeństwa i transportu w poszczególnych województwach. Na podstawie badań Autorzy uzyskali ranking województw wskazujący poziom rozwoju infrastruktury drogowej w latach 2010 i 2016. Wynika z niego, że w badanych latach województwo łódzkie i lubuskie zanotowały największy wzrost – odpowiednio o 10 i 5 pozycji w rankingu, a największy spadek województwa świętokrzyskie i mazowieckie o 7 i 5 pozycji. Nie zmieniła się natomiast niska pozycja północnych województw Polski.

Metodyka badań

Obiektem badań była infrastruktura liniowa transportu drogowego w Polsce, której rozwój badany był w perspektywie czasowej lat 2004–2019. Dane pochodziły z materiałów wtórnych opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny dotyczących danych o drogach [GUS 2005a, GUS 2020a] oraz liczby ludności poszczególnych województw w badanym okresie [GUS 2005b, 2020b]. W artykule wzięto pod uwagę wyłącznie analizę dróg publicznych ze względu na dostępność szczegółowych danych. Do określenia przestrzennego zróżnicowania infrastruktury liniowej wykorzystano następujące wskaźniki:

- wskaźnik geograficzny (WG):

$$WG = \frac{\text{długość dróg [km]}}{\text{powierzchnia województwa [km}^2\text{]}} \times 100$$

- wskaźnik demograficzny (WD):

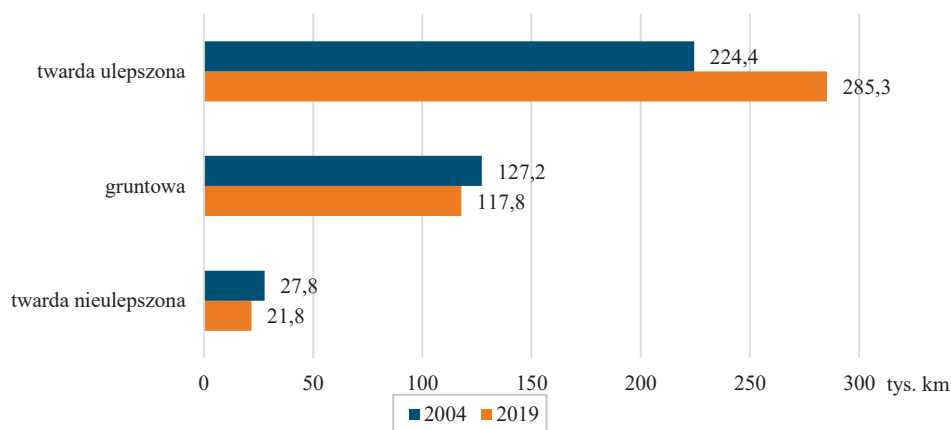
$$WD = \frac{\text{długość dróg [km]}}{\text{liczba ludności [os.]}} \times 10\,000$$

- wskaźnik średnioważony (WS):

$$WS = \frac{\text{długość dróg [km]}}{\sqrt{\text{liczba ludności (na 10 tys.mieszkańców)} * \text{powierzchnia województwa (na 100 km}^2\text{)}}}$$

Wyniki badań

W 2019 roku wszystkich dróg w Polsce było 424 914,8 km. W stosunku do 2004 roku był to wzrost o 12%. Zdecydowana większość, bo 307 065,9 km miało nawierzchnię twardą, co w stosunku do 2004 roku stanowiło wzrost o 21,7%. Porównanie dróg publicznych pod względem zastosowanej nawierzchni dla lat 2004 i 2019 zawarto na rysunku 1.



Rysunek 1. Długość dróg publicznych w roku 2004 i 2019 pod względem zastosowanej nawierzchni

Figure 1. The length of public roads in 2004 and 2019 in terms of the surface used

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2005, 2020].

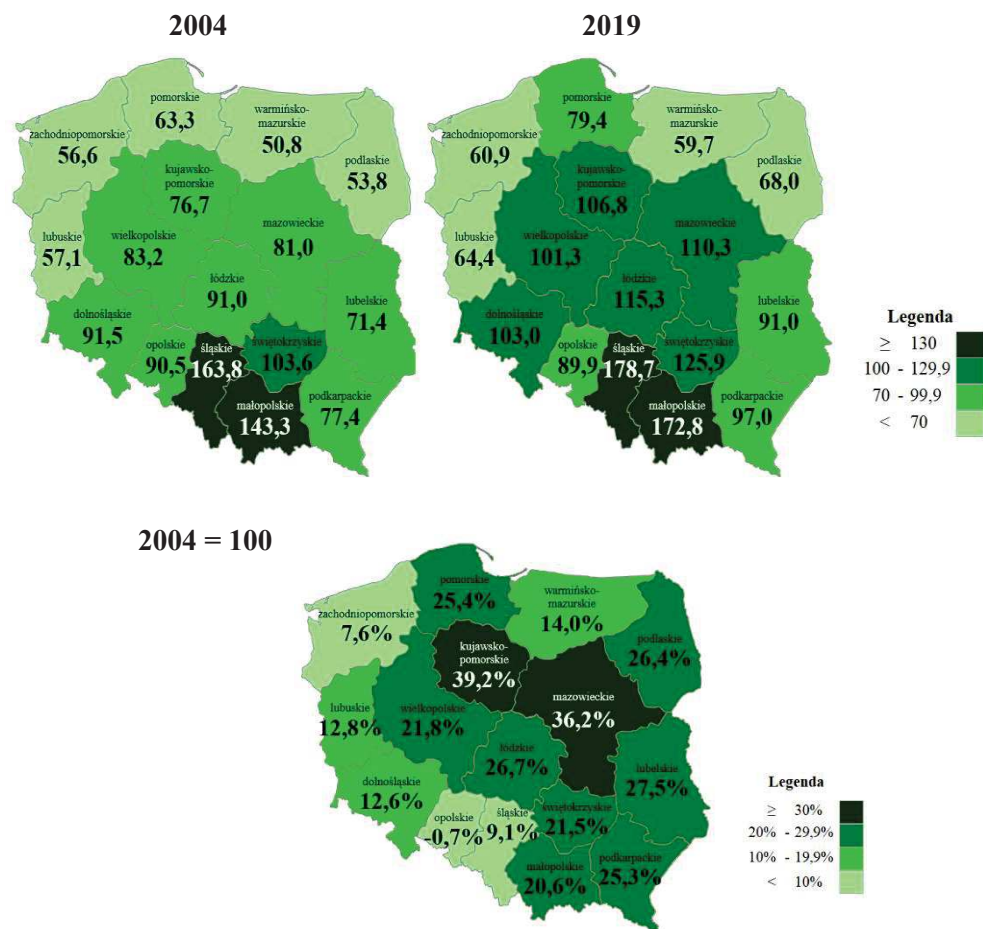
W latach 2004–2019 zmniejszyła się długość dróg o nawierzchni gruntowej oraz twardej nieulepszonej, zdecydowanie natomiast wzrosła długość dróg o nawierzchni twardej ulepszonej. To wynik modernizacji odcinków o słabszych parametrach oraz budowy całkiem nowych odcinków dróg. Przyrost długości dróg twardych, występujący w parze ze zmniejszaniem się długości dróg gruntowych jest pozytywnym zjawiskiem, świadczącym o rozwoju nie tylko najważniejszych połączeń drogowych, ale także tych o znaczeniu lokalnym i regionalnym.

Wskaźnik geograficzny

W 2004 roku średnia wartość wskaźnika gęstości dla 16 województw wyniosła 84,7 km na 100 km², z odchyleniem standardowym na poziomie 31,2 km na 100 km². Powyżej średniej znajdowało się 6 województw, a poniżej 10. Różnica między wartością najwyższą, a najniższą wyniosła aż 113,0 km na 100 km², co wskazuje na swoistą przepaść między regionami kraju pod tym względem. Znamienny wydaje się fakt, że sama różnica max–min przyjęła wyższą wartość niż geograficzna gęstość sieci dróg twardych w 14 na 16 województw. Zdecydowanym liderem pod względem tego wskaźnika było województwo śląskie, z którym równać się mogło tylko województwo małopolskie, jednak i tutaj różnica wyniosła 20,5 km na 100 km². Zdecydowanie najniższe wskaźniki w 2004 roku występowały w regionach północnych Polski, z najslabszym w tym rankingu województwem warmińsko-mazurskim. Można zauważyć zależność, że im bardziej na północ, tym niższe wartości wskaźnika (rysunek 2).

W 2019 roku średnia gęstość sieci dróg o nawierzchni utwardzonej była na poziomie 101,4 km na 100 km² powierzchni. W stosunku do 2004 roku to wzrost średniej o 19,7%.

Odchylenie standardowe gęstości sieci dróg wyniosło 35,3 km na 100 km². Różnica między najwyższą i najniższą wartością wskaźnika powiększyła się o 6,9% i osiągnęła w 2019 roku wartość 120,8 km na 100 km², co oznaczało wyższy wynik niż geograficzna gęstość sieci dróg twardych w 13 województwach. Niezmiennie najwyższą wartość wskaźnika odnotowano w województwie śląskim, a najniższą w warmińsko-mazurskim.



Rysunek 2. Geograficzny wskaźnik gęstości dróg o nawierzchni twardej w województwach w 2004 i 2019 roku

Figure 2. Geographical index of road density in voivodships in 2004 and 2019

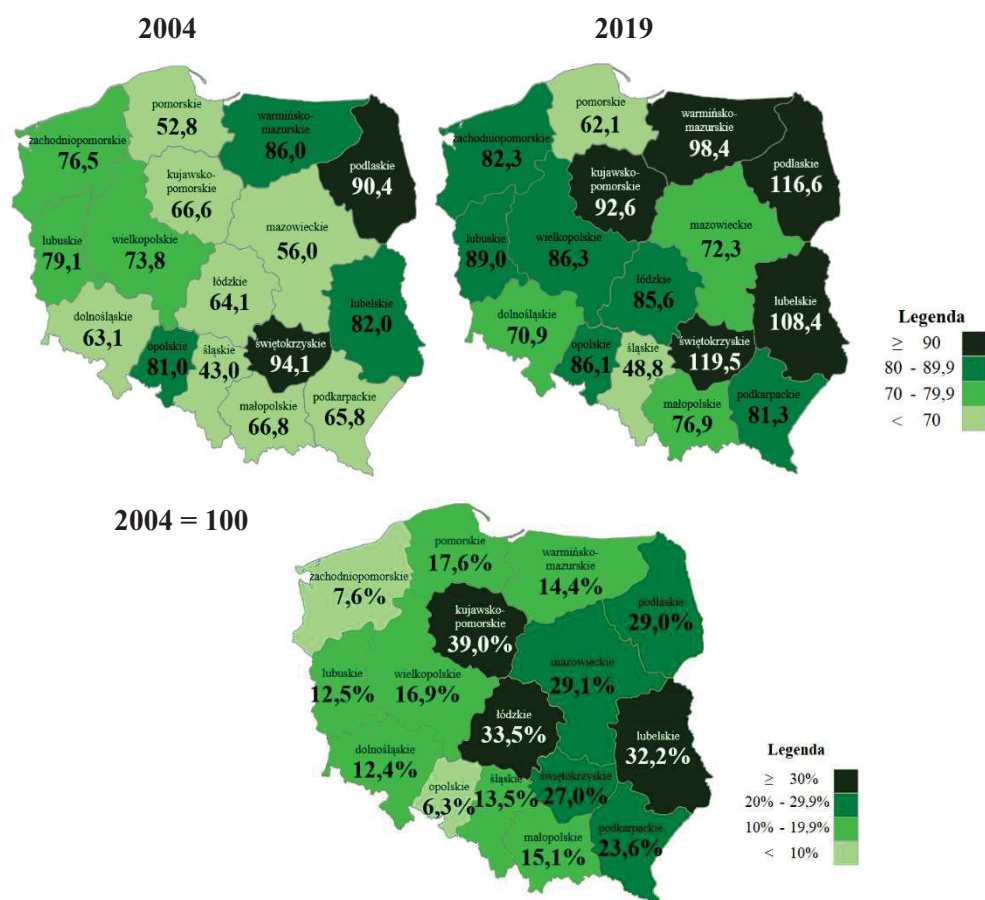
Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2005, 2020].

W latach 2004–2019 największy przyrost wskaźnika gęstości dróg twardych w stosunku do powierzchni regionu odnotowano w województwie kujawsko-pomorskim, małopolskim oraz mazowieckim. W najmniejszym stopniu wskaźnik ten wzrósł w województwie opolskim, lubuskim, warmińsko-mazurskim oraz zachodniopomorskim. W województwie opolskim, w badanych 16 latach wskaźnik nieznacznie zmienił się zarówno w dodatnią, jak

i ujemną stroną osiągając ostatecznie wynik ujemny, co może świadczyć o braku większych inwestycji drogowych w tym czasie.

Wskaźnik demograficzny

Wskaźnik demograficzny określa ile kilometrów dróg przypadło na mieszkańca danego regionu. Zestawienie wartości demograficznego wskaźnika gęstości dróg o nawierzchni utwardzonej dla lat 2004 i 2019 zawarto na rysunku 3.



Rysunek 3. Demograficzny wskaźnik gęstości dróg o nawierzchni twardej w województwach w 2004 i 2019 roku (w kilometrach dróg na 10 tysięcy mieszkańców)

Figure 3. Demographic index of hard surface roads density in voivodships in 2004 and 2019 (in kilometers of roads per 10 thousands inhabitants)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2005a, b GUS 2020a, b].

W 2004 roku średnia wartość wskaźnika osiągnęła 71,3 km na 10 tysięcy osób z odchyleniem standardowym na poziomie 14,1 km. Dokładnie połowa województw znalazła się powyżej średniej. Najwyższy wskaźnik odnotowano w województwach świętokrzyskim i podlaskim, jednak są to województwa będące w gronie najsłabiej zaludnionych. Najniższy wskaźnik wystąpił w województwach śląskim oraz mazowieckim, to z kolei regiony liderujące pod względem liczby ludności. Różnica między wartością najwyższą i najniższą wyniosła 51,1 km na 10 tysięcy osób.

W 2019 roku średni wskaźnik wzrósł o 20,8% w stosunku do 2004 roku i wyniósł 86,1 km na 10 tysięcy osób. Odchylenie standardowe wskaźnika demograficznego zwiększyło się o 32,6% i osiągnęło 18,7 km. Tak jak w 2004 roku liderem było województwo świętokrzyskie, a ostatnie województwo śląskie.

W latach 2004-2019 największy przyrost wartości wskaźnika wystąpił w województwach: lubelskim, podlaskim oraz kujawsko. Średnia zmiana wskaźnika była na poziomie 14,8 km na 10 tysięcy osób, z odchyleniem standardowym 8,0 km na 10 tysięcy osób. W rankingu województw największy wzrost wystąpił w województwach kujawsko-pomorskim oraz łódzkim, a największy spadek w zachodniopomorskim, opolskim oraz małopolskim. W województwach łódzkim i lubelskim uzyskany dobry wynik jest rezultatem nie tylko budowy i modernizacji dróg, ale także emigracją ludności. W województwie opolskim zmiana była najniższa, pamiętając jednak, że przy wskaźniku geograficznym wartość w badanych latach była ujemna, tak tutaj przyczyną uzyskania wartości niskiej, ale jednak dodatniej jest emigracja ludności z tego regionu.

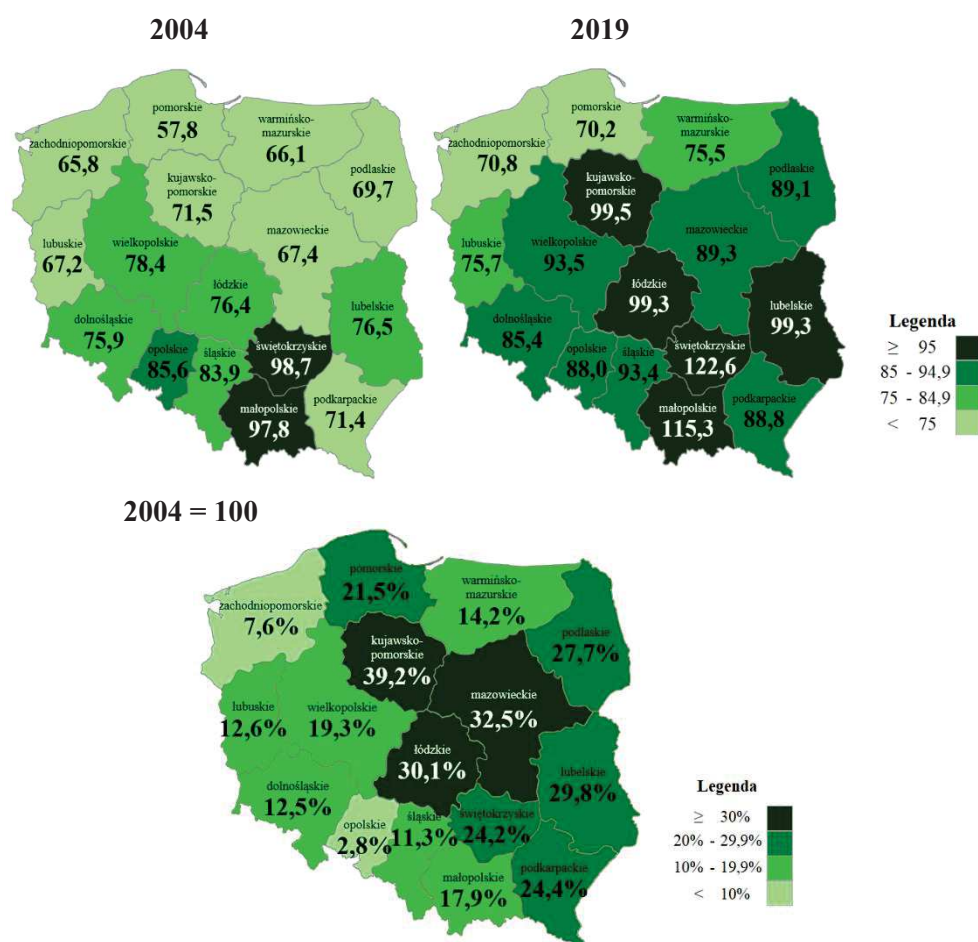
Wskaźnik średnioważony

Innym sposobem badania wyposażenia regionu w elementy infrastruktury poza wymienionymi w poprzednich podrozdziałach jest wyliczenie wskaźnika średnioważonego, który jest swoistym połączeniem wskaźnika geograficznego oraz demograficznego. Jego wartość jest zbliżona do średniej arytmetycznej z tych dwóch wskaźników. Uwzględnia on zarówno powierzchnie obszaru, jak i liczbę ludności. Wskaźnik średnioważony uzyskuje się poprzez podzielenie długości sieci transportowej (w tym opracowaniu wzięte pod uwagę były wyłącznie drogi publiczne o nawierzchni utwardzonej) przez pierwiastek kwadratowy z iloczynu liczby mieszkańców (na 10 tysięcy osób) oraz powierzchni obszaru (na 100 km²). Wartości średnioważonego wskaźnika gęstości sieci dróg o nawierzchni twardej zawarto na rysunku 4.

W 2004 roku średnia arytmetyczna wartości wskaźnika wyniosła 75,6, a odchylenie standardowe 11,3. Powyżej średniej uplasowało się 7 województw, poniżej 9. Widoczna jest zależność im bardziej na północ, tym niższa wartość wskaźnika (wyjątek stanowiło województwo podkarpackie). Najwyższy wynik miało województwo świętokrzyskie oraz małopolskie, a najniższy pomorskie. Różnica między liderem i ostatnim w zestawieniu województwem wyniosła 41.

W 2019 roku średnia arytmetyczna wskaźnika średnioważonego wzrosła w stosunku do 2004 roku o ponad 20% i wyniosła 91. Odchylenie standardowe zwiększyło się o 28,7%, osiągając 14,6. Nadal liderem pozostawało województwo świętokrzyskie, ostatnim województwo pomorskie, a różnica między nimi wzrosła o 26,3%. Niezmiennie najniższe warto-

ści wskaźnika wystąpiły na północy Polski. W latach 2004–2019 największy przyrost w kilometrach wystąpił w przypadku województw kujawsko-pomorskiego, świętokrzyskiego i łódzkiego. Najniższy zaś przyrost zanotował region opolski oraz zachodniopomorski.



Rysunek 4. Średnioważony wskaźnik gęstości dróg o nawierzchni twardej w województwach w 2004 i 2019 roku
Figure 4. Average weighted density index of hard surface roads in voivodships in 2004 and 2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2005a, b GUS 2020a, b].

Podsumowanie i wnioski

Stan oraz rozwój infrastruktury transportowej stanowi przedmiot wielu badań, głównie pod względem ilościowym i jakościowym. Do porównania nasycenia danego regionu skład-

nikami infrastruktury transportu użyto wskaźników gęstości sieci drogowej. Wskaźnik geograficzny był najwyższy zarówno w 2004, jak i 2019 roku w województwach: śląskim oraz małopolskim, a najniższy w warmińsko-mazurskim, zachodniopomorskim, lubuskim i podlaskim. Są to wyniki świadczące o pewnym powiązaniu rozwoju dróg z rzeczywistym ruchem drogowym badanym podczas GPR. Najwyższe wartości wskaźnika występowały w regionach najgęściej zaludnionych i najbardziej uprzemysłowionych. W zasadzie te same województwa uzyskały najwyższy i najniższy wynik pod względem SDRR, jak i wskaźnika gęstości sieci dróg twardych. Miały one także jedne z najwyższych wskaźników gęstości zaludnienia oraz poziomu PKB. Są to zatem główne przyczyny znacznego zróżnicowania przestrzennego wartości wskaźnika gęstości dróg utwardzonych w polskich województwach.

Inne wyniki stanowiące niekiedy odwrotność wskaźnika geograficznego wystąpiły w przypadku wskaźnika demograficznego. W tym przypadku najwyższy wskaźnik zarówno w 2004, jak i 2019 roku osiągnęły województwa świętokrzyskie oraz podlaskie, a najniższy województwo śląskie, czyli zdecydowany lider w przypadku wskaźnika geograficznego oraz GPR z 2015 roku. Tak duże różnice spowodowane zostały różną wielkością zaludnienia polskich województw.

W przypadku każdego ze wskaźników w latach 2004–2019 największa procentowa zmiana wartości wskaźnika (ok. 39%) wystąpiła w województwie kujawsko-pomorskim. To zatem w tym województwie dokonał się największy rozwój przez badane 16 lat. W najmniejszym stopniu w latach 2004–2019 rozwijano połączenia drogowe w województwie opolskim oraz zachodniopomorskim.

Długość oraz gęstość sieci drogowej jest zróżnicowana pod względem terytorialnym. Wartości poszczególnych wskaźników znacznie różnią się od siebie, co spowodowane jest różnymi uwarunkowaniami, z których najistotniejsze wydają się czynniki historyczno-geograficzne, różnica w powierzchni, różnica w liczbie ludności oraz inna specyfika gospodarcza województw. Podobne spostrzeżenia zawarł w swojej pracy Kudłacz i Hołuj [2015].

Prowadzenie badań dotyczących wyposażenia infrastrukturalnego w ujęciu regionalnym jest ważne, ponieważ dostarcza niezbędnych informacji, które niekiedy stanowią odpowiedź na inne aspekty gospodarcze. Niska wartość szczególnie w przypadku wskaźnika geograficznego oznacza zdecydowane braki infrastruktury transportowej prowadzące do obniżenia atrakcyjności regionu zarówno pod względem lokowania inwestycji, jak i ogólnego poziomu życia, co w konsekwencji prowadzi do odpływu ludności z regionu i dalszego pogłębiania istniejących już problemów. Dlatego też analiza zróżnicowania przestrzennego województw pod względem rozwoju infrastruktury transportu jest zagadnieniem aktualnym i warto w przyszłości kontynuować badania z tego zakresu.

Bibliografia

- Brdulak J., Zakrzewski B., Nowacki G., 2017: Bezpieczeństwo infrastrukturalne przedsiębiorstw a pilna potrzeba rozwoju infrastruktury transportu drogowego we wschodniej Polsce, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 18, 6, 82–88.
- GDDKiA, [źródło elektroniczne] <https://www.gov.pl/web/gddkia> [dostęp: 09.07.2021].
- GUS, 2005a: *Transport – wyniki działalności w 2004 r.*, Warszawa.
- GUS, 2005b: *Ludność. Stan i struktura w przekroju terytorialnym 2004 r.*, Warszawa.
- GUS, 2020a: *Transport – wyniki działalności w 2019 r.*, Warszawa.
- GUS, 2020b: *Ludność. Stan i struktura w przekroju terytorialnym 2019 r.*, Warszawa.

Przestrzenne zróżnicowanie rozwoju infrastruktury...

- Jasińska A., Jasiński M., 2018: Analiza porównawcza poziomu rozwoju infrastruktury drogowej w Polsce, *Studia Ekonomiczne* 1, 2, 145–155.
- Koźlak A., 2008: *Ekonomika transportu. Teoria i praktyka gospodarcza*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Koźlak A., 2012: *Nowoczesny system transportowy jako czynnik rozwoju regionów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Kudłacz T., Hołuj A. (red.), 2015: *Infrastruktura w rozwoju regionalnym i lokalnym. Wybrane problemy*, CeDeWu, Warszawa.
- Mendyk E., 2009: *Ekonomika transportu*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Logistyki, Poznań.
- OECD, 2008: *Przeglądy Terytorialne OECD Polska*, [źródło elektroniczne] https://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/oecd-territorial-reviews-poland-2008_9788376100814-pl [dostęp: 09.07.2021].
- Rydzkowski W., Wojewódzka-Król K. (red.), 1997: *Transport*, PWN, Warszawa.
- Skorobogatova O., Kuzmina-Merlino I., 2017: Transport infrastructure development performance, *Procedia Engineering* 178, 319–329.
- Włodarczyk A., Mesjasz-Lech A., 2019: Development of Road Transport Logistic Infrastructure and Air Pollution in the Visegrad Group Countries, *Journal of Economic and Social Development (JESD)* 6, 1, 93–103.
- Wojewódzka-Król K., 2015: Rozwój infrastruktury transportu w Polsce po wstąpieniu do UE, *Logistyka*, 1, 13–17.
- Zimny A., 2008: *Uwarunkowania efektywności inwestycji gminnych w sferze infrastruktury technicznej*, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Koninie, Konin.

Monika Justyna Kojder✉, Bogdan Klepacki¹✉

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Funkcjonowanie zimnych łańcuchów dostaw oraz zagrożenia w nich występujące

Functioning of cold supply chains and the threats occurring in them

Synopsis. Przedstawiono procesy zachodzące w zimnym łańcuchu dostaw, a także podstawowe definicje, występujące ogniwa oraz możliwe rodzaje łańcuchów. Zaprezentowano łańcuch chłodniczy – celowość jego istnienia, wyroby jakimi mogą się zajmować przedsiębiorstwa, segmenty zimnego łańcucha, potencjalne rozwiązania chłodnicze oraz zagrożenia w działaniu.

Słowa kluczowe: łańcuch chłodniczy, procesy logistyczne, kontrolowana temperatura

Abstract. The processes taking place in the cold supply chain, as well as the basic definitions, links and possible types of chains are presented. The cold chain was presented - the purpose of its existence, products that can be used by enterprises, segments of the cold chain, potential cooling solutions and threats in operation.

Key words: cold chain, logistics process, temperature control

JEL codes: O13, P02, R40

Wstęp

Dostępność towarów w wielu miejscach jest efektem współpracy różnych podmiotów. Z punktu widzenia klienta całokształt działań logistycznych nie ma za dużego znaczenia, dla przedsiębiorców natomiast staje się to coraz ważniejszą sprawą. Płynny przepływ produktów, informacji i kapitału są jednymi z warunków skutecznego funkcjonowania. Ma też wpływ na postrzeganie firmy na rynku przez konkurencję i klientów.

W łańcuchach dostaw niektórych grup wyrobów muszą być spełniać dodatkowe warunki, a dotyczy to zwłaszcza zimnych łańcuchów dostaw. Łańcuchy te zajmują się dostarczaniem towarów narażonych na negatywny wpływ temperatury (zwłaszcza ciepła). Jest to ważne, ponieważ wrażliwość termiczna produktów może powodować niepożądane skutki, zwłaszcza utratę wartości użytkowej transportowanych i przechowywanych produktów.

✉ Monika Justyna Kojder – monika.kojder@onet.pl

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

Celem badań była prezentacja podstawowych części łańcucha dostaw oraz łańcucha chłodniczego. Badania mają charakter przeglądowy i zostały zrealizowane przy wykorzystaniu takich źródeł jak literatura przedmiotu, w tym przegląd artykułów (polskich i zagranicznych) naukowych dotyczących łańcucha dostaw.

Pojęcie łańcucha dostaw oraz jego klasyfikacja

Od momentu, kiedy przedstawiono pojęcie powstało wiele teorii objaśniających specyfikę łańcuchów dostaw, jak i kryteriów ich podziałów. Pierwsze dotyczy architektury łańcucha dostaw z punktu udziału poszczególnych organizacji. Na podstawie tego można wyróżnić trzy rodzaje łańcuchów: prosty, złożony oraz kompleksowy [Fechner 2007, Frankowska 2014].

Kolejną kategorią są typy łańcuchów funkcjonujących na podstawie różnych strategii. Wyodrębnia się łańcuchy oparte na strategiach [Childerhouse 2000, Kawa i Fuks 2009, Bujak 2010, Kawa 2011, Konecka 2011, Kumar i Kumar 2013, Szymczak 2015, Tundys 2015, Charłampowicz 2016]:

- *lean* – z tłumaczenia angielskiego wydajny albo szczupły,
- *agile* – po polsku oznacza zwinny lub elastyczny,
- *lean-agile* – łączy założenia dwóch powyższych strategii,
- elektroniczny – ogniwa cechujące się wysokim poziomem wdrożonych technologii oraz sprawnością w przeprojektowaniu procesów do nieregularnych sytuacji rynkowych,
- inteligentny – łańcuch wszystkich współpracujących przedsiębiorstw, których procesy, wspierane są innowacyjnymi rozwiązaniami (czujniki, kody kreskowe, RFID) z zakresu Internetu rzeczy,
- zielony – typ łańcucha dostaw, w którym istotne jest, aby realizowane czynności były w taki sposób opracowane, stosując przy tym przepisy dotyczące środowiska, żeby jednocześnie spełniały kluczowy cel i nie oddziaływały niekorzystnie na środowisko,
- zamkniętej pętli – strategia, która daje możliwość firmom tworzenie systemu przemysłowego, charakteryzującego się zrównoważonym podejściem ekonomicznym i środowiskowym.

Realizowane zadania przez wszystkie jednostki uczestniczące w łańcuchu dostaw doprowadzają do tworzenia wartości dodanej do przepływających usług oraz towarów, ostatecznie trafiając do klienta.

Łańcuchy dostaw mogą się również różnić położeniem, w którym prowadzone są działalności wszystkich podmiotów lub tylko części z nich. Rozróżnia się łańcuchy [Fechner 2007, Frankowska 2014, Anholcer i Kawa 2016]:

- zewnętrzny – każda organizacja, która ze sobą współpracuje, w celu osiągnięcia założonych priorytetów,
- wewnętrzny – występują w większości podmiotów, w których można wyróżnić mniejsze podzespoły realizujące cel głównej jednostki,

- intra-organizacyjny – typ łańcucha, do którego przypisana została podwójna możliwość zastosowania: po pierwsze może być to cecha organizacji, która ma funkcjonujące oddziały w więcej niż jednym kraju, a po drugie w celu określenia podmiotu, który zarządza kilkoma oddziałami w obrębie jednego kraju,
- inter-organizacyjny – minimum dwa ogniwa łańcucha dostaw muszą działać jako niezależne w stosunku do pozostałych,
- międzynarodowy – może składać się w części lub całości z przedsiębiorstw działających w różnych krajach.

Ostatnim kryterium jest podział uwzględniający lokalizację, w jakim jednostki funkcjonują, tudzież różnymi rynkami charakteryzują się łańcuchy [Palewicz i Baran 2012, Jarzębowski i Klepacki 2013, Anholcer i Kawa 2016, Szymańska i in. 2018]:

- zimny – jednostki, które współpracują zajmują się wyrobami wrażliwymi na temperaturę,
- żywności – zbiór podmiotów zajmujących się produkcją i dostarczaniem żywności do klientów,
- odzieży – przedsiębiorstwa, które działają wspólnie zajmują się wytwarzaniem i dostarczaniem wyrobów odzieżowych do punktów handlowych.

Pojęcie zimnego łańcucha dostaw oraz jego kluczowe części

Potrzeba transportowania produktów spożywczych, które w zbyt wysokiej bądź niskiej temperaturze psuły się, wymuszała na ludziach poszukiwania odpowiednich rozwiązań. Już w drugiej połowie XVIII wieku zaczęto wykorzystywać lód, który zapewniał dłuższe magazynowanie ryb. Kolejnym punktem, który wpłynął na rozwój zimnego łańcucha były lata 1930–1938. Frederick Jones opracował projekt przenośnego klimatyzatora do pojazdów ciężarowych, którymi transportowano łatwo psującą się żywność. W późniejszych latach transport odbywał się już nie tylko samochodami ciężarowymi, a również wagonami kolejowymi na dłuższe odległości. Obecnie do tego celu wykorzystuje się również kontenery wyposażone w agregaty chłodnicze.

Zimny łańcuch dostaw jest rodzajem łańcucha, w którym istotnym detalem każdego procesu logistycznego jest temperatura, która zapewnia niezagrożoną dystrybucję wyrobów do klientów. Ze względu na określone wymagania zimny łańcuch dostaw jest odpowiedni jedynie dla zbioru produktów, które podczas procesów potrzebują utrzymywania określonych temperatur. W zimnym łańcuchu dostaw przepływają zwykle następujące towary [Brzozowska A. i in. 2016]:

- wyroby cukiernicze i piekarnicze,
- kwiaty,
- produkty pochodzenia zwierzęcego, tj. mięso, owoce morza,
- lody i produkty mleczne,
- wyroby alkoholowe,
- produkty farmaceutyczne i chemiczne,
- warzywa i owoce.

W zależności od rodzaju produktu, który przepływa między procesami logistycznymi wykorzystywane są różne konfiguracje temperatur. Odpowiednia wielkość umożliwia utrzymanie, jakości, walorów smakowych, jednolitej tekstury towarów, czy też uniemożliwienie

powstania pleśni. Poza różnymi kombinacjami temperatur występują również powszechnie wykorzystywane normy. Łatwość wdrożenia danej normy oraz monitorowanie wyniku z potencjału dostosowania jej do wielu grup produktów (tabela 1).

Tabela 1. Podstawowe normy temperatur w łańcuchach chłodniczych
Table 1. Basic temperature standards in cold chains

Określenie	Temperatura	Charakterystyczne produkty
Głębokie zamrożenie „deep freeze”	od -25°C do -30°C	owoce morza (krewetki) lody
Mrożony „frozen”	od -10°C do -20°C	mrożone mięso (wołowina, drób, wieprzowina) mrożone wyroby cukiernicze i piekarnicze
Chill „chill”	od 2°C do 4°C	owoce warzywa świeże mięso
Farmaceutyczny „pharmaceutical”	od 2°C do 8°C	szczepionki
Banan „banana”	od 12°C do 14°C	owoce tropikalne (pomarańcze, ananasy) warzywa (bulwy, np. ziemniaki)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Temperature Standards...].

Zimny łańcuch dostaw wymaga także odpowiedniej infrastruktury, która obejmuje cztery główne komponenty. Pierwszy to dysponowanie pomieszczeniami, w których można długookresowo przetrzymywać produkty, drugie ogniwo to obiekty, w których odbywa się produkcja i przygotowywanie do dystrybucji, następnie transport obejmuje pojazdy, które są wyposażone w urządzenia kontrolne oraz ich wnętrza są dostosowane za pomocą materiałów utrzymujących temperaturę. Ostatnim elementem są technologie umożliwiające stworzenie potrzebnych warunków termicznych wyrobom.

Urządzenia chłodnicze oraz systemy pakowania termicznego

Częścią każdego łańcucha dostaw jest technologia obejmująca urządzenia oraz sposoby, które zapewniają odpowiednie warunki termiczne. W tym zakresie wyróżnia się metody chłodzenia:

- aktywne,
- pasywne,
- hybrydowe.

Pierwsza grupa dotyczy automatycznych urządzeń (np. silnik), mogą tworzyć zimniejsze warunki termiczne dzięki specjalnym układom i wprowadzać je bezpośrednio do wybranych miejsc. Zaletą tej metody jest to, że całość procesu może być kontrolowana, a stosowanie tych narzędzi umożliwia osiągnięcie założonych temperatur. Wadą jest to, że wdrożenie urządzeń aktywnych i ich stosowanie jest drogie, wymaga zużycia dużej ilości energii. Aktywne chłodzenie proponowane jest dla transportu przy przewozie dużej ilości towarów, zwłaszcza na duże odległości .

Metody pasywne pozwalają na stworzenie odpowiedniego środowiska dzięki stosowaniu specjalnych materiałów izolacyjnych. Są one stosowane jako element wewnętrzny opakowań, który utrzymuje określoną temperaturę wyrobów. Temperatura produktu musi być stale kontrolowana. Jest to metoda odpowiednia zarówno dla pojedynczych, jak i zbiorowych opakowań (np. palety). Jest ona tańsza od aktywnych technologii. Wykorzystywanie materiałów jako zabezpieczeń ogranicza jedynie przenikanie ciepła, nie umożliwia regulacji temperatury, co jest wadą tej technologii wobec chłodzenia aktywnego.

Techniki pasywne sprawdzają się w utrzymywaniu temperatury w dwóch przypadkach:

- jako samodzielna opcja chłodnicza – stabilność temperatury można zachować poprzez wykorzystywanie specjalnego typu opakowań pasywnych, które charakteryzuje posiadanie podwójnej warstwy; wewnątrz umieszczane jest zabezpieczenie, którego priorytetem jest utrzymywanie temperatury przez dłuższy czas,
- jako opcja mieszana z rozwiązaniami chłodniczymi aktywnymi – samodzielne stosowanie aktywnych metod chłodniczych wiąże się z narażeniem na brak stabilności temperatury ochranianego produktu; wdrożenie pasywnego chłodzenia w miejscach powstawania krytycznych punktów kontroli może zapobiegać sytuacji zbyt dużej utraty potrzebnej temperatury.

Kluczowym elementem technik pasywnych są opakowania i materiały, z tego względu można wyróżnić dwie klasy opakowań:

- jednorazowego przeznaczenia – odbiorca otrzymuje wrażliwy towar w opakowaniu jednokrotnego użytku, odpowiedzialny jest za jego zniszczenie, np. pudełko z kartonu,
- wielokrotnego przeznaczenia – przesyłka po dotarciu do odbiorcy jest przez niego zwracana do ponownego zastosowania, stosowana jest głównie przy niewielkich przewozach transportem drogowym.

Ostateczny dobór powinien wynikać z analizy pewnych kwestii, której zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Elementy dyskusyjne przy wyborze rodzaju opakowania
Table 2. Discussion elements when choosing the type of packaging

Rodzaj jednokrotny	Rodzaj wielokrotny
<ul style="list-style-type: none"> • jaka wielkość odpadów powstaje u odbiorcy? • jakie czynności są podejmowane u odbiorcy w ramach gospodarowania odpadami? • jakie dodatkowe koszty może ponieść odbiorca w związku z zarządzaniem odpadami? 	<ul style="list-style-type: none"> • jak długo może być wykorzystywany materiał izolacyjny? • czy można poddawać procesom czyszczącym, bez wystąpienia ryzyka w postaci skażenia? • czy da się zlokalizować miejsce materiału izolacyjnego w łańcuchu dystrybucyjnym? • czy pomiędzy odbiorcą a nadawcą mogą odbywać się procesy zwrotne? • kto, w jaki sposób i gdzie jest odpowiedzialny za kontrolowanie jakości materiału izolacyjnego przed ponownym użyciem?

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Cold chain with passive ...].

Ostatnia grupa metod – hybrydowe – łączy elementy metod aktywnych i pasywnych. Warunki termiczne są tworzone, wykorzystując panele kontrolne (termostaty), które kontrolują wysokość temperatury materiałów izolacyjnych [Romero 2013].

Zagrożenia występujące w zimnych łańcuchach dostaw

Łańcuch chłodniczy narażony jest na różne sytuacje, które są niebezpieczne. Możliwe zdarzenia zostały podzielone, ze względu na powód zagrożenia, na cztery grupy [Sainathan 2018, Sharma 2018]:

- czynnik ludzki,
- czynnik klimatyczny,
- czynnik techniczny,
- czynnik losowy.

Błąd spowodowany przez człowieka może mieć różne podłoże: od braku wiedzy, chęci do nauki, po pomyłkę i czynności wykonywane z premedytacją. Takie sytuacje mogą wystąpić po stronie producenta, jak i kooperanta. Można tu wyróżnić [Sainathan 2018, Sharma 2018]:

- niepełną obsługę urządzenia z powodu zapomnienia lub pośpiechu np. niepodpięcie łączki przesyłających energię elektryczną, która zapewniłaby tworzenie warunków chłodniczych;
- lekceważące podejście do realizowania zadań i obsługi narzędzi;
- niedbałe wypełnianie dokumentów przez pracowników;
- zmiany w nawykach nabywców zaburzające stabilność zapotrzebowania;
- złe decyzje podejmowane na wyższych szczeblach dotyczące kosztów i mające odzwierciedlenie w przyszłym działaniu procesów;
- niedostosowanie procesów i urządzeń pod określone przepisy prawne, np.:
 - w sprawach ekologii lub podatków,
 - niedogodności ze strony podmiotów zewnętrznych.

Z czynników dotyczących technologii zaliczane są sytuacje takie jak [Sainathan 2018, Sharma 2018]:

- zaburzenie sprawności w funkcjonowaniu z powodu zepsucia maszyn i urządzeń;
- posiadanie narzędzi technologicznych, które składają się z wielu elementów, jednocześnie ciężko dostępnych w przypadku potrzeby wymiany;
- awarie surowców, materiałów, które wytwarzają odpowiednie temperatury,

Najbardziej nieprzewidywalną grupą są zagrożenia powstające z tytułu czynników losowych, na które niełatwo mieć wpływ, pomimo że można być przygotowanym na większość sytuacji. Na przykład, nie wiadomo, kiedy może dojść do przywłaszczenia środków transportu czy zaopatrzenia przez osoby nieupoważnione. Za losowy czynnik można uznać także pojawianie się nowych przepisów, które mogą utrudniać działalność przez pewien czas dopóki całokształt nie zostanie dostosowany [Sainathan 2018, Sharma 2018].

Podsumowanie

Zimne łańcuchy dostaw są ważnym elementem w działalności przedsiębiorstw logistycznych, zwłaszcza zajmujących się przemieszczaniem i magazynowaniem żywności, farmaceutyków i innych produktów wrażliwych na niewłaściwą temperaturę ich utrzymania.

W stosunku do typowych produktów stawiają one przed operatorami logistycznymi wyższe wymagania co do sprawności organizacyjnej, zachowania obowiązujących zasad, specjalistycznego wyposażenia magazynów i środków transportu, a także są one bardziej kapitałowo i kosztochłonne. Ilość towarów wymagających objęcia łańcuchem chłodniczym będzie wzrastała, stąd znaczenie znajomości zasad niezbędnych do stosowania w zimnych łańcuchach dostaw będzie coraz ważniejsze.

Bibliografia

- Anholcer M., Kawa A., 2016: Model łańcucha dostaw z ograniczeniami wykluczającymi, [w:] Zarządzanie łańcuchem dostaw i logistyką w XXI wieku, M. Cichosz, K. Nowicka, A. Pluta-Zaremba (red.) Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Brzozowska A., Imiołczyk A., Brzeszczak A., Szymczyk K., 2016: Managing cold supply chain, 5th IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT 2016), Kraków.
- Bujak A., 2010: Zwinne łańcuchy dostaw, *Logistyka* 2, 1–8.
- Charłampowicz J., 2016: Tworzenie wartości przez łańcuch dostaw typu „leagile” – wybrane aspekty, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Gdańskiego. Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego* 13, 238–246.
- Childerhouse P., Towill D., 2000: Engineering supply chains to match customer requirements, *Logistics Information Management*, 13, 6, 337–346.
- Cold chain with passive cooling systems, *krautz.org*, [źródło elektroniczne] <https://www.krautz.org/cold-chain-passive-cooling/> [dostęp: 02.05.2021].
- Fechner I., 2007: Zarządzanie łańcuchem dostaw, Wyższa Szkoła Logistyki, Poznań.
- Frankowska M., 2014: Łańcuchy dostaw – istota, klasyfikacja i percepcja, *Logistyka* 6, 14151–14157 (CD 6).
- Jarzębowski S., Klepacki B., 2013: Łańcuchy dostaw w gospodarce żywnościowej, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 103, 107–117.
- Kawa A., 2011: Konfigurowanie łańcucha dostaw. Teoria, instrumenty i technologie, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Kawa A., Fuks K., 2009: Współpraca między przedsiębiorstwami w tradycyjnym i elektronicznym łańcuchu dostaw. *Logistyka* 2, 1–14.
- Kojder M., 2021: Funkcjonowanie zimnego łańcucha dostaw na podstawie wybranego przedsiębiorstwa, Katedra Logistyki, Instytut Ekonomii i Finansów SGGW w Warszawie, Warszawa [praca magisterska].
- Konecka S., 2011: Typologia strategii łańcuchów dostaw, *Logistyka* 5, 1092–1100.
- Palewicz J., Baran J., 2012: Organizacja łańcucha dostaw w branży odzieżowej, *Logistyka* 6, 531–544.
- Romero B., 2013: Cold Chain Packaging Systems: Comparison of Active, Passive and Hybrid Thermal Systems, *Pharma Logistics IQ*, [źródło elektroniczne] <https://www.pharmalogisticsiq.com/logistics/articles/cold-chain-packaging-systems-comparison-of-active> [dostęp: 30.10.2020].
- Sainathan P., 2018: 10 Potential Risks in Cold Chain Management, *blog.roambee.com*, [źródło elektroniczne] <https://blog.roambee.com/supply-chain-technology/10-potential-risks-in-cold-chain-management> [dostęp: 02.11.2020].
- Sharma S., 2018: 5 Risks in Cold Chain Management and How to Ensure it Won't Happen to You, *foodlogistics.com*, [źródło elektroniczne] <https://www.foodlogistics.com/transportation/cold-chain/blog/21008563/5-risks-in-cold-chain-management-and-how-to-ensure-it-wont-happen-to-you> [dostęp: 02.11.2020].
- Szymańska J.E., Bórawski P., Żuchowski I., 2018: Łańcuchy dostaw na wybranych rynkach polnych w Polsce, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Szymczak M., 2015: Elastyczność, wrażliwość i odporność jako cechy adaptacyjnych łańcuchów dostaw, *Studia Oeconomica Posnaniensia* 3, 6, 39–54.
- Temperature Standards for the Cold Chain, *The Geography of Transport Systems*, *transportgeography.org*, [źródło elektroniczne] https://transportgeography.org/?page_id=6636 [dostęp: 29.10.2020].
- Tundys B., 2015: Zielony łańcuch dostaw w gospodarce o okrężnym obiegu - założenia, relacje, implikacje, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Ekonomiczne, społeczne i środowiskowe uwarunkowania logistyki* 383, 288–301.

Karolina Posytek✉, Bogdan Klepacki¹✉

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Warszawska infrastruktura rowerowa w opinii jej użytkowników

Warsaw bicycle infrastructure in the opinion of its users

Synopsis. W opracowaniu przedstawiono pojęcie i podział transportu miejskiego, którego transport rowerowy jest częścią. Opisano również cechy publicznego transportu rowerowego. Przedstawiono zmiany w ocenie warszawskiej infrastruktury rowerowej w latach 2018–2020, które zostały opracowane na podstawie badań ankietowych. Wykonano także analizę pola sił Warszawskiego Roweru Publicznego, wskazując elementy napędzające oraz hamujące rozwój Veturilo.

Słowa kluczowe: rower miejski, transport miejski, Veturilo, rower, Warszawa

Abstract. The study presents the concept and division of urban transport, of which bicycle transport is a part. The features of public bicycle transport are also described. Changes in the assessment of the Warsaw bicycle infrastructure in 2018–2020 were presented, which were developed on the basis of surveys. An analysis of the force field of the Warsaw Public Bike was also performed, indicating the elements driving and inhibiting the development of Veturilo.

Key words: urban bike, urban transport, Veturilo, bicycle, Warsaw

JEL codes: P56, R41, R42, R53

Wstęp

Potrzeba przemieszczania zrodziła się wraz z pojawieniem się człowieka i dotyczy nie tylko przepływu ludzi, ale także towarów oraz informacji. Chcąc zdefiniować pojęcie transportu miejskiego, należy wyróżnić co najmniej dwa podziały, po pierwsze na komunikację miejską oraz po drugie na organizatora transportu miejskiego. Transport miejski jako komunikacja to regularne zapewnienie połączeń w obrębie terenu zurbanizowanego umożliwiające osobom korzystającym z tego sposobu poruszania się, spełnianie potrzeb ludzkich [Wyszomirski 2007]. Drugie rozumienie oznacza samorządową jednostkę organizacyjną, która odpowiedzialna jest za realizowanie przewozów, czyli organizowanie komunikacji miejskiej [Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej].

✉ Karolina Posytek – karolinaposytek@gmail.com

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

Wyróżnia się wiele kryteriów podziału transportu miejskiego takich jak [Szymonik 2013]:

- charakter przewozów (indywidualny, grupowy, zbiorowy),
- sposób zorganizowania transportu (regularny, nieregularny),
- sposób świadczenia usług (odpłatny, bezpłatny),
- dostępność (własny, publiczny),
- rodzaj świadczonego przewozu (służący obsłudze pasażerów, służący obsłudze towarów).

Transport miejski od lat odgrywa ważną rolę dla ludności zamieszkującej w szczególności obszary zurbanizowane. Są to tereny, które mają większe wymagania transportowe, zarówno ze względu na znaczne zagęszczenie i dużą liczbę ludności, jak i działalności związane z codziennym funkcjonowaniem oraz zaspokajaniem zwykłych potrzeb. Jednym ze środków transportu miejskiego jest rower publiczny, który zalicza się do transportu indywidualnego. Rower publiczny odgrywa ważną rolę w transporcie miejskim i stał się konkurencyjnym sposobem poruszania się po mieście w stosunku do pozostałych pojazdów transportu miejskiego. Jest konkurencyjny szczególnie na krótkich dystansach, a to takie najczęściej dokonuje się w obrębie miasta, jak i pod względem wymagań terenowych i kosztów związanych z jego funkcjonowaniem.

Celem opracowania było rozpoznanie teoretycznych zagadnień związanych z transportem miejskim, organizacji funkcjonowania Warszawskiego Roweru Publicznego oraz rozpoznanie poglądów jego użytkowników. Podjęto także próbę dokonania analizy pola sił, czyli określenia czynników napędowych (zachęcających) i hamujących rozwój tej sieci.

W tym ostatnim celu została przeprowadzona ankieta wśród respondentów, którzy zostali wybrani do badań w sposób celowy, ponieważ została ona skierowana do osób korzystających z transportu rowerowego. Badania przeprowadzono dwukrotnie, w latach 2019 oraz 2020. Kwestionariusz ankiety został rozprowadzony za pomocą serwisu społecznościowego, na grupach i stronach dedykowanych warszawskim rowerzystom. W badaniu ankietowym przeprowadzonym w 2020 roku wzięły udział 332 osoby, a w 2019 roku 244 osoby – wyniki zostały przedstawione procentowo, co umożliwiło porównanie oceny infrastruktury.

Cechy transportu rowerowego jako elementu transportu miejskiego

Transport miejski charakteryzuje się swoimi typowymi cechami [Wyszomirski 2007]. Każdą z nich można bezpośrednio odnieść do transportu rowerowego, miejskiego publicznego. Transport ten można określić cechą powszechności, ponieważ występuje w dużej liczbie miast, a także w każdym z nich istnieje wiele stacji wypożyczeń rowerów. Jednak nie jest to transport typowo regularny – wypożycza się rower wtedy, kiedy istnieje potrzeba przemieszczenia się. Poprzez gęstą siatkę stacji rowerowych ten rodzaj transportu pozwala dotrzeć z wielu miejsc w inne, jednak na każdej ze stacji istnieje ograniczona liczba rowerów, a co za tym idzie, nie zawsze w danym miejscu, w którym chcielibyśmy wypożyczyć rower, musi się on akurat znajdować, czyli być wolnym do wypożyczenia. Jednak ta wada dotyczy także komunikacji miejskiej zbiorowej – istnieje ryzyko, iż nie zmieścimy się do autobusu czy metra. Publiczny transport rowerowy stara się nikogo nie wykluczać z jego użytkowania – na tyle, na ile jest to możliwe. Stosowane są liczne rozwiązania, np. rowery dla dzieci,

rowery towarowe oraz tandemy [Warszawski Rower Publiczny], dzięki którym z rowerów mogą korzystać różne grupy ludzi.

Kolejna cecha wiąże się z tym, że komunikacja zawsze działa na określonym terenie głównie w mieście, ale ujmując szerzej na terenach zurbanizowanych. Odnosząc tę cechę bezpośrednio do rowerów publicznych, ich działalność jest także w pewien sposób określona, chociażby rozmieszczeniem stacji wypożyczeń. Jednak coraz częściej istnieje możliwość wypożyczania lub oddawania rowerów w innych miastach – sąsiedzkich. Wiąże się to z tym, że główny system wypożyczeń jest kompatybilny z systemami rowerowymi, które funkcjonują w innych miastach. Dobrym przykładem jest Warszawski Rower Publiczny Veturilo, który jest kompatybilny z systemami rowerowymi w: Otwocku, Piasecznie, Pruszkowie, Markach oraz Konstancinie-Jeziornej [Kompatybilne mazowieckie...].

Masowość transportu miejskiego wiąże się z jego zbiorowym charakterem. W przypadku transportu rowerowego może trudno mówić o masowości, jednak jest to rodzaj transportu wybierany dość często.

Transport rowerowy, jak każdy transport miejski, jest nierównomierny, np. poprzez nierównomierne rozmieszczenia stacji wypożyczeni rowerów. Łatwo zauważyć, że w rejonach centralnych występuje dużo więcej stacji niż w dzielnicach obrzeżnych. Przykładem może być Warszawa, w dzielnicach takich jak Śródmieście czy Mokotów istnieje wiele więcej stacji wypożyczeń niż w Wawrze, pomimo tego, że powierzchniowo jest to największa dzielnica Warszawy [Mapa stacji].

Niewielki średni pokonywany dystans to cecha, którą można przypisać także rowerom publicznym, odległości pokonywane tym środkiem transportu są zazwyczaj znikome. Dla przykładu, w sezonie 2017 średni czas wypożyczenia roweru miejskiego Veturilo wyniósł 21 minut, co przekładając na liczbę kilometrów, zakładając średnią prędkość 15 km/h, daje około 5 km pokonanych rowerem [Veturilo – sezon...]. Jednak średni czas wypożyczenia może być też zawyżany przez czas nieprzeznaczony na jazdę, czyli postój lub inne czynności.

Ocena warszawskiej infrastruktury rowerowej przez jej użytkowników

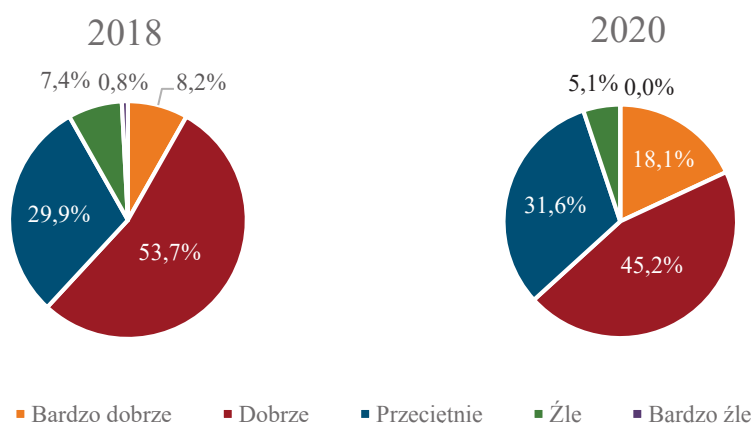
Ankiety przeprowadzone były na początku 2019 roku (dane za sezon 2018) oraz ponownie pod koniec 2020 roku (dane za sezon 2020), dlatego analiza obejmuje zmiany w ocenie warszawskiej infrastruktury rowerowej przez jej użytkowników w latach 2018–2020, czyli na przestrzeni dwóch sezonów rowerowych.

W obu badaniach ankietowych przeważali mężczyźni i stanowili około 58,0% respondentów. Ankietowani zostali podzieleni na sześć grup wiekowych: 20 lat lub mniej, 21–30 lat, 31–40 lat, 41–50 lat, 51–60 lat oraz powyżej 60 lat. W ankiecie z 2020 roku przeważały osoby z grupy 31–40 lat, które stanowiły 41,3% respondentów, dość dużo ankietowanych to osoby w wieku 21–30 lat (32,8%), a także 41–50 lat (prawie 20,0%). W ankiecie wzięło udział także kilka osób z pozostałych grup wiekowych. Ponad 3/4 respondentów stanowiły osoby z wyższym wykształceniem, a prawie 21,0% ze średnim. Głównymi respondentami były osoby pracujące (77,0%) oraz studenci (18,0%).

Wzrosła liczba osób, które rowerem używają głównie do rekreacji (z 36,9 do 43,4%), a spadła wykorzystujących rower jako środek transportu do pracy/szkoły (z 49,6 do 38,0%), wynika to na pewno po części z wprowadzenia zdalnej nauki oraz pracy. Wciąż niewiele, około 3,0–4,0%, używało roweru w celach zdrowotnych oraz jako środek dojazdu na zakupy.

Wielu respondentów używa roweru zarówno jako formę rekreacji, dojazd na zakupy, do pracy oraz jako środek transportu po mieście.

Jedno z pytań dotyczyło oceny infrastruktury liniowej i obejmowało kilka aspektów (rysunek 1). Ocena nawierzchni dróg dla rowerów nieco się poprawiła, łącznie 63,3% respondentów oceniło ją pozytywnie, w poprzednim badaniu było to 61,9%, ale widać, że o wiele więcej osób oceniło drogi dla rowerów bardzo dobrze (różnica 10 p.p.) oraz nikt nie ocenił dróg jako bardzo złe.

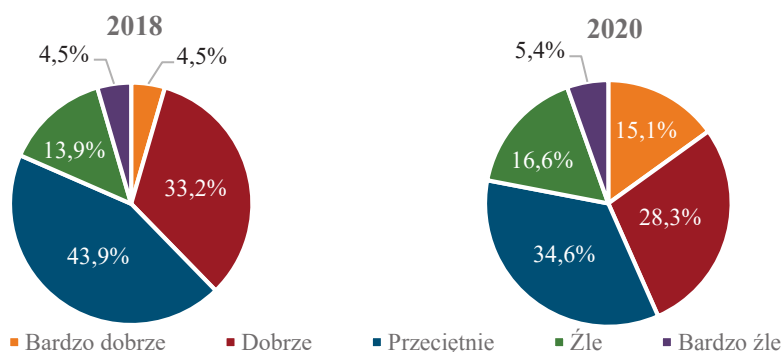


Rysunek 1. Porównanie oceny nawierzchni dróg dla rowerów

Figure 1: Comparison of bicycle road surface ratings

Źródło: opracowanie własne.

Bardzo podobną sytuację można zauważyć w ocenie liczby dróg dla rowerów, także ocena pozytywna nieco wzrosła oraz wiele więcej osób oceniło liczbę dróg dla rowerów jako bardzo dobrą (rysunek 2). Ciągłość liniowej infrastruktury rowerowej wciąż oceniana jest bardzo przeciętnie, jednak można zauważyć lekki wzrost oceny bardzo dobrej, ale także wzrost odpowiedzi bardzo źle. Z kolei jeżeli chodzi o ocenę szerokości dróg dla rowerów oraz oznakowanie liniowej infrastruktury rowerowej, nie da się zauważyć większych zmian w ocenie. Nastąpił spadek osób, które oceniają łączną długość sieci rowerowej przeciętnie, na rzecz zarówno oceny bardzo dobrej, jak i złej. Ogólnie wzrosła liczba respondentów oceniających tę cechę pozytywnie z 37,7 do 43,4%.

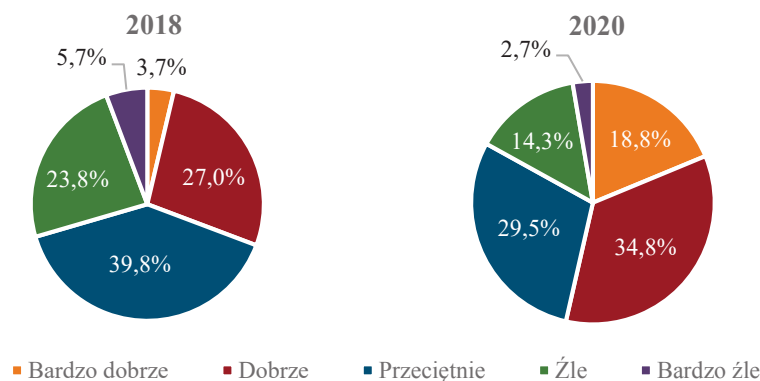


Rysunek 2. Porównanie oceny łącznej długości sieci rowerowej

Figure 2: Comparison of ratings for the total length of the bicycle network

Źródło: opracowanie własne.

Z kolei jeżeli chodzi o oznakowanie infrastruktury rowerowej, to nie da się zauważyć większych różnic w ocenie, widać jedynie wzrost oceny bardzo dobrej na rzecz oceny dobrej, jednak ogólna struktura pozytywna i negatywna została zachowana w podobnym stosunku. Kolejne pytanie dotyczyło oceny punktowej infrastruktury liniowej, w pytaniach dotyczących Veturilo konieczność odpowiedzi nie była wymagana, co spowodowało, że na 332 ankietowanych tylko część z tych osób odpowiadała na te pytania, lecz wyniki zostały przedstawione procentowo (rysunek 3). W ciągu dwóch lat znacząco poprawiła się ocena liczby stojaków/parkingów rowerowych, aż 18,8% oceniło tę kwestię jako bardzo dobrze, w poprzednim badaniu ankietowym tylko 3,7%. Ogólnie pozytywnie ten aspekt oceniło ponad 50,0%, dwa lata temu pozytywnie tylko 30,0%. Liczba stojaków rowerowych z roku na rok wzrasta, pozytywnym faktem, jest to, że użytkownicy rowerów zauważają ten fakt.

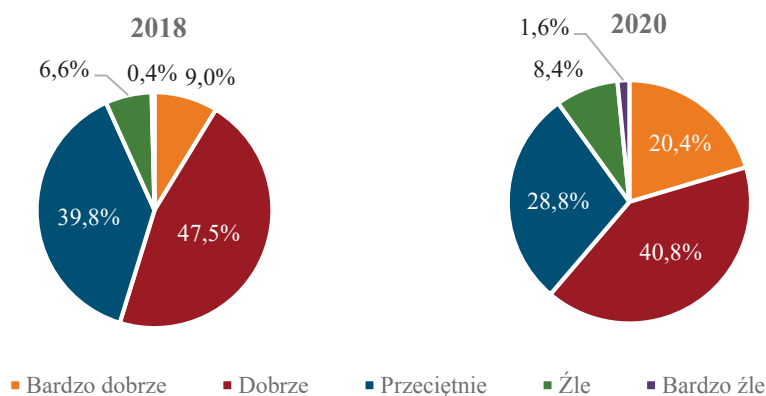


Rysunek 3. Porównanie oceny liczby stojaków/parkingów rowerowych

Figure 3: Comparison of ratings of the number of bicycle racks/parking spaces

Źródło: opracowanie własne.

Rozmieszczenie stojaków/parkingów rowerowych również zostało ocenione lepiej niż w poprzednim badaniu. Pozytywnie tę kwestię oceniło prawie 50,0%, w zeszłym badaniu niewiele ponad 30,0%. Widać spójność w ocenie zarówno liczby, jak i rozmieszczenia stojaków oraz parkingów rowerowych. Ocena liczby stacji wypożyczeń Veturilo nie uległa specjalnie zauważalnej zmianie, wciąż pozytywnie ocenia tę kwestię około 80,0% respondentów. Ocena wydaje się słuszna, gdyż porównując liczbę stacji z 2020 roku do tej z 2019 roku, liczba nie zmieniła się drastycznie, przybyło tylko kilka nowych stacji. Ocena liczby rowerów miejskich na poszczególnych stacjach nieco się poprawiła, szczególnie widać poprawę oceny bardzo dobrej, o ponad 10 p.p. (rysunek 4). Łącznie tę kwestię pozytywnie oceniło ponad 60,0%, w poprzednim badaniu 56,5% respondentów.

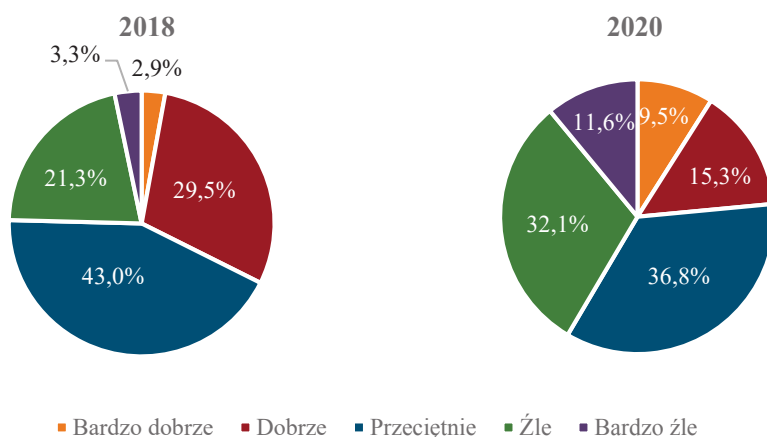


Rysunek 4. Porównanie oceny liczby rowerów Veturilo na poszczególnych stacjach
Figure 4: Comparison of the number of Veturilo bikes at individual stations

Źródło: opracowanie własne.

Ocena rozmieszczenia stacji wypożyczeń niespecjalnie się zmieniła, co jest uzasadnione, gdyż stacje od lat zlokalizowane są w tych samych miejscach, jedynie co roku dochodzi kilka nowych stacji. Jedyną zauważalną zmianą jest wzrost z oceny dobrej na bardzo dobrą, ponieważ w badaniu z 2020 roku prawie 25,0% respondentów oceniła tę kwestię jako bardzo dobrą, a w poprzednim było to tylko 9,0%. Jednak ogólnie w obu badaniach ankietowanych pozytywnie, czyli dobrze lub bardzo dobrze, oceniło tę kwestię około 70,0% respondentów.

Z omawianą infrastrukturą ściśle wiąże się suprastruktura, w tym przypadku rowery. Ocena stanu rowerów miejskich przeznaczonych do wypożyczenia uległa pogorszeniu, negatywnie ten aspekt oceniło, aż 43,7% respondentów, a poprzednio 24,6% (rysunek 5). Widać, że kwestia ze stanem rowerów jest problemem już od kilku lat, a niestety z roku na rok sytuacja się pogarsza.



Rysunek 5. Porównanie oceny stanu rowerów miejskich przeznaczonych do wypożyczenia
Figure 5: Comparison of assessment of the condition of hire city bikes

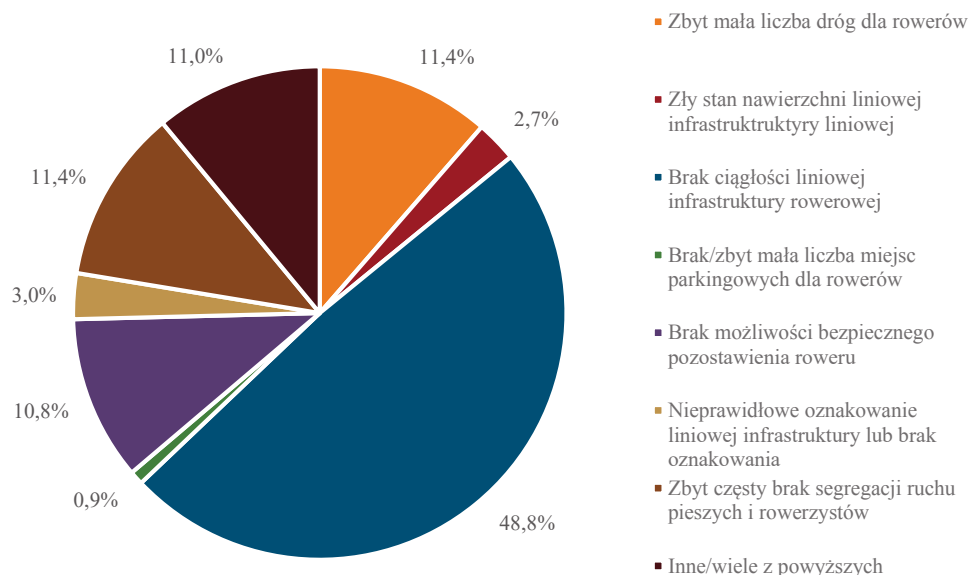
Źródło: opracowanie własne.

Rowerzyści w Warszawie wciąż za największe ułatwienie uważają drogi dla rowerów, tę odpowiedź wskazało ponad 52,0% respondentów (w poprzednim badaniu 57,0%). Oba badania ankietowe pokazały, że dla ponad 1/4 respondentów wszystkie elementy, czyli zarówno Veturilo, drogi dla rowerów, stojaki oraz samoobsługowe stacje naprawcze rowerów są tak samo ważne.

Wciąż ponad 60,0% respondentów uważa, że w Warszawie powinno się budować więcej śluz rowerowych oraz że zwiększają one bezpieczeństwo rowerzystów podczas pokonywania skrzyżowań. Nadal ponad 70,0% ankietowanych uważa, że w stolicy powinno powstawać więcej kontrapasów oraz blisko 70,0% respondentów uważa, że są one bezpiecznym rozwiązaniem.

Jeżeli chodzi o główne przeszkody w swobodnym poruszaniu się rowerem po Warszawie wciąż za największy problem uważa się brak ciągłości liniowej infrastruktury, tę odpowiedź wskazało prawie 50,0% respondentów, w poprzednim badaniu praktycznie tyle samo, ponieważ 48,4%, co świadczy o tym, że problem wciąż istnieje (rysunek 6). Jako drugą przeszkodę wskazano zbyt małą liczbę dróg dla rowerów, a jako trzecią brak możliwości bezpiecznego pozostawienia roweru. Dokładnie te same odpowiedzi wskazano w poprzednim badaniu ankietowym, jedynie odpowiedzi przybrały lekko inne wartości.

Jeżeli natomiast chodzi o kwestię, czy warszawska infrastruktura rowerowa mieści się w standardach europejskich oraz, czy tempo rozwoju infrastruktury rowerowej w Warszawie jest adekwatne do innych inwestycji w mieście, to zdania wciąż są podzielone, nie da się wskazać jednoznacznej opinii warszawskich rowerzystów.



Rysunek 6. Przeszkody w swobodnym poruszaniu się rowerem po Warszawie

Figure 6: Obstacles to Freedom of Cycling in Warsaw

Źródło: opracowanie własne.

Analiza *force field* Warszawskiego Roweru Publicznego

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych, danych z przedsiębiorstwa Nextbike Polska oraz studiów literaturowych przeprowadzono syntetyczną analizę *force field* (poła sił), w której wyróżnia się czynniki napędzające/zachęcające i hamujące/zniechęcające do określonej sytuacji [Posytek 2021]. W analizie uwzględniono te dwa rodzaje czynników wpływających na rozwój systemu Veturilo, zarówno pod względem floty, infrastruktury (liczby stacji) oraz docelowo liczby użytkowników.

Jeżeli chodzi o czynniki sprzyjające, można wyróżnić wysoko wykwalifikowaną kadrę spółki Nextbike Polska, zarówno w odniesieniu do osób zarządzających przedsiębiorstwem, jak i pracowników liniowych. Kadra taka „napędza rozwój”, ponieważ pokazuje, że przedsiębiorstwo jest silne, kreatywne oraz jest gotowe na ciężką pracę, jaka czeka w przypadku rozwoju systemu. Kolejną siłą napędzającą jest wieloletnie doświadczenie, bo już od 2012 roku Nextbike Polska jest operatorem Warszawskiego Roweru Publicznego, co daje przedsiębiorstwu przewagę w prowadzeniu tego typu biznesu. Kierujący przez lata musieli stawić czoła różnym sytuacjom, chociażby takim jak pandemia COVID-19, kiedy mimo zakazu wypożyczania rowerów, następnie ogłoszeniu upadłości, przedsiębiorstwo przedstawiło plan restrukturyzacyjny, dodatkowo wygrało przetarg na operowanie systemem Veturilo w kolejnym sezonie.

Udział w rynku również sprzyja rozwojowi przedsiębiorstwa, ponieważ pokazuje, że mimo istniejącej konkurencji to właśnie Nextbike operuje największą liczbą systemów w Polsce, w tym największym systemem w stolicy, którym zarządza od momentu jego powstania. Udział w rynku daje także swojego rodzaju pewność, że przedsiębiorstwo jest rozpoznawane na rynku i że jest znaczącym graczem w branży.

Bardzo mocną siłą napędową jest panujący wśród społeczeństwa trend ekologiczny, który powoduje chęć wybierania środków transportu sprzyjającym środowisku, a właśnie taki jest Warszawski Rower Miejski. Dodatkowo z roku na rok (nie uwzględniając wyjątkowej sytuacji, jaka powstała w 2020 roku podczas epidemii) liczba użytkowników Veturilo rośnie, oprócz obecnych użytkowników dochodzą całkiem nowi.

Ostatnią wyróżnioną siłą napędzającą jest dostęp do infrastruktury w rozumieniu, że dostawcą zarówno rowerów, jak i stacji oraz innej niezbędnej infrastruktury jest główny akcjonariusz spółki, czyli Nextbike GmbH. Z racji, że Nextbike GmbH jest globalnym dostawcą i operatorem systemów wypożyczeń, w przypadku zapotrzebowania Nextbike Polska na nowy sprzęt prawdopodobnie nie byłoby problemów z jego dostarczeniem, co działa na korzyść polskiej spółki, gdyż mają sprawdzonego, pewnego dostawcę, na którym mogą polegać.

Wśród sił hamujących można wymienić obawę, że mimo zwiększenia liczby stacji i liczby rowerów na stacjach nie przybędzie użytkowników systemu. Może się tak dzieć ze względu na rozwój konkurentów, którzy świadczą usługi substytucyjne do Nextbike, przez zmianę preferencji użytkowników. Istnieje ryzyko, że zainwestowanie dużej ilości pieniędzy nie przyniesie oczekiwanych rezultatów.

Kolejną siłą hamującą są wymagania finansowe, rozwinięcie systemu bowiem wiąże się z dużymi wymaganiami finansowymi, z kolei przedsiębiorstwo, nawet w przypadku chęci podjęcia ryzyka, może mieć problem z pozyskaniem pieniędzy, czyli z wzięciem kredytu w banku. W momencie ogłoszenia upadłości przez Nextbike Polska banki zaczęły wypowiadać im kredyty. Mimo ogłoszenia planu restrukturyzacji banki mogą nie chcieć udzielać wysokich kredytów przedsiębiorstwu. Jednak wymagania finansowe to także kwoty przeznaczone na wypłaty dla nowych pracowników, których w przypadku rozwoju systemu z pewnością należałoby zatrudnić.

Kolejnym ograniczeniem jest konkurencja. Należy zaznaczyć, że obecnymi konkurentami Veturilo nie są inne publiczne systemy wypożyczeń, ale te prywatne oraz hulajnogi elektryczne, których popularność rośnie. Z jednej strony ogólna sytuacja z konkurentami może hamować chęć rozwoju, lecz z drugiej strony może należy wyprzedzić konkurencję – nowymi technologiami i rozwiązaniami, aby zdobyć nowych klientów.

Ostatnią siłą hamującą jest możliwość utraty kontroli nad systemem w przypadku zbyt szybkiego wzrostu. Już teraz jako największą wadę Veturilo wskazuje się niedostateczną dbałość o flotę rowerową – rowery przeznaczone do wypożyczenia bywają w stanie nienadającym się do użycia, wymagają serwisu – w przypadku dużej liczby nowych stacji i liczniejszej floty rowerowej ten problem mógłby się nasilić. Na tę chwilę przedsiębiorstwo powinno skupić się na zadbanie o prawidłowy stan obecnej floty, być może poprzez zatrudnienie kolejnych osób do pracy w dziale serwisu i napraw lub poprzez liczniejsze kontrole rowerów na stacjach, sprawdzanie ich stanu. Aby rozwinąć system, Nextbike Polska powinna najpierw rozwiązać ten problem z obecnie istniejącą flotą.

Podsumowanie

Warszawski Rower Publiczny jest ważnym elementem transportu miejskiego w stolicy. Jest konkurencyjną formą przemieszczania się w Warszawie, ale jednocześnie stanowi uzupełnienie komunikacji zbiorowej. Dokładane są wszelkie starania, zarówno przez przedsiębiorstwo Nextbike Polska, jak i przez miasto stołeczne Warszawa, aby rowerzystom podróżowało się jak najwygodniej, lecz wciąż istnieją pewne kwestie, które wymagają poprawy. Aby zapewnić wyższy komfort jazdy, potrzebna jest praca zarówno ze strony Nextbike Polska, m.in. w kwestii dbałości o stan rowerów, które są przeznaczane do wypożyczenia, jak i dążenia do wyrównania poziomu każdej z dzielnic Warszawy tak, aby nie tylko w dzielnicach centralnych był duży wybór stacji i rowerów przeznaczonych do użytku, ale także na terenach ościennych. Potrzebna jest także praca ze strony miasta, m.in. przy projektowaniu infrastruktury rowerowej, planowaniu strategii rozwoju transportu rowerowego w stolicy, działaniach dążących do poprawy bezpieczeństwa rowerzystów.

Z przeprowadzonej analiza wynika, że Warszawski Rower Publiczny jest konkurencyjną formą podróży w stosunku do gałęzi transportu publicznego zbiorowego, m.in. ze względu na koszty, czas jazdy, a także wpływ na środowisko. Największą przewagą Veturilo jest jego ekologiczny aspekt: transport pieszy i transport rowerowy są jedynymi formami transportu, które nie emitują CO₂ do środowiska. Największym problemem w sprawnym funkcjonowaniu Warszawskiego Roweru Publicznego jest brak ciągłości liniowej infrastruktury rowerowej, dla prawie 50,0% respondentów jest to kwestia, która najbardziej przeszkadza w swobodnym poruszaniu się rowerem.

Bibliografia

- Kompatybilne mazowieckie systemy rowerowe, Nextbike, [źródło elektroniczne] <https://nextbike.pl/kompatybilne-mazowieckie-systemy-rowerowe/> [dostęp: 17.10.2020].
- Mapa stacji, Veturilo, [źródło elektroniczne] <https://www.veturilo.waw.pl/mapa-stacji/> [dostęp 17.10.2020].
- Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Słownik pojęć Strategii Rozwoju Transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), [źródło elektroniczne] https://www.gov.pl/documents/905843/1047987/Sloownik_pojec_SRT.pdf/16d4d96b-97dd-5079-ea6d-3b32fc0fa72c, [dostęp: 21.10.2020].
- Posytek K., 2021: Funkcjonowanie Warszawskiego Roweru Publicznego w transporcie miejskim na przykładzie firmy Nextbike Polska, Katedra Logistyki, Instytut Ekonomii i Finansów SGGW w Warszawie, Warszawa [praca magisterska].
- Szymonik A., 2013: *Ekonomika transportu dla potrzeb logistyka(i). Teoria i praktyka*, Difin, Warszawa.
- Veturilo – sezon pełen rekordów, Veturilo, [źródło elektroniczne] <https://www.veturilo.waw.pl/veturilo-sezon-pelen-rekordow/> [dostęp: 02.11.2020].
- Warszawski Rower Publiczny, Veturilo, [źródło elektroniczne] <https://www.veturilo.waw.pl/> [dostęp: 24.10.2020].
- Wyszomirski O., 2007: *Transport miejski. Ekonomika i Organizacja*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk.

Uwarunkowania efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowcy w praktyce gospodarczej

Conditions for the effective use of a driver's working time in economic practice

Streszczenie. Celem opracowania było rozpoznanie czynników efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowców w przedsiębiorstwach transportowych. W badaniach wykorzystano metodę studiów przypadku w realizacji transportów międzynarodowych. Z analiz wynika, że na wyższą efektywność wykorzystania czasu pracy kierowców wpływa m.in. terminowość załadunków i rozładunków, współpraca firm załadunkowych i rozładunkowych z kierowcą, przekazywanie kierowcy rzetelnych informacji we właściwym czasie oraz zaangażowanie kierowcy w wykonywaną pracę. Brak dbałości w zakresie tych czynników przyczynia się do wzrostu kosztów i obniżenia efektywności procesów gospodarczych.

Słowa kluczowe: czas pracy, kierowca, transport, efektywność, załadunek, rozładunek

Abstract. The aim of the study was to identify the factors of effective use of drivers' working time in transport companies. The research used the case study method in the implementation of international transports. The analyzes show that the higher efficiency of the use of drivers' working time is influenced, among others, by timely loading and unloading, cooperation of loading and unloading companies with the driver, providing the driver with reliable information at the right time and the manager's commitment to the work performed. Lack of care in terms of these factors contributes to an increase in costs and a reduction in the efficiency of economic processes.

Key words: working time, driver, transport, efficiency, loading, unloading

JEL codes: M54, R41

Wstęp

Czas stanowi istotną wartość zarówno w ujęciu ekonomicznym, jak i społecznym. Racjonalne gospodarowanie czasem jest jednym z podstawowych czynników wpływających na ekonomiczną efektywność procesów gospodarczych. W transporcie, który charakteryzuje się cyklicznością i powtarzalnością, czas jest ważnym elementem efektywnego wykonania zlecenia [Lorencowicz i in. 2017]. Oddziałuje na podstawowe parametry charakteryzujące proces transportu, a więc jakość, wydajność i koszty. Przede wszystkim wymagania czasowe

✉ Elżbieta Jadwiga Szymańska – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Instytut Ekonomii i Finansów; e-mail: elzbieta_szymanska@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-7686-1243>

✉ Aleksandra Czerniakowska – Stark Log Spółka z o.o.; olaczerniakowska@o2.pl

takie jak: czas dostaw, częstotliwość, regularność i terminowość determinują jakość usług transportowych [Wojan i Wysocka 2011]. Czas ma też bezpośredni wpływ na osiąganą wydajność, ponieważ każde jego zwiększenie wpływa na obniżenie wydajności i jednocześnie generuje wyższe koszty, związane np. z przestojami.

W przypadku transportu samochodowego na czas pracy ma wpływ wiele czynników i ograniczeń. Jednym z podstawowych są ograniczenia prawne, które powodują, że usługodawca, czyli firma transportowa musi dostosować organizację przewozów do wymagań prawnych, zapewniając kierowcom pracę w dopuszczalnych normach czasowych, przy jednoczesnym uwzględnieniu wymagań odbiorców, którzy oczekują terminowej i szybkiej realizacji przewozu. Do podstawowych aktów prawnych, regulujących czas pracy kierowców należą:

- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców (DzU nr 92, poz. 879 z późn. zm.). Stanowi ona wykonanie Dyrektywy (WE) nr 2002/15, Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 11 marca 2002 r. w sprawie organizacji czasu pracy osób wykonujących czynności w trasie w zakresie transportu drogowego.
- Rozporządzenie (WE) nr 561/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 marca 2006 r. w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu drogowego oraz zmieniające Rozporządzenie Rady (EWG) nr 3821/85.
- Umowa Europejska dotycząca pracy załóg pojazdów wykonujących międzynarodowe przewozy drogowo (AETR), sporządzona w Genewie dnia 1 lipca 1970 r., a ratyfikowana przez Polskę dnia 30 sierpnia 1999 r. (DzU nr 94, poz. 1087).
- Kodeks pracy – na mocy art. 4 Ustawy o czasie pracy kierowców, w zakresie nieuregulowanym tą ustawą (DzU. nr 21, poz. 94, z późn. zm.).

Regulacje w zakresie czasu pracy kierowców obejmują następujące elementy:

- dzienny limit czasu jazdy kierowcy wynosi 9 godzin, przy czym kierowca może dwa razy w ciągu tygodnia wydłużyć czas jazdy do 10 godzin;
- każdy dzienny odpoczynek kończy okres prowadzenia pojazdu i może rozpocząć kolejny (w ciągu 24-godzinnego okresu), co w praktyce oznacza to, że w ciągu doby kierowca może prowadzić pojazd dłużej niż 9 lub 10 godzin;
- tygodniowy czas prowadzenia pojazdu może wynieść maksymalnie 56 godzin, nie może jednak przekroczyć 90 godzin w ciągu dwóch tygodni. Oznacza to, że jeśli kierowca w pierwszym tygodniu wykorzysta 56 godzin jazdy, na kolejny tydzień przypadają mu tylko 34 godziny prowadzenia pojazdu.

Szczegółowe regulacje dotyczące czasu pracy kierowców zawodowych mają na celu zwiększenie bezpieczeństwa na drodze, a także ochronę innych uczestników ruchu. Do ich przestrzegania zobowiązani są nie tylko kierowcy samochodów ciężarowych o DMC powyżej 3,5 ton, ale również autobusów i autokarów wykonujący transport krajowy oraz międzynarodowy.

Odpowiednie zarządzanie czasem pracy kierowców stanowi wyzwanie dla każdego przedsiębiorstwa z branży TSL. Bardzo szczegółowe przepisy, częste kontrole wyznaczonych do tego służb i wysokie kary wpływają na to, że przedsiębiorstwa transportowe poszukują rozwiązań, które pozwolą im bardziej efektywnie zarządzać czasem pracy kierowców, przy jednoczesnym stosowaniu się do regulacji prawnych z tego zakresu.

Cel i metodyka badań

Celem opracowania było rozpoznanie czynników efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowców w przedsiębiorstwach transportowych. W badaniach wykorzystano metodę studiów przypadku w realizacji transportów międzynarodowych. Szczegółową analizą objęto wybrane zlecenia transportowe zrealizowane przez przedsiębiorstwo, które działa na rynku TSL od 10 lat. Dzięki temu możliwe było rozpoznanie przykładów efektywnego i nieefektywnego zarządzania czasem pracy kierowców. W prezentacji wyników badań zastosowano metodę opisową, tabelaryczną i graficzną.

Analiza pozytywnych rozwiązań w realizacji zleceń transportowych

W pierwszym ze zbadanych przypadków kierowca miał do zrealizowania następującą trasę: rozładunek towaru w Olsztynie, a następnie załadunek w Iławie i dostawa do miejscowości Hajduszoboszlo na Węgrzech (tabela 1). Z powodu ręcznego rozładunku towaru w Olsztynie zaplanowanego między godziną 11:15, a 14:30, kierowca musiał rozpocząć pracę wczesnym rankiem o godzinie 4:00, aby dojechać na wyznaczoną godzinę. Oznaczało to, że tego dnia zgodnie z obowiązującymi regulacjami mógł pracować maksymalnie do godziny 19:00. Rozładunek w Olsztynie przebiegł zgodnie z planem, w związku z czym kierowca dojechał na załadunek w Iławie około godziny 16:00. Na miejscu jednak okazało się, że na załadunek czekało jeszcze 10 innych ciężarówek i firma załadunkowa nie była w stanie zagwarantować, że auto zostanie załadowane do godziny 19:00. Po negocjacjach spedytora z przedstawicielem przedsiębiorstwa udało się uzgodnić, że przed końcem czasu pracy kierowcy ciężarówka zostanie podstawiona pod rampę załadunkową, gdzie kierowca mógł rozpocząć dobowy odpoczynek, a w tym czasie magazynierzy załadowali przygotowany towar. Dzięki współpracy przedsiębiorstwa ze spedytorem i kierowcą udało się osiągnąć następujące korzyści:

- efektywne wykorzystanie czasu pracy – kierowca nie musiał czekać na załadunek do następnego dnia, ponieważ możliwość odebrania paury pod rampą załadunkową znacznie przyspieszyła realizację zlecenia transportowego i zjazd kierowcy na bazę w celu odebrania odpoczynku tygodniowego;
- niższe koszty dla przedsiębiorstwa transportowego – kierowca zjechał na bazę w piątek po południu, a nie dopiero w sobotę rano. Jest to istotne w przypadku rozliczania się z kierowcą w postaci tak zwanych „dniówek” (czyli określonej zapłaty za każdy rozpoczęty dzień pracy w ciągu tygodnia);
- wcześniejszy zjazd na bazę oznaczał również, że kierowca szybciej odbierze odpoczynek tygodniowy i w związku z tym będzie mógł wcześniej rozpocząć pracę w kolejnym tygodniu;
- świadomość, że w przypadku podjęcia kolejnych zleceń transportowych od tego załadowcy będzie możliwe respektowanie czasu pracy kierowców i dopasowanie możliwości magazynu do ograniczeń kierowcy związanych z czasem pracy.

Tabela 1. Harmonogram czasu pracy kierowcy na trasie Iława–Hajduszoboszło
Table 1. Driver's working time schedule on the route Iława–Hajduszoboszło

Od	Do	Czas	Dystans	Czynność	Symbol na tachografie
22.04.2021 04:00	22.04.2021 08:30	4 godz. 30 min	270 km	jazda	
22.04.2021 08:30	22.04.2021 09:15	45 min	–	pauza	
22.04.2021 09:15	22.04.2021 10:15	1 godz.	60 km	jazda	
22.04.2021 10:15	22.04.2021 11:15	1 godz.	–	oczekiwanie na rozładunek	
22.04.2021 11:15	22.04.2021 14:30	3 godz. 15 min	–	rozładunek	
22.04.2021 14:30	22.04.2021 15:50	1 godz. 20 min	90 km	jazda	
22.04.2021 15:50	22.04.2021 16:30	40 min	–	oczekiwanie na załadunek	
22.04. 16:30	23.04. 01:30	11 godz. 20 min	–	pauza pod rampą / załadunek	
23.04.2021 01:30	23.04.2021 06:00	4 godz. 30 min	270 km	jazda	
23.04.2021 06:00	23.04.2021 06:45	45 min	–	pauza	
23.04.2021 06:45	23.04.2021 11:15	4 godz. 30 min	270 km	jazda	
23.04.2021 11:15	23.04.2021 12:00	45 min	–	pauza (w celu wydłużenia jazdy do 10h)	
23.04.2021 12:00	23.04.2021 12:50	50 min	70 km	jazda	
23.04.2021 12:50	25.04.2021 12:00	46 godz. 50 min	–	regularny odpoczynek tygodniowy	
25.04.2021 12:00	25.04.2021 16:30	4 godz. 30 min	250 km	jazda	
25.04.2021 16:30	25.04.2021 17:15	45 min	–	pauza	
25.04.2021 17:15	25.04.2021 18:30	1 godz. 15 min	100 km	jazda	
25.04.2021 18:30	26.04.2021 06:00	11 godz. 30 min	–	pauza	
26.04.2021 06:00	26.04.2021 07:00	1 godz.	–	rozładunek	

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiony przykład potwierdza, że na efektywne planowanie czasu pracy kierowców wpływa współpraca firm załadunkowych lub rozładunkowych. Uwzględnianie ograniczeń kierowców, którzy są zobligowani do przestrzegania regulacji z zakresu czasu pracy może przynieść duże korzyści dla przedsiębiorstwa transportowego, jak też dla samego kierowcy. Takie rozwiązania nie zawsze jest jednak możliwe. Czasami firma załadunkowa ma tylko jedną rampę i nie jest wskazane, by określony kierowca zajął ją na 9 bądź 11 godzin. Mogłoby to bowiem wpłynąć na opóźnienia w załadunku innych pojazdów. Podczas realizacji procesu transportowego należy poszukiwać rozwiązań, które mogłyby wpłynąć na bardziej efektywną pracę kierowcy.

Tabela 2. Porównanie efektywności pracy dwóch kierowców w wybranym tygodniu
Table 2. Comparison of the work efficiency of two drivers in a selected week

Przypadek 1	Przypadek 2
Spedytor informuje kierowcę dzień wcześniej, że po rozładunku towaru w Budapeszcie o godzinie 12:00, będzie ładować następny towar w Miskolcu o godzinie 18:00. Prosi o zaplanowanie czasu pracy, aby kierowca bez problemu się załadował i zmieścił w swoim czasie pracy. W związku z tym tego dnia kierowca rozpoczyna pracę o 8:00 i ma czas pracy do godziny 23:00.	Po rozładunku spedytor informuje kierowcę, że o 18:00 ma kolejny załadunek. Kierowca informuje, że ma czas pracy tylko do godziny 18:30, ponieważ rozpoczął pracę wcześniej rano o 3:30. Gdyby wiedział, że będzie ładował pojazd tak późno, inaczej zaplanowałby swoją pracę. W związku z tym awizacja załadunku została przełożona na kolejny dzień rano.
Rezultat: Kierowca podejmuje załadunek tego samego dnia i efektywnie wykorzystuje dzień pracy.	Rezultat: Kierowca podejmuje załadunek dopiero kolejnego dnia i w efekcie traci cały dzień, który mógłby poświęcić na jazdę.
Spedytor dzień wcześniej informuje kierowcę, że na kolejnym załadunku w Lubawie pracują tylko do godziny 12:00. Uzgadnia z kierowcą, że rozpocznie on pracę wcześniej niż zwykle, aby jak najszybciej rozładował towar w Olsztynie i zdążył dojechać na załadunek do Lubawy.	Spedytor o godzinie 8:00 sprawdza na GPS, że kierowca ma jeszcze 160 kilometrów do rozładunku w Olsztynie. Dzwoni do kierowcy z pretensjami, że ruszył za późno i nie zdąży na kolejny załadunek do godziny 12:00. Kierowca informuje, że gdyby otrzymał taką informację z wyprzedzeniem, inaczej zaplanowałby swój czas pracy. Awizacja na załadunek w Lubawie zostaje przełożona na kolejny dzień.
Rezultat: Kierowca efektywnie wykorzystuje dzień pracy.	Rezultat: Kierowca traci cały dzień, który mógłby poświęcić na jazdę.
Spedytor konsultuje z kierowcą, czy będzie mógł skrócić tygodniowy odpoczynek z 45 godzin do 24 godzin, ponieważ klient oczekuje dostawy dzień wcześniej niż zwykle. Kierowca weryfikuje swój czas pracy pod względem zgodności z przepisami i potwierdza wcześniejszą dostawę.	Spedytor bez konsultacji z kierowcą potwierdza z klientem dostawę dzień wcześniej niż zwykle. W piątek informuje kierowcę, że musi skrócić odpoczynek tygodniowy. Kierowca informuje, że w ten weekend mija ostateczny termin oddania skróconych wcześniej odpoczynków i musi odebrać pauzę o długości 60 godzin.
Rezultat: Kierowca dostarcza towar terminowo i jest gotowy do realizacji kolejnych zleceń transportowych.	Rezultat: Kierowca spóźnia się na rozładunek prawie 2 dni. Klient nakłada karę w wysokości 400€. W związku ze spóźnieniem i brakiem wolnych slotów rozładunkowych kierowca oczekuje na rozładunek 24 h.

Źródło: badania własne

Innym czynnikiem efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowców jest rzetelne przekazywanie przez spedytora informacji o zaplanowanych dla nich trasach w ciągu całego tygodnia pracy. Ze względu na różne czynniki zewnętrzne nie zawsze jest to możliwe, jednak takie planowanie z wyprzedzeniem wpływa na bardziej racjonalne zarządzanie czasem pracy kierowców. Dla porównania w jednym tygodniu zbadano efektywność pracy dwóch różnych kierowców realizujących podobne trasy (tabela 2). Jeden z nich wiedział z wyprzedzeniem, jakie trasy będzie realizował po skończeniu każdego zlecenia, a drugi dostawał taką informację znacznie później, najczęściej po zakończonym rozładunku.

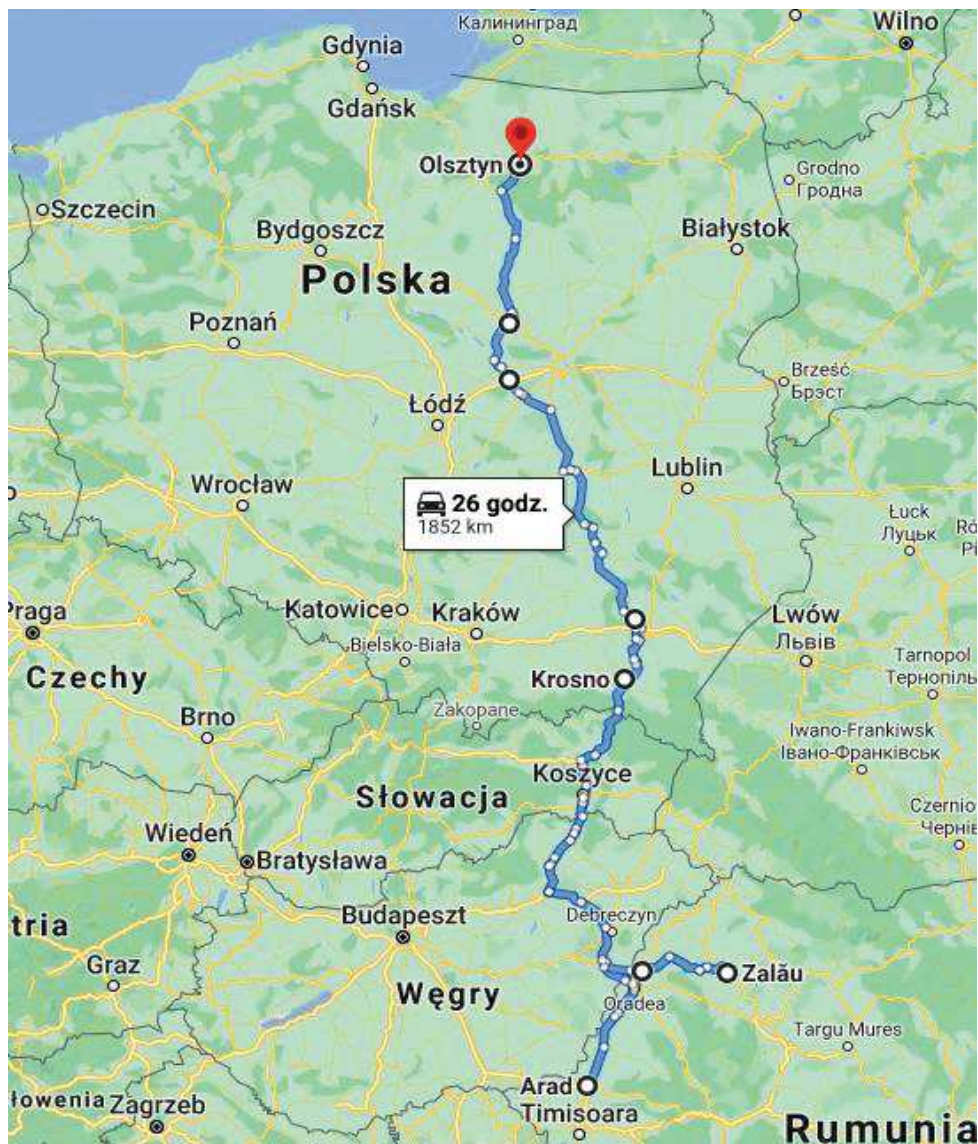
Przeprowadzone analizy wskazują, jak ważne jest zapewnienie kierowcy rzetelnych informacji związanych z jego pracą. Często wystarczy krótka informacja, która może mieć ogromny wpływ na cały tydzień pracy kierowcy, zwłaszcza że każde opóźnienie generuje kolejne problemy. Jedno małe zaniedbanie w kwestii informacji może sprawić, że kierowca nie będzie efektywny i zacznie generować straty dla firmy przewozowej.

Przykłady nieefektywnego zarządzania czasem pracy kierowcy

Główną przyczyną niepowodzeń podczas planowania pracy kierowcy jest opóźnienie na załadunku lub rozładunku, które jest determinowane różnymi czynnikami. Jeden z kierowców miał do zrealizowania następujące trasy w pojedynczej obsadzie (rysunek 1):

- wyruszyć w poniedziałek rano z miejscowości Krosno – tam znajdowała się baza przewoźnika,
- rozładować w poniedziałek po południu towar w miejscowości Arad w Rumunii (525 km od bazy),
- załadować kolejny towar we wtorek w miejscowości Zalău w Rumunii (240 km od miejscowości Arad),
- dostarczyć go w czwartek do magazynu w Olsztynie (trasa o długości 1100 km od miejsca załadunku do rozładunku).

Kierowca zgodnie z planem rozładował towar w miejscowości Arad, a na załadunek w Zalău dojechał przed wyznaczonym oknem czasowym. Na miejscu okazało się jednak, że klient ma bardzo duże opóźnienie w produkcji, ponieważ wyprodukowany został wadliwy surowiec, który nie przeszedł wewnętrznej kontroli jakości. W związku z tym załadunek był możliwy dopiero następnego dnia. Jednak kolejnego dnia problem w dalszym ciągu nie został rozwiązany i załadunek ponownie przesunięto o jeden dzień. Finalnie, załadunek odbył się dopiero w piątek rano, a więc około 68 godzin później, niż było to zapisane w otrzymanym zleceniu transportowym.



Rysunek 1. Trasa przebyta przez kierowcę

Figure 1. Route traveled by the driver

Źródło: opracowanie własne przy pomocy aplikacji Mapy Google.

To opóźnienie miało bardzo duży wpływ na efektywne wykorzystanie czasu pracy kierowcy. W związku przyjęciem zlecenia transportowego, przewoźnik nie miał możliwości zrezygnowania z jego realizacji i odjechania z miejsca załadunku. Kierowca musiał oczekiwać na wyprodukowanie niewadliwej partii towaru. Uproszczony harmonogram tygodniowego czasu pracy kierowcy zaprezentowano w tabeli 3.

Tabela 3. Harmonogram czasu pracy kierowcy
Table 3. Driver's working time schedule

Od	Do	Czas	Dystans	Czynność	Symbol na tachografie
07.12.2020 04:00	07.12.2020 08:20	4 godz. 20 min	330 km	jazda	
07.12.2020 08:20	07.12.2020 09:05	45 min	–	pauza	
07.12.2020 09:05	07.12.2020 13:00	3 godz. 55 min	195 km	jazda	
07.12.2020 13:00	07.12.2020 17:00	4 godz.	–	rozładunek towaru	
07.12.2020 17:00	08.12.2020 08:00	15 godz.	–	pauza (dzienny odpoczynek)	
08.12.2020 08:00	08.12.2020 12:00	4 godz.	240 km	jazda (dojazd na załadunek)	
08.12.2020 12:00	11.12.2020 08:00	68 godz.	–	oczekiwanie na załadunek	
11.12.2020 08:00	11.12.2020 12:00	4 godz.	–	załadunek	
11.12.2020 12:00	11.12.2020 16:20	4 godz. 20 min	270 km	jazda	
11.12.2020 16:20	11.12.2020 17:05	45 min	–	pauza	
11.12.2020 17:05	11.12.2020 21:00	3 godz. 55 min	255 km	jazda (dojazd na bazę)	
11.12.2020 21:00	13.12.2020 13:00	40 godz.	–	pauza weekendowa (skrócona)	
13.12.2020 13:00	13.12.2020 17:30	4 godz. 30 min	292 km	jazda	
13.12.2020 17:30	13.12.2020 18:15	45 min	–	pauza	
13.12.2020 18:15	13.12.2020 22:35	4 godz. 20 min	280 km	jazda (dojazd na rozładunek)	
13.12.2020 22:35	14.12.2020 08:30	9 godz. 55 min	–	pauza	
14.12.2020 08:30	14.12.2020 14:00	4 godz. 30 min	–	oczekiwanie na rozładunek	
14:00	14:45	45 min	–	rozładunek	

Źródło: opracowanie własne

W związku z wadliwym towarem na załadunku, kierowca rozładował towar w Olsztynie z dużym opóźnieniem. W ciągu całego tygodnia pracy wykonał tylko 1580 km, a przeciętnie kierowcy wykonują tygodniowo 2500–3500 km (w zależności od rodzaju realizowanej trasy). Takie przestoje na załadunkach, czy też rozładunkach generują duże straty dla przewoźnika. Z jednej strony gdy pojazd stoi, przewoźnik nie zarabia pieniędzy, a z drugiej musi w tym czasie płacić wynagrodzenie kierowcy, który według zawartej umowy jest w delegacji i w trakcie oczekiwania na załadunek bądź rozładunek wykonuje swoją pracę. Efektywność wykorzystania czasu pracy tego kierowcy przedstawiono w tabeli 4. Maksymalnie, zgodnie z obowiązującymi regulacjami, w ciągu tygodnia kierowca mógł poświęcić na jazdę 56 godzin, a wykorzystał zaledwie 29 godzin i 20 minut, co stanowiło 52,38% jego możliwości. Za swoją pracę otrzymał należne wynagrodzenie, jednak przy takim poziomie efektywności przewoźnik poniósł straty.

Tabela 4. Efektywność wykorzystania czasu jazdy kierowcy w okresie tygodnia
Table 4. Efficiency of using the driver's driving time during the week

		Wykorzystana liczba godzin jazdy	Efektywność
Maksymalna tygodniowa liczba godzin jazdy	56	4 godz. 20 min + 3 godz. 55 min + 4 godz. + 4 godz. 20 min + 3 godz. 55 min + 4 godz. 30 min + 4 godz. 20 min = 29 godz. 20 min	29 godz. 20/56 = 52,38%
Przeciętna tygodniowa liczba godzin jazdy	45	29 godz. 20 min	29 godz. 20/45 = 65,19%

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym przykładem nieefektywnego wykorzystania czasu pracy jest brak współpracy firmy rozładunkowej z kierowcą, który miał do przebycia trasę relacji Koszyce (Słowacja)–Lubawa (Polska). Rozładunek został zaplanowany na poniedziałek na godzinę 17:30. Kierowca zarejestrował się w biurze o godzinie 15:30 i otrzymał informację zwrotną, że z powodu opóźnienia na magazynie rozładunek został przesunięty na godzinę 19:30. Ponieważ tego dnia kierowca rozpoczął pracę o godzinie 4:00, mógł pracować maksymalnie do godziny 19:00. Jednak firma rozładunkowa nie zgodziła się na rozładowanie towaru w tym przedziale czasowym i zaczęła wywierać presję na kierowcy, aby pomimo braku czasu pracy zgłosił się na rozładunek w nowym, wyznaczonym przez nich oknie czasowym. Jednak kierowca rozpoczął pauzę dobową i o godzinie 4:00 rano następnego dnia ponownie zgłosił się do biura, zgłaszając gotowość do rozładunku towaru. Ostatecznie towar został rozładowany dopiero około godziny 8:00. W związku z tym kierowca spóźnił się na kolejny ładunek, który był zaplanowany na godzinę 6:30 w Olsztynie (tabela 5).

Tabela 5. Wpływ opóźnienia na rozładunku na efektywność czasu pracy kierowcy
Table 5. Influence of unloading delay on the efficiency of the driver's working time

Relacja	Problem	Wpływ na efektywność czasu pracy kierowcy
SK Koszyce–PL Lubawa	zmiana okna czasowego na miejscu rozładunku ze względu na opóźnienia na magazynie.	<ul style="list-style-type: none"> – brak możliwości rozładunku towaru ze względu na ograniczony czas pracy; – rozładunek dopiero kolejnego dnia, po odbyciu odpoczynku dobowego przez kierowcę (w tym czasie kierowca mógł wykonać inną pracę).
PL Olsztyn–HU Nyiregyhaza	okno czasowe na załadunek o 6:30, przyjazd kierowcy około 9:30.	<ul style="list-style-type: none"> – spóźnienie na załadunek będące równoznaczne z obniżeniem terminowości i jakości usług dla klienta; – w czasie kiedy kierowca oczekiwał na rozładunek, mógł przejechać odcinek Lubawa–Olsztyn i załadować samochód terminowo.

Źródło: opracowanie własne.

Na planowanie czasu pracy kierowców duży wpływ mają także warunki atmosferyczne, które mogą ułatwiać, utrudniać bądź wręcz uniemożliwić realizację zleceń transportowych. Szczególnie uciążliwą porą roku dla transportu jest zima. To właśnie wtedy pojawia się najwięcej opóźnień i komplikacji z powodu złych warunków pogodowych. Jeden z kierowców otrzymał zlecenie zrealizowania w czasie zimy trasy Płock–Nadudvar na Węgrzech w pojedynczej obsadzie (rysunek 2.). Kierowca miał do przebycia około 820 km od punktu załadunku do rozładunku. Po załadowaniu towaru w Płocku w piątek rano kierowca zjechał na bazę do Krosna w celu odebrania odpoczynku tygodniowego (tabela 6). W poniedziałek wyruszył z bazy o godzinie 4:00, jednak przejechał tylko 35 km do przejścia granicznego Barwinek na granicy polsko-słowackiej. Okazało się, że z powodu bardzo intensywnych opadów śniegu granica była nieprzejezdna i została zamknięta do odwołania. Kierowca miał załadowany towar, który wymagał użycia dźwigu przy rozładunku. Firma rozładunkowa nie miała takiego sprzętu na własność, dlatego musiała na ten czas zatrudnić firmę zewnętrzną, z którą umówiła rozładunek na określoną godzinę. Jednak zamknięcie granicy bardzo skomplikowało sytuację. Kierowca nie był w stanie określić, kiedy przejście graniczne będzie ponownie otwarte, co z kolei generowało problem z wynajęciem dźwigu i mogło przyczynić się do naliczenia dodatkowych kosztów ze strony operatora. Finalnie granica została otwarta w ciągu nocy, kiedy opady śniegu ustały. Kierowca ponownie rozpoczął pracę następnego dnia o godzinie 4:00 i do miejsca docelowego dotarł około godziny 10:30. Musiał jednak poczekać na przyjazd dźwigu do godziny 14:00. Sam rozładunek trwał około 1 godziny i 30 minut.



Rysunek 2. Trasa Plock–Nadudvar
Figure 2. The Plock–Nadudvar route

Źródło: opracowanie własne przy pomocy aplikacji Mapy Google.

Tabela 6. Harmonogram czasu pracy kierowcy na trasie Płock–Nadudvar

Table 6. Driver's working time schedule on the Płock–Nadudvar route

Od	Do	Czas	Dystans	Czynność	Symbol na tachografie
21.01.2021 08:00	21.01.2021 14:00	6 godz.	–	załadunek	
21.01.2021 14:00	21.01.2021 18:25	4 godz. 25 min	265 km	jazda	
21.01.2021 18:25	21.01.2021 19:10	45 min	–	pauza	
21.01.2021 19:10	21.01.2021 21:40	2 godz. 30 min	180 km	jazda	
21.01.2021 21:40	24.01.2021 04:00	54 godz. 20 min	–	pauza	
24.01.2021 04:00	24.01.2021 04:30	30 min	35 km	jazda	
24.01.2021 04:30	24.01.2021 16:00	11 godz. 30 min	–	inna praca	
24.01.2021 16:00	25.01.2021 04:00	12 godz.	–	pauza	
25.01.2021 04:00	25.01.2021 08:25	4 godz. 25 min	250 km	jazda	
25.01.2021 08:25	25.01.2021 09:10	45 min	–	pauza	
25.01.2021 09:10	25.01.2021 10:30	1 godz. 20 min	90 km	jazda	
25.01.2021 10:30	25.01.2021 14:00	3 godz. 30 min	–	oczekiwanie na rozładunek	
25.01.2021 14:00	25.01.2021 15:30	1 godz. 30 min	–	rozładunek	

Źródło: opracowanie własne.

W związku z postojem niezależnym od kierowcy w ciągu dnia wykonał on tylko 35 km. W ten sposób efektywność wykorzystania jego czasu pracy w ciągu dnia była bardzo niska i wynosiła około 5% (tabela 7).

Tabela 7. Dzienna efektywność wykorzystania czasu jazdy kierowcy

Table 7. Effective use of the driver's driving time during the day

	Liczba godzin jazdy w ciągu dnia	Wykorzystana liczba godzin jazdy	Efektywność
Maksymalna	10	0,5	$\frac{0,5 \text{ godz.}}{10 \text{ godz.}} \times 100\% = 5\%$
Przeciętna	9	0,5	$\frac{0,5 \text{ godz.}}{9 \text{ godz.}} \times 100\% = 5,56\%$

Źródło: opracowanie własne.

Kluczowe czynniki sukcesu dla efektywnej pracy kierowców

Na podstawie dokonanych analiz zdefiniowano kluczowe czynniki sukcesu dla efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowców w transporcie międzynarodowym (tabela 8). Do najważniejszych zaliczono terminowe załadunki i rozładunki, dostępność miejsc parkingowych, współpracę firm załadunkowych i rozładunkowych z kierowcą, przekazywanie rzetelnych informacji we właściwym czasie oraz zaangażowanie kierowcy w wykonywaną pracę. Bez ostatniego z tych czynników nie jest możliwe wykonywanie pracy w sposób efektywny. Kierowca korzystając z własnego doświadczenia lub innych osób, powinien być zdolny do takiego rozplanowania czasu pracy (w porozumieniu z przełożonym bądź spedytorem), aby wykorzystać swoje możliwości w optymalny sposób [6 Time Management...].

Tabela 8. Kluczowe czynniki sukcesu dla efektywnej pracy kierowców

Table 8. Key success factors for the effective work of drivers

Zewnętrzne	Wewnętrzne
Terminowe załadunki i rozładunki.	Racjonalne planowanie tras.
Dobry stan floty transportowej.	Przekazywanie rzetelnych informacji we właściwym czasie.
Dobre warunki atmosferyczne.	Zaangażowanie kierowcy w wykonywaną pracę.
Dostępność miejsc parkingowych.	Szkolenia kierowców z zakresu czasu pracy.
Współpraca firm załadunkowych i rozładunkowych z kierowcą.	Wsparcie informatyczne procesów transportowych.

Źródło: opracowanie własne.

Podkreślić należy, że praca kierowcy jest trudna i wymaga odpowiednich kwalifikacji. Oprócz codziennego stresu, pośpiechu i presji, aby dowieźć każdy przewożony towar na czas, na pracę kierowcy mają wpływ liczne czynniki zewnętrzne. W tej sytuacji eksperci z branży TSL proponują rozwiązania, które mogą zapewnić poprawę w efektywnym wykorzystaniu czasu pracy kierowców.

Jedną z propozycji jest *backhauling*. Termin ten powstał z połączenia dwóch wyrazów: *back* (powrotny) oraz *hauling* (przewóz towaru ciężarówką). *Backhauling* polega na optymalizacji transportu poprzez minimalizację pustych przebiegów. Po realizacji dostawy do odbiorcy, środek transportu podejmuje następny ładunek, który w miarę możliwości powinien być zlokalizowany jak najbliżej miejsca rozładunku. Oznacza to, że dwie trasy są realizowane jedną ciężarówką przez jednego kierowcę. *Backhauling* jako proces zorganizowany i powtarzalny może przynieść następujące korzyści [Magda b.d.]:

- redukcja pustych przebiegów,
- oszczędność paliwa,
- ograniczenie ryzyka nie znalezienia odpowiedniej trasy powrotnej,
- minimalizacja negatywnego wpływu transportu na środowisko,
- lepsze zarządzanie finansami przedsiębiorstwa,
- poprawa wydajności operacyjnej,
- maksymalizacja wykorzystania taboru, która równoznaczna jest ze zmniejszeniem kosztów i zwiększeniem przychodów,
- lepsze planowanie i wykorzystanie czasu pracy kierowców,
- większa kontrola nad łańcuchem dostaw,
- przewidywalne ETA (*Estimated Time of Arrival* – szacowany czas przybycia), co oznacza zwiększenie jakości świadczonych usług transportowych.

Nowe rozwiązania mogą przyczynić się do bardziej efektywnego wykorzystania czasu pracy kierowców.

Podsumowanie i wnioski

Z badań wynika, że wszelkie opóźnienia bądź zmiany nieuwzględniające ograniczeń związanych z czasem pracy kierowców przyczyniają się do zaburzenia ustalonego z wyprzedzeniem harmonogramu i mogą doprowadzić do wygenerowania znacznych kosztów dla przewoźnika. Firmy załadunkowe bądź rozładunkowe mają bardzo duży wpływ na efektywne zarządzanie ich czasem pracy oraz realnie wpływają na sprawny przebieg realizowanych zleceń transportowych. Kierowcy zdecydowanie chętniej odnajdują się w przedsiębiorstwach, które są przychylnie nastawione do respektowania ograniczeń związanych z ich czasem pracy. Wywieranie presji na kierowcę przez firmy załadunkowe bądź rozładunkowe świadczy o ich braku poszanowania dla obowiązujących przepisów oraz zawodu kierowcy.

Racjonalne zarządzanie czasem pracy kierowców jest niezbędne w prawidłowej realizacji zleceń transportowych. Dbałość w zakresie terminowych załadunków i rozładunków, dostępność miejsc parkingowych, współpraca firm załadunkowych i rozładunkowych z kierowcą, przekazywanie rzetelnych informacji we właściwym czasie oraz zaangażowanie kierowcy w wykonywaną pracę pozwala na efektywne wykorzystanie czasu pracy kierowców, co przekłada się na redukcję kosztów oraz większy zysk dla przedsiębiorstwa. Istotna jest przy tym wszystkim znajomość i prawidłowa interpretacja przepisów dotyczących czasu pracy kierowców.

Bibliografia

- 6 Time Management Tips for Truck Drivers. Get the most out of your route!, 2018, DriveCo, [źródło elektroniczne] <https://driveco.org/blog/6-time-management-tips-for-truck-drivers/> [dostęp 17.04.2020].
- Kodeks pracy – na mocy art. 4 Ustawy o czasie pracy kierowców, w zakresie nie-uregulowanym tą ustawą (DzU z 1998 r. nr 21, poz. 94, z późn. zm.).
- Lorencowicz E., Jarmuł R., Koszel M., Przywara A., 2017: Analiza wykorzystania czasu pracy kierowców. *Problemy Transportu i Logistyki* 2(38), 27–38.
- Magda M., b.d.: Backhauling, co to jest i dlaczego uratuje drogowy transport towarowy, Lean Center, <http://www.leancenter.pl/bazawiedzy/backhauling> (dostęp 17.04.2020)
- Rozporządzenie (WE) nr 561/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 marca 2006 r. w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu drogowego oraz zmieniające Rozporządzenie Rady (EWG) nr 3821/85.
- Umowa Europejska dotycząca pracy załóg pojazdów wykonujących międzynarodowe przewozy drogowy (AETR), sporządzona w Genewie dnia 1 lipca 1970 r., a ratyfikowana przez Polskę dnia 30 sierpnia 1999 r. (DzU z 1999 r. nr 94, poz. 1087).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców (DzU. nr 92, poz. 879 z późn. zm.). Stanowi ona wykonanie Dyrektywy (WE) nr 2002/15, Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 11 marca 2002 r. w sprawie organizacji czasu pracy osób wykonujących czynności w trasie w zakresie transportu drogowego.
- Wojan W., Wysocka A., 2011: Istota czasu w procesach transportowych, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Problemy Transportu i Logistyki* 12, 127–143.

Julia Zarczuk✉, Bogdan Klepacki¹✉

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Pojęcie, znaczenie i pomiar śladu węglowego (*carbon footprint*)

The term, importance and measurement of the carbon footprint

Synopsis. Celem opracowania było ukazanie problematyki śladu węglowego. Zostało wyjaśnione pojęcie *carbon footprint*, jego geneza i zakres. Omówiono regulacje prawne, zalety i wady oraz metody szacowania wskaźnika. Zaprezentowany został wybrany kalkulator emisji CO₂ informujący o wpływie na środowisko danego użytkownika w porównaniu do średnich kraju/świata.

Słowa kluczowe: ślad węglowy, regulacje prawne, metody wyliczania, kalkulator emisji CO₂

Abstract. The aim of the study was to present the problem of the carbon footprint. The concept of carbon footprint, its origin and scope are explained. Legal regulations, advantages and disadvantages as well as methods of the indicator estimation were discussed. A selected CO₂ emission calculator was presented, informing about the environmental impact of a given user compared to the country/world average.

Key words: carbon footprint, legal regulations, estimating methods, CO₂ emission calculator

JEL codes: O13, O44, P51, P56

Wstęp

Ślad węglowy to bardzo interesujące i wciąż nie do końca poznane zagadnienie. Pojęcie śladu węglowego, choć jest obecne w literaturze naukowej od wielu lat, w życiu codziennym nie jest często spotykane. Jednak w obliczu postępujących zmian klimatu i konieczności im przeciwdziałania, zyskuje on na popularności. Wskaźnik śladu węglowego pozwala oszacować, jak każdy człowiek oddziałuje na środowisko z perspektywy emitowanych gazów cieplarnianych, a w szczególności CO₂.

Jednym z naturalnych procesów, które występują na Ziemi są zmiany klimatu. Obecna jego zmiana ma charakter antropogeniczny, co oznacza, iż w największym stopniu jest po-

✉ Julia Zarczuk – julia_zarczuk@o2.pl

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

wodowana bezpośrednią lub pośrednią działalnością człowieka, a nie czynnikami naturalnymi. Niewłaściwe działania ludzkie doprowadziły do nadmiernego koncentrowania się gazów cieplarnianych w atmosferze, czyli nasilenia tzw. efektu cieplarnianego i w efekcie do globalnego ocieplenia. Konsekwencje tych zjawisk są zauważalne na całym świecie. Szacuje się, że w perspektywie najbliższych dziesięcioleci ich intensywność oraz częstotliwość występowania może ulec zwiększeniu.

Jako cel opracowania przyjęto dokonanie charakterystyki *carbon footprint*, ukazanie zastosowania wskaźnika śladu węglowego oraz rozpoznanie ważniejszych problemów z nim związanych. Przedsiębiorstwa logistyczne, zwłaszcza duże transportowe (operatorzy logistyczni), są liczącym się źródłem zanieczyszczenia środowiska, w ostatnim okresie jednak coraz częściej wdrażają rozwiązania proekologiczne (np. samochody hybrydowe, elektryczne), które redukują emisje CO₂. Dzięki temu mogą realizować swoje strategie CSR. W pracy została wykorzystana metoda studiów literaturowych oraz zasobów sieci internetowej.

Geneza oraz zakres pojęcia śladu węglowego

W literaturze naukowej pojęcie *carbon footprint* funkcjonuje od kilkudziesięciu lat pod nazwą „ślad węglowy”. Obecnie posługują się nim także media, jak i ludzie ze środowiska polityki oraz biznesu, wykorzystując takie określenia jak: „kopalny ślad stopy”, „profil/odcisk węglowy” czy „ekoodcisk” [Konieczny i in. 2013, s. 53]. Powodem rosnącego zainteresowania jest dostrzeżenie konieczności przeciwdziałania zmianom klimatycznym, w tym globalnemu ociepleniu oraz monitorowania emisji GHG.

Koncepcja śladu węglowego została ustanowiona w 2005 roku w trakcie debaty dotyczącej monitorowania i kontroli emisji gazów cieplarnianych. Początkowo termin ten był bardziej promowany przez różne inicjatywy prywatne, korporacje czy organizacje pozarządowe niż przez społeczność naukową. Jest to powodem różnic w kwestii definiowania oraz metod szacowania. Po raz pierwszy pojęcie śladu węglowego pojawiło się w prasie w 2000 roku, a po pięciu latach firma BP (ang. *British Petroleum*) rozpoczęła kampanię promującą ten wskaźnik. W literaturze naukowej temat śladu węglowego został poruszony w 2007 roku, w postaci listu do czasopisma „Nature” [Frączek i Śleszyński 2016, s. 139].

Pochodzenie terminu ślad węglowy (CF – ang. *carbon footprint*) jest związane ze śladem ekologicznym (EF – ang. *ecological footprint*), który bywa określany jako ekologiczny odcisk stopy, bądź w rozbudowanej wersji tłumaczenia – ślad ekologiczny, który pozostawia człowiek w środowisku. Jest to jeden z pierwszych mierników pozwalających ocenić presję wywieraną na środowisko. Obecnie istnieje grupa wskaźników śladowych, tzw. *footprint family*, na czele ze śladem ekologicznym. W jej skład wchodzi różne mierniki – „ślady”, które pozwalają ocenić intensywność eksploatacji środowiska w zależności od rodzaju i formy jego użytkowania oraz poszczególnych zasobów. Jednym z nich jest ślad węglowy będący przedmiotem rozważań w tym opracowaniu [Śleszyński 2016, s. 57–67].

Dla porównania, ślad ekologiczny odnosi się do biologicznie produktywnych gruntów/ziem oraz obszarów morskich wyrażonych w hektarach globalnych, które są niezbędne do utrzymania ludzkiej populacji. Według tej koncepcji, ślad węglowy będący jednym z podzbiórów/elementów śladu ekologicznego uwzględnia jedynie te powierzchnie terenu, które

są odpowiedzialne za absorbowanie dwutlenku węgla wyprodukowanego przez ludzkość w ciągu jej życia [Pandey i in. 2011, s. 137].

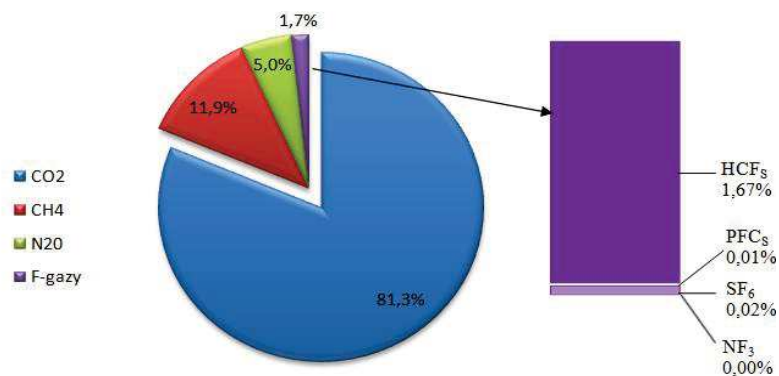
Współczesne pojęcie śladu węglowego uległo modyfikacjom i jest odmienne od powyższego wyjaśnienia. W środowisku naukowym można spotkać wiele definicji, a główna różnica między nimi, oprócz poziomu szczegółowości, odnosi się do działań oraz gazów cieplarnianych, które są uwzględniane przy jego ocenie [Kijewska i Bluszcz 2016, s. 43]. Niektórzy autorzy definiują ślad węglowy jako całkowitą emisję CO₂ będącą następstwem bezpośredniej/pośredniej aktywności lub skumulowania na wszystkich etapach życia produktu. W tym znaczeniu uwzględnia się działania indywidualne, populacji oraz poszczególnych firm, organizacji, sektorów itd. Produkty obejmują zarówno towary, jak i usługi. W każdym z tych przypadków rozpatrywana jest bezpośrednia oraz pośrednia emisja wyłącznie CO₂ (rozwiązanie bardziej przejrzyste i praktyczne). Jako kompleksowy wskaźnik uwzględniający pozostałe gazy cieplarniane proponowany jest tzw. ślad klimatyczny (ang. *climate footprint*) [Wiedmann i Minx 2008, s. 4–5]. Równocześnie inni autorzy na podstawie badań i metod wykorzystywanych do obliczania CF sugerują, aby uwzględniać oprócz CO₂ pozostałe gazy cieplarniane [Pandey i in. 2011, s. 137]. W rzeczywistości ta wersja jest dominująca.

Według jednej z definicji CFP (ang. *carbon footprint of a product*) to całkowita ilość wyemitowanego dwutlenku węgla oraz pozostałych gazów cieplarnianych (GHG – ang. *greenhouse gases*) względem emisji, która wynika z cyklu życia danego produktu, przy jednoczesnym uwzględnieniu procesu jego składowania i unieszkodliwiania. Uszczegóławiając, emisja ta może być powodowana przez takie podmioty jak np. określona osoba, organizacja, wydarzenie czy dany produkt. Dodatkowo, podmioty te mogą również w sposób bezpośredni bądź pośredni wytwarzać własny ślad węglowy [Kulczycka i Wernicka 2015, s. 61–63].

Zgodnie z Normą ISO 14067:2018 ślad węglowy produktu jest sumą emisji oraz pochłaniania GHG, która jest wyrażona w ekwiwalencie dwutlenku węgla i opiera się na ocenie cyklu życia, z wykorzystaniem określonej kategorii wpływu zmian klimatu.

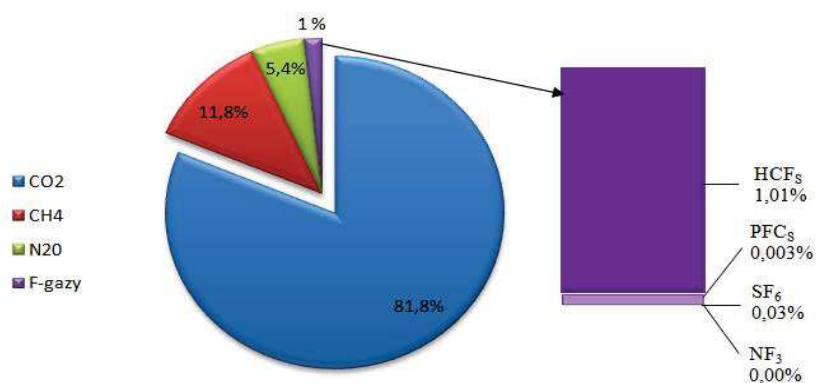
Oprócz CO₂ do gazów cieplarnianych (zgodnie z protokołem z Kioto) zalicza się także: tlenek diazotu/podtlenek azotu (N₂O), metan (CH₄), fluorowane gazy przemysłowe (fluorowęglowodory (HCFS), sześćiofluorek siarki (SF₆), perfluorowęglowodory (PFCS) [Załęgowski i in. 2013, s. 1]. Dla każdego z tych gazów możliwe jest przypisanie wskaźnika globalnego potencjału ocieplenia (GWP; ang. *global warming potential*). Jest to wskaźnik, który wskazuje wyrażoną w sposób liczbowy siłę oddziaływania/potencjalny wpływ na ocieplenie klimatu 1 kg określonego gazu cieplarnianego w ciągu stulecia, w porównaniu do wartości jaką osiąga 1 kg dwutlenek węgla [Więk i Tkacz 2012, s. 83].

Udział poszczególnych gazów cieplarnianych w Polsce w 2017 roku w odniesieniu do całkowitej emisji w kraju został zaprezentowany na rysunku 1, a w roku następnym na rysunku 2. Dominującą pozycję wśród gazów cieplarnianych zajmuje CO₂, udział tlenu diazotu oraz metanu zaś jest znacząco mniejszy. W przypadku fluorowanych gazów przemysłowych (są to tzw. F – gazy) ich udział w emitowaniu gazów cieplarnianych jest niewielki, a dla NF₃ (trójfluorek azotu) nie zanotowano żadnej emisji. Porównując 2018 rok do 2017 roku, zauważalny jest wzrost udziału CO₂ oraz N₂O, z kolei spadek pozostałych gazów.



Rysunek 1. Poszczególne gazy cieplarniane i ich udział w całkowitej emisji w Polsce w 2017 roku
Figure 1. Individual greenhouse gases and their share in the total emissions in Poland in 2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2019].



Rysunek 2. Poszczególne gazy cieplarniane i ich udział w całkowitej emisji w Polsce w 2018 roku
Figure 2. Individual greenhouse gases and their share in the total emissions in Poland in 2018

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020].

Istnieją dwie możliwości wyrażania śladu węglowego – są to kilogramy lub tony dwutlenku węgla (CO₂). Jako jego miarę natomiast przyjęto tonę ekwiwalentu dwutlenku węgla – tCO₂e. Umożliwia ona dokonywanie porównań emisji różnych gazów cieplarnianych, wykorzystując jednakową skalę, czyli biorąc pod uwagę zawartość CO₂ [Popławski i Rutkowska 2017, s. 245–246].

Regulacje prawne

Już w latach 90. XX wieku wiele państw na całym świecie podjęło starania mające na celu przeciwdziałanie zmianom klimatu, zawierając porozumienie UNFCCC/FCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), czyli Ramową konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu. Konwencję podpisano w trakcie tzw. Szczytu Ziemi (konferencja Narodów Zjednoczonych na temat środowiska i rozwoju) w Rio de Janeiro w 1992 roku, a została wdrożona dwa lata później (także w 2004 roku Polska dokonała ratyfikacji tej konwencji). Obecnie do sygnatariuszy zalicza się 197 stron, włączając w to UE jako organizację oraz wszystkie jej kraje członkowskie [European Commission 2018, s. 24–25].

Początkowo w konwencji UNFCCC nie zawierały się nakazy odnośnie zmniejszania emisji GHG. Jednak zostało to zmienione poprzez ustanowienie właściwych protokołów wraz z limitami emisji. Do trzech głównych zalicza się: protokół z Kioto (1997 rok), porozumienie paryskie (2015 rok) i Katowicki pakiet klimatyczny – Katowice Rulebook (2018 rok).

W ramach protokołu z Kioto do konwencji UNFCCC część państw (odpowiadających jedynie za 18% emisji na świecie), w tym także Polska, zobowiązała się, aby zredukować emisję GHG (w odniesieniu do 1990 roku) w dwóch okresach rozliczeniowych: 2008–2012 o ok. 5% oraz 2013–2020 o ok. 20%. W przypadku pierwszego okresu rozliczeniowego UE oraz państwa członkowskie (w liczbie 15 krajów) przyjęły swój własny cel – redukcję emisji w całej UE na poziomie 8%, co zostało osiągnięte z nadwyżką – 11,7%. W drugim okresie rozliczeniowym wspólne zobowiązanie zostało rozłożone na 29 państw i UE [Postępy w redukcji...]. Środki konieczne do realizacji tego zobowiązania wprowadzono w 2007 roku jako pakiet klimatyczno-energetyczny do 2020 roku, który oprócz wspomnianej wcześniej redukcji emisji GHG wyznacza cel poprawienia efektywności energetycznej na poziomie 20% oraz korzystanie w UE z energii, która w 20% ma pochodzenie ze źródeł odnawialnych. Jednak po siedmiu latach dokonano zmian i zostały ustalone nowe ramy klimatyczno-energetyczne obowiązujące w okresie 2021–2030, w których założono, że nastąpi: redukcja emisji GHG na poziomie minimum 40% (w odniesieniu do 1990 roku), udział energii odnawialnej na poziomie minimum 32% oraz poprawa efektywności energetycznej na poziomie minimum 32,5%. Pierwszy z wymienionych celów jest celem wiążącym. Dzięki jego realizacji UE będzie mogła dokonać transformacji gospodarki na neutralną dla klimatu oraz realizować zobowiązania wynikające z porozumienia paryskiego [Climate strategies...].

Porozumienie paryskie zostało przyjęte podczas COP21 w Paryżu w 2015 roku i jest określane jako pierwsze w historii prawnie wiążące oraz powszechne porozumienie w dziedzinie klimatu. Oficjalnie zaczęło obowiązywać od 04.11.2016 r., po tym jak minimum 55 krajów, które odpowiadają za minimum 55% emisji na świecie dokonało jego ratyfikacji. Głównym długoterminowym założeniem porozumienia jest to, aby utrzymać wzrost średniej temperatury na całym świecie na poziomie nieprzekraczającym 2°C powyżej poziomu z czasów epoki przemysłowej, a nawet dążyć do ograniczenia tego wzrostu na poziomie 1,5°C [Porozumienie paryskie..]. Wszystkie zasady dotyczące wdrożenia porozumienia paryskiego zostały ustalone w trakcie konferencji COP24 w Katowicach (2018 rok) i są zawarte w Katowickim pakiecie klimatycznym.

Unia Europejska opracowała długoterminową strategię do 2050 roku, która zakłada neutralność Europy dla klimatu. Gospodarka ma charakteryzować się zerową emisją GHG i w ramach tego przewidzianych jest wiele działań, inwestycji, które będą wspierać państwa

członkowskie w tej transformacji [2050 long-term...]. W Polsce Rada Ministrów opracowała Narodowy program rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (NPRGN), a na poziomie gminnym powstały plany gospodarki niskoemisyjnej. Mają one na celu wprowadzenie zmian skutkujących powstaniem niskoemisyjnej nowoczesnej gospodarki [Narodowy Program...]. Powołano także Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), który każdego roku przeprowadza inwentaryzację emisji gazów cieplarnianych, prowadzi ich krajową bazę oraz tworzy odpowiednie raporty [Krajowy Ośrodek...].

Metody szacowania śladu węglowego

Metodyka obliczania śladu węglowego nie została jeszcze globalnie w sposób ostateczny unormowana. Dlatego też, istnieje wiele kwestii różniących w wykorzystywanych sposobach pomiaru. Pierwsza z nich dotyczy zakresu analizy. Pomiary mogą dotyczyć emisji bezpośrednich wytwarzanych przez przedmiot badania – określony obiekt, jak również emisji pośrednich, które uwzględniają emisje zewnętrzne powstałe poza nim, ale dotyczące jego funkcjonowania. Kolejna kwestia dotyczy wyboru gazów cieplarnianych oraz określenia granic systemu, który jest poddawany analizie. Co oznacza, iż można analizować emisje zachodzące w ciągu roku lub określonego przedziału czasowego albo emisje w odniesieniu do badanego obiektu – cały cykl jego życia [Śleszyński 2016, s. 67–68].

Istnieją dwie procedury pomiaru CF. Pierwsza z nich korzysta ze standardów wyznaczonych przez Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu – IPCC (ang. *Intergovernmental Panel on Climate Change*), druga zaś opiera się na LCA (ang. *life cycle analysis*), czyli cyklu życia produktu. Obie metody są znormalizowane. W przypadku pierwszej korzysta się z normy 14067:2018, dla drugiej zaś ma zastosowanie grupa norm serii ISO 14040. Dzięki tym metodom możliwe jest uzyskanie ilościowego wyniku odnośnie emisji GHG. Główna różnica między nimi jest taka, iż w cyklu życia produktu uwzględnia się szerszy zakres oddziaływania produktu na środowisko (wiele problemów środowiskowych), w porównaniu do CFP skupiającego się wyłącznie na globalnym ociepleniu [Burchard-Dziubińska 2016, s. 174–175]. Zatem, ślad węglowy produktu jest traktowany jako fragment analizy LCA.

W celu wyliczenia śladu węglowego (ekwiwalentnej emisji CO₂) metodyka IPCC sugeruje, aby przemnożyć emisję określonego gazu cieplarnianego przez dedykowany jemu wskaźnik globalnego ocieplenia przy uwzględnieniu właściwego horyzontu czasowego. A jako ułatwienie dla bezpośrednich kalkulacji IPCC opracowało specjalne tabele z konkretnymi wartościami [Łasut i Kulezycka 2014, s. 138–139].

Inaczej kształtuje się kompleksowy sposób szacowania współoddziaływania w relacji wyrób–otoczenie (metoda LCA), w której uwzględniony jest pełny cykl życia określonego wyrobu. Obejmuje on kolejno: proces pozyskania surowców, produkcję i transport, właściwe stosowanie oraz składowanie końcowe lub gospodarcze wykorzystanie. W zależności od celu stosowanych obliczeń, zakres analizy cyklu życia może się różnić. W literaturze zostały wyróżnione dwa zakresy: „od kołyski do grobu” (ang. *from cradle to grave*) oraz „od kołyski do bramy klienta” (ang. *from cradle to gate*) [Kowalski i in. 2007, s. 25–27]. W tej metodzie zamiast GWP są opracowywane specjalne wskaźniki szkodliwości środowiskowej w ramach określonych zagadnień środowiskowych [Lewandowska 2012].

Zgodnie z właściwymi normami ISO pełna ocena cyklu życia produktu powinna składać się z czterech faz wraz z określoną procedurą ich realizacji:

- faza 1 – określić cel oraz zakres analizy (odpowiednie specyfikacje),
- faza 2 – dokonać analizy zbioru wejść i wyjść, czyli zebrać dane odnośnie określonych procesów,
- faza 3 – ocenić wpływ (oddziaływanie) cyklu życia oraz dane zebrane na wcześniejszych etapach,
- faza 4 – zinterpretować wyniki i porównać je z celem badań z fazy 1.

Otrzymany wynik i jego poziom dokładności jest zależny od jakości pozyskanych danych, którymi mogą być własne obliczenia oraz pomiary. Ponadto, istnieje możliwość skorzystania z baz elektronicznych LCA, gdzie znajduje się wiele zbiorów danych inwentarzowych odnośnie cyklu życia poszczególnych produktów [Konieczny in. 2013, s. 54].

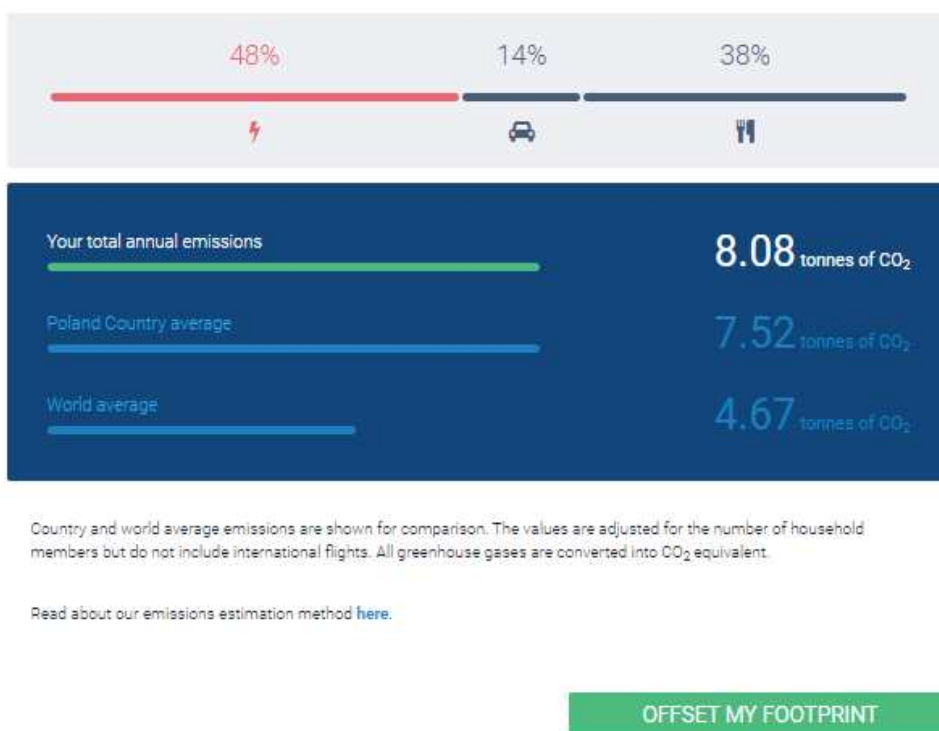
W Polsce jako najpowszechniejszą metodę obliczania śladu węglowego uznaje się specyfikację PAS 2050 – „Publicly Available Specification 2050”, którą opracowało BSI (ang. *British Standard Institute*). PAS 2050 jest niezależnym standardem skoncentrowanym na ilościowym określaniu emisji GHG powstałych w cyklu życia konkretnych towarów/usług, bez uwzględniania potencjalnych środowiskowych, społecznych i ekonomicznych oddziaływań (wyłącznie globalne ocieplenie) [BSI 2008]. Ta specyfikacja jest oparta na istniejących metodach oceny cyklu życia zawartych w ISO 14040/14044. Takie rozwiązanie zapewnia organizacjom wspólną podstawę do dokonywania porównań, a następnie przekazywania informacji interesariuszom oraz identyfikację sposobów redukcji emisji w całym systemie produktu [BSI 2011].

Omawiając metody szacowania śladu węglowego, warto też wspomnieć o polskich i zagranicznych, dostępnych w Internecie gotowych programach komputerowych, tzw. kalkulatorach emisji CO₂. W celu zobrazowania sposobu działania takiego narzędzia jako przykład do obliczenia CF posłuży kalkulator, który został opracowany dla Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ), a wykorzystane informacje będą dotyczyć autorki.

Sposób postępowania jest następujący – na początku należy wypełnić wszystkie puste pola w trzech zakładkach: gospodarstwo domowe, transport oraz styl życia. Następnie kalkulator podaje końcowy wynik (rysunek 3), który można porównać ze średnimi wartościami dla kraju i świata. Ponadto, informuje która dziedzina życia ma najgorszy wpływ na środowisko. W przypadku autorki uzyskany wynik nieznacznie przewyższa średnie krajowe i światowe. Przy obecnym stylu życia autorka produkuje w ciągu roku 8,08 t CO₂ a największa jego ilość pochodzi z obszaru elektryczności, następnie z żywności, a najmniej z transportu.

UN carbon footprint calculator

Your annual household footprint



Rysunek 3. Ostatni etap kalkulatora emisji – końcowy wynik o rocznej produkcji dwutlenku węgla (t)
Figure 3. Final step in the emissions calculator - final result on annual carbon dioxide production (t)

Źródło: [United Nations...].

Zatem, kalkulatory śladu węglowego stanowią pewnego rodzaju ankietę dotyczącą szeroko pojętego stylu życia konsumentów i jednocześnie są narzędziem obliczeniowym. Każdy z nich ma własną metodykę – uwzględniane są inne aspekty, inny jest też poziom zaawansowania/szczegółowości, co ma odzwierciedlenie w zadawanych pytaniach. Dostępne programy charakteryzują się także odmienną oprawą graficzną, co sprawia, że jedne są przejrzyste i łatwe w użyciu, a niektóre mogą powodować pewne trudności i być bardziej czasochłonne. Dzięki zastosowaniu takich kalkulatorów możliwe jest oszacowanie wielkości wpływu na środowisko konkretnych użytkowników, a następnie porównanie otrzymanych wyników z aktualnymi standardami krajowymi czy światowymi. Oprócz tego, w ofercie niektórych programów często pojawiają się indywidualne rekomendacje – propozycje działań,

dzięki którym możliwe jest zredukowanie CF w efektywny sposób. Jednak najistotniejszą kwestią są zmiany zachodzące w świadomości użytkowników, które prowadzą do podejmowania w przyszłości właściwych wyborów oraz odpowiedzialnych decyzji w codziennym życiu [Łasut i Kulczycka 2014, s.138–139].

Zalety i wady stosowania *carbon footprint*

Wysiłek szacowania CF przez zwykłych konsumentów z wykorzystaniem omawianych wcześniej kalkulatorów czy innych narzędzi jest pierwszym krokiem w walce z emisją GHG (można to uznać za główną zaletę). Wiedza o wielkości śladu węglowego i jego negatywnych skutków na całe środowisko wzbudza w społeczeństwie zmianę stylu życia i dokonywanie świadomych wyborów w trosce o całą planetę. Dużym ułatwieniem w takiej „proekologicznej transformacji” jest obecność zagadnienia śladu węglowego w sieci, a także prowadzone kampanie społeczne/środowiskowe, które promują przyjazne środowisku działania, a przede wszystkim pełnią funkcję ekologicznej edukacji. Nie bez znaczenia pozostaje fakt podejmowania tej problematyki przez władze na szczeblu krajowym, unijnym, międzynarodowym, jako wyraz globalnego zaangażowania w walce ze zmianami klimatu.

W przypadku firm wykorzystanie śladu węglowego powoduje korzyści, które można sklasyfikować na trzy kategorie: środowisko, ekonomia oraz wizerunek. Ślad węglowy wskazuje realną wielkość emisji GHG i określa „obszar problemowy”, który w największym stopniu przyczynia się do zanieczyszczenia środowiska. Dzięki temu, możliwe jest podjęcie działań minimalizujących negatywny wpływ na środowisko, co skutkuje poprawą w zakresie efektywności środowiskowej konkretnego podmiotu. Na skutek tego w wielu przedsiębiorstwach następuje redukcja kosztów, generowane są oszczędności, a tym samym wzrasta wydajność finansowa. Poza tym, tworzą się nowe możliwości rozwoju. Firmy mogą zabiegać o dofinansowanie działań proekologicznych, gdyż znacznie lepiej kształtują się ich relacje z inwestorami, a pozycja negocjacyjna z (potencjalnymi) kontrahentami ulega polepszeniu. Zatem, możliwe staje się wdrażanie udoskonaleń czy wprowadzania innowacji i dzięki temu spełnianie oczekiwań klientów. Szacowanie oraz raportowanie CF przez przedsiębiorstwa pozytywnie wpływa na ich wizerunek i umożliwia dokonanie wpisu np. do raportu CSR (ang. *Corporate Social Responsibility*) – zgodnie z ideą społecznej odpowiedzialności biznesu. W opinii odbiorców takie firmy są w pełni świadome, iż powodują niekorzystne oddziaływania na środowisko naturalne, ale podejmują właściwe działania ograniczające. Rośnie więc poziom zaufania wśród klientów, ogólna atrakcyjność i jednocześnie konkurencyjność rynkowa firm. Wiele podmiotów, decydując się na ujawnienie produkowanego CF, wykorzystuje w tym celu niezależne oznakowanie weryfikacyjne swoich produktów, które korzystnie wpływa na aspekty marketingowe i komunikacyjne.

Ponadto, w wielu firmach ślad węglowy może stanowić punkt wyjścia do sprawdzania wydajności oraz przeobrażeń produktów i ich łańcuchów dostaw w kwestii zrównoważonego rozwoju. Mimo że CF nie dotyczy wszystkich zagadnień zrównoważonego rozwoju, może zapoczątkować większe różnicowanie produktów nienaruszających równowagi ekologicznej (np. poprzez odpowiednie znakowanie) [Scheafer i Blanke 2014, s.74].

Jak większość zjawisk CF nie jest pozbawiony wad. Już na etapie definiowania tego terminu pojawiają się pewne nieścisłości. Bowiem, różni autorzy w różny sposób wyjaśniają to pojęcie. Poza tym, pełna wątpliwości jest kwestia metodyki wyliczania tego wskaźnika.

Istnieje wiele sposobów pomiaru śladu węglowego, jednak ostatecznie nie wiadomo, który jest najwłaściwszy. W przypadku popularnych kalkulatorów emisji gazów cieplarnianych często dostrzegalne są różnice w uzyskiwanych wynikach. Powodem tego jest brak spójności w zakresie wykorzystywanych metod szacowania, odmienne założenia i punkty odniesienia. Chociaż zjawisko śladu węglowego istnieje od dawna, to popularność zyskuje dopiero w obecnych czasach. Wciąż jednak panuje chaos w tej kwestii i brakuje rzetelnych informacji.

Wnioski

1. *Carbon footprint* należy do *footprint family*, czyli rodziny/grupy wskaźników śladowych, które umożliwiają identyfikację i ocenę presji wywieranej na środowisko. Etap definiowania tego terminu nie był pozbawiony nieścisłości, bowiem różni autorzy proponowali różne definicje.
2. Dotychczas nie udało się ostatecznie w skali globalnej unormować metodyki obliczania śladu węglowego. Dlatego, istnieje wiele sposobów/wersji pomiaru i wyliczania CF, znacznie różniących się między sobą.
3. W Internecie dostępne są bezpłatne i łatwe w użyciu narzędzia obliczeniowe, tzw. kalkulatory emisji CO₂. Pomimo pojawiających się niewielkich różnic w otrzymywanych wynikach, idea każdego z nich jest taka sama.

Bibliografia

- 2050 long-term strategy, European Commission, [źródło elektroniczne] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en [dostęp: 16.09.2020].
- BSI, 2008: BSI, Publicly Available Specification PAS 2050 – Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, Londyn. [źródło elektroniczne] https://aggie-horticulture.tamu.edu/faculty/hall/publications/PAS2050_Guide.pdf [dostęp: 24.09.2020].
- BSI, 2011: Publicly Available Specification (PAS 2050). Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services, London, [źródło elektroniczne] <http://shop.bsi-group.com/upload/shop/download/pas/pas2050.pdf> [dostęp: 24.09.2020].
- Burchard-Dziubińska M., 2016: Gospodarka niskoemisyjna w mieście, [w:] EkoMiasto# Środowisko, Zrównoważony, inteligentny i partycypacyjny rozwój miasta, A. Rzeńca A. (red.), Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 174–175.
- European Commission, 2018: Our planet, our future. Fighting climate change together, Luxembourg, [źródło elektroniczne] <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6af369ed-6221-11e8-ab9c-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-165784711> [dostęp: 15.09.2020].
- European Commission: Climate strategies & targets, [źródło elektroniczne] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_en, dostęp [dostęp: 15.09.2020].
- Frączek K., Śleszyński J., 2016: Carbon Footprint indicator and the quality of energetic life/Ślad węglowy a energetyczna jakość życia. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 435, s. 136–151.
- ISO 14067:2018(en) Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification [źródło elektroniczne] <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14067:ed-1:v1:en:ref:19> [dostęp: 07.09.2020]
- Kijewska A., Bluszcz A., 2016: Ślad węglowy jako miernik poziomu emisji gazów cieplarnianych w krajach Unii Europejskiej, Przegląd Górniczy 72, 8, 43.
- Komisja Europejska: Postępy w redukcji emisji gazów cieplarnianych, [źródło elektroniczne] https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/progress_pl [dostęp: 15.09.2020].
- Konieczny P., Mroczek E., Kucharska M., 2013: Ślad węglowy w zrównoważonym łańcuchu żywnościowym i jego znaczenie dla konsumenta żywności, Journal of Agribusiness and Rural Development 3, 29, 53.

- Kowalski Z., Kulczycka J., Góralczyk M., 2007: *Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA)*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, [źródło elektroniczne] <https://www.kobize.pl/> [dostęp 16.09.2020].
- Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2019 (Raport syntetyczny), [źródło elektroniczne] https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/krajowa_inwentaryzacja_emisji/NIR_POL_2019_raport_syntetyczny_23.05.2019.pdf [dostęp: 07.09.2020].
- Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020 (Raport syntetyczny), KOBiZE, [źródło elektroniczne] <https://www.kobize.pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji> [dostęp 07.09.2020].
- Kulczycka J., Wernicka M., 2015: Zarządzanie śladem węglowym w przedsiębiorstwach sektora energetycznego w Polsce – bariery i korzyści. *Polityka energetyczna – Energy Policy Journal* 18, 2, 61–63.
- Lewandowska A., 2012: Ślad węglowy czy LCA?, *Ecomanager* 4, 38–40, [źródło elektroniczne] <http://ecomanager.pl/slady-weglowy-czy-lea/> [dostęp: 24.09.2020].
- Łasut P., Kulczycka J., 2014: Metody i programy obliczające ślad węglowy, *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk* 87, 138–139.
- Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej, PIB Rady Ministrów, <https://bip.kprm.gov.pl/kpr/form/r/1949,Narodowy-Program-Rozwoju-Gospodarki-Niskoemisyjnej.html>, dostęp 16.09.2020 r.
- Pandey D., Agrawal M., Pandey JS., 2011: Carbon footprint: current methods of estimation, *Environmental Monitoring and Assessment* 178, 137.
- Popławski Ł., Rutkowska M., 2017: Ślad ekologiczny konsumpcji, *Studia i Prace WNEiZ US* 1, 245–246.
- Porozumienie paryskie, Komisja Europejska [źródło elektroniczne] https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_pl [dostęp: 15.09.2020].
- Scheafer F., Blanke M., 2014: Opportunities and Challenges of Carbon Footprint, Climate or CO₂ Labelling for Horticultural Products, *Erwerbs-Obstbau* 56, 74.
- Śleszyński J., 2016: Footprinting, czyli mierzenie śladu pozostawionego w środowisku, *Optimum. Studia Ekonomiczne* 1, 79, 57–67.
- United Nations, Carbon offset platform, UN carbon footprint calculator, [źródło elektroniczne] <https://offset.climateneutralnow.org/footprintresult> [dostęp: 08.10.2020].
- Wiedmann T., Minx J., 2008: A Definition of Carbon Footprint, [w:] *Ecological Economics Research Trends*, C.C. Pertsova (red.), Nova Science Publishers, Hauppague NY, USA, 4–5.
- Więk A., Tkacz K., 2012: Ślad węglowy surowców zwierzęcych, *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 67, 2, 83.
- Załęgoski K., Jackiewicz-Rek W., Garbacz A., 2013: Ślad węglowy betonu, *Materiały Budowlane* 12, 496, 34–36.
- 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].