

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 (2) 2021**

ZESZYTY NAUKOWE

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

# **Ekonomika i Organizacja Logistyki**

Scientific Journal of Warsaw University of Life Sciences

# **Economics and Organization of Logistics**

Selected issues of logistics and transport

Scientific editing

Joanna Domagała

**6 (2) 2021**

## SCIENTIFIC BOARD

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

## EDITORIAL BOARD

**Elżbieta J. Szymańska** (Editor-in-Chief)

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

**Sławomir Stec** (editorial secretary)

**web page: [eiol.wne.sggw.pl](http://eiol.wne.sggw.pl)**

Cover design – Elżbieta J. Szymańska  
Editor – Dominika Cichocka

ISSN 2450-8055 eISSN 2543-8867

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

## Spis treści

## Contents

### ***Joanna Domagała, Natalia Goldyn, Maciej Borkowski***

Postawy konsumentów wobec opakowań aktywnych, i inteligentnych w przemyśle spożywczym

Consumer attitudes towards active and intelligent packaging in the food industry ..... 5

### ***Aleksandra Górecka***

Changes in the efficiency of passenger rail transport caused by the investments supported by EU funds

Zmiany efektywności pasażerskich przewozów kolejowych wynikające z realizacji inwestycji wspieranych z funduszy europejskich..... 19

### ***Justyna Obrzut, Elżbieta Olech, Maciej Kuboń, Andrzej Borusiewicz, Ireneusz Żuchowski***

Analysis of customers' preferences in the aspect of modernization or formation of distribution channels of organic products

Analiza preferencji klientów w aspekcie modernizacji lub tworzenia kanałów dystrybucji produktów ekologicznych ..... 33

### ***Aleksandra Plata, Bogdan Klepacki***

Motywy wyboru ofert firm przy ubezpieczeniach komunikacyjnych

Motives for choosing companies' offers for motor insurance ..... 49

### ***Monika Roman, Piotr Gawin***

Organizacja procesów transportu wewnętrznego na przykładzie gospodarstwa sadowniczego

The organization of internal transport processes on the example of an fruit farm ..... 61

### ***Julia Zarczuk, Bogdan Klepacki***

Ślad węglowy w sektorze rolno-spożywczym

Carbon Footprint in agri-food sector and food consumption ..... 73

### ***Aldona Zawojcka, Tomasz Siudek***

European aviation transportation during the COVID-19 crisis

Europejski transport lotniczy podczas kryzysu COVID-19 ..... 83

### ***Maria Zych-Lewandowska, Jakub Majewski***

International environmental and climate policy and the directions of transport development at the national and regional level

Międzynarodowa polityka środowiskowa i klimatyczna oraz kierunki rozwoju transportu na poziomie krajowym i regionalnym ..... 101



Joanna Domagała<sup>1✉</sup>, Natalia Goldyn, Maciej Borkowski<sup>✉</sup>

<sup>1</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## Postawy konsumentów wobec opakowań aktywnych i inteligentnych w przemyśle spożywczym

### Consumer attitudes towards active and smart packaging in the food industry

**Synopsis.** Głównym celem artykułu było określenie poziomu wiedzy i stosunku konsumentów do aktywnych oraz inteligentnych opakowań w branży spożywczej. Badaniami według kwestionariusza ankiety objęto 120 respondentów dokonujących zakupów produktów żywnościowych. Analiza wyników badań ankietowych wykazała, że stan wiedzy na temat opakowań aktywnych i inteligentnych wśród ankietowanych jest niski. Tylko ok. 20% respondentów znało pojęcia opakowania aktywnego i inteligentnego. Ankietowani wskazali, że najważniejszym dla nich parametrem opakowania jest utrzymanie właściwości/jakości zapakowanego produktu. Respondenci najczęściej korzyści dostrzegają w wykorzystaniu opakowań aktywnych i inteligentnych do pakowania takich produktów jak mięso, owoce i warzywa, mrożonki i ryby.

**Słowa kluczowe:** opakowania aktywne, opakowania inteligentne, konsument, przemysł spożywczy, badania ankietowe

**Abstract.** The main purpose of the article was to determine the knowledge and attitudes of consumers towards active and intelligent packaging in the food industry. The survey was conducted on a sample of 120 respondents purchasing food products. The analysis of the survey results showed that the level of knowledge about active and intelligent packaging among the respondents is insufficient. Only about 20% of respondents knew the concepts of active and intelligent packaging. The respondents indicated that the most important parameter of packaging for them is maintaining the properties/quality of the packed product. The respondents see the greatest benefits in the use of active and intelligent packaging for packaging such products as meat, fruit and vegetables, frozen meals and fish.

**Key words:** active packaging, intelligent packaging, consumer, food industry, surveys

**JEL kody:** D01, D12, O32

---

✉ Joanna Domagała – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Katedra Logistyki; e-mail: joanna\_domagala@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-9801-4344>

✉ Maciej Borkowski – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Koło Naukowe Logistyki; e-mail: Maciej.Borkowski998@wp.pl

## Wprowadzenie

Opakowanie jest elementem zintegrowanym z produktem, często niezbędnym oraz umożliwiającym transport wyrobu w ramach łańcucha dostaw i dostarczenie go do finalnego nabywcy [Jeznach i in. 2018]. Opakowanie jest także jednym z ważniejszych atrybutów produktu wpływających na preferencje zakupowe konsumentów. Opakowanie stanowi bowiem jedno z kryteriów wyboru produktu spożywczego przez konsumenta [Barska 2013]. Producenci muszą zatem zapewnić odpowiednie opakowania dla produktów spożywczych, biorąc pod uwagę wzrastającą świadomość i wymagania konsumentów w odniesieniu do spożycia świeżych produktów o kontrolowanej i wysokiej jakości. Tradycyjne opakowania zapewniają produktom pasywną ochronę przed uszkodzeniem. Zdarza się, że mimo prawidłowego zapakowania produkty przemieszczające się w ramach łańcucha dostaw są narażone na przerwanie łańcucha chłodniczego, co może skutkować ich psuciem i zagrożeniem dla zdrowia konsumentów. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie opakowań aktywnych i inteligentnych, które z jednej strony mogą zmieniać warunki wewnątrz opakowania tak, aby produkt mógł dłużej zachować swoją jakość i świeżość, zapewnią także odpowiednią barierowość w stosunku do gazów [Ostrowska 2013, Popowicz i Lesiów 2014], a z drugiej strony umożliwią monitorowanie warunków przechowywania i transportu produktów oraz przekazują te informacje konsumentowi [Kubiak i Borowy 2013]. Według badań ekspertów i naukowców opakowania aktywne i inteligentne stanowią przyszłość opakownictwa produktów spożywczych [Realini i Marcos 2014, Aday i Yener 2015, Cierpiszewski 2016, Farmer 2016, Ghaani i in. 2016].

Opakowania aktywne to takie opakowania, które pozwalają na wzajemne, zamierzone oraz kontrolowane oddziaływanie na siebie produktu, opakowania oraz otoczenia [Lisińska-Kuśnierczak i Ucherek 2003, Baran i Bińkowski 2014]. Głównym zadaniem opakowań aktywnych jest zmiana warunków wewnątrz nich w celu zachowania jakości zapakowanego produktu. Aktywność opakowań [Baran i Bińkowski 2014, Barska i Wyrwa 2016] polega na:

- włączeniu do opakowania bądź do materiału opakowaniowego substancji chemicznych lub enzymatycznych, które mają na celu adsorpcję i/lub usunięcie tlenu z atmosfery wewnątrz opakowania;
- zastosowaniu w opakowaniu substancji wytwarzających lub adsorbujących dwutlenek węgla;
- kontrolowaniu zawartości etylenu w opakowaniu przez wykorzystanie absorpcji na środku utleniającym bądź na związku metaloorganicznym;
- wprowadzeniu obiektu wydzielającego etanol w postaci lotnej do wnętrza opakowania jako czynnika zatrzymującego rozwój mikroflory;
- zastosowaniu konserwantów, substancji bakteriobójczych lub przeciwutleniaczy wydzielanych z materiału opakowaniowego;
- wykorzystaniu regulatorów wilgotności;
- użyciu technologii umożliwiającej kontrolę zapachu i smaku;
- wprowadzeniu do opakowania pochłaniaczy światła;
- korzystaniu z folii wydzielających substancję mineralną zabezpieczającą barwy produktu;
- uszlachetnieniu powierzchni folii w celu zmiany jej przepuszczalności („folie sprytne” i „folie wyrozumiałe”);

Najbardziej znaną grupą opakowań aktywnych są pochłaniacze tlenu. Do grupy tej zalicza się opakowania zawierające zarówno związki wiążące tlen na drodze fizycznej (absorbery), jak i związki blokujące dostęp tlenu (interceptory) [Korzeniowski i in. 2011]. Drugą najpopularniejszą grupą opakowań aktywnych są emitery [Nowacka i Niemczuk 2012]. Tego rodzaju opakowania zawierają i wytwarzają związki zdolne do przedostania się do wnętrza opakowania i zahamowania niesprzyjających procesów, a tym samym powinny zapewnić wydłużenie okresu przydatności. Wybrane przykłady zastosowania opakowań aktywnych w przemyśle spożywczym przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane zastosowania opakowań aktywnych w przemyśle spożywczym  
Table 1. Selected applications of active packaging in the food industry

Typ	Forma	Funkcja	Zastosowanie
Pochłaniacze tlenu	saszetki, etykiety, zamknięcia butelek, folie	hamowanie utleniania lipidów, rozwoju pleśni, przeciwdziałające zmianom barwy	oleje, tłuszcze, wyroby piekarnicze, palona kawa, suszona wołowina, suszone owoce
Pochłaniacze i emitery dwutlenku węgla	saszetki, folie	hamowanie wzrostu mikrobiologicznego, zapobieganie pęcznieniu opakowań	palona kawa, ser
Pochłaniacze etylenu	saszetki, folie	regulowanie dojrzewania owoców i warzyw	naturalne i przetworzone owoce
Emitery i absorbery zapachów	folie	stabilizacja zapachu	pochłanianie nieprzyjemnych zapachów, emitowanie zapachów
Regulatory wilgotności względnej	saszetki, folie	regulacja wilgotności	mięsa, warzywa, produkty suche
Środki antybakteryjne	saszetki, folie	hamowanie rozwoju drobnoustrojów	ser, mięso, wyroby
Przeciwutleniacze	folie	hamowanie procesów utlenienia	piekarnicze produkty zbożowe

Źródło: [Lisińska-Kuśnierz i Ucherek 2003, Popowicz i Lesiów 2014, s. 85, Barska i Wyrwa 2016, s. 146].

Z kolei zadaniem opakowań inteligentnych (z ang. *intelligent packaging*, *smart packaging*) jest monitorowanie i dostarczenie konsumentom informacji na temat jakości, bezpieczeństwa i przydatności do spożycia zapakowanego produktu, a także jego lokalizacji w trakcie transportu, magazynowaniu i sprzedaży. Opakowania inteligentne posiadają interaktywne wskaźniki tj. wskaźniki czasu i temperatury (z ang. *Time Temperature Integrators* – TTI), wskaźniki świeżości, wilgotności, wstrząsu czy też etykiety RFID [Baran i Bińkowski 2014]. Opakowania wyposażone w czujniki temperatury można podzielić na trzy kategorie [Korzeniowski i in.]:

- wskaźniki krytycznej temperatury (CTI) – informują o działaniu temperatury wyższej lub niższej niż wskazana dla konkretnego produktu;
- wskaźniki krytycznej temperatury w funkcji czasu (CTTI) – odzwierciedlają łączny czas narażenia temperatury powyżej lub poniżej tzw. temperatury krytycznej;
- wskaźniki czasu i temperatury (TTI) – pokazują całą historię temperatury przechowywania produktu.

Z kolei wskaźniki świeżości w większości opierają się na barwnej identyfikacji metabolitów drobnoustrojów. Można je podzielić na wskaźniki [Korzeniowski i in. 2011]:



- wykorzystujące zmiany pH,
- wykorzystujące lotne związki azotu,
- wykorzystujące obecność siarkowodoru,
- opierające się na zmianie koloru chromogenicznych substratów enzymów, wytwarzanych przez drobnoustroje zanieczyszczające.

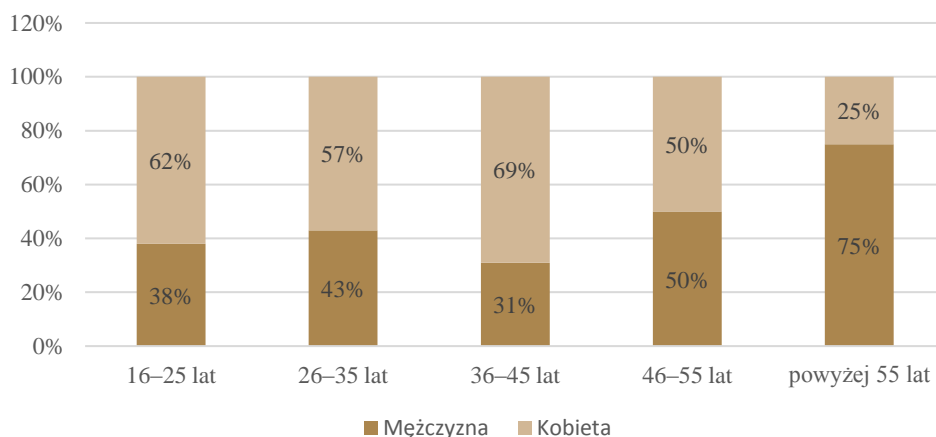
Kolejną grupą opakowań inteligentnych są wskaźniki nieszczelności (otwarcia). W opakowaniu, które jest nieszczelne zmniejsza się zabezpieczające oddziaływanie zmodyfikowanej atmosfery na produkt i wzrasta ryzyko mikrobiologicznego zanieczyszczenia przez zwiększoną podatność produktu na niebezpieczne dla zdrowia człowieka mikroorganizmy.

Wiedza o innowacyjnych opakowaniach, takich jak opakowania aktywne i inteligentne zmienia się bardzo dynamicznie i jest kształtowana zarówno przez nowe wynalazki, zmienne trendy na rynku żywnościowym, jak i oczekiwania konsumentów co do kupowania żywności wysokiej jakości, bezpiecznej i wygodnej. Decydujący dla rozwoju opakowań aktywnych i inteligentnych jest zatem pozytywny stosunek respondentów do tego typu rozwiązań. Niestety wyniki publikowanych badań wskazują, że stan wiedzy o inteligentnym opakowalnicztwie żywności jest niski – aż 88% badanej populacji nigdy nie słyszało o opakowaniach inteligentnych [Cichoń i Lesiów 2012]. Biorąc zatem pod uwagę, że znajomość postaw konsumentów wobec innowacyjnych opakowań stanowi cenne źródło informacji dla producentów w trakcie projektowania i wprowadzania na rynek nowych wyrobów, postanowiono przeprowadzić niniejsze badania. Celem badań było określenie wiedzy i stosunku konsumentów do opakowań aktywnych i inteligentnych, a także ocena preferencji konsumentów do nabywania określonego rodzaju żywności opakowanej w ten innowacyjny sposób.

## **Materiał i metody**

Materiały źródłowe do badań miały charakter wtórny i pierwotny. W pierwszym etapie badań dokonano przeglądu literatury, w której podejmowana była tematyka opakowań aktywnych i inteligentnych. Następnie zrealizowano badania empiryczne według kwestionariusza ankiety. Głównym celem badań empirycznych była identyfikacja konsumenckiej znajomości opakowań aktywnych i inteligentnych produktów żywnościowych oraz określenie stosunku badanych do nich. Respondenci do badań zostali dobrani w sposób celowy. Głównym kryterium doboru stanowiło założenie, że ankietowany był osobą odpowiedzialną za zakupy produktów spożywczych w swoim gospodarstwie domowym. W badaniu wzięło udział 70 kobiet i 50 mężczyzn. Ponad połowę ankietowanych stanowiły osoby w wieku 16–25 lat. Osoby w przedziale 26–35 lat stanowiły 17,5% respondentów, w przedziale 36–45 lat – 13,3% ankietowanych, a osoby w wieku 46–55 lat stanowiły 10% próby badawczej. Najmniej liczną grupę stanowiły osoby w wieku powyżej 55 lat, zaledwie 6,7% badanych. W pierwszych trzech grupach wiekowych było więcej kobiet niż mężczyzn, w grupie czwartej było tyle samo kobiet i mężczyzn, w najstarszej grupie wiekowej natomiast było zdecydowanie więcej mężczyzn. Strukturę udziału kobiet i mężczyzn w poszczególnych grupach wiekowych przedstawiono na rysunku 1. Respondenci pochodzili głównie ze wsi i miast powyżej 150 tys. mieszkańców, charakteryzowali się na ogół wykształceniem wyższym lub niepełnym wyższym i najczęściej określali swoją sytuację finansową jako dobrą lub przeciętną.

Badania przeprowadzono w okresie od marca do kwietnia 2021 roku. Kwestionariusz ankiety składał się z 25 pytań, w tym 5 pytań stanowiło metryczkę. Pozostałe 20 pytań odnosiło się do dwóch bloków tematycznych. Pierwszy to preferencje konsumentów przy zakupie produktów spożywczych, drugi natomiast odnosił się do opakowań aktywnych i inteligentnych, w tym znajomości tego typu opakowań, oceny ich przydatności, rozpoznania kategorii żywności, dla których warto stosować takie opakowania oraz wskazania czynników, które wpływają na upowszechnienie tego typu opakowań. Kwestionariusz ankiety zawierał pytania zamknięte jednokrotnego wyboru i wielokrotnego wyboru. W kwestionariuszu ankiety umieszczono pytania ze skalą Likiertha, która jest przykładem skali porządkowej, gdzie respondenci oceniali, czy zgadzają się, czy nie z danym zagadnieniem. W badaniach zastosowano także skalę rangową, gdzie respondenci byli np. poproszeni o ocenę pewnych parametrów opakowań poprzez nadanie im rang będących kolejnymi liczbami naturalnymi.



Rysunek 1. Struktura ankieterów według płci z uwzględnieniem grup wiekowych  
Figure 1. Structure of respondents by gender taking into account age groups

Źródło: badania własne.

## Wyniki badań i dyskusja

Na początku badania ankietowego poproszono respondentów o wskazanie, które z podanych parametrów odnoszących się do produktu spożywczego podczas dokonywania zakupów są dla nich najważniejsze (ocena obejmowała pięciostopniową skalę pomiarową, w której 5 oznaczało, że dany czynnik jest bardzo ważny, a 1, że dany czynnik jest mało ważny). Dla ankieterów najważniejszymi właściwościami produktu spożywczego okazały się: świeżość, jakość i okres przydatności do spożycia. Mediana dla każdej z tych cech wyniosła 5. Oznacza to, że co najmniej połowa respondentów określiła dany parametr jako bardzo ważny. Taki sam wynik został uzyskany w przypadku dominanty, co oznacza, że była to najczęściej wskazywana wartość. Najmniej ważne dla respondentów były: produkcja na

terenie Polski i ekologiczność rozumiana jako produkty „bio”. W tabeli 2 przedstawiona została uśredniona ocena poszczególnych parametrów wpływających na wybór produktu spożywczego przez konsumentów.

Kolejne pytanie miało taką samą pięciostopniową skalę jak poprzednie i odnosiło się do oceny parametrów opakowania produktu spożywczego (tabela 3). Dla respondentów najbardziej istotne było, aby opakowanie utrzymywało właściwości zapakowanego produktu. Dominanta ocen dla tej cechy wynosiła 5, a więc najczęściej została ona oceniona jako bardzo ważna. Dodatkowo mediana również wynosiła 5, co oznacza, że dla co najmniej połowy badanych utrzymanie właściwości zapakowanego wyrobu przez opakowanie jest bardzo istotne. Czynnikiem, który był najmniej ważny dla większości ankietowanych była szata graficzna oraz wielkość/kształt opakowania.

Tabela 2. Ocena ważności czynników wpływających na wybór produktu spożywczego przez respondentów  
Table 2. Assessment of the importance of factors influencing the choice of a food product by respondents

<b>Czynnik</b>	<b>Ocena</b>
Świeżość	4,52
Jakość	4,31
Okres przydatności do spożycia	4,26
Cena	4,03
Skład	3,86
Opakowanie	3,81
Zawartość składników odżywczych	3,66
Walory prozdrowotne	3,47
Zaufana marka	3,35
Wyprodukowane w Polsce	2,73
Ekologiczne (bio)	2,53

Źródło: badania własne.

Tabela 3. Ocena parametrów wpływających na wybór opakowania produktu spożywczego  
Table 3. Assessment of parameters affecting the choice of food product packaging

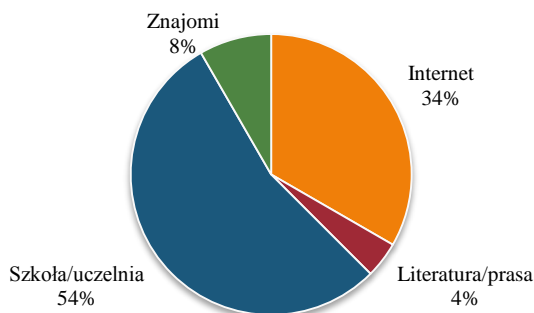
<b>Parametr</b>	<b>Ocena</b>
Utrzymanie właściwości zapakowanego produktu	4,19
Cena	3,82
Bezpieczny kontakt z zawartością	3,79
Pojemność (masa, liczba sztuk, objętość)	3,60
Przejrzysty i wyczerpujący przekaz informacji	3,48
Możliwość ponownego wykorzystania	3,23
Ekologiczność (możliwość recyklingu)	3,00
Wielkość/kształt	2,98
Szata graficzna	2,76

Źródło: badania własne.

W kolejnym pytaniu badani mieli zdecydować, czy według nich tradycyjne opakowania odpowiednio zabezpieczają i wskazują jakość produktów spożywczych. Ponad połowa

(54,2%) badanych osób odpowiedziało na to pytanie twierdząco. Dla 22,5% osób opakowania niewystarczająco zabezpieczają i ukazują jakość produktów, a 23,3% respondentów nie miało zdania w tej kwestii. Blisko 3/4 badanych zdarzyło się kupić zepsuty produkt spożywczy. Do najczęściej wymienianych przez ankietowanych przyczyn zepsucia produktu zaliczały się: przekroczony termin przydatności do spożycia, uszkodzone opakowanie (najczęściej było to wieczko w produktach zaliczanych do kategorii nabiału np. jogurtu, śmietany), złe warunki przechowywania i/lub transportu, zbyt szybkie tempo dojrzewania owoców i warzyw oraz niedostosowane opakowania do potrzeb tych produktów.

W kolejnym etapie badań rozpoznano opinię respondentów na temat opakowań aktywnych i inteligentnych. Większość ankietowanych wskazała na brak wiedzy w zakresie tego typu opakowań. Znajomość pojęcia opakowanie inteligentne zadeklarowało 20% badanych, a opakowanie aktywne zaledwie 15%. W obu przypadkach największy udział wśród osób znających te pojęcia stanowiły osoby młode z grupy wiekowej 16–25 lat (66,67% wszystkich znających pojęcie w przypadku opakowań inteligentnych i 77,78% w przypadku aktywnych). Biorąc pod uwagę wykształcenie, to znajomością tego typu opakowań głównie wykazały się osoby z wykształceniem wyższym i niepełnym wyższym (stanowiły łącznie 79,17% osób deklarujących znajomość opakowań inteligentnych i 72,22% osób deklarujących znajomość opakowań aktywnych). Wśród osób, które zadeklarowały znajomość omawianych pojęć głównym źródłem wiedzy o nich była szkoła lub uczelnia (54%), nikt natomiast nie wskazał, że dowiedział się o nich z telewizji. Źródła informacji na temat opakowań aktywnych i inteligentnych wskazane przez respondentów przedstawiono na rysunku 2. Warto podkreślić, że niewielką świadomość społeczeństwa na temat opakowań aktywnych i inteligentnych oraz źródła wiedzy o tych opakowaniach potwierdziły także w swoich badaniach Pałkowska i Steinka [2013], Cichoń i Lesiów [2012] oraz Barska i Wyrwa [2016].



Rysunek 2. Źródła informacji o opakowaniach aktywnych i inteligentnych wskazane przez respondentów

Figure 2. Sources of information on active and intelligent packaging indicated by respondents

Źródło: badania własne.

W kolejnym etapie badań przedstawiono respondentom definicję i ogólny sposób działania opakowań aktywnych i inteligentnych. Następnie ankietowani w skali od 1 do 5 mieli określić przydatność poszczególnych rozwiązań z zakresu opakowań inteligentnych i aktywnych. Najwyższa ocena w skali, czyli 5 oznaczała, że dane rozwiązanie jest bardzo przydatne,

a najniższa, czyli 1 oznaczała rozwiązanie nieprzydatne. Dodatkowo aby ułatwić respondentom przeprowadzenie oceny, poszczególne rozwiązania scharakteryzowano, wskazując przykład ich zastosowania. Średnia ocena, jaką uzyskały wybrane rozwiązania stosowane w opakowaniach inteligentnych, została przedstawiona w tabeli 4. Za trzy najbardziej użyteczne zastosowania opakowań inteligentnych badani uznali kolejno: monitorowanie okresu przydatności do spożycia, monitorowanie świeżości/dojrzałości i monitorowanie poprawności warunków przechowywania. W każdym z tych przypadków najczęściej wskazywaną wartością było 5, czyli bardzo przydatne. Dodatkowo dla pierwszych dwóch zastosowań mediana odpowiedzi wynosiła również 5, co oznacza, że co najmniej połowa badanych oceniła je jako bardzo użyteczne. Jako najmniej przydatne zostały ocenione znaczniki RFID i inteligentne etykiety z technologią NFC lub kodami QR. Zarówno mediana, jak i dominanta dla tych rozwiązań wynosiła 3, a ocena średnia była niewiele wyższa. Warto jednak zauważyć, że pomimo najniższych uzyskanych ocen to w skali od 1 do 5 wynik ten w obu przypadkach przekracza nieznacznie połowę skali, a więc rozwiązania te respondenci ogólnie ocenili jako średnio przydatne.

Tabela 4. Ocena rozwiązań wykorzystywanych w ramach opakowań inteligentnych  
Table 4. Evaluation of smart packaging solutions

Rozwiązanie	Ocena
Monitorowanie pozostałego okresu przydatności do spożycia	4,28
Monitorowanie świeżości/dojrzałości	4,22
Monitorowanie poprawności warunków przechowywania	4,18
Monitorowanie temperatury produktu wewnątrz opakowania	3,63
Stosowanie znaczników RFID	3,21
Stosowanie inteligentnych etykiet z technologią NFC lub kodami QR	3,13

Źródło: badania własne.

Średnia ocena przydatności wybranych rozwiązań z zakresu opakowań aktywnych została przedstawiona w tabeli 5.

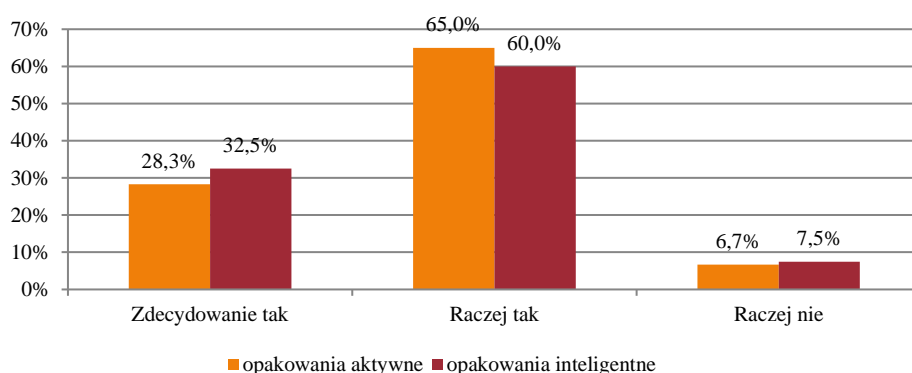
Tabela 5. Ocena rozwiązań wykorzystywanych w przypadku opakowań aktywnych  
Table 5. Evaluation of solutions used for active packaging

Rozwiązanie	Ocena
Pochłaniacze tlenu	4,14
Regulatory wilgotności	4,11
Pochłaniacze lub emitery dwutlenku węgla	3,96
Pochłaniacze etylenu	3,82
Pochłaniacze lub emitery zapachów	3,32
Związki ułatwiające przygotowywanie żywności do spożycia	3,23

Źródło: badania własne.

Według ankietowanych najbardziej przydatne są pochłaniacze tlenu i regulatory wilgotności, które osiągnęły średnią ocenę powyżej 4. Dla obu rozwiązań najczęściej wskazywaną wartością było 5, mediana natomiast wynosiła 4, a więc co najmniej połowa badanych uważa te rozwiązania za przydatne lub bardzo przydatne. Za średnio użyteczne respondenci uznali związki ułatwiające przygotowanie żywności do spożycia (samo podgrzewające puszki, opakowania do mikrofal) i pochłaniacze bądź emiterzy zapachów. Zarówno mediana, jak i dominanta ocen dla tych rozwiązań wynosiła 3.

W kolejnych dwóch pytaniach respondenci mieli określić, czy według nich opakowania aktywne i inteligentne są ogólnie przydatne. W obu przypadkach ponad 90% badanych uznała je za przydatne lub zdecydowanie przydatne. Szczegółowy rozkład odpowiedzi przedstawia rysunek 3.

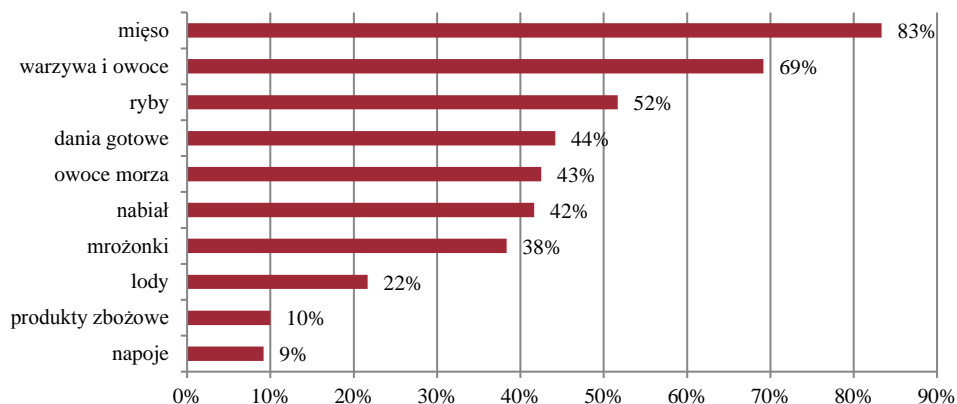


Rysunek 3. Przydatność opakowań aktywnych i inteligentnych według ankietowanych (% wskazań)  
Figure 3. Suitability of active and intelligent packaging according to respondents (% of indications)

Źródło: badania własne.

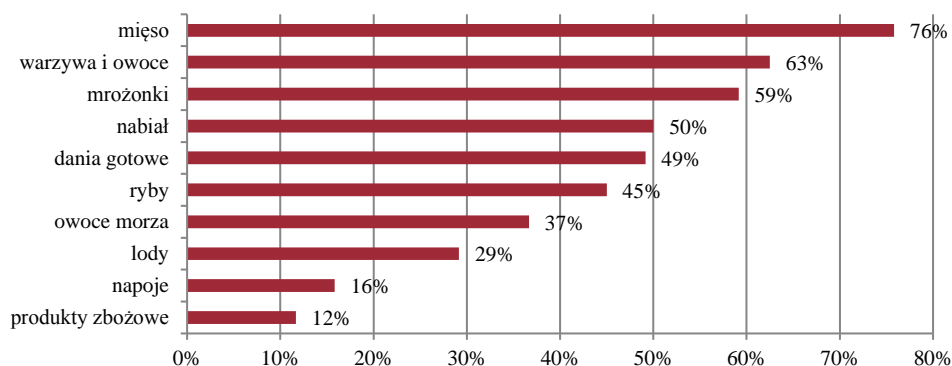
W pytaniu otwartym respondenci zostali poproszeni o wskazanie przykładu zakupionego przez nich lub widzianego w sklepie produktu w opakowaniu aktywnym bądź inteligentnym. Najczęściej wskazywali oni na mięso w opakowaniu zawierającym regulatory wilgotności. Drugim najczęściej wymienianym produktem było piwo z inteligentną etykietą pokazującą najlepszą temperaturę do spożycia. Kilka osób podało jako przykład kubek kawy zmieniający grafikę, w celu ostrzeżenia o gorącej zawartości oraz dania gotowe w opakowaniach przeznaczonych do przyrządzania w mikrofalach. Jedna osoba zaobserwowała w sklepie przykład inteligentnego opakowania kontrolującego świeżość mrożonego łososia.

W kolejnych dwóch pytaniach wielokrotnego wyboru respondenci wskazywali, dla których grup produktów powinny być stosowane opakowania aktywne i inteligentne (rysunki 4 i 5). W przypadku opakowań aktywnych ponad połowa badanych uznała, że tego typu opakowania powinny być stosowane do mięsa, warzyw i owoców oraz ryb. Najmniej osób wskazało używanie tych opakowań do produktów zbożowych oraz napojów. W przypadku opakowań inteligentnych rozkład odpowiedzi wyglądał podobnie. Najmniej wskazań uzyskały napoje i produkty zbożowe, a najwięcej mięso, warzywa i owoce oraz mrożonki.



Rysunek 4. Grupy produktów, dla których według respondentów powinny być stosowane opakowania aktywne  
Figure 4. Product groups for which respondents believe active packaging should be used

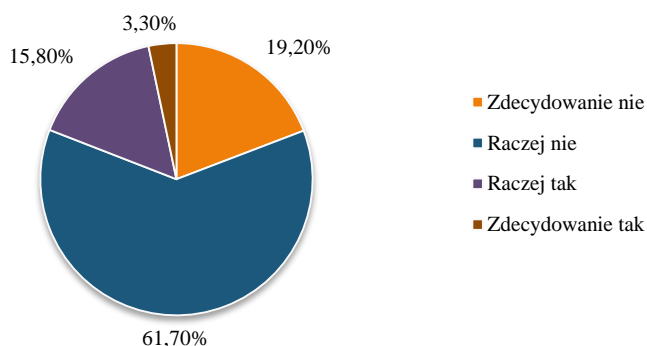
Źródło: badania własne.



Rysunek 5. Grupy produktów, dla których według respondentów powinny być stosowane opakowania inteligentne  
Figure 5. Product groups for which respondents believe smart packaging should be used

Źródło: badania własne.

Kolejne pytanie odnosiło się do obaw ankietowanych związanych ze stosowaniem omawianych rodzajów opakowań do produktów spożywczych (rysunek 6). Większość badanych (80%) odpowiedziała, że zdecydowanie nie ma lub raczej nie ma obaw związanych z bezpieczeństwem stosowania takich rozwiązań. Pozostałe 20% respondentów raczej ma obawy lub zdecydowanie ma obawy odnoszące się do bezpieczeństwa wykorzystywania tego rodzaju opakowań dla produktów spożywczych. Obawy te mogą wynikać z niewiedzy konsumentów na temat sposobu działania takich opakowań, ponieważ 80% z nich w kolejnym pytaniu zaznaczyło, że czynnikiem, który skłoniłby ich do zakupu produktów w opakowaniach aktywnych lub inteligentnych jest udostępnienie pełnej informacji na temat sposobu działania tych opakowań.

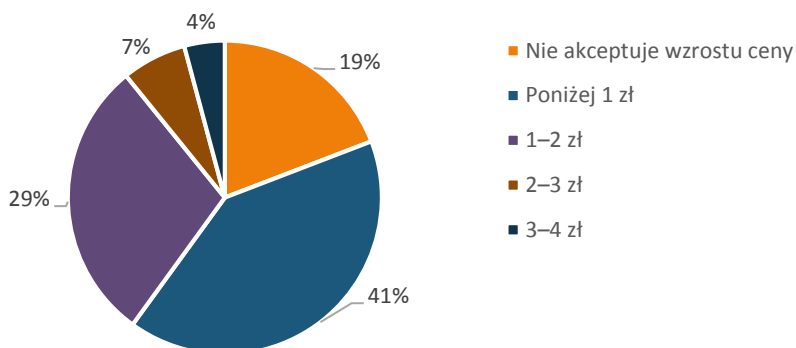


Rysunek 6. Obawy respondentów dotyczące bezpieczeństwa stosowania opakowań aktywnych i inteligentnych do produktów spożywczych

Figure 6. Respondents' concerns about the safety of active and smart food packaging

Źródło: badania własne.

W kwestionariuszu ankiety znalazło się również pytanie sprawdzające gotowość ankietowanych do zapłacenia wyższej ceny za produkt w opakowaniu aktywnym lub inteligentnym. Największa część ankietowanych jest w stanie zaakceptować niewielki wzrost ceny nieprzekraczający 1 zł (40,83%). Druga z kolei największa grupa badanych deklaruje zaakceptowanie wzrostu ceny w przedziale od 1 do 2 zł (29,17%). Wśród badanych znalazła się również grupa osób, która nie zaakceptuje wzrostu ceny produktów spowodowanego zastosowaniem opakowań aktywnych lub inteligentnych (19,17%). Nikt z ankietowanych nie wyraził akceptacji wzrostu ceny powyżej 4 zł (rysunek 7).



Rysunek 7. Akceptowany przez respondentów wzrost ceny produktu zapakowanego w opakowania aktywne lub inteligentne

Figure 7. Acceptable increase in the price of a product packaged in active or smart packaging

Źródło: badania własne.

W ostatnim etapie badań ankietowani mieli wskazać czynniki, które skłoniłyby ich do zakupu produktów w opakowaniach aktywnych lub inteligentnych, a następnie mieli wskazać czynniki, które mogłyby wpłynąć na upowszechnienie stosowania tego typu opakowań.

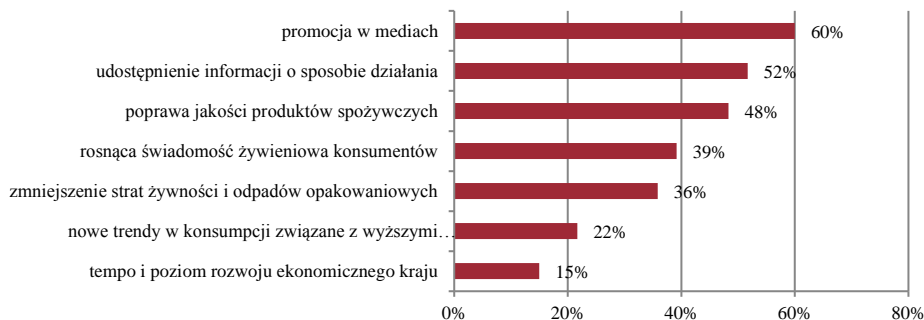


Rozkład odpowiedzi został przedstawiony odpowiednio na rysunkach 8 i 9. Wśród czynników, które zachęcają do zakupu najczęściej wskazywana była rzeczywista poprawa jakości produktów (67,5%), a najrzadziej akcje zwiększające świadomość żywieniową (11,67%). Zaskakująco mało osób, tylko 32,5%, wskazało zwiększenie dostępności produktów w takich opakowaniach. Zmniejszenie marnowania żywności i pełne zapoznanie się ze sposobem działania tych opakowań przekonałoby podobny odsetek badanych ok. 40%.



Rysunek 8. Czynniki skłaniające respondentów do zakupu produktów w opakowaniach aktywnych i inteligentnych  
Figure 8. Factors that lead respondents to purchase products in active and intelligent packaging

Źródło: badania własne.



Rysunek 9. Czynniki mogące mieć wpływ na upowszechnienie stosowania opakowań aktywnych i inteligentnych według respondentów  
Figure 9. Factors that may influence the widespread use of active and intelligent packaging according to respondents

Źródło: badania własne.

Wśród czynników mogących wpłynąć na upowszechnienie stosowania opakowań aktywnych i inteligentnych najczęściej wskazywana była promocja w mediach (60%), następnie udostępnienie informacji o sposobie działania (51,67%) i poprawa jakości produktów spożywczych (48,33%) – rysunek 9. Na konieczność promocji opakowań aktywnych i inteligentnych w środkach masowego przekazu w swoich badaniach wskazywał także Popowicz i Lesiów [2014].

## **Podsumowanie i wnioski**

Z punktu widzenia konsumentów żywności najważniejsze jest, aby opakowanie umożliwiło zachowanie właściwości produktu tak, aby był on dobrej jakości i nadawał się do konsumpcji. Wzrastające wymagania konsumentów dotyczące bezpiecznej, minimalnie przetworzonej żywności oraz wydłużonego czasu jej przechowywania mobilizują przemysł spożywczy do wprowadzania m.in. aktywnych i inteligentnych opakowań. Zastosowanie opakowań inteligentnych zapewnia monitorowanie bezpieczeństwa żywności na całej długości łańcucha dostaw. Z kolei wykorzystywanie materiałów aktywnych, w odróżnieniu od tradycyjnych materiałów opakowaniowych, podczas zachodzących reakcji z wewnętrzną atmosferą i produktem prowadzi do przedłużenia trwałości produktu z jednoczesnym zachowaniem jego wyższej jakości.

Wyniki przeprowadzonych badań empirycznych wskazują, że zdecydowana większość konsumentów (80%) deklaruje chęć kupowania żywności w opakowaniach aktywnych i/lub inteligentnych, nawet przy uwzględnieniu konieczności zapłacenia wyższej ceny. Preferowanym przez ankietowanych typem opakowania aktywnego jest opakowanie wyposażone w pochłaniacz tlenu oraz regulator wilgotności. W opinii konsumentów najbardziej przydatnym rodzajem opakowania inteligentnego są opakowania ze wskaźnikami okresu przydatności oraz wskaźnikami świeżości/dojrzałości. Zaobserwowano wyraźną preferencję konsumentów do stosowania opakowań inteligentnych i aktywnych w odniesieniu do mięsa, owoców i warzyw oraz mrożonek. Należy jednak podkreślić, że przeprowadzone badania mają pewne ograniczenia przede wszystkim związane z małą liczebnością próby badawczej, a zatem otrzymane wyniki nie można traktować jako reprezentatywnych.

Przeprowadzone badania wykazały, że stan wiedzy na temat opakowań aktywnych i inteligentnych jest relatywnie niski. Wydaje się zatem, że jest wyraźna potrzeba upowszechnienia żywności pakowanej w innowacyjne opakowania. Dlatego wdrożenie opakowań aktywnych i inteligentnych na terenie Polski powinno być wsparte wysoce aktywną promocją marketingową w środkach masowego przekazu. W ramach działań promujących innowacje w opakowalnictwie warto zarówno edukować konsumentów na temat zasad działania tych opakowań, jak i zwracać uwagę na ewentualne zagrożenia wynikające m.in. z migracji substancji wykorzystywanych w aktywnych opakowaniach, które mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa żywności i środowiska.

## **Bibliografia**

- Aday M.S., Yener U., 2015: Assessing consumers' adoption of active and intelligent packaging, *British Food Journal* 117(1), 157–177, <http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-07-2013-0191>
- Baran J., Bińkowski F., 2014: Znaczenie opakowań aktywnych i inteligentnych w zapewnieniu bezpieczeństwa żywności, *Logistyka* 6, 13113–13118.
- Barska A., 2013: Kryteria wyboru produktów żywnościowych przez młodych konsumentów z Polski, Czech i Słowacji, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 4(337), 113–121.
- Barska A., Wyrwa J., 2016: Konsument wobec opakowań aktywnych i inteligentnych na rynku produktów spożywczych, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 4(349), 138–161.
- Cichoń M., Lesiów T., 2012: Innowacyjne opakowania inteligentne w przemyśle spożywczym, [w:] *Rola innowacyjności w kształtowaniu jakości*, J. Żuchowski, R. Zieliński (red.), Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji & PIB, Radom, 122–130.

- Cierpiszewski R., 2016: Opakowania aktywne i inteligentne, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Farmer N., 2016: Innowacje w opakowaniach żywności i napojów, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Ghaani M., Cozzolino C.A., Castelli G., Farris S., 2016: An overview of the intelligent packaging technologies in the food sector, *Trends in Food Science & Technology* 51, 1–11, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.02.008>
- Jeznach M., Kosicka-Gębska M., Tul-Krzyszczuk A., Pawlak A., 2018: Ocena percepcji opakowań aktywnych przez konsumentów nabywających mięso, *Handel Wewnętrzny* 2(373), 213–221.
- Korzeniowski A., Ankiel-Homa M., Czaja-Jagielska N., 2011: Innowacje w opakowalnictwie, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań.
- Kubiak M.S., Borowy T., 2013: Opakowania inteligentne w zasięgu ręki, *Opakowanie* 10, 51–54.
- Lisińska-Kuśnierz M., Ucherek M., 2003: Postęp techniczny w opakowalnictwie, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków.
- Nowacka M., Niemczuk D., 2012: Nowoczesne materiały i wyroby przeznaczone do kontaktu z żywnością oraz ich wpływ na bezpieczeństwo żywności, *Opakowanie* 6, 64–69.
- Ostrowska E., 2013: Aktywne i inteligentne opakowania, *Opakowanie* 3, 24–28.
- Pałkowska A., Steinka I., 2013: Opakowania aktywne i inteligentne w świadomości konsumentów, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni* 80, 35–42.
- Popowicz R., Lesiów T., 2014: Innowacyjne opakowania aktywne w przemyśle żywnościowym, *Nauki Inżynierskie i Technologie* 1(12), 34–48.
- Realini C.E., Marcos B., 2014: Active and intelligent packaging systems for a modern society, *Meat Science* 98(3), 404–419.

Aleksandra Górecka<sup>✉</sup>

Warsaw University of Life Sciences – SGGW

## Changes in the efficiency of passenger rail transport caused by the investments supported by EU funds

### Zmiany efektywności pasażerskich przewozów kolejowych wynikające z realizacji inwestycji wspieranych z funduszy europejskich

**Abstract.** The aim of this paper is to present the comparison of the efficiency of passengers rail transport in Polish regions and to investigate its change. In the end, I present the correlation between the difference of efficiency index between 2004 and 2017 and the railway investments value which has been involved in modernization railway transport from 2004 until 2014. The research has covered 14 Polish regions. The results confirmed that the regions joining the EU with ineffective passenger rail transport have made the investments that contributed to the increase of the efficiency index for the last 14 years later and that the change of the level of passenger rail transport efficiency index is strongly correlated with the level of value of rail infrastructure investments made from 2004 until 2014.

**Key words:** rail transport, railways, DEA method, investments, Poland, EU funds

**Synopsis.** Celem artykułu było porównanie wskaźnika efektywności pasażerskiego transportu kolejowego w polskich województwach w latach 2004 oraz 2017. Badania objęły również wskazanie korelacji pomiędzy różnicą wskaźnika efektywności w latach 2004 i 2017 a wartością inwestycji infrastruktury kolejowej, które zrealizowano przy wsparciu funduszy UE. Badaniami objęto 14 polskich województw, które zrealizowały projekty inwestycyjne dofinansowane z funduszy UE. Wyniki potwierdziły, że regiony przystępujące do UE z nieefektywnym pasażerskim przewozem kolejowym dokonały inwestycji, które przyczyniły się do wzrostu wskaźnika efektywności przez ostatnie 14 lat później, a zmiana poziomu wskaźnika efektywności pasażerskiego transportu kolejowego jest silnie skorelowana z poziomem wartości inwestycji w infrastrukturę kolejową w latach 2004–2014.

**Słowa kluczowe:** transport kolejowy, linie kolejowe, metoda DEA, inwestycje, polska, fundusze unijne

**JEL codes:** O18, R42

---

<sup>✉</sup> Aleksandra Górecka – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Logistics;  
e-mail: [aleksandra\\_gorecka@sggw.edu.pl](mailto:aleksandra_gorecka@sggw.edu.pl); <https://orcid.org/0000-0002-2679-561X>

## Introduction

In 2021, it has been 17 years since Poland became a member state of the EU. Since 2004, the country has had full access to EU funds to support the modernization of most sectors of the economy. From 2004 to 2013, from the point of view of economic development, Poland used two basic funds, that is, The European Regional Development Fund and the Cohesion Fund [Rakowska and Wojewódzka 2010, Mosionek-Schweda 2012].

The development of the transport sector, especially of the infrastructure, was one of the strategic areas that needed to be modernized. Poland's transport infrastructure after 1991 radically collapsed, and the government was unable to meet the requests of modernizing existing infrastructure or starting new investments in this area. It was known, however, that transport infrastructure is an important part of the social life and economic condition. Its structure and scope determine the mobility of the inhabitants, the potential of the area for settlement, and, from the point of view of entrepreneurship development, the possibility of locating companies or conducting commercial cooperation [Górecka and Baran 2018]. The construction and maintenance of transport infrastructure are highly cost-consuming and often represent a significant financial resource for the government or self-government units. Therefore, EU subsidies have proven to be invaluable support for the country's infrastructure re-development [Bentyn et al. 2020]. Four years after the completion of the second aid program, the efficiency of the use of EU funds for the modernization of transport infrastructure can be summarized and assessed.

## Literature review

The problem of rail efficiency has received considerable attention [Wiegmans et al. 2018]. The design, management, and optimization of passenger transport networks have been the subject of many analyses. Scientific attention also has been directed towards investments in infrastructure and the relationship with economic growth and social perspective [Witte et al. 2014, Chen et al. 2016, Patarchanov 2019]. The results suggest that rail investment has been a positive stimulus to the economy and added that there has been a historically growing demand for infrastructure investments to increase mobility at both inter-, and intracity levels in European countries caused by the increasing urbanization [Muñoz-Villamizar et al. 2020]. Therefore rail transportation is perceived as one of the fundamental elements of countries' development in the context of stability in passengers mobility and barrier-free freight flow.

Although there is still an economic legitimacy to investigate the problem of rail transportation development, it is crucial to underline that it is a result of many factors, such as safety, environmental protection, costs, and profits of investment implementation or the use of current resources [Jacyna 2001]. The modernization efficiency is affected by many aspects, which is why the analysis of investments in rail infrastructure should be multicriterial [Gawrońska 2020]. Hence, the complexity of making investment decisions is difficult due to many technical, economic, and political factors [Guo et al. 2018]. Furthermore, the rail infrastructure investments are highly costly and as the EU calms its funding from governments budgets is the dominant source of funds which hardly can be extended because of increasing budget constraints [European Parliament 2015], so the external funds must be provided to

start and proceed the investments. Despite that, there is evidence [Francisco et al. 2021] that heavy investment in existing rail lines is not the best way to increase rail market share.

Poland is the country that used EU funds to rebuild the whole transportation infrastructure, including railways, however, to the best of my knowledge, very few studies have investigated the changes in efficiency in passenger rail transport caused by the investments cofunded from external (non-governmental) sources at the same time. In the paper, there is a try to fill this gap.

## **Materials and methods**

The aim of this paper is to assess the efficiency of passengers rail transport in 2004 and 2017, to investigate its change, and to establish a ranking of the Polish regions according to the efficiency index. In the end, presented the correlation between the difference of efficiency index and the amount of money which has been involved in the modernization of Polish railway transport from 2007 until 2014. There are two hypotheses in this research:

H<sub>1</sub>: The regions joining the EU with ineffective passenger rail transport have made the investments that contributed to the increase of the efficiency index 14 years later.

H<sub>2</sub>: The change of the level of passenger rail transport efficiency index is positively correlated with the level of value of rail infrastructure investments made from 2004 until 2014.

The research covered 14 regions in Poland (NUTs-2 – Voivodships, Provinces) which benefited from EU funding for the improvement of rail infrastructure until 2014 (Figure 1). The other two NUTs-2 had not applied for EU found and therefore were excluded from the research. The assessment of the efficiency of the investments made on Polish railway infrastructure was conducted using the Data Envelopment Analysis (DEA) method, and the correlation was calculated based on Spearman rank correlation.

In research used secondary data sources including the Office of Rail Transport database for indexes on railways, train stations, and the number of passengers, and the National Information System (KSI SIMIK 04-13) for searching for data on EU founding in railway infrastructure in Poland.

A popular technique for efficiency assessment is Data Envelopment Analysis (DEA). DEA method is widely used throughout the world in railway system performance research. It is a non-parametric technique and its scope is to determine the efficiency of similar Decision-Making Units (DMUs) with respect to multiple inputs and outputs. DMUs are divided into two groups named as efficient and inefficient, then derive a piecewise linear frontier with pareto-efficient DMUs and give an efficiency score of 1 (one). Their efficiency score is determined by the distance between the frontier and the coordinates of each of the inefficient DMUs. The method also determines the source and the amount of inefficiency so that DEA becomes indispensable for decision-makers [Bal and Gölcükcü 2002]. Depending on the model orientation, a calculation of the efficiency is made focused on: the input minimization or on the output maximization. However, taking into account the type of returns to scale two models are distinguished, which are as follows: the CCR model providing for constant returns to scale, and the BCC model provides for changing return to scale. The CCR model is used to calculate the overall technical efficiency (Technical Efficiency – TE) and the BCC model

is used to calculate pure technical efficiency (Pure Technical Efficiency – PTE) [Baran and Górecka 2019].



Figure 1. Administrative division of Poland

Figure 1. Podział administracyjny Polski

Source: own elaboration.

Charnes et al. [1978] had evaluated the measure of efficiency for each DMU that is obtained as a maximum of a ratio of weighted outputs to weighted inputs. The weights for the ratio are determined by a restriction that the similar ratios for every DMU have to be less than or equal to unity, thus reducing multiple inputs and outputs to single “virtual” input and single “virtual” output without requiring preassigned weights. The efficiency measure is then a function of weights of the “virtual” input–output combination. The efficiency measure for the DMU<sub>o</sub> is calculated as follows [Charnes et al. 1978].

$$\begin{aligned}
 & \max w_0 = \sum_r m_r y_{r0} \\
 & \text{subject to} \\
 & \quad \sum_i v_i x_{i0} = 1 \\
 & \quad \sum_r m_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\mu \geq \varepsilon$$

$$v_i \geq \varepsilon$$

The variables  $m_r$  and  $v_r$  are the weights of output and inputs ( $r = 1, \dots, p$ ), ( $x_{ij} = 1, \dots, k$ ) represent outputs and inputs respectively ( $j = 1, \dots, n$ ) and  $\varepsilon$  is non-archimedean constant. The index 0 represents the DMU in the objective function whose efficiency would be calculated. Each DMUs achieve the efficiency score between [0; 1]. The efficiency score 1 means being 100% efficient. When the efficiency score is below 1 (one) which means that DMUs are below the frontier, the DMU is inefficient. This is because their efficiency score is determined by the distance between the frontier and this coordinated [Bal and Gölcükcü 2002].

Since the first launching in 1978 in Charnier's paper, the DEA method has been used in the fields as banking, agriculture, transportation, sport etc. Banker et al. [1984] extended the earlier work by providing for variable returns of scale and mitigates the impact of economies of scale on operational efficiency.

The BCC model adds variable  $u_0$  to identify the returns of scale of the target DMU. The input-oriented BCC-model for the DMU0 can be written formally as [Bal and Gölcükcü 2002]:

$$\min_{\theta, \lambda, s^+, s^-} z_o = \theta - \varepsilon \sum_{r=1}^p s_r^+ - \varepsilon \sum_{i=1}^m s_i^-$$

subject to

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, \dots, p$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{ij} - s_i^- = \theta y_{i0}, \quad i = 1, \dots, k \tag{2}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- > 0$$

The BCC-efficiency scores have similar interpretation as in the CCR model. With the overall technical efficiency and pure technical efficiency calculated, it is possible to determine the object scale efficiency (Scale Efficiency – SE). The scale efficiency is defined as a ratio of DMUs overall technical efficiency score (measured by the CCR-model) and pure technical efficiency score (measured by the BCC model), according to the formula:  $SE = TE/PTE$  [Coelli et al. 2005]. Scale efficiency (SE) calculated in this manner denotes the degree to which the object is efficient concerning the optimum enabling the maximal use of inputs.



A review of research where the DEA method was used with the inputs and outputs examples and research areas in Table 1.

Table 1. Use of the DEA method in performance studies in passengers' rail transport – selected literature

Tabela 1. Zastosowanie metody DEA w badaniach wydajności w pasażerskim transporcie kolejowym – wybrana literatura

Author	Research area	Inputs	Outputs
Yu M-M and Lin E.T.J. [2008]	World	employees, wagons, line length, passenger cars, passenger trains.km, cargo trains.km	ton.km, passenger.km, passenger trains.km, cargo trains.km
Guzman I. and Montoya J.L. [2011]	Spain	tractive effort, seats available, available cargo capacity, distance travelled	revenues
Kutlar A. et al. [2013]	World	employees, locomotives, wagons, operating cost, line length and passenger cars	revenues, passengers, passengers/km, tons, ton/km
Doomernik J.E. [2015]	World	line length, seats available, seats.km	seats available, passenger.km, passengers
Djordjević et al. [2018]	Europe	number of railway level crossings, number of assets	railway passenger volume, railway freight volume, number of accidents at RLCs

Source: own elaboration.

A major problem in DEA is the choice of inputs and outputs to be included in the model. DEA is not a statistical technique and there are no tools – such as *t*-tests in regression – to assess if an input or an output is important or could be deemed to be redundant and removed from the data. It is known that efficiencies depend on the number of inputs and outputs included in the specification. The more inputs or outputs included in the model, the higher the calculated efficiencies will be [Bal and Gölcükcü 2002]:

Inputs (*X*):

$x_1$  – number of railways in use (km)

$x_2$  – standard-gauge electrified railway lines (km)

$x_3$  – length of standard-gauge railway tracks with two or more tracks (km)

$x_4$  – number of train stations serving passengers

Outputs (*Y*):

$y_1$  – number of passengers

$y_2$  – use of railways by passengers (rail trip per passenger)

Input variables are both related to the technical efficiency of rail transport and the investments which were made in Poland to improve rail transport efficiency, and the outputs represent the rail used by the passengers. However, it is significant to remember, that the effects of investments in the railway infrastructure can be reflected on passengers' rail use indirectly, e.g. increasing safety or speed, which can translate into passenger satisfaction. Moreover, investments can also lead to an increase in the price of tickets, which again has a great influence on passenger transport choice.

Spearman rank correlation ( $\rho$ ) test was used to investigate if the change of efficiency of rail transport index is correlated with the value of rail transport infrastructure investments in the region from 2004 until 2014.

$$\rho = \frac{\frac{1}{6}(n^3-n) - (\sum_{i=1}^n d_i^2) - T_d - T_v}{\sqrt{(\frac{1}{6}(n^3-n) - 2T_d)(\frac{1}{6}(n^3-n) - 2T_v)}}, \quad (3)$$

where:

$d_i = R d_i - R v_i$  – the difference between the  $i$ -th rank for variable  $d$  and the  $i$ -th rank for variable  $v$

$T_d T_v$  – factors for tied ranks described by:

$$T = \frac{1}{12} \sum_j (t_j^3 - t_j), \quad (4)$$

where:

$t_j$  – number of observations for the  $j$ -th rank in the analysed data set.

The following variables were used in the calculation of Spearman rank correlation:

$d$  – change in of DEA rail transport efficiency index from 2004 until 2017

$v$  – the value of rail transport infrastructure investments in the region from 2004 until 2014.

## Passenger rail transport in Poland

From 2004 until 2014 there were 106 investments accomplished on the Polish railway lines for the total amount of 6,132,987,935.40 EUR<sup>1</sup>. 59.37% of costs was covered by external funds, with 3,641,376,584.52 EUR<sup>2</sup> support by EU. The highest number of investments was carried out in Pomorskie and Dolnośląskie regions, Lubelskie, Mazowieckie and Małopolskie regions, simultaneously the largest amount of money has been absorbed in Mazowieckie, Pomorskie and Małopolskie regions (Table 2).

Since 2004, there has been no significant change in density of railways in Polish regions (Figure 2). Southern and southern-east Polish regions characterise by the highest number of railways per 100km. There has been increase of this index in three regions, in two – the index has not changed, while in 11 regions the density of used railways has decreased. Still, the lowest density of railways in use is in Podlaskie region (3.6 km/km<sup>2</sup>) and Podkarpackie (4.2 km/km<sup>2</sup>). Apart from that, for 13 years the density of railways in used has increased only in two regions, which are Podlaskie (change by 0.3 point) and Świętokrzyskie (change by 0.2 point).

<sup>1</sup> PLN 26,310,518,242.85 with PLN 4,29 = EUR 1 average exchange rate.

<sup>2</sup> PLN 15,621,505,547.57 PLN with PLN 4,29 = EUR 1 average exchange rate.

Table 2. Railway investments and their value in Poland from 2004 until 2014

Tabela 2. Inwestycje kolejowe i ich wartość w Polsce od 2004 do 2014 roku

Voivodship	Number of investments	Investments total value (PLN)
Pomorskie	16	4,608,676,596.63
Dolnośląskie	15	266,522,1654.00
Lubelskie	11	1,216,762,787.16
Mazowieckie	11	4,988,179,648.23
Małopolskie	10	4,300,489,463.43
Łódzkie	9	3,938,604,806.60
Śląskie	7	977,978,233.32
Kujawsko-pomorskie	5	900,114,107.18
Wielkopolskie	5	692,852,042.57
Zachodniopomorskie	5	206,980,550.66
Opolskie	4	1,230,011,249.63
Lubuskie	3	129,451,434.13
Podkarpackie	3	277,561,158.84
Warmińsko-mazurskie	2	177,634,510.47
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>26,310,518,242.85</b>

Source: own elaboration based on National Information System [KSI SIMIK 04-13].

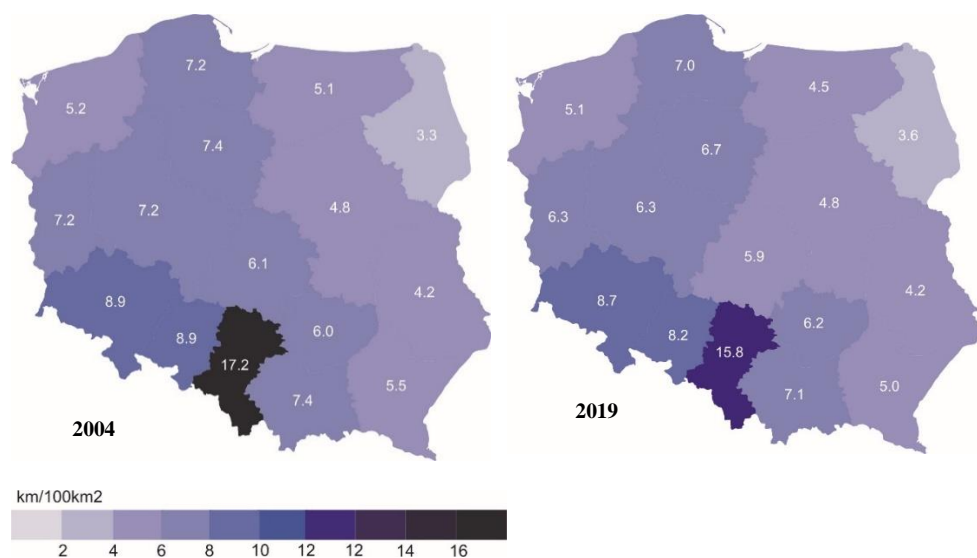


Figure 2. Density of railways in use in Polish regions in 2004 and 2019 (km/100km<sup>2</sup>)

Rysunek 2. Zagęszczenie linii kolejowych użytkowanych w regionach Polski w latach 2004 i 2019 (km/100km<sup>2</sup>)

Source: own elaboration based on Polish Local Data Bank.

In the same time period, the structure of passengers railway stations has changed. Before 2000, all the buildings with equipment had been owned by PKP Group, however since 2001, due to the new national regulations [Ustawa z dnia 8 września 2000 r.], PKP Group was able to transfer the ownership of 345 railway stations to the local governments, what allowed to apply for EU money for their reconstruction, modernization, and adaptation.

There have been changes in the use of railways by passengers (Figure 3). The average number of rail trips per passenger per year in Poland was 6.1 in 2004, while in 2017 it was 6.6.

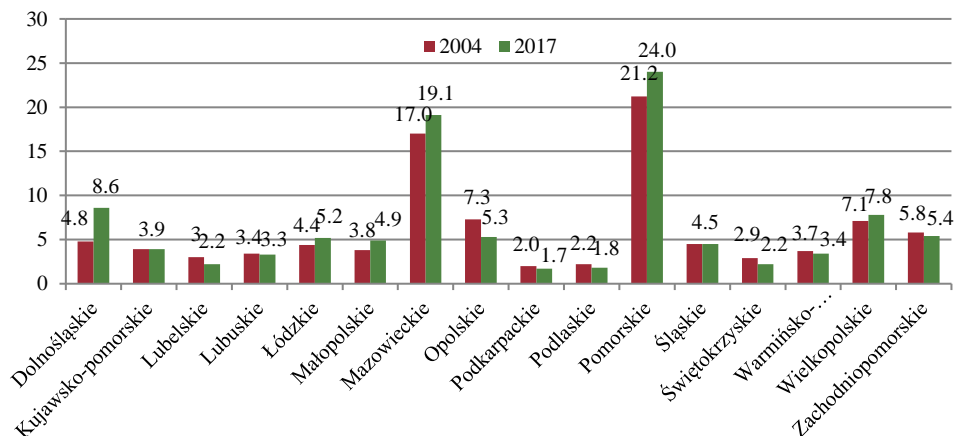


Figure 3. The use of railway transport by passengers (number of trips per passenger per year)

Rysunek 3. Korzystanie z transportu kolejowego przez pasażerów (liczba przejazdów na pasażera rocznie)

Source: own elaboration based on PKP S.A. data

The average percentage change of rail trip per passenger was +6.0%, however, there is a huge difference and disproportion in its structure in the several regions (Table 3).

Table 3. Percentage change in rail trips per passenger per year in 2004 and 2017

Tabela 3. Procentowa zmiana liczby podróży koleją w przeliczeniu na pasażera rocznie w latach 2004 i 2017

Region	2004	2017	% change	Region	2004	2017	% change
Dolnośląskie	4.8	8.6	+79%	Świętokrzyskie	2.9	2.2	-24%
Łódzkie	4.4	5.2	+18%	Podlaskie	2.2	1.8	-18%
Małopolskie	3.8	4.9	+29%	Podkarpackie	2.0	1.7	-15%
Mazowieckie	17.0	19.1	+12%	Warmińsko-mazurskie	3.7	3.4	-8%
Pomorskie	21.2	24.0	+13%	Zachodniopomorskie	5.8	5.4	-7%
Wielkopolskie	7.1	7.8	+10%	Lubuskie	3.4	3.3	-3%
Lubelskie	3.0	2.2	-27%	Kujawsko-pomorskie	3.9	3.9	0%
Opolskie	7.3	5.3	-27%	Śląskie	4.5	4.5	0%

Source: own calculation.

The highest change was in Dolnośląskie region (+79%), and at the same time, the biggest decrease in Lubelskie, Opolskie (−27%), and Świętokrzyskie regions (−24%).

### Passengers' rail transport efficiency and its correlation to the investment value – results and discussion

This section of the paper focuses on the difference in the efficiency of passengers' rail transport in 2004 and 2017. Two rankings of Polish regions were created according to the efficiency index for the passengers' railway transport. The average technical efficiency of that sector in 2004 was fairly low with the DEA indicator in the CCR model being 0.4752. The rail transport sector was effective only in 2 out of 16 studied regions (with an efficiency ratio of 1); these included Pomorskie and Mazowieckie regions (Figure 4).

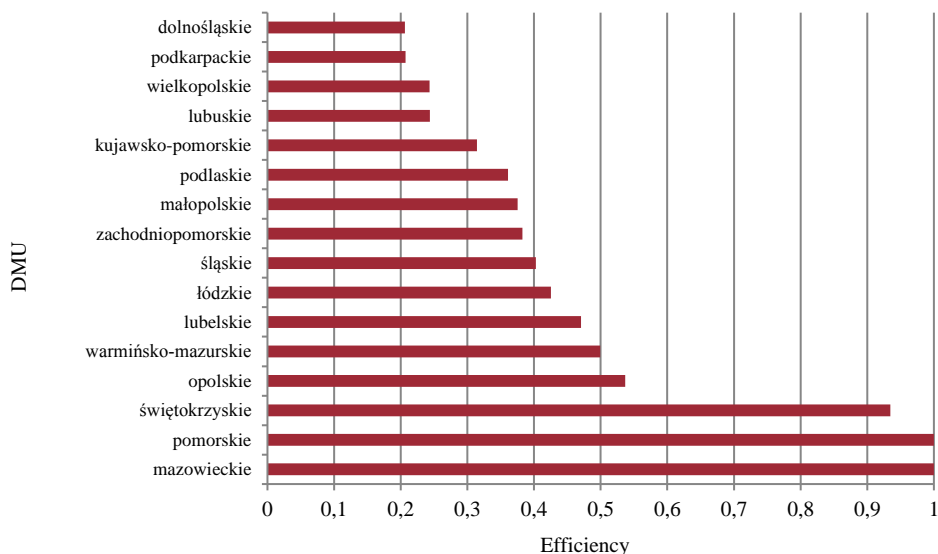


Figure 4. Passengers' rail transport efficiency index in 2004

Rysunek 4. Wskaźnik efektywności transportu kolejowego pasażerów w 2004 roku

Source: own calculation.

The same regions, and only those two, were effective in 2017 (with an efficiency ratio of 1). After 14 years of modernization and investments, the rest 14 regions were highly ineffective (Figure 5). The average technical efficiency indicator for passengers' rail transport sector was estimated at 0.408.

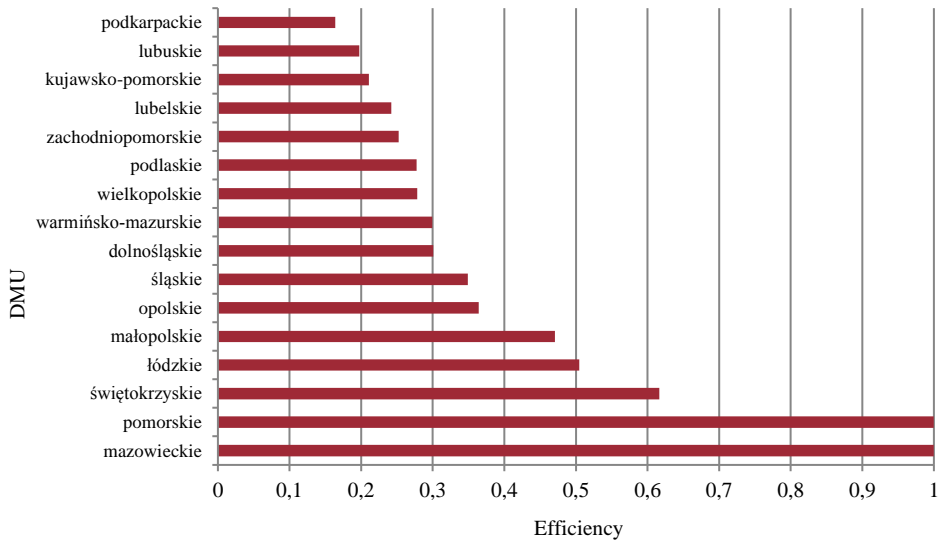


Figure 5. Passengers' rail transport efficiency index in 2017

Rysunek 3. Wskaźnik efektywności transportu kolejowego pasażerów w 2017 roku

Source: own calculation.

Despite new infrastructural investments, the difference between DEA indexes in 2004 and 2017 (Table 4) indicates lowering efficiency in 10 regions, stable situation in two regions, and raising the levels of effectiveness in four regions.

Table 4. Difference between DEA indexes level in 2004 and 2017

Tabela 4. Różnica między poziomami indeksów DEA w latach 2004 i 2017

DMUs	Difference in DEA index	DMUs	Difference in DEA index
Dolnośląskie	0.09437	Podlaskie	-0.08342
Kujawsko-pomorskie	-0.10331	Pomorskie	0.00
Lubelskie	-0.22816	Śląskie	-0.05383
Lubuskie	-0.04589	Świętokrzyskie	-0.31808
Łódzkie	0.07914	Warmińsko-mazurskie	-0.19971
Małopolskie	0.09536	Wielkopolskie	0.03538
Mazowieckie	0.00	Zachodniopomorskie	-0.13013
Opolskie	-0.17258		

Source: own calculation.

The results of Spearman rank correlation present (Table 5) that there is a significant non-linear correlation between difference of the passengers' transport efficiency level and the total value of infrastructure investments in Polish regions.

Table 5. Spearman Rank Correlation

Tabela 5. Korelacja rang Spearmana

Variable	Spearman Rang Correlation	
	Marked correlations indexes are significant for $p < .05000$	
	Difference in DEA index	Total investments value
Difference in DEA index	1.00000	<b>0.581738</b>
Total investments value	<b>0.581738</b>	1.00000

Source: own calculation in Statistica 12.0 software

## Summary

From the practical point of view the results of this analysis can be summarized as follows:

- The assessment of the efficiency of passengers' railway transport at the moment of Polish accession to the EU (2004) indicates that only two out sixteen regions (Mazowieckie and Pomorskie) were effective. They had the highest position in the ranking. At the same time, the most ineffective rail transport for passengers was in Dolnośląskie, Podkarpackie, Wielkopolskie, and Lubuskie Provinces.
- From 2004 until 2014 most money for rail transport infrastructure was absorbed by the most effective Mazowieckie and Pomorskie Voivodships, and additionally, ineffective Małopolskie region for a total number of 37 investments there.
- Although the second hypothesis of the paper was confirmed, and the Spearman correlation rank calculation indicates a significant positive correlation between the difference in DEA indexes and value of investments ( $\rho = 0.581738$ ), still in 2017 there were only the same regions effective (Mazowieckie and Pomorskie) as in 2004. Despite the investments supported by EU, the overall condition has not ameliorated, and the regions in which passengers' rail transport had been ineffective in 2004 have not fully recovered to achieve DEA index 1.
- Małopolskie and Łódzkie Provinces, with a high total value of investments, have strengthened their position in DEA rank but not on a fully effective level.
- The first hypothesis of the paper was not confirmed (see Table 4 and Table 6), as each investment in an ineffective region has contributed neither to an increase in passengers' rail transport efficiency nor to strengthen the position in the DEA rank.

Table 6. The position of each DMU in DEA ranks in 2004 and 2017  
 Tabela 6. Pozycja każdego DMU w DEA w rankingach w 2004 i 2017 roku

DMU	2004	2017	Position in ranking	DMU	2004	2017	Position in ranking
Dolnośląskie	16	8	+8	Podkarpackie	15	16	-1
Kujawsko-pomorskie	12	14	-2	Podlaskie	11	11	0
Lubelskie	6	13	-7	Pomorskie	1	1	0
Lubuskie	13	15	-2	Śląskie	8	7	+1
Łódzkie	7	4	+3	Świętokrzyskie	3	3	0
Małopolskie	10	5	+5	Warmińsko-mazurskie	5	9	-4
Mazowieckie	1	1	0	Wielkopolskie	14	10	+4
Opolskie	4	6	-2	Zachodniopomorskie	9	12	-3

Source: own calculation.

The paper presents the phenomenon of the effectiveness of Polish passengers' railway it is crucial to set up next research which would expand the range of variables used to DEA model and also include the rail freight transportation, as EU funds support investments aiming at increasing of efficiency of goods flow by building the European network system. It is also worth mentioning that the feedback about infrastructural investments can appear later than 3–4 years after their completion, and can be a part of the total transport strategy improvement, so it could be reasonable to investigate the whole passenger transport system in the country, together with freight transport efficiency.

## References

- Bal H., Gölcükcü A., 2002: Data Envelopment Analysis: An application to Turkish banking industry, *Mathematical & Computational Applications* 7, 1, 65–72.
- Banker R.D., Charnes A., Cooper W.W., 1984: Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science* 30(9), 1078–1092.
- Baran J., Górecka A., 2019: Economic and environmental aspects of inland transport in EU countries, *Economic Research – Ekonomska Istraživanja* 32, 1, 1037–1059, <https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1578680>
- Bentyn Z., Luetić A., Šerić N., 2020: Development of business strategies based on logistics performance of the Republic of Croatia, *Ekonomski Vjesnik* 32, 1, 133–149.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes A., 1978: Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research* 2, 6, 429–444.
- Chen Z., Xue J., Rose A.Z., Haynes K.E., 2018: The impact of high-speed rail investment on economic and environmental change in China: A dynamic CGE analysis, *Research in Transportation Business & Management* 28, 54–65, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2018.10.004>
- Coelli T.J., Prasada Rao D.S., O'Donnell C.J., Battese G.E., 2005: *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer, New York.
- Djordjević B., Krmaca E., Mlinarić T.J., 2018: Non-radial DEA model: A new approach to evaluation of safety at railway level crossings, *Safety Science* 103, 234–246.
- Doomernik J.E., 2015: Performance and efficiency of high-speed rail systems, *Transportation Research Procedia* 8, 136–144.



- European Parliament, 2015: The result and efficiency of railway infrastructure financing within the European Union, Directorate General for Internal Policies Policy Department D: Budgetary Affairs, Brussels, [electronic source] [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/552308/IPOL\\_STU\(2015\)552308\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/552308/IPOL_STU(2015)552308_EN.pdf) [access: 28/02/2022].
- Francisco F., Teixeira P.F., Toubol A., Nelldal B.L., 2021: Is large technological investment really a solution for a major shift to rail? A discussion based on a Mediterranean freight corridor case-study, *Journal of Rail Transport Planning & Management* 19, 100271, 1–16, <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2021.100271>
- Gawrońska D., 2020: Analysis of investments in the modernization of railway lines as part of rail transport management scientific, *Papers of Silesian University of Technology: Organization and management series* 149, 167–174, <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2020.149.16>
- Górecka A., Baran J., 2018: Efficiency of Investments in Regional Airports in Poland, *Sosyoekonomi* 26(38), 23–35.
- Guo Q-W., Chen S., Schonfeld P., Li Z., 2018: Analysis of investments in the modernization of railway lines as part of rail transport management, *Transportation Research. Part B* 118, 172–192. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.10.009>
- Guzman I., Montoya J.L., 2011: Technical Efficiency and Productive Change in the Spanish Wide Gauge Railroad Sector (1910–1922), *Innovar Journal* 21, 140, 219–234.
- Jacyna M., 2001: Modelowanie wielokryterialne w zastosowaniu do systemów transportowych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport* 47, 3–139.
- Kutlar A., Kabasakal A., Sarikaya M., 2013: Determination of the efficiency of the world railway companies by method of DEA and comparison of their efficiency by Tobit analysis, *Qual Quant* 47, 3575–3602.
- Mosionek-Schweda M., 2012: The absorption of EU funds by Polish regions in the 2007–2013 programming, *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Sectio H. Oeconomia* 46, 1, 95–106.
- Muñoz-Villamizar A., Santos J., Montoya-Torres J.R., Velázquez-Martínez J.C., 2020 : Measuring environmental performance of urban freight transport systems: A case study, *Sustainable Cities and Society* 52, 101844. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101844>
- Patarchanov P., 2019. Railway transport in regional and local development of the rural areas – Challenges and opportunities. 19th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2019 19, 5.4, 533–540.
- Rakowska J., Wojewódzka A., 2010: Strategie rozwoju powiatów oraz fundusze strukturalne UE jako instrumenty kreowania ład przestrzennego, *Zeszyty Naukowe SGGW, Polityki Europejskie, Finanse i Marketing* 4(53), 35–41.
- Ustawa z dnia 8 września 2000 r. o komercjalizacji i restrukturyzacji przedsiębiorstwa państwowego „Polskie Koleje Państwowe” (Dz.U. 2000 nr 84 poz. 948).
- Wiegmansa B., Champagne-Gelinasb A., Duchesneb S., Slackc B., Witted P., 2018: Rail and road freight transport network efficiency of Canada, member states of the EU, and the USA, *Research in Transportation Business & Management* 28, 54–65.
- Yu M.M., Lin E.T.J., 2008: Efficiency and effectiveness in railway performance using a multi-activity network DEA model, *International Journal of Management Sciences* 36(6), 1005–1017.

Justyna Obrzut<sup>1</sup>✉, Elżbieta Olech<sup>1</sup>✉, Maciej Kuboń<sup>2</sup>✉, Ireneusz Kaczmar<sup>2</sup>✉, Andrzej Borusiewicz<sup>3</sup>✉, Ireneusz Żuchowski<sup>3</sup>✉

<sup>1</sup> Agricultural University of Kraków

<sup>2</sup> Eastern European University in Przemyśl

<sup>3</sup> Higher School of Agribusiness in Łomża

## **Analysis of customers' preferences in the aspect of modernization or formation of distribution channels of organic products**

### **Analiza preferencji klientów w aspekcie modernizacji lub tworzenia kanałów dystrybucji produktów ekologicznych**

**Abstract.** The objective of the paper was to analyse the selected factors that influence the size of the demand for organic products in the contexts of modernization or designing new highly effective distribution channels. The research was performed by means of a questionnaire in the form of a guided survey on 50 respondents living in the south part of Poland. The obtained results are a source of precious knowledge particularly for producers of organic products who want to reach as many final purchasers as possible. The place of living and level of education of potential customers were found to be the most important criteria which should be considered when designing or modernizing distribution channels. The amount of monthly income does not affect considerably the size and frequency and the place of where organic products are purchased. Adjusting the existing distribution channels to customers' requirements will allow companies to achieve success in the form of high profits and strengthen their market position.

---

✉ Justyna Obrzut – Agricultural University of Kraków; Department of Production Engineering; Logistics and Applied Computer Science; e-mail: obrzut123@gmail.com

✉ Elżbieta Olech – Agricultural University of Kraków; Department of Production Engineering; Logistics and Applied Computer Science; e-mail: elzbieta.olech@urk.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-4405-701X>

✉ Maciej Kuboń – Eastern European University in Przemyśl; Institute of Technical Sciences; e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-4847-8743>

✉ Ireneusz Kaczmar – Eastern European University in Przemyśl; Institute of Technical Sciences; e-mail: rek286@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5394-1168>

✉ Andrzej Borusiewicz – Higher School of Agribusiness in Łomża; Department of Agronomy; Modern Technologies and Information Technology; e-mail: andrzej.borusiewicz@wsa.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-1407-7530>

✉ Ireneusz Żuchowski – Higher School of Agribusiness in Łomża; Department of Agronomy; Modern Technologies and Information Technology; e-mail: ireneusz.zuchowski@wsa.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-3998-1892>

**Key words:** analysis, customer, preferences, channels, distribution

**Synopsis.** Celem pracy była analiza wybranych czynników wpływających na wysokość popytu na produkty ekologiczne w kontekście modernizacji lub projektowania nowych kanałów dystrybucji o wysokiej efektywności. Badania przeprowadzono za pomocą kwestionariusza, w formie wywiadu kierowanego na próbie 50 osób zamieszkujących rejon Polski południowej. Uzyskane wyniki stanowią źródło cennej wiedzy szczególnie dla producentów produktów ekologicznych, którzy chcą dotrzeć do jak największego grona finalnych nabywców. Stwierdzono, że najistotniejsze kryteria, jakie należy brać pod uwagę przy projektowaniu lub modernizacji kanałów dystrybucji to miejsce zamieszkania oraz poziom wykształcenia potencjalnych klientów. Wysokość miesięcznych dochodów nie wpływa w istotny sposób na wielkość i częstotliwość, a także miejsca zakupów produktów ekologicznych. Dopasowanie istniejących kanałów dystrybucji do wymagań klientów pozwoli przedsiębiorstwom na odniesienie sukcesu w postaci wysokich zysków i wzmocnienia swojej pozycji rynkowej.

**Słowa kluczowe:** analiza, klient, preferencje, kanały, dystrybucja

**JEL codes:** L 91, R 40, R41, M20

## Introduction

The main objective of running and developing enterprises is to distribute manufactured goods and services through sales. Due to the dynamic changes in the environment, which are caused by intensive technical and technological progress, it is necessary to adapt skilfully and quickly to changing trends in the market of demand and supply. Distribution, next to production and other marketing instruments [Cyrson 1994, Zabiński 2002, Olech and Kuboń 2015], is a key element that determines the position and success of a company in the market, and at the same time, it is one of the most important links in the logistics chain. One of the most important functions performed by distribution is the disposal and sale of manufactured products to participants, called consumers. This makes it possible to survive in the market and fulfil the basic tasks of the enterprise while satisfying market needs. Considering the contemporary economy and the role of distribution in it, an increase in its importance is observed, since it is in this area that key decisions are made that translate into financial results. In addition, distribution activities manifest themselves in the responsibility for reaching the offer of a particular company's assortment in an appropriate form and to the right place – the market. According to Żakowska-Biemans et al. [2017] and Grzybowska-Brzezińska [2017], the market and distribution channels are often the object of interest for many authors. The efficiency of distribution channels is becoming increasingly important in the aspect of the requirements and expectations of final buyers who increasingly pay attention to the product quality and form of sales. As consumer expectations increase, the level of customer service must be improved, and with the right flow of products and the desired information about them in the supply chain. Without a flexible approach to supply chain control, it becomes impossible to gain a competitive advantage. To succeed in the market, it is necessary – in addition to high-quality products supply – to ensure an optimal flow of goods with channels meeting the expectations and requirements of potential [Krawczyk 2004, Pecold 2014].

## **Characteristics of distribution channels**

The essence of distribution strategy is influenced by the overarching objective of high profits, with reduced acquisition costs and high levels of customer service. This is achieved through marketing variables realised through transactional distribution, which takes into account the product and the customer, and logistical variables strongly related to the flow of flows, defined as physical distribution.

Variables directly related to the customer and the level of customer service refer to the preferences of the participants in the distribution channels - disregarding the scale of demand – understood as required purchasing methods, order sizes, and individual products, delivery, and sales conditions. The aforementioned variables are negotiable, as their participation is the greatest in the selection of relevant distribution strategies and has a significant impact on the configuration of the logistical systems through which product distribution takes place [Koalicja na rzecz BIO 2021].

The influence of variables related to the distribution channel manifests itself in the number and type of links that mediate between product manufacturers and final buyers. The identification of consumer requirements significantly influences decisions on the form of the channel [Kempny 2001, Sołtysik 2001]. Classification of distribution channels is possible by identifying their individual characteristics and allows interpretation of the structure of functions performed in channels. It also defines the processes of interaction of links (actors) involved in the implementation of the distribution process. The essence of classification is also to provide the necessary information useful in the process of design and selection of the distribution channel. The classification uses the following criteria, which take into account:

- type of participants – respectively direct or indirect channel using intermediary links in the process of delivering the product from the manufacturer to the buyer;
- the number of rungs (short or long);
- the number of intermediaries at the same level - narrow and wide;
- the type of flow – considering transactional and material flows;
- the degree of integration of the participants, including conventional and vertically integrated: administered, contractual or corporate;
- importance to the manufacturer – primary or secondary channels.

When deciding on the choice of distribution channels, the characteristics of the target market in which the products are to be located should be considered, i.e., first of all the type of sales (direct or indirect), market absorption and sales revenue generated, which will make it possible to determine the funds worth spending on shaping the channels. Equally important are product characteristics and frequency of purchase, the impact of which can determine success – tailoring products to customer expectations is significant and increases channel effectiveness. Not without importance are the characteristics of the enterprise, affecting its position in the market and factors that allow identifying competition, the knowledge of which will allow to use an unconventional, previously unused channel – and thus increase the chances of gaining an advantage [Szymanowski 2008]. There is a phenomenon of synergy between distribution channels, which can be observed in the form of acquiring information from one channel to make other, better purchasing decisions in other channels [Verhoef et al. 2007].

An undoubted opportunity is the increasing diversification of forms of modern trade, manifested in wholesale and retail. The growing popularity of new retail units, understood as supermarkets, logistics centres, and shopping malls, is enjoying increasing approval from

buyers. Most of these units are formed by global distribution companies, which are usually unwilling to work with smaller suppliers or set conditions that are unacceptable for many producers, thus necessitating the creation of new channels that also include smaller suppliers. The choice of the right distribution channel is related to the competitive struggle that increasingly takes place in the sphere of distribution and today is one of the essential areas of increased expansion of producers [Szymanowski 2008].

The study aimed to determine the factors influencing the size of demand for organic products in the context of modernising or designing new distribution channels with high efficiency. The research was carried out by means of a questionnaire in the form of a guided survey and its results are a source of valuable knowledge for producers who want to reach the largest possible group of final buyers.

A working hypothesis was set that the size of demand for organic products significantly depends on the place of living, education level and monthly income of people.

The scope of the study covered a group of potential customers for organic products in the south part of Poland. The sample consisted of 50 people randomly selected with different age, places of living, education, or monthly income. The aim of the study was to collect the information about the tastes of potential consumers for organic products and allowed to determine:

- motives for choosing organic food,
- preferred places of purchase and their distance and designation,
- chances of increasing the propensity to buy organic products.

The preferences identified will make it possible to identify the characteristics of organic products that are important from the consumer's point of view, which influence their demand and determine their form, and will thus be useful at the stage of designing or modernization of a distribution channel with a high level of efficiency.

## **Materials and methods**

The research was conducted on a group of 50 people residing in the south part of Poland from July to October 2020. Due to the formulation of questions with permissible multiple answers, it is possible to obtain a sum of results exceeding 100%.

Place of residence, education, and monthly income were used as independent variables, which were juxtaposed with criteria to obtain information on respondents' preferences for choosing organic food, preferred places to buy products and reasons for not buying, and willingness to buy it in the future.

To examine the relationship between the random variables whose realisations were observed during the study, the  $\chi^2$  test was used. It was based on the division of the sample space into separate classes and comparison of empirical and theoretical numerical sizes in set classes [Małoń and Ziółkowska 2007]. Moreover, the Fisher test was applied for contingency tables in the case when the total number of observations is small or when the expected numbers were too small [Tadeusiewicz et al. 1993].

An integrated *R* software set for data processing and statistical analyses was used. A significance level of  $\alpha = 5\%$  was assumed for conclusion. If the obtained *p*-value is lower than the assumed level of statistical significance, then the null hypothesis is rejected and the relationship between random variables is present. On the other hand, if the *p*-value is higher

than the assumed level of statistical significance then there are no grounds to reject the null hypothesis, so the random variables are independent.

## **Characteristics of the consumer group**

In the analysed sample 58% of the respondents were women and 42% men. Considering the category related to education and comparing it with the obtained results, we can state that almost half (48%) of the respondents are people with secondary education. In the remaining groups, the number of people is similar, but there are 4 % more people with higher education.

Most of the respondents live in villages – about 36%. From small and big cities come in total 48% of people surveyed (respectively 26% from cities up to 20 thousand inhabitants and 22% above 50 thousand inhabitants). The smallest group of respondents lived in medium-sized towns, i.e., between 20–50 thousand inhabitants.

Considering the financial situation of the respondents, it can be noted that the highest number of answers was obtained in the category of the family income up to 2.5 thousand PLN per month. This is the lowest range among all income-related answers. The least numerous group – in terms of answers – where people with the highest income above PLN 5 thousand.

## **Results and Discussion**

The functionality of the distribution channel is influenced by many factors that are responsible for the chance of products reaching a group of potential consumers. The choice of an appropriate channel, as well as the determination of its width and organisation (in the context of vertical and horizontal integration), is related to the creation of characteristics of the final product's consumers [Nowakowska-Grunt and Starostka-Patyk 2017].

Before choosing the distribution channel for organic products, the expected consumers must be defined – whether they are institutional buyers (for whom a direct channel would be the most appropriate) or individual buyers, for whom an indirect channel would be the best choice. Another important task is to consider the characteristics of the target market – its size and absorption capacity and, above all, the characteristics of the product to be placed in the distribution channel. It is also necessary to determine the frequency of purchase and to adapt the channel to specific, desired product characteristics. These factors, to a greater extent than others, may determine the effectiveness of the distribution channel [Szymanowski 2008].

Consumer preferences are caused by determinants, among which groups of factors such as [Jasiulewicz 2008, Kowalska 2017] are distinguished:

- psychosocial (internal), among which there are motives for behaviour, habits, personal needs,
- demographic-economic (external), shaped by age, place of residence, education, financial situation
- socio-cultural (external) factors such as prevailing fashion, professional activity, lifestyle, or membership of social groups,

- marketing – price, form of packaging, advertising, availability.

The activities of organic food producers need to focus on the maximum use of distribution channels, because inappropriate management may cause the creation of market niches and, consequently, a decrease in satisfaction of final buyers and loss of the company's position among the market competition. On the other hand, using modern channels increases the chances of gaining a wide range of consumers [Piwnicka 2008].

To realise the aim of the thesis, the preferences of customers were studied according to the criterion adopted, to be able to meet their expectations. To recognise the situation in the consumer market, respondents were asked to indicate the arguments for buying organic products.

People living in rural areas choose organic products mainly because of health concerns and the absence of harmful substances, and they are least influenced by persuasion from friends (Figure 1). Residents of large cities with more than 50 thousand inhabitants choose organic food only because of the absence of harmful substances, health concerns, and the advantage in taste compared to conventional food. In medium-sized towns with between 20 thousand and 50 thousand inhabitants, the lack of harmful substances and health care are equally important reasons for buying organic. For inhabitants of small towns, i.e., up to 20 thousand inhabitants, the choice of organic food is motivated by the lack of harmful substances – which constitutes 32.43% of the answers in this group – and by health problems – 27.03% of the answers. For this group of respondents, the least important is the fact that organic food is tastier – only 5.41% of respondents chose this answer.

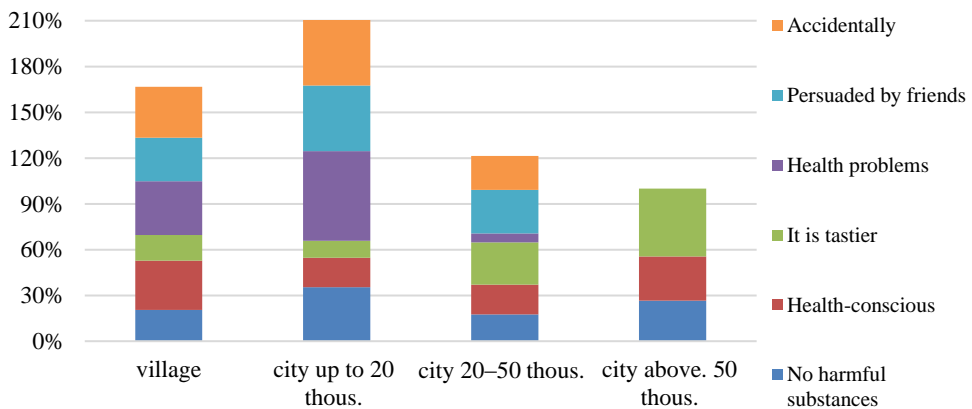


Figure 1. Organic food choice preferences in relation to place of residence

Rysunek 1. Preferencje wyboru żywności ekologicznej w odniesieniu do miejsca zamieszkania

Source: own study.

Since in the contingency table presented in Figure 2 there is a considerable number of zeros, for simulation of *p*-value Monte-Carlo method was used with the number of iterations of  $B = 2 \cdot 10^5$ . The *p*-value obtained from such an experiment is lower than the assumed level of significance which proves that based on the investigated sample one may state that the place of living and argument for selection of organic products are interdependent.

```

> tab3
  [,1] [,2] [,3] [,4]
c1   7  12   6   9
c2  10   6   6   9
c3   3   2   5   8
c4   6  10   1   0
c5   2   3   2   0
c6   3   4   2   0
>
> fisher.test(tab3,simulate.p.value = TRUE,B=200000)

Fisher's Exact Test for Count Data with simulated p-value (based on 2e+05 replicates)

data: tab3
p-value = 0.0178
alternative hypothesis: two.sided

```

Figure 2. Results of testing of the relation between place of living and arguments for organic food consumption  
 Rysunek 2. Wyniki badań zależności między miejscem zamieszkania a argumentami przemawiającymi za spożyciem żywności ekologicznej

Source: [Obrzut 2021].

Among the respondents of the group with vocational education the answers were as follows (Figure 3): the biggest number of respondents mentioned the lack of harmful substances (23.33%) and the smallest (3.33%) the persuasion of friends. The remaining answers, i.e., the choice because of taste i.e., organic food is tastier, accidental choice, and health problems are on the same level (20%). Among respondents with secondary education, the most common arguments were health care (35.85%) and lack of harmful substances (28.30%). This group was least likely to be persuaded by friends and accidental choice – both 5.66%. People with higher education indicated the most important arguments: lack of harmful substances (36.36%) and care for health (24.24%). The least influential in their choice is the persuasion of friends – 9.09%. People in this group do not buy organic food by chance and the other indicated arguments have the same importance for them.

The results of testing presented in Figure 4 concern the  $p$ -value obtained from the Fisher test with the  $p$ -value simulated with the Monte-Carlo method which is higher than the set level of significance. Therefore, there is no reason to reject the zero hypothesis on the absence of relation between the education and the argument for selection of organic products – these variables are not interdependent.



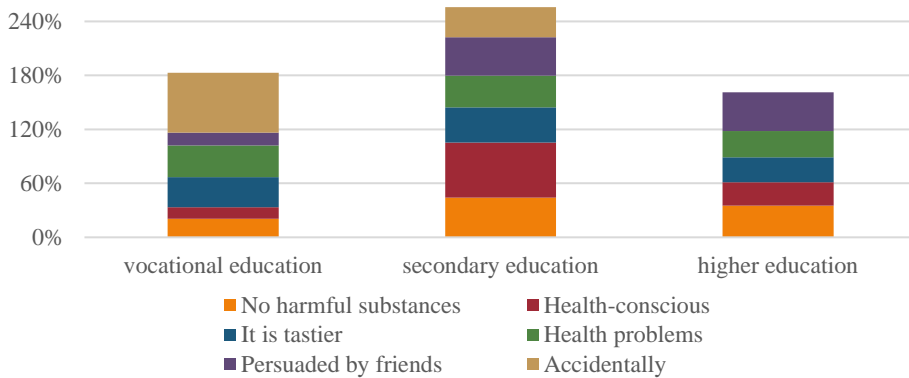


Figure 3. Food choice preferences in relation to education of respondents  
 Rysunek 3. Preferencje żywieniowe w odniesieniu do edukacji respondentów  
 Source: own studies.

```
> tab5
  [,1] [,2] [,3]
e1    7   15  12
e2    4   19   8
e3    6    7   5
e4    6    6   5
e5    1    3   3
e6    6    3   0
>
> fisher.test(tab5, simulate.p.value = TRUE, B=200000)

Fisher's Exact Test for Count Data with simulated p-value (based on 2e+05 replicates)

data: tab5
p-value = 0.1247
alternative hypothesis: two.sided
```

Figure 4. Results of testing of the relation between education and arguments for selection of organic food  
 Rysunek 4. Wyniki badań zależności między edukacją a argumentami za wyborem żywności ekologicznej  
 Source: [Obrzut 2021].

Among the respondents with monthly income up to PLN 2,5 thousand, the most frequently indicated argument influencing the purchase of food is lack of harmful substances, which constitutes 29.55% of all answers in this group (Figure 5). The least frequently indicated argument in this group is accidental purchase – 4.55%. For respondents with a financial situation between PLN 2.5 and 5 thousand, the most important argument for choosing organic food was caring for health – 29.27% of all answers, and the least important were persuasion from friends and accidental purchase (7.32% each). For respondents with the highest income above PLN thousand, the most important argument is the absence of harmful substances, as for the group of people with the lowest income, which accounts for 35.48% of all responses in this group. The least important argument for them is the persuasion of friends, which constitutes only 3.23% of all answers in this group.

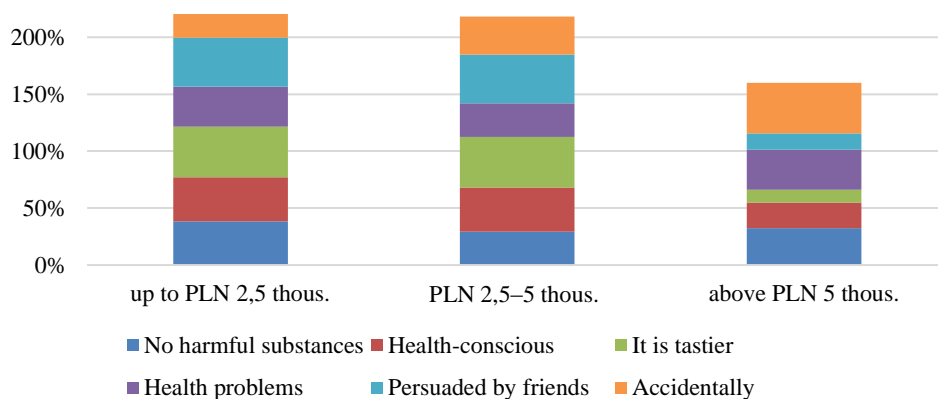


Figure 5. Food choice preferences in relation to family income

Rysunek 5. Preferencje żywieniowe w odniesieniu do dochodu rodziny

Source: own studies.

The obtained  $p$ -value in testing presented in Figure 6 is higher than the set level of significance which indicates that there is a relation between the monthly income and the argument for choice of organic products.

```
> tab7
  [,1] [,2] [,3]
g1   13   10   11
g2   12   12    7
g3    8    8    2
g4    6    5    6
g5    3    3    1
g6    2    3    4
>
> fisher.test(tab7)

Fisher's Exact Test for Count Data

data: tab7
p-value = 0.8031
alternative hypothesis: two.sided
```

Figure 6. Results of testing of the relation between family income and arguments for choice of organic products

Rysunek 6. Wyniki badań zależności między dochodem rodziny a argumentami przemawiającymi za wyborem produktów ekologicznych

Source: [Obrzut 2021].

In order to be able to determine the length and width of the distribution channel, respondents were asked about their preferred organic food shops – thanks to the answers obtained, it will be possible to determine the number of levels, i.e., intermediaries in the channel, as well as the width of the channel, which defines the degree of sophistication of the distribution [Nowakowska-Grunt and Starostka-Patyk 2017]. The analysis results obtained also focus on the existing distribution channels and their distance from the respondents taking part in the survey.

Health food stalls were the most popular place to buy organic food – 45.45% of respondents opted for this choice. Health food shops and buying from the producer have similar popularity, with the advantage of buying directly from the producer being about 1.51 pp. higher than buying from a health food shop. For respondents to the survey, online shopping was the least popular source, with about 13.64% of all responses.

Among inhabitants of rural areas, the dominant place of purchase was health food stands – this answer constituted more than half of all answers (53.33%). The distribution of answers is presented in Figure 7. Internet shopping concerned respondents from cities with up to 20 thousand inhabitants – 18.18 and 29.41% of inhabitants of cities with between 20 and 50 thousand inhabitants.

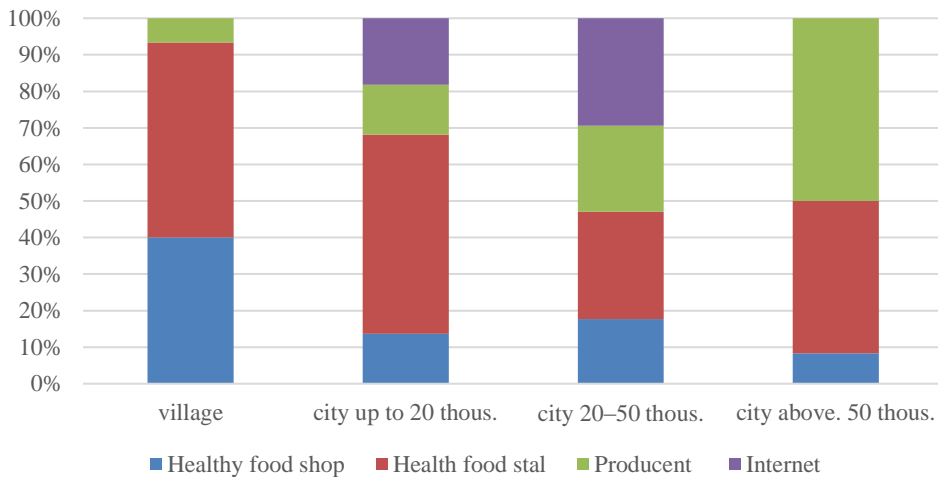


Figure 7. Preferred places to buy food depending on where you live

Rysunek 7. Preferowane miejsca zakupu żywności w zależności miejsca zamieszkania

Source: own studies.

Among the formulated groups covering a given level of education, health food is predominant stands as preferred shops where respondents did their shopping (Figure 8). This indication reaches almost half (47.37%) in the group of people with vocational education, 37.04% in the group of people with secondary education, and 55% in those with higher education. Respondents using online shopping in 77.78% were people with vocational education, the rest had higher education.

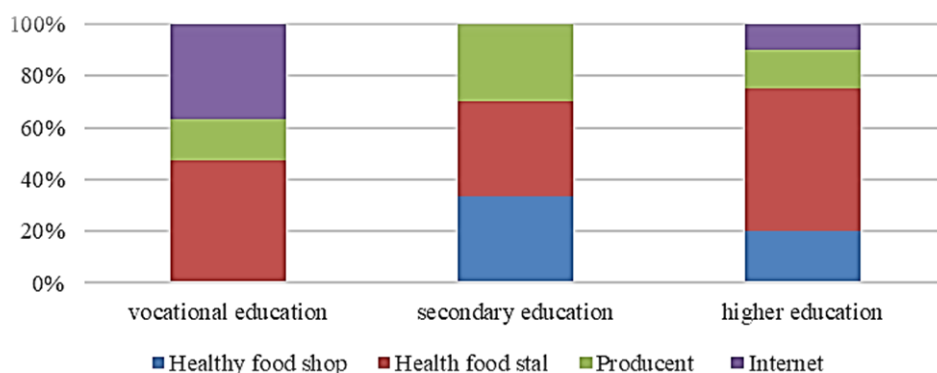


Figure 8. Preferred places to buy food according to education

Rysunek 8. Preferowane miejsca zakupu żywności zgodnie z wykształceniem

Source: own studies.

Considering the income level (Figure 9), the choice of healthy food stands dominates among each monthly income bracket, which was as follows: 47.83% for those with incomes up to PLN 2,5 thousand, 37.50% for the range of PLN 2,5–5 thousand, and the highest (52.63%) for those with the highest incomes – above PLN 5 thousand per month.

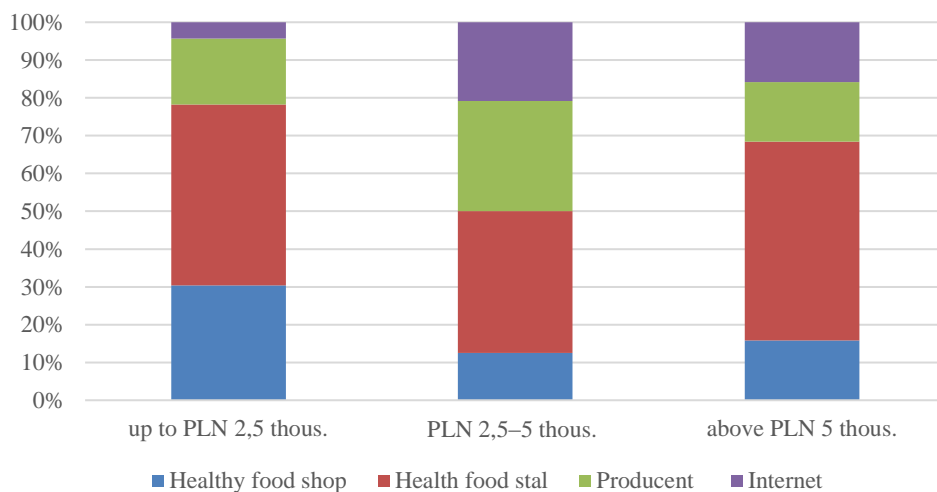


Figure 9. Preferred places to buy food according to family income

Rysunek 9. Preferowane miejsca zakupu żywności w zależności od dochodu rodziny

Source: own studies.

When analysing the answers obtained, attention was paid to the reasons for not buying organic food and the potential reasons that will increase the willingness to buy these products in the future. For this purpose, the focus was on the respondents who declared not buying

organic products and they were asked to indicate the reasons for their lack of interest in these products and the reasons that are able to change their attitude towards organic products. Of the total respondents, about 16% are those who show no interest in buying organic food. Of the possible answers regarding the reasons for not buying, the highest number was related to the high cost – accounting for 31.58%, while the least number of indications was the lack of faith in organic products – respondents do not think they are better than ordinary conventional food.

For rural residents, the main reason for no interest in buying organic food is its high cost – 27.27%, and the other answers contain an equal number of indications. In Figure 10, showing the structure of the answers, it is possible to notice the absence of the group concerning the city with a population of 20–50 thousand, which allows us to draw the conclusion that all residents from this group of respondents purchase organic food.

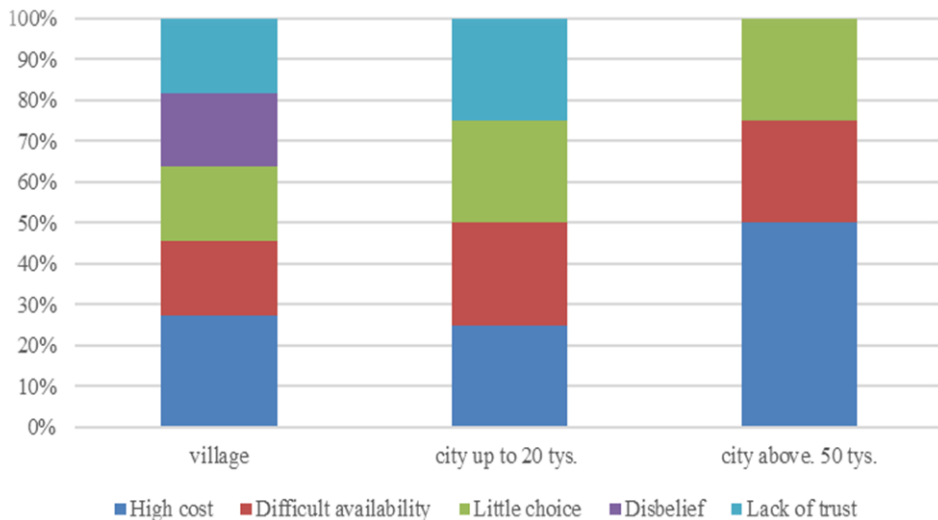


Figure 10. Reasons for not buying organic products with reference to the place of living

Rysunek 10. Powody niekupowania produktów ekologicznych w odniesieniu do miejsca zamieszkania  
Source: own studies.

Taking education into account, the highest number of answers comes from the group of respondents with vocational and secondary education: the biggest problem for this group is the high cost and difficult accessibility of these products. The distribution of answers for each level of education is shown in Figure 11.

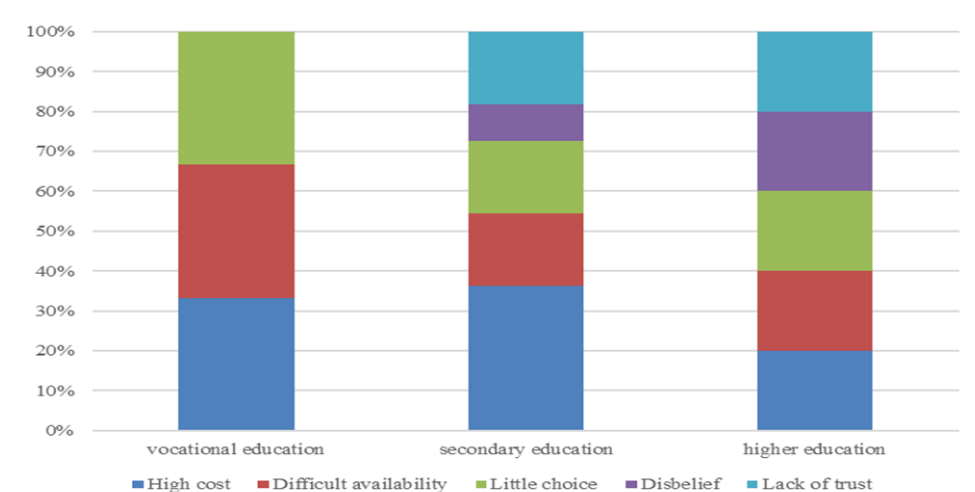


Figure 11. Reasons for not buying organic products with reference to education

Rysunek 11. Powody niekupowania produktów ekologicznych w odniesieniu do edukacji

Source: own studies.

Among those who show no interest in buying organic products, there are no people whose monthly income exceeds PLN 5 thousand. Approximately 42.86% of respondents with incomes up to PLN 2.5 thousand think that the cost of organic products is too high and that the choice among the available assortment is too small (28.57%) which is reflected in the lack of interest in this food category. For people with an income between PLN 2.5 and 5 thousand, the predominant choices are high cost and difficult availability – representing 25% of the answers each (Figure 12).

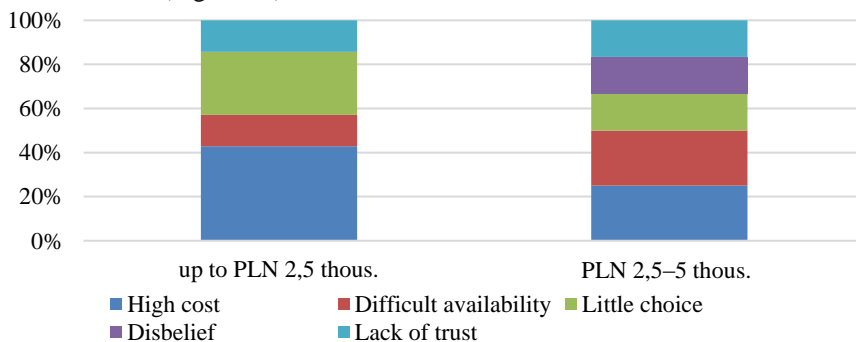


Figure 12. Reasons for not buying organic products with reference to monthly income

Rysunek 12. Powody niekupowania produktów ekologicznych w odniesieniu do miesięcznych dochodów

Source: own studies.

## Summary and conclusions

The design or modernisation of existing distribution channels should take into account periodic surveys of customer preferences, which significantly affect the intensity of the flow of products through these channels and determine the directions of these changes.

The performed statistical analysis of the answers given by the selected group of respondents allowed us to draw conclusions that the factors significantly influencing the structure of demand for organic food in the south part of Poland are:

- place of residence – significantly influencing the choice of organic products, the expenditure spent on them, and the preferred place of purchase, and
- customers' education, which also influences the choice of organic food, the type of shops preferred, and the chances of buying such products in the future.

No significant relationship was observed due to the criterion of monthly income spent on buying organic food.

These conclusions show that the set working hypothesis was only partially confirmed. The aim should be to integrate links in the production and distribution chain, making organic products distributed through indirect distribution channels by producers more accessible to consumers wherever they live. Indirect channels will make it possible to increase sales and thus profits, while at the same time resolving problems relating to storage, delivery, and promotion of organic products.

## References

- Cyrson E., 1994: Promotion a marketing-mix, *Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny* 56, 2, 37–51.
- Grzybowska-Brzezinska M., Grzywinska-Rapca M., Zuchowski I., Bórawski P., 2017: Organic food attributes determining consumer choices, *European Research Studies Journal* 20, 2, part A, 164–176.
- Jasiulewicz A., 2008: Wykorzystanie wiedzy motywów oraz barier konsumpcji owoców i produktów owocowych w dostosowaniu oferty rynkowych firmy do potrzeb nabywców, *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe* 10, 4, 139–144.
- Kempny D., 2001: *Logistyczna obsługa klienta*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Koalicja na rzecz BIO, 2021: *Żywność ekologiczna w Polsce. Raport 2021*, Warszawa, [electronic source] [https://jemyeko.com/wp-content/uploads/2021/07/raport\\_05-07-2021.pdf](https://jemyeko.com/wp-content/uploads/2021/07/raport_05-07-2021.pdf) [accessed: 14.05.2021].
- Kowalik A., 2017: Market of organic agricultural products in Podkarpacie, Rzeszów, [electronic source] <https://podrb.pl/index.php/doradztwa/ekologia/rolnictwo-ekologiczne/737-rynek-produktow-ekologicznych> [accessed: 14.05.2021].
- Kowalska M., 2017: Czynniki społeczno-kulturowe jako determinanty zachowań rynkowych młodych konsumentów, *Marketing i Rynek* 4, 167–175.
- Krawczyk S., 2004: *Logistics in city management*, International School of Logistics and Transport, Academy of Economics, Wrocław.
- Małoń A., Ziółkowska D., 2007: Testy zgodności typu chi-kwadrat dla hipotezy złożonej, *Matematyka Stosowana* 8, 109–125.
- Nowakowska-Grunt J., Starostka-Patyk M., 2017: *Logistyka dystrybucji*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Obrzut J., 2021: *Logistyka dystrybucji produktów ekologicznych*, Agricultural University of Kraków, Kraków [Engineer's Thesis].

- Olech E., Kuboń M., 2015: Motywy wyboru produktów ekologicznych przez konsumentów segmentu demograficznego z terenu Małopolski, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 17, 1, 164–169
- Pecold E., 2014: Dystrybucja – miejsce w marketingowo-logistycznej działalności przedsiębiorstwa, *Organizacja i Zarządzanie: kwartalnik naukowy* 3, 107–123.
- Piwnicka M., 2008: Znaczenie nowoczesnych kanałów dystrybucji w osiągnięciu przewagi konkurencyjnej w bankowości, *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu, Roczniki Naukowe* 10, 4, 337–341.
- Soltysik M., 2001: Teoretyczno-metodologiczne problemy współczesnej logistyki, *Gospodarka Materialowa i Logistyka* 11, 4–17. Szymanowski W., 2008: Zarządzanie łańcuchami dostaw żywności w Polsce. Kierunki zmian. Difin, Warszawa.
- Tadeusiewicz R., Izvorski A., Majewski J., 1993: *Biometria*, Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Verhoef P.C., Neslin S.A., Vroomen B., 2007: Multichannel customer management: Understanding the research-shopper phenomenon, *International Journal of Research in Marketing* 24, 2, 129–148.
- Żabiński L., 2002: Globalizacja rynków/sektorów a strategie ogólne marketingu globalnego, *Prace Naukowe AE w Katowicach. Marketing globalny i jego strategie. Uwarunkowania. Podstawowe opcje. Instrumenty*, 23–69.
- Żakowska-Biemans S., Górską-Warsewicz H., Świątkowska M., Krajewski K., Stangierska D., Szlachciuk J., Bobola A., Świstak E., Pieniak Z., Czmocho M., Czeczotko m., 2018: Marketing, promocja oraz analiza rynku, analiza rynku produkcji ekologicznej w Polsce, w tym określenie szans i barier dla rozwoju tego sektora produkcji. Analiza wybranych aspektów funkcjonowania rynku żywności ekologicznej w Polsce, [w:] *Wyniki badań w zakresie rolnictwa ekologicznego, realizowanych w 2017 roku*, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa, 234–251.





---

Aleksandra Plata, Bogdan Klepacki <sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## Motywy wyboru ofert firm przy ubezpieczeniach komunikacyjnych

### Motives for choosing companies' offers for motor insurance

**Synopsis.** W opracowaniu przedstawiono wyniki badań dotyczących przyczyn wyboru konkretnych ofert ubezpieczeń komunikacyjnych przez klientów firm ubezpieczeniowych, na przykładzie celowo dobranego powiatu położonego w południowo-wschodniej Polsce. Wskazano elementy ofert ubezpieczeniowych uznawane za relatywnie najważniejsze. Zaprezentowano również oczekiwania kierowców w ubezpieczeniach typu *assistance*. Stwierdzono, że najważniejszym czynnikiem mającym wpływ na wybór ubezpieczyciela przez osoby mieszkające na obszarze powiatu krośnieńskiego była cena usług oferowanych przez firmy ubezpieczeniowe. Bardzo szerokie są oczekiwania kierowców w zakresie ubezpieczeń typu *assistance*. Oczekiwania kierowców dotyczą wsparcia technicznego, organizacyjnego, a nawet społecznego.

**Słowa kluczowe:** ubezpieczenie komunikacyjne, ubezpieczenie *autocasco*, ubezpieczenie *assistance*, ubezpieczenie od następstw nieszczęśliwych wypadków

**Abstract.** The study presents the results of research on the reasons for the selection of specific motor insurance offers by customers of insurance companies, based on the example of a deliberately selected poviat located in south-eastern Poland. The elements of insurance offers were identified as relatively the most important. Drivers' expectations in the assistance insurance were also presented. It was found that the most important factor influencing the choice of an insurer by people living in the Krosno poviat was that the price of services offered by insurance companies. Drivers' expectations in terms of assistance insurance are very broad. Drivers' expectations concern technical, organizational and even social support.

**Key words:** motor insurance, car insurance, assistance insurance, accident insurance

**JEL kody:** D81, D91, G22, G55, K36, L84

## Wstęp

Ubezpieczenia w ogóle, w tym komunikacyjne, są bardzo ważnym segmentem gospodarki narodowej i elementem ograniczania ryzyka w działalności gospodarczej<sup>1</sup>. Zwiększa

---

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

<sup>1</sup> Problematykę teoretyczną, prawną i rynek usług autorzy zaprezentowali w opracowaniu: [Plata 2021].

się bowiem skomplikowanie procesów we wszystkich rodzajach działalności ludzkiej, coraz większa jest praca transportowa w skali regionów, kraju i świata, a także rośnie wartość wykorzystywanych środków transportu w celach produkcyjnych, usługowych, handlowych oraz do komunikacji prywatnej. To powoduje wzrost zainteresowania ubezpieczeniami, zarówno wymuszony regulacjami prawnymi państwa (ubezpieczenia obowiązkowe), jak i samoistny (ubezpieczenia dobrowolne).

Samo rozumienie ubezpieczenia zależy od płaszczyzny nimi zainteresowania. Na przykład ekonomiści akcentują fakt pokrywania wspólnego ryzyka środkami otrzymanymi od podmiotów ubezpieczanych, które otrzymują od ubezpieczyciela kompensaty za skutki szkód finansowych [Handsche i Monkiewicz 2010]. Według innego autora, prawnika, ubezpieczenie jest to urządzenie, które ma na celu ochronę przed czymś, a także mające za zadanie zapobiegać czemuś [Banasiński 1993]. Ochronę ubezpieczeniową dla jednostki można też rozumieć jako usługę finansową, która dzięki uiszczaniu umownych składek ma na celu umożliwienie zapewnienia ewentualnej straty finansowej w razie wystąpienia negatywnego zdarzenia [Sowiński 2009]<sup>2</sup>.

## **Cel i metodyka**

Celem badań było rozpoznanie preferencji konsumentów z powiatu krośnieńskiego dotyczących wyboru towarzystwa ubezpieczeniowego, a także poziomu wykorzystania obowiązkowych oraz dobrowolnych ubezpieczeń komunikacyjnych przez mieszkańców powiatu krośnieńskiego.

W pracy wykorzystano materiały o charakterze wtórnym, a także materiały badawcze o charakterze pierwotnym, to jest wyniki badań ankietowych. Ankieta na obszarze powiatu krośnieńskiego została przeprowadzona w kwietniu 2021 roku. Jej formularz został umieszczony na Dysku Google. Łącznie wypełniło ją 126 osób.

## **Rynek klientów firm ubezpieczeniowych w badanym powiecie**

Podstawowym czynnikiem rzutującym na liczbę, rodzaj i wartość polis ubezpieczeniowych jest liczba pojazdów występujących w analizowanym obszarze, z uwzględnieniem ich rodzajów. Informacje z tego zakresu dotyczące powiatu krośnieńskiego przedstawiono w tabeli 1.

---

<sup>2</sup> Pojęcie ubezpieczenia szerzej omawiają [Weremczuk i in. 2021].

Tabela 1. Liczba pojazdów oraz motorowerów w powiecie krośnieńskim w latach 2015–2019

Table 1. Number of vehicles and mopeds in the Krosno county in 2015–2019

Rodzaj pojazdu	Liczba pojazdów w latach				
	2015	2016	2017	2019	2019
Samochody osobowe	52 828	54 229	56 008	57 934	60 431
Motocykle	5 288	5 627	5 798	6 063	6 376
Autobusy	343	339	330	330	324
Samochody specjalne	329	346	361	390	407
Motorowery	4 969	5 102	5 193	5 229	5 291

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [Bank Danych Lokalnych GUS 2015–2019].

Podobnie jak w kraju w powiecie krośnieńskim dominują samochody osobowe i to z trendem rosnącym (wzrost o 8,6 tys. sztuk w badanym okresie). Spośród omawianych rodzajów pojazdów jedynie w przypadku autobusów ich liczba nieznacznie zmalała (o 19 sztuk). Interesujące jest to, że liczba samochodów specjalnych wzrosła o 322 sztuki. Zmiany w tym zakresie przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Liczba pojazdów specjalnych w powiecie krośnieńskim w latach 2015–2019

Table 2. Number of special vehicles in the Krosno county in 2015–2019

Rodzaj pojazdu	Liczba pojazdów w latach					Zmiana 2019 2015 = 100
	2015	2016	2017	2019	2019	
Samochody ciężarowe	5563	5714	5864	6001	6214	111,7
Samochody ciężarowo-osobowe	511	498	475	464	446	91,2
Ciągniki samochodowe	370	416	437	456	475	128,4
Ciągniki siodłowe	369	415	436	456	475	128,7
Ciągniki rolnicze	4848	4954	5061	5209	5390	111,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS [Bank Danych Lokalnych GUS 2015–2019].

W latach 2015–2019 liczba samochodów ciężarowych, ciągników samochodowych, siodłowych i rolniczych wykazywała stały trend rosnący. Największy wzrost odnotowano w przypadku ciągników siodłowych i samochodowych, a następnie samochodów ciężarowych i ciągników rolniczych. Jedynie liczba samochodów ciężarowo-osobowych zmalała.

## Towarzystwa prowadzące działalność ubezpieczeniową

Na terenie powiatu krośnieńskiego działalność prowadzi wiele firm zajmujących się ubezpieczeniami komunikacyjnymi. Plebiscyt Orły Ubezpieczeń umożliwia porównanie jakości oferowanych przez nie usług. Miejsce pierwsze w plebiscycie 2020 roku zdobyła firma Ubezpieczenia Dukla – FHU MacX, drugie agencja Tubis Polisa, trzecie zostało przyznane firmie Pośrednictwo Ubezpieczeniowo-Finansowe Mariola Forystek. Laureatami plebiscytu zostały także firmy: PZU Ubezpieczenia Miejsce Piastowe, PZU Ubezpieczenia Targowiska-Zalesie, PZU Ubezpieczenia Jedlicze, Agencja Ubezpieczeniowa Pg Partner.

W tabeli 3 przedstawiono towarzystwa ubezpieczeniowe, które z poszczególnymi zwyciężskimi firmami współpracują.

Tabela 3. Zestawienie towarzystw ubezpieczeniowym współpracujących ze zwycięzcami plebiscytu Orły Ubezpieczeń 2020 roku w powiecie krośnieńskim

Table 3. List of insurance companies cooperating with the winners of the Orły Ubezpieczeń 2020 plebiscite in the Krosno county

Nazwa towarzystwa	Ubezpieczenia Dukla – FHU MacX	Agencja ubezpieczeniowa – Tubis Polisa	Pośrednictwo Ubezpieczeniowo- Finansowe Mari- ola Forystek
Warta S.A. – Towarzystwo Ubezpieczeń i Asekuracji	Tak	Tak	Tak
HDI Asekuracja TU S.A.	Tak	Tak	Tak
Compensa Towarzystwo Ubezpieczeń S.A.	Tak		Tak
Vienna Insurance group	Tak		Tak
PZU S.A.	Tak	Tak	Tak
InterRisk Towarzystwo Ubezpieczeń S.A.	Tak	Tak	Tak
Vienna Insurance Group	Tak	Tak	Tak
“TUW” – Towarzystwo Ubezpieczeń Wzajemnych	Tak	Tak	Tak
Polisa-Życie Ubezpieczenia Sp. z o.o.	Tak		
„MTU” – Moje Towarzystwo Ubezpieczeń S.A.	Tak		Tak
Grupa Ergo Hestia			
Assicurazioni Generali S.p.A.	Tak	Tak	Tak
Wiener TU S.A. Vienna Insurance Group	Tak		
Towarzystwo Ubezpieczeń i Asekuracji Allianz S.A.	Tak		
„Proama” – Česká pojišťovna S.A.	Tak	Tak	Tak
Balcia Insurance SE	Tak		
Sopockie Towarzystwo Ubezpieczeniowe Ergo	Tak		Tak
Hestia S.A.			
You Can Drive Ergo Hestia	Tak		
Link4	Tak		
Inter Ubezpieczenia	Tak		
Gefion Insurance	Tak		
Uniq TU S.A.			Tak
Signal Iduna S.A.			Tak
Gothaer Towarzystwo Ubezpieczeń S.A.			Tak
AXA Ubezpieczenia Towarzystwo Ubezpieczeń i Reasekuracji S.A.			Tak
Prevoir Assureur Solutions Vie		Tak	
Reso Europa Service		Tak	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Pośrednictwo Ubezpieczeniowo-Finansowe..., Tubis Polisa, Ubezpieczenia Dukla – FHU MacX].

Na podstawie zestawienia można wnioskować, że owe towarzystwa cieszą się popularnością wśród firm ubezpieczeniowych oraz mieszkańców powiatu krośnieńskiego. W związku z tym, że podmioty te w znacznym stopniu oferują ubezpieczenia z tych samych

towarzystw, to ważnym czynnikiem wyboru ubezpieczyciela jest jakość świadczonych usług przez te firmy.

## **Charakterystyka respondentów korzystających z usług ubezpieczycieli**

Ankieta dotycząca preferencji oraz wykorzystania ubezpieczeń komunikacyjnych na obszarze powiatu krośnieńskiego została przeprowadzona w kwietniu 2021 roku. Jej formularz został umieszczony na Dysku Google. Łącznie wypełniono 126 ankiet. Nie można ich utożsamiać z opiniami przeciętnego mieszkańca powiatu krośnieńskiego, jednak przeprowadzone badanie umożliwiło poznanie opinii wielu osób, które korzystają z ubezpieczeń komunikacyjnych oraz zamieszkują powiat krośnieński.

Wśród badanych 53% stanowiły kobiety, a udział osób ankietowanych poszczególnych płci był niemalże równy. Najwięcej osób było w wieku 18–30 lat (66% ankietowanych), 17% to osoby między 31–43 lat, osoby w wieku od 44 do 56 lat stanowiły 10% ankietowanych, a najmniej liczną grupę stanowiły osoby powyżej 57. roku życia (7%). Najwięcej (77%) było osób z wykształceniem wyższym, 19% ukończyło szkoły średnie, a pozostałe gimnazjum lub szkołę zawodową. Przeważali mieszkańcy miast (67%).

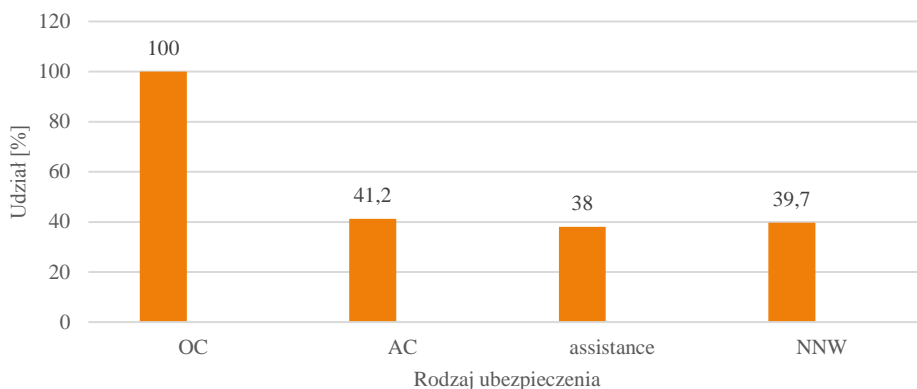
Samochód osobowy był najczęściej posiadanym środkiem transportu (96,8% respondentów), 7,1% z nich dysponowało samochodem ciężarowym, 4,8% dostawczym, a 3,2% motocyklem.

Najczęściej respondenci mieli prawo jazdy do 5 lat (41% ankietowanych), następnie 6–11 lat (38%), a 12% respondentów miało je 12–17 lat. Wśród respondentów 88% nigdy nie było ofiarami w wypadku komunikacyjnym. Jednorazowo poszkodowanych było 5%, a od 2–4 razy – 7% ankietowanych. Także większość ankietowanych (86%) nie była sprawcą wypadku, 9% było sprawcą raz, a 5% respondentów było winne wypadkowi od 2–4 razy.

Wśród respondentów 69,0% miało zniżki za jazdę bezszkodową, a 47,6% z uwagi na jednorazową zapłatę składki. Z powodu ubezpieczenia więcej, aniżeli jednego pojazdu u tego samego ubezpieczyciela 16,7% ankietowanych otrzymało upust, tyle samo też nie miało żadnych zniżek.

## **Korzystanie z obowiązkowych i dobrowolnych ubezpieczeń komunikacyjnych**

W celu swobodnego korzystania z pojazdu każdy kierujący nim musi mieć obowiązkowe ubezpieczenie komunikacyjne. Możliwy jest również zakup dobrowolnych ubezpieczeń komunikacyjnych. Na rysunku 1 przedstawiono rodzaje ubezpieczeń komunikacyjnych, które mieli respondenci.



Rysunek 1. Rodzaje ubezpieczeń komunikacyjnych posiadane przez ankietowanych  
Figure 1. Types of motor insurance held by the respondents

Źródło: opracowanie własne.

Wszyscy ankietowani mieli wykupione ubezpieczenie odpowiedzialności cywilnej (OC). W przypadku ubezpieczenia autocasco (AC) było to 41,3%, ubezpieczenia *assistance* 38,1%, a ubezpieczenia od następstw nieszczęśliwych wypadków 39,7%. Z badań wynika, że mniej niż połowa respondentów miała dobrowolne ubezpieczenia komunikacyjne. Dodatkowo 17% respondentów miało certyfikat Zielonej Karty, dzięki któremu pojazd objęty jest ubezpieczeniem z tytułu odpowiedzialności cywilnej zgodnie z prawem, które obowiązuje w kraju, w którym przebywa, a który jest objęty systemem Zielonej Karty.

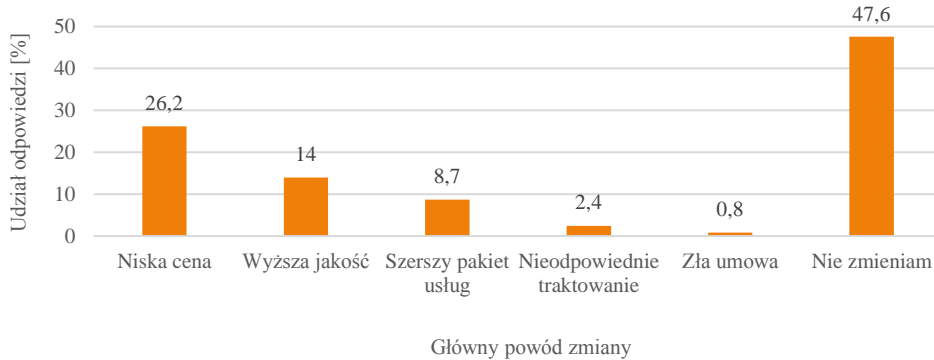
### Ocena działalności towarzystw ubezpieczeniowych przez respondentów

Jedna trzecia respondentów stwierdziła, że czerpie wiedzę w tematyce związanej z ubezpieczeniami komunikacyjnymi ze stron zakładów ubezpieczeń. Kolejnym źródłem wiedzy są strony o tematyce związanej z ubezpieczeniami (28%), wiedza pozyskiwana od członków rodziny (20%), a także od znajomych (17% respondentów). Najmniejszą rolę pełniła prasa oraz telewizja (po 1%).

Najwięcej respondentów (42%) wybrało agenta ubezpieczeniowego jako osobę, od której uzyskały rekomendację odnośnie wyboru ubezpieczenia komunikacyjnego, następnie były to osoby znajome (37%). Bez posiadania rekomendacji od innych osób decyzje podjęło 19% ankietowanych.

Wszyscy respondenci byli zadowoleni z obecnie posiadanego ubezpieczenia komunikacyjnego, w tym 19% respondentów zdecydowanie zadowolonych, 45% zadowolonych, a 36% raczej zadowolonych. Potwierdza to fakt, że aż 60% badanych nie zmieniło ubezpieczyciela w ciągu ostatnich dwóch lat, a na zmianę zdecydowało się 40% ankietowanych. Aż 48% respondentów cały czas korzystała z usług tego samego ubezpieczyciela, 19% zmieniła ubezpieczyciela średnio raz na dwa lata, tyle samo raz na cztery lata, a 6% respondentów

udzieliło odpowiedzi, że dokonuje zmiany ubezpieczyciela każdorazowo przy zakupie nowego ubezpieczenia. Na rysunku 2 zaprezentowano główne powody zmiany ubezpieczyciela.



Rysunek 2. Główne powody zmian zakładu ubezpieczeniowego  
Figure 2. Main reasons for changing the insurance company

Źródło: opracowanie własne.

Głównym powodem zmian towarzystwa ubezpieczeniowego były niższe ceny, następnie lepsza jakość usług, a także szerszy pakiet usług w zakładzie ubezpieczeń, który jest konkurencyjny. Zaledwie trzy osoby udzieliły odpowiedzi, że zdecydowały się na zmianę z uwagi na to, że poprzedni usługodawca nieodpowiednio ich traktował.

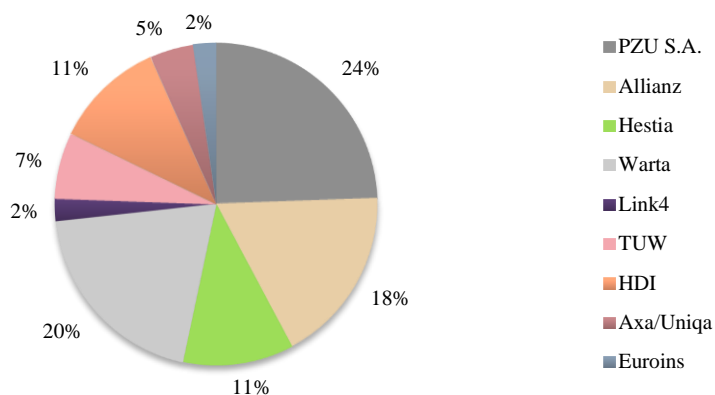
## Preferencje klientów przy wyborze towarzystwa ubezpieczeniowego

Respondenci korzystali z usług różnych firm ubezpieczeniowych. Zostały one przedstawione na rysunku 3.

Największy odsetek ankietowanych korzystał z usług PZU S.A., popularnością cieszy się również Warta S.A., a także Allianz, czy Hestia i HDI. Pozostałe firmy były mniej popularne. Motywem wyboru ubezpieczyciela dla zdecydowanej większości respondentów była przystępna cena (91,3%), następnie jakość usług (38,9%). Na trzecim miejscu była pozytywna opinia znajomych (31,7%) i kolejnym sugestia agenta (19,0%). Najmniej ważną okazała się reklama, którą wskazały zaledwie dwie osoby.

Umowy ubezpieczeniowe respondenci zawierali za pośrednictwem agenta do spraw ubezpieczeń (33,3% wskazań), w siedzibie ubezpieczyciela (31,0%), a 26,2% wykorzystało w tym celu Internet. Zaledwie dwóch ankietowanych zawarło umowy podczas wizyty doradcy ubezpieczeniowego w domu.

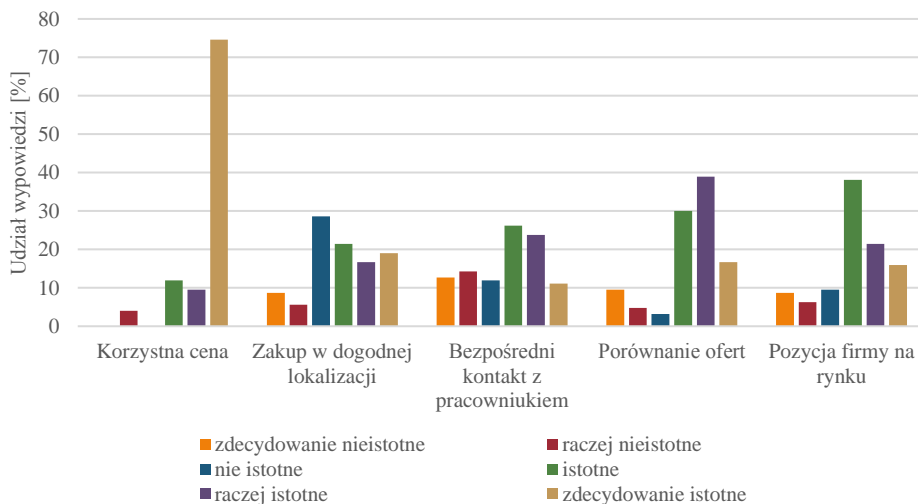




Rysunek 3. Wybierane przez ankietowanych firmy ubezpieczeniowe w zakresie ubezpieczeń komunikacyjnych  
Figure 3. Insurance companies selected by the respondents in the field of motor insurance

Źródło: opracowanie własne.

Większość (71%) ankietowanych preferowała dokonywanie płatności przelewem bankowym, 17% płatność u agenta, a 12% płatność w siedzibie firmy. Także większość respondentów (76%) optuje za płatnością raz na rok, 12% kwartalną, 10% półroczną, a 2% płatność raz na miesiąc. Istotność różnego rodzaju elementów, dotyczących zawierania umowy na ubezpieczenie komunikacyjne przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Ocena istotności elementów związanych z zawieraniem umowy dotyczącej ubezpieczenia komunikacyjnego według opinii ankietowanych  
Figure 4. Assessment of the significance of issues related to concluding a motor insurance contract according to the respondents' opinions

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku korzystnej ceny 74,6% ankietowanych uznało, że jest to zdecydowanie istotny aspekt. Odnośnie zakupu w dogodnej lokalizacji – odpowiedzi udzielone przez respondentów są bardzo zróżnicowane. Najwięcej osób (29,4%) uznało, że jest to nieistotne, choć dla 21,4% było to istotne. Odpowiedzi co do miejsca ubezpieczenia były bardzo podzielone. Opinie co do istotności bezpośredniego kontaktu z pracownikiem firmy ubezpieczeniowej były także zróżnicowane, Podobnie było z porównaniem ofert wielu firm, czy korzystną pozycją firmy. Ogólnie można stwierdzić, że we wszystkich omawianych kryteriach opinie o ich istotności przeważały nad poglądami o ich małym znaczeniu.

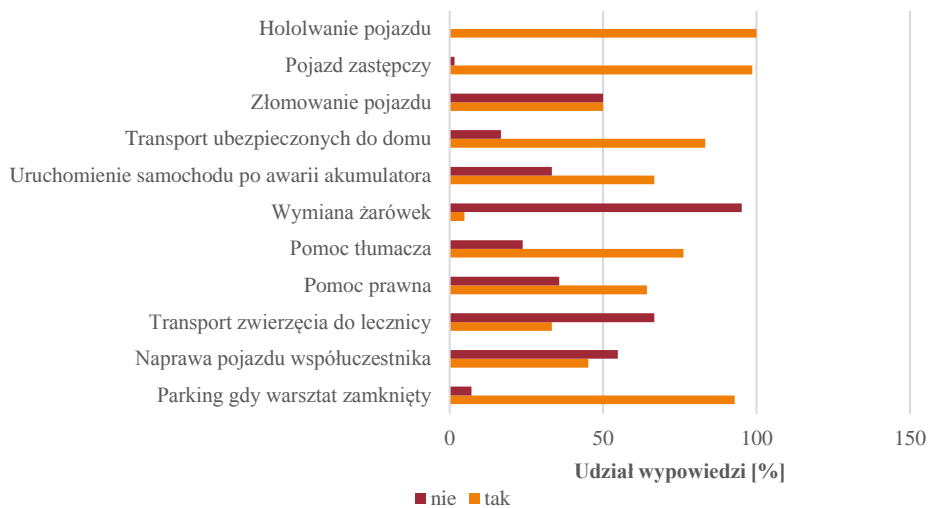
W przypadku ubezpieczeń typu *assistance* – ubezpieczyciele zawierają w umowie wyłączenia. Te nieakceptowane przez respondentów zostały przedstawione na rysunku 5. Zaledwie 7,1% respondentów przyznało, że akceptuje wszystkie wyłączenia. Najwięcej (69,0%) uznało, że nie akceptuje wyłączeń, dotyczących szkód powstałych podczas działań masowych. W przypadku pozostałych szkód udział osób im przeciwnych był zdecydowanie niższy, na ogół poniżej 30% respondentów.



Rysunek 5. Wyłączenia dotyczące ubezpieczenia typu *assistance* nieakceptowane przez respondentów  
 Figure 5. Exemptions related to assistance type insurance not accepted by the respondents

Źródło: opracowanie własne.

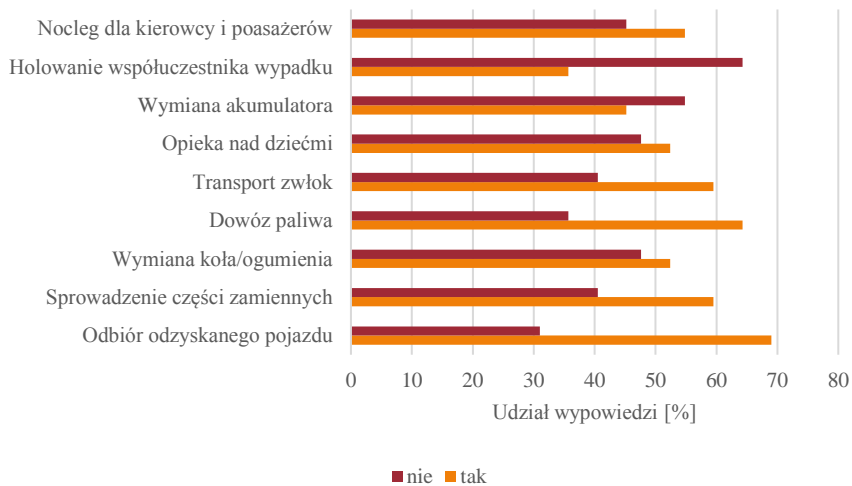
Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono preferencje ankietowanych dotyczące zawierania ubezpieczeń typu *assistance*. Wszyscy respondenci uznali, że holowanie unieruchomionego pojazdu powinno być zawarte w tego typu ubezpieczeniu. Podobnie było w przypadku pojazdu zastępczego. Zdecydowana większość respondentów sądziła, że w przypadku, gdy pojazd powinien być przekazany do warsztatu, który w danym momencie jest zamknięty, to ubezpieczenie *assistance* powinno gwarantować znalezienie przez ubezpieczyciela parkingu i pokrycie kosztów z tego tytułu. Inne rodzaje preferencji były mniej eksponowane.



Rysunek 6. Preferencje respondentów odnośnie zawarcia w ubezpieczeniu typu assistance wymienionych aspektów (część pierwsza)

Figure 8. The preferences of respondents regarding the inclusion of the above-mentioned aspects in the assistance type insurance (part one)

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 7. Preferencje respondentów odnośnie aspektów zawartych w ubezpieczeniu typu assistance (część druga)

Figure 7. Respondents' preferences regarding the aspects included in the assistance insurance (part two)

Źródło: opracowanie własne.

Można zauważyć, że oczekiwania kierowców wobec ubezpieczenia typu *assistance* są bardzo zróżnicowane. Obejmują one problemy bardzo ważne, dotyczące bardzo szerokiego spektrum usług – od typowo technicznych po socjalne. Opisując tę różnorodność zakres działalności ubezpieczeniowej można wskazać np. holowanie pojazdu, dowóz paliwa, transport zwierząt, a nawet zwłok, pomoc prawną, tłumacza czy zapewnienie hotelu.

## Wnioski

1. Zdecydowana większość respondentów była zadowolona z usług oferowanych przez ubezpieczycieli, u których mieli wykupione ubezpieczenie. Ankietowani, którzy zdecydowali się na zmianę ubezpieczyciela za główny powód zachęcający do zmiany uznali korzystniejszą ofertę cenową innej firmy.
2. W przypadku rekomendacji dotyczących wyboru odpowiedniego ubezpieczyciela – najczęściej respondentów kierowało się opiniami agentów ubezpieczeniowych oraz osób znajomych.
3. Cena usług oferowanych przez firmy ubezpieczeniowe była najważniejszym czynnikiem mającym wpływ na wybór ubezpieczyciela przez osoby mieszkające na obszarze powiatu krośnieńskiego.
4. Mimo stale rosnącego znaczenia ubezpieczeń komunikacyjnych mniej, aniżeli połowa ankietowanych wykupywała ubezpieczenia komunikacyjne należące do kategorii ubezpieczeń dobrowolnych.
5. W badanej zbiorowości bardzo szerokie były oczekiwania kierowców w zakresie ubezpieczeń typu *assistance*, ujawniono bowiem aż dwadzieścia dwa ich rodzaje. Preferencje kierowców dotyczą wsparcia technicznego, organizacyjnego, a nawet społecznego (pomoc tłumaczy, czy opieka nad dziećmi).

## Bibliografia

- Banasiński A., 1993: Ubezpieczenia gospodarcze, Poltext, Warszawa.
- Baza Danych Lokalnych GUS 2015–2019, Pojazdy samochodowe i ciągniki.
- Handschke J., Monkiewicz J., 2010: Ubezpieczenia – podręcznik akademicki, Poltext, Warszawa.
- Plata A., 2021: Zakres i rodzaje ubezpieczeń komunikacyjnych na przykładzie powiatu krośnieńskiego, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Katedra Logistyki, Warszawa [praca magisterska].
- Pośrednictwo Ubezpieczeniowo-Finansowe Mariola Forystek, [źródło elektroniczne] <https://www.ubezpieczenie.com.pl/katalog-agentow/posrednictwo-ubezpieczeniowo-finansowe-mariola-forystek-jedlicze> [data dostępu: 20.04.2021].
- Sowiński T., 2009: Finanse ubezpieczeń emerytalnych, Wolters Kluwer Polska, Warszawa.
- Tubis Polisa, [źródło elektroniczne] <https://tubispolisa.pl/#onas> [dostęp: 20.04.2021].
- Ubezpieczenia Dukla – FHU MacX, [źródło elektroniczne] <https://ubezpieczenia-dukla.pl/> [dostęp: 20.04.2021].
- Weremczuk A., Wysokiński M., Gołasa P., 2021: Ubezpieczenia i prawo w logistyce. [w:] Logistyka, B. Klepacki (red.), CeDeWu, Warszawa.



Monika Roman<sup>1✉</sup>, Piotr Gawin<sup>✉</sup>

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## Organizacja procesów transportu wewnętrznego na przykładzie gospodarstwa sadowniczego

### The organization of internal transport processes on the example of an fruit farm

**Synopsis.** Głównym celem artykułu jest identyfikacja, ocena i propozycja usprawnień procesów transportu wewnętrznego w gospodarstwie sadowniczym. Badania przeprowadzono w gospodarstwie specjalizującym się w produkcji jabłek w latach 2020–2021. Do zebrania materiału badawczego wykorzystano metodę sondażu diagnostycznego z techniką kwestionariusza wywiadu oraz metodę obserwacji uczestniczącej. Do oceny procesów przewozu jabłek z miejsca zbioru do miejsca składowania wykorzystano analizę wskaźnikową i porównawczą. Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że procesy transportowe w badanym gospodarstwie są dobrze zoptymalizowane. Wskaźnik wykorzystania ładowności środków transportu wynosił 58%. Przyczepy niskopodwoziowe wykorzystywane były przez 8% całego roku. Wskaźniki wykorzystania ciągników rolniczych i wózków widłowych wynosiły odpowiednio 66 i 40%.

**Słowa kluczowe:** transport wewnętrzny, agrobiznes, gospodarstwo sadownicze, proces transportowy

**Abstract.** The main aim of the article was to identify and evaluate internal transport processes in a fruit farm. The research was carried out on a farm specializing in apple production in 2020–2021. The method of the diagnostic survey with the interview questionnaire technique and the participant observation method was used to collect the research material. The index and comparative analysis were used to evaluate the processes of transporting apples from the place of harvest to the place of storage. Based on the conducted research, it should be stated that the transport processes in the researched farm are well optimized. The means of transport utilization rate was 58%. Low loaders trailers were used for 8% of the entire year. The utilization rates for farm tractors and forklifts were 66 and 40%, respectively.

**Key words:** internal transport, agribusiness, fruit farm, transport process

**JEL kody:** L91, R49, Q12, Q10

---

✉ Monika Roman – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Katedra Logistyki; e-mail: monika\_roman@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-1799-0445>

✉ Piotr Gawin – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Koło Naukowe Logistyki; e-mail: piotr\_gawin@o2.pl

## Wprowadzenie

Produkcja sadownicza odbywa się w gospodarstwach. Gospodarstwo sadownicze można zdefiniować jako celowo zorganizowany mający własne kierownictwo zespół ziemi i pozostałych niezbędnych środków produkcji zajmujący się uprawą drzew i krzewów owocowych na przeznaczonym do tego areale. Proces produkcyjny w gospodarstwie sadowniczym określa się jako „zbiór operacji produkcyjnych, realizowanych w określonej kolejności, w celu wytworzenia produktu finalnego poprzez przetwarzanie przedmiotów pracy” [Klepacki 1997]. Zwykle w tym celu wykorzystuje się organizmy żywe oraz udział innych czynników przyrody (promienie słoneczne, opady atmosferyczne). Na proces produkcyjny składają się: procesy technologiczne, transport oraz składowanie. Charakterystyczną cechą produkcji sadowniczej jest cykliczność. Z upływem czasu zmienia się jednak potrzeba na zadania transportowe. Cykl produkcyjny w sadownictwie jest określany przez pory roku oraz cykl dojrzewania roślin, co z kolei ma wpływ na zapotrzebowanie na transport w gospodarstwie sadowniczym [Rokicki i Wicki 2010]. Zapotrzebowanie na transport w gospodarstwie nastawionym na produkcję jabłek zmienia się w zależności od pory roku oraz warunków atmosferycznych. Na wiosnę dokonuje się transportu wewnątrz budynków gospodarczych służących do tymczasowego składowania oraz transportu siły roboczej w obszarze sadu w celu przygotowania do produkcji. Latem i jesienią prowadzone są główne prace transportowe polegające na przemieszczaniu siły roboczej, maszyn, oraz w przypadku zbiorów transportu owoców do miejsc tymczasowego składowania. W okresie zimowym nie dokonuje się prac w obrębie gospodarstwa, a jedyne procesy transportowe odbywają się wewnątrz budynków tymczasowego składowania owoców.

Transport jest więc kluczowym ogniwem odpowiednio zarządzanego i zorganizowanego procesu w gospodarstwie sadowniczym. Oznacza to rozmieszczenie w czasie na terenie gospodarstwa odpowiednich środków produkcyjnych. Im bardziej efektywnie wykorzystane są środki produkcyjne, tym większa jest sprawność gospodarstwa [Klepacki 1997]. Dlatego też im lepiej zorganizowane są procesy transportowe, tym wyższa jest też ich efektywność. Szczęólnego znaczenia nabiera transport wewnętrzny jako zakres działań związanych z przemieszczaniem ładunków w obrębie zakładu od momentu przyjęcia surowców do przedsiębiorstwa aż do wydania wyrobu gotowego na zewnątrz [Szymonik i Nowak 2018].

W gospodarstwie sadowniczym ma miejsce szeroki zakres procesów transportowych w zależności od rodzaju pracy transportowej, fazy cyklu produkcyjnego, środka transportu oraz pory dnia. Cechą charakterystyczną procesów transportowych wewnątrz gospodarstwa sadowniczego jest wykorzystywanie wielu różnych środków transportowych do przewożenia produktów. Zwykle są to pojazdy należące do gałęzi transportu drogowego, jednakże wykorzystuje się również suprastrukturę transportu przesyłowego tj. rurociągi, taśmociągi i linie przesyłowe energii elektrycznej [Kapusta 2008].

Do tej pory zainteresowanie procesami transportu w gospodarstwach rolnych, w tym w gospodarstwach sadowniczych było niskie, a także stosunkowo nieujawnione w literaturze i zwykle miało charakter teoretyczny lub wybiórczy. Istnieją w większości opracowania obejmujące głównie procesy transportu zewnętrznego. Vigneault i inni [2009] badali transport zewnętrzny świeżych produktów ogrodnich. Klepacki i inni [2013] w artykule zaprezentowali procesy transportowe w gospodarstwach rolnych jako istotne źródło kosztów logistycznych. Baran i Sint [2014] analizowali organizację transportu w sektorze przetwórstwa

owoców i warzyw. Baran i Małachowska [2017] określiły sposoby organizacji gospodarki magazynowej i transportu w produkcji i przetwórstwie owoców. Lo-Iacono-Ferreira i inni [2020] analizowali transport owoców i warzyw w kartonach. W przypadku analizy transportu jabłek to Rabcewicz [2000, 2003] analizował środki techniczne do zbioru i transportu jabłek oraz ich uszkodzenia w transporcie z sadu do przechowalni. Rabcewicz i Cianciara [2002] badali wpływ rodzaju środka transportowego oraz nawierzchni drogi transportowej na wydajność transportu jabłek z sadu do przechowalni. Brakuje jednak najnowszych i szczegółowych badań na temat procesów transportu wewnętrznego w gospodarstwach sadowniczych obejmujących ich identyfikację oraz ocenę.

Celem głównym artykułu była identyfikacja, ocena i propozycja usprawnień procesów transportu wewnętrznego w gospodarstwie sadowniczym. Praca została podzielona na cztery części. Po wstępie omówiono metodykę badań. Trzecia część to wyniki badań, które obejmują charakterystykę gospodarstwa sadowniczego, identyfikację procesów transportowych i ich ocenę, a także propozycje usprawnień. Ostatnia część artykułu to podsumowanie i wnioski.

## Materiał i metody

Obiektem badań było gospodarstwo sadownicze, które zostało wybrane w sposób celowy. Za kryterium przyjęto lokalizację (powiat grójecki), specjalizację (głównie produkcja jabłek) oraz posiadanie własnych środków transportu. Dane do badań obejmowały lata 2020–2021.

Do zebrania materiału badawczego wykorzystano metodę sondażu diagnostycznego z techniką kwestionariusza wywiadu oraz metodę obserwacji uczestniczącej. Dokonano obserwacji na terenie badanego gospodarstwa sadowniczego, zbadano procesy transportowe w nim występujące oraz przeprowadzono wywiad z zarządcą gospodarstwa.

Analizę procesów transportowych przeprowadzono za pomocą analizy porównawczej i wskaźnikowej w celu określenia ekonomicznej efektywności wykorzystania pojazdów, ich ładowności oraz ich gotowości technicznej. W tym celu zastosowano następujące wskaźniki:

1. Wskaźnik umaszynowania gospodarstwa (*WUG*) [Klepacki 1997]:

$$WUG = \frac{\text{wartość maszyn i ciągników}}{\text{powierzchnia gospodarstwa w UR}} \quad (1)$$

2. Wskaźnik wykorzystania ładowności (*WWŁ*) [Rokicki 2014]

$$WWŁ = \frac{\text{masa ładunku}}{\text{ładowność maksymalna pojazdu}} \quad (2)$$

3. Wskaźnik wykorzystania pojazdów (*WWP*) :

$$WWP = \frac{\text{liczba dni eksploatacji}}{\text{liczba dni inwentarzowych}} \quad (3)$$



## Wyniki i dyskusja

### Charakterystyka obiektu badawczego

Gospodarstwo sadownicze było zarządzane przez jedną osobę – sadownika w wieku 30 lat. W gospodarstwie pracowali członkowie rodziny oraz pracownicy sezonowi, którzy byli zatrudniani głównie na okres zbiorów. Gospodarstwo zajmowało powierzchnię 16,55 ha, z czego 15,05 ha stanowiły użytki rolne. Na terenie gospodarstwa prowadzona była produkcja jabłek, czereśni oraz malin na powierzchni kolejno: 12,45, 1,5 i 1,1 ha. Badane gospodarstwo składało się z trzech działek znajdujących się w odległości od siebie wynoszącej 4,5 km oraz 1,6 km. Na dwóch z tych działek znajdowały się obiekty magazynowe produktów oraz postojów pojazdów, na trzeciej znajdowały się tylko uprawy rolne, a zbiory z niej transportowane były na najbliższą działkę z obiektem magazynowym. Gospodarstwo sadownicze było ukierunkowane na produkcję jabłek. Dodatkowo w gospodarstwie zajmowano się produkcją czereśni i malin – stanowiły one dodatkowe zbiory w czasie niewymagającym dużej inżynierii w zabiegach pielęgnacyjnych głównej branży produkcyjnej gospodarstwa.

We flocie gospodarstwa znajdowały się: maszyny służące do transportu jabłek – 6 ciągników, 4 przyczepy niskopodwoziowe służące do transportu jabłek z pola, platforma sadownicza; maszyny do transportu wewnętrznego – 2 wózki widłowe, 2 wózki paletowe, taśma magazynowa oraz sortownik; samochody służące do transportu ludzi oraz towarów między magazynami – samochód ciężarowy oraz samochód dostawczy.

### Identyfikacja procesów transportowych w gospodarstwie

Na potrzeby pracy zbadano procesy transportowe dotyczące produkcji jabłek jako produkcji dominującej w gospodarstwie. W gospodarstwie zaobserwowano następujące procesy transportu wewnętrznego: przewóz ludzi, transport skrzyniopalet oraz jabłek w nich składowanych, przemieszczanie towaru w magazynie oraz transport międzymagazynowy. Dodatkowo można wyróżnić transport wody potrzebnej do nawadniania upraw. Przewóz ludzi wykonywany jest za pomocą samochodu dostawczego przystosowanego do przewozu ludzi. Przejazd jest wykonywany podczas zbiorów na dwóch z trzech działek należących do gospodarstwa, ponieważ na obszarze jednego z gospodarstw znajdują się obiekty mieszkalne dla pracowników sezonowych, a droga pokonywana zwykle jest przez pracowników pieszo.

Transport jabłek z powierzchni uprawnej do magazynów wewnętrznych odbywa się przy wykorzystaniu 2 ciągników rolniczych, każdego z własnym operatorem, ciągnących tzw. zestawy składające się z 2 przyczep niskopodwoziowych, na których znajduje się po 3 skrzyniopalety drewniane lub plastikowe. Do skrzyniopalet przesypywane są jabłka, które następnie, po wypełnieniu wszystkich skrzyń, zostają przetransportowane do miejsca tymczasowego składowania. W gospodarstwie wykonuje się dwa rodzaje przewozów – dojazdowe, częściowo na “pusto” – z załadowanymi pustymi skrzyniopaletami oraz powrotne z wypełnionymi skrzyniopaletami. W celu jak najbardziej efektywnego dopasowania transportu do zbioru, w momencie wypełniania ostatniej skrzyni do zestawu obecnie znajdującego się na polu drugi, załadowany pustymi skrzyniami zestaw, podjeżdża w miejsce pierwszego. Organizowane to jest w celu zniwelowania przerw pomiędzy brakiem możliwości kontynuowania zbioru. Proces transportu z powierzchni uprawnej do magazynów odbywa się każdego dnia zbiorów i trwa on 31,5 dni roboczych. Każdego dnia przewożone jest średnio 8 zestawów po

6 skrzyniopalet w trakcie 8 godzin pracy. W tabeli 1 przedstawiono zebrane dane związane z transportem jabłek przy pomocy ciągników z zestawami.

Tabela 1. Średnia długość, liczba oraz czas trwania przejazdów przy użyciu ciągników w gospodarstwie  
Table 1. Average length, number and duration of tractor journeys on the holding

Wyszczególnienie	Działka nr 1	Działka nr 2	Działka nr 3	Suma
Średnia długość przejazdu [m]	700	760	1855	–
Liczba przejazdów	86	99	62	247
Łączny przebieg [średnia długość x liczba przejazdów] [km]	75,2	60,2	230,2	365,6
Ciężar towaru	400 kg × 6			–
Wykorzystywane ciągniki	2			–
Przepracowane godziny jazdy	14,3	16,5	25,8	56,6
Dni eksploatacyjne	11	13	8	31
Łączne zużycie paliwa [l]	67	77	121	242

Źródło: badania własne.

Kolejnym badanym procesem transportu wewnętrznego był przewóz jabłek wewnątrz magazynu. Proces ten wykonuje się przy pomocy wózków paletowych, wózków widłowych oraz sortownika. Wózki widłowe są wykorzystywane głównie podczas rozładunku przyczep niskopodwoziowych z pełnych skrzyń i załadunku pustych oraz podczas przemieszczania skrzyniopalet z jabłkami z miejsc tymczasowego składowania do miejsc magazynowania (chłodni, komór beztlenowych). Ważne jest, aby proces rozładowywania przyczepy niskopodwoziowej oraz załadunku go pustymi skrzyniami trwał krócej niż zapelnienie jabłkami zestawu znajdującego się na polu. Ma to na celu zwiększenie efektywności produkcji i niwelowanie przerw. Wózki paletowe służą głównie do transportu skrzyniopalet podczas procesu sortowania jabłek oraz w trakcie załadunku towaru na samochód ciężarowy. Taśma magazynowa oraz sortownik są wykorzystywane tylko podczas procesu sortowania bezpośrednio przed sprzedażą towaru. Proces sortowania, a razem z tym przemieszczenie sortownika, odbywa się w magazynach znajdujących się na dwóch działkach. Przemieszczanie urządzenia jest zależne od kolejności opróżniania magazynów – w całości sortowany jest towar z magazynu znajdującego się na działce nr 1, następnie przemieszczany jest na działkę nr 2 i tam kontynuowany jest proces sortowania pozostałego towaru. Wynika to z tego, że koszty przetransportowania towaru z jednego magazynu do drugiego, gdzie znajdowałby się na stałe sortownik są zdecydowanie większe niż koszt przewiezienia sortownika do innego magazynu. Podczas badania pominięto wykonaną pracę przewozową wózka widłowego oraz ręcznego wózka paletowego ze względu na wysoką nieregularność wykonywanych przewozów oraz niewielkie możliwości optymalizacji. Dane dotyczące procesów transportowych przy użyciu wózka widłowego oraz sortownika zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Średnie zużycie energii i wydajność wózka widłowego i sortownika w gospodarstwie  
 Table 2. Average energy consumption and capacity of the forklift and sorter on the farm

<b>Transport przy użyciu wózka widłowego</b>	
Zużycie energii wózka widłowego	6,1 kWh/1h pracy przerywanej
Rzeczywisty czas pracy wózka widłowego/1 dzień (w ciągu zbiorów)	2h 40min
Zużycie energii wózka widłowego w dniu pracy	16,29 kWh
Zużycie energii wózka widłowego w ciągu zbiorów (32 dni)	521,28 kWh
<b>Transport przy użyciu sortownika</b>	
Wydajność sortownika	1000 kg/1h
Okres wykorzystywania sortownika	62 dni 4 h ≈ 63 dni

Źródło: badania własne.

Transport międzymagazynowy ma na celu przemieszczenie zebranych owoców do odpowiedniego miejsca składowania lub podczas przewozu jabłek do miejsca sortowania. Odbywa się to przy pomocy samochodu ciężarowego lub w niektórych przypadkach samochodu dostawczego. Ponadto, występują przewozy urządzeń magazynowych tj. sortownika oraz innych urządzeń towarzyszącym zbiorom. Liczba przewozów międzymagazynowych w badanym gospodarstwie w poszczególnych sezonach jest zmienna i wynosi średnio 18 przewozów. Podczas przewozów ładowności pojazdu (max 8 t) jest wykorzystywana w sposób zróżnicowany. W przypadku przewozów owoców między magazynami wykorzystywana jest cała powierzchnia ładowna samochodu ciężarowego oraz ładowność w ok. 100%. Oprócz przewozu owoców wykonuje się przewozy środków wykorzystywanych przy zbiorach, przewozy te wykonywane są nieregularnie, zależą od kolejności zbiorów jabłek, a ich liczba została wliczona do całkowitej średniej liczby przewozów wynoszących 18. Transport przy wykorzystaniu samochodu ciężarowego jest w zdecydowanej większości wykorzystywany w transporcie poza obrębem gospodarstwa, np. w celu dowozu przesortowanego towaru do klienta.

Dodatkowo występuje też transport wody, który odbywa się przy pomocy infrastruktury rurociągowej znajdującej się na obszarze pól uprawnych. W tym celu wykorzystuje się magistrale wodne transportujące duże ilości wody pod dużym ciśnieniem oraz węże nawadniające transportujące wodę z magistrali bezpośrednio do rzędów drzew.

### **Ocena procesów transportowych w gospodarstwie**

W celu oceny optymalizacji oraz mechanizacji procesów transportowych w gospodarstwie rolnym można wykorzystać zarówno wskaźniki związane z rolnictwem, jak i z transportem. Połączenie ze sobą obu rodzajów wskaźników pozwala na szerszy zakres wyników oraz ocenę efektywności procesów transportowych w gospodarstwie zarówno pod kątem rolniczym, jak i transportowym. Jako pierwszy obliczono wskaźnik umaszynowania gospodarstwa. Im większa wartość tego wskaźnika, tym większy kapitał został przeznaczony na maszyny w gospodarstwie. Wartość *WUG* dla badanego gospodarstwa wynosi:

$$WUG = \frac{518\,000 \text{ zł}}{15,05 \text{ ha}} = 34\,418,60 \text{ zł/ha}$$

Wartość tego współczynnika jest relatywnie niska, ponieważ w większości wykorzystywane są przestarzałe ciągniki, co za tym idzie, o niskiej aktualnej wartości. W przypadku obliczenia wskaźnika umaszynowania gospodarstwa wykorzystując wszystkie maszyny, wskaźnik ten ma wartość 40 863,79 zł/ha. Porównując te dwa wyniki, można określić, że większość kapitału (84%) służy do wykonywania transportu oraz, że najbardziej cenne aktywa w gospodarstwie to ciągniki, które służą zarówno do transportu, jak i prac polowych. Powyższe wyniki pokrywają się z poprzednimi badaniami – gospodarstwa o wysokim udziale sadów w strukturze użytków rolnych charakteryzują się większym wykorzystaniem maszyn rolniczych w procesach transportowych [Kowalczyk 2005].

Do zbadania procesów transportowych w rolnictwie można wykorzystać wskaźniki wykorzystywane w tradycyjnym ujęciu logistyki. Do oceny procesu przewozu jabłek z miejsca zbioru do miejsca składowania wykorzystano następujące czynniki: wskaźnik wykorzystania ładowności, szybkość techniczna, rzeczywista oraz maksymalna praca przewozowa oraz wskaźnik wykorzystania pojazdów. Do obliczeń wykorzystano dane przedstawione w tabeli 1.

$$WW\text{Ł} = \frac{677840 \text{ kg}}{1185600 \text{ kg}} = 57,71\%$$

Otrzymany wskaźnik jest stały dla poszczególnych działek oraz całości gospodarstwa.

W przypadku badanego gospodarstwa osiągnięto jego maksimum, ponieważ w procesie transportu nie zaobserwowano pustych przejazdów. Ciągniki wraz z zestawem przewożą puste skrzynie, wykorzystując ok. 5% ładowności, które następnie są zapełniane owocami, wykorzystując maksimum ładowności. Taki sam wynik można uzyskać, licząc stosunek rzeczywistej pracy przewozowej do maksymalnej pracy przewozowej. Biorąc pod uwagę przejazdy z punktu zbioru do punktu składowania, nie jest możliwe osiągnięcie maksymalnej pracy przewozowej, ze względu na niemożliwość ciągłego przewożenia pełnych skrzyń na przyczepach.

Przy pomocy wskaźnika wykorzystania pojazdów można było określić przez jaką część roku wykorzystywane są pojazdy w procesach transportowych:

$$WWP = \frac{31}{365} \approx 8\%$$

Otrzymany wynik wskazuje, że pojazdy wykorzystywane w transporcie eksploatowane są zaledwie przez 8% całego roku, jednakże jest to prawdziwe jedynie w przypadku maszyn specjalistycznych takich, jak przyczepy niskopodwoziowe. Pozostałe maszyny takie, jak: ciągniki rolnicze i wózki widłowe są wykorzystywane częściej (kolejno ok. 240 dni oraz 140 dni w zależności od potrzeb) przy innych czynnościach, zwiększając wartość wskaźnika na poziomie ok. 60%.

Obliczenie średniego przebiegu dziennego oraz średniej prędkości technicznej w badanym gospodarstwie pozwoliło na zaobserwowanie różnic w wartości tych wskaźników dla poszczególnych działek oraz średniej wartości dla całego gospodarstwa. Otrzymane wyniki przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Średni przebieg i prędkość techniczna w gospodarstwie  
Table 3. Average mileage and technical speed on the holding

Wyszczególnienie	Działka nr	Działka nr	Działka nr	Gospo- darstwo
	1	2	3	
Przebieg całkowity ( $P_c$ ) [km]	60,20	75,24	230,17	365,61
Dni pracy	11	12	8	31
Czas pracy [h]	14,3	16,5	25,8	56,66
Średnia odległość przewozu ( $P_c \times$ dni pracy) [km]	6,14	5,61	30,05	11,79
Prędkość techniczna ( $P_c \times$ czas pracy) [km/h]	4,2	4,56	8,91	6,45

Źródło: badania własne.

Z wyników przedstawionych w tabeli 3 wynika, że działka nr 3 wymaga większego nakładu pracy pomimo wykonywania tam pracy przewozowej krócej niż w pozostałych miejscach. Ponadto, średnia odległość przewozu jest ponad 5-krotnie większa w porównaniu do dwóch pozostałych działek, co ma wpływ na średnią odległość przewozu w całym gospodarstwie. Na tej podstawie wynika też, że droga przewozowa na działce nr 3 jest pokonywana z 2-krotnie większą prędkością w porównaniu do innych działek. Związane jest to z tym, że większość drogi pokonywana jest drogą publiczną, co pozwala na osiągnięcie wyższych prędkości w porównaniu do przejazdu po polu, jednocześnie nie uszkadzając przewożonych jabłek.

Proces przewozu ludzi podczas zbiorów odbywa się za pomocą specjalnego samochodu dostawczego przystosowanego do przewozu ludzi o 8 miejscach pasażerskich oraz miejscu dla kierowcy. W trakcie przewozu wykorzystywane są wszystkie dostępne miejsca – miejsce kierowcy zajmuje osoba zarządzająca gospodarstwem, pozostałe miejsca zajmują pracownicy. Proces przewozu osób dokonuje się w celu przewiezienia pracowników z działki nr 1 na działki nr 2 i 3. Proces powtarzany jest przez 12 dni w przypadku działki nr 2 i 8 dni dla działki nr 3. Uzyskane obliczenia przedstawiono w tabeli 4.

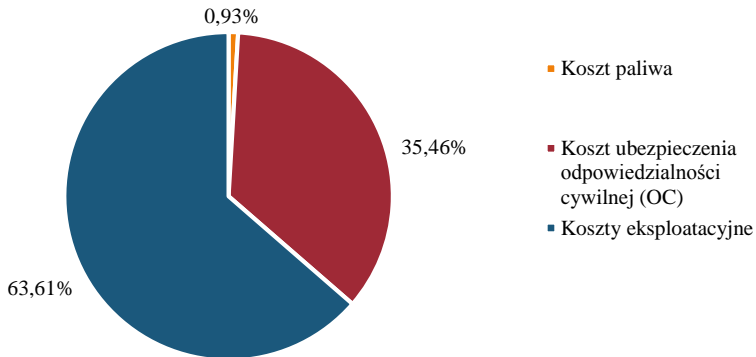
Tabela 4. Średnia odległość, liczba przejazdów i zużycie paliwa podczas przewozu ludzi w gospodarstwie  
Table 4. Average distance, number of journeys and fuel consumption when transporting people on the holding

Wyszczególnienie	Działka nr 2	Działka nr 3	Suma
Odległość od działki nr 1 [km]	4,5	3,9	8,4
Liczba przejazdów	24	16	40
Przejechana odległość [km]	108	62,4	170,4
Wskaźnik wykorzystania ładowności	100% (8 osób + kierowca)		
Średnie zużycie paliwa	8,5 l/100km		
Zużyte paliwo [l]	9,18	5,30	14,45

Źródło: badania własne.

Powyższe obliczenia nie wykazują odchyżeń od wyników w innych branżach, jednakże wartość wskaźnika wykorzystania pojazdów w badanym gospodarstwie wynosi zaledwie 31/365. Oznacza to, że pojazd używany jest przez zaledwie 8% całego roku. Na tej podstawie policzono rzeczywisty koszt przewozu pracowników, wliczając oprócz kosztów paliwa,

koszty ubezpieczenia oraz utrzymania pojazdu. Roczny koszt paliwa wykorzystanego do przewozu pracowników wyniósł 58,77 zł, koszt polisy ubezpieczeniowej wyniósł 2230 zł. Koszt eksploatacji pojazdu wyniósł ok. 4000 zł i w jego skład wchodzi: koszt przeglądu, koszt płynów eksploatacyjnych, koszt konserwacji silnika, koszt opon, koszt myjni oraz koszt wymian serwisowych (rysunek 1).



Rysunek 1. Zestawienie udziału kosztów użytkowania samochodu  
Figure 1. Statement of the share of the cost of using the car

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Orlen, Rankomat].

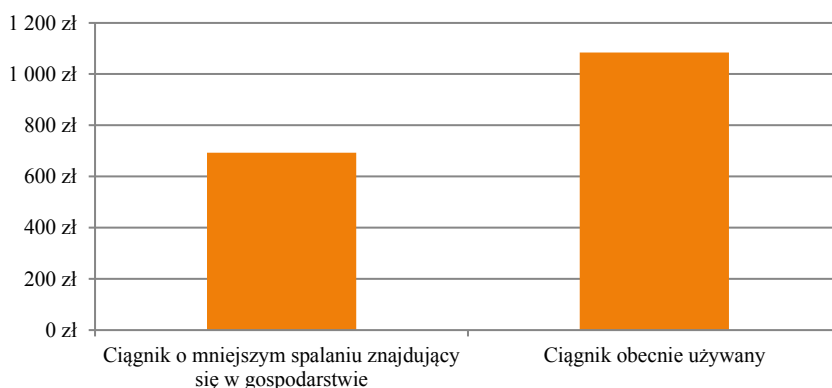
Koszty paliwa stanowią niewielką część wszystkich kosztów utrzymania samochodu. Na tej podstawie można zauważyć, że jeżeli taki rodzaj samochodu byłby wykorzystywany tylko podczas okresu zbiorów można skorzystać z usług wypożyczalni samochodów, w celu wypożyczenia pojazdu o podobnych parametrach na okres około 1 miesiąca. W ten sposób gospodarstwo, podczas okresu zbiorów, jest w stanie zaoszczędzić na przewozie pracowników od 300 do 1200 zł. Jednakże w badanym gospodarstwie taki rodzaj pojazdu jest wykorzystywany również poza badanym okresem zbiorów (32 dni), dlatego też bardziej opłacalne jest posiadanie na własność gospodarstwa pojazdu przeznaczonego do przewozu pracowników.

### Propozycje usprawnień procesów transportowych w gospodarstwie

Dokonując oceny przewozów transportowych podczas zbiorów, zauważono niską efektywność procesów na działce nr 3. Możliwym rozwiązaniem byłoby zbudowanie odpowiedniej infrastruktury do przechowywania jabłek. W celu ograniczenia kosztów przewożenia przy pomocy ciągników rolniczych można wykorzystać samochody ciężarowe o większej ładowności lub zastosować ciągnik o niższym spalaniu. Takie rozwiązanie jednakże generuje wysokie koszty zbudowania odpowiednich budynków oraz utwardzenia gruntu, co nie byłoby opłacalne w przypadku rezygnacji z produkcji rolniczej w niedalekiej przyszłości. Kolejną możliwością poprawy mogłaby być sprzedaż gruntu oznaczonego jako działka nr 3. Takie rozwiązanie pozwoliłoby na przeprowadzenie inwestycji w postaci kupna działki rol-

nej w bliższej odległości od magazynów znajdujących się na działkach nr 1 i nr 2 lub zainwestowania w inne środki usprawniające procesy transportowe w gospodarstwie np. zakup ciągników o niższym spalaniu lub przyczep o większej ładowności. Jednakże sprzedaż działki nr 3 jest utrudniona ze względu na swój kształt i lokalizację – znajduje się tuż za zabudowaną działką oraz oddalona jest od drogi lokalnej.

Procesy transportu podczas zbioru na pozostałych działkach są zoptymalizowane w wysokim stopniu. Jedyne możliwości poprawy byłyby przygotowanie większej liczby dróg przejazdowych, aby ograniczyć długość przejazdu oraz modernizacja taboru pociągowego tj. ciągników rolniczych na modele o mniejszym spalaniu. Takie rozwiązanie mogłoby pomóc zapobiec dużej części kosztów oraz zwiększyć wydajność przewozów. Porównanie kosztów paliwa podczas transportu zbiorów przedstawiono na rysunku 2.



Rysunek 2. Porównanie rocznych kosztów paliwa dla dwóch ciągników w gospodarstwie

Figure 2. Comparison of annual fuel costs for two tractors on the farm

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Orlen].

Na rysunku porównano ze sobą koszt paliwa dla dwóch ciągników o różnym spalaniu. Ciągnik obecnie używany (spalanie 8,6 l) wykorzystywany jest w badanym gospodarstwie do transportu. Ciągnik o mniejszym spalaniu (5,5 l) to nowszy model wykorzystywany w tym samym gospodarstwie, lecz nie do transportu. Dane przedstawiono w przedziale czasowym znajdującym się podczas zbiorów jabłek. Na tej podstawie wynika, że zmiana ciągnika o spalaniu mniejszym o zaledwie 3 l/mtg pozwala zaoszczędzić na zmianie 1 ciągnika ok. 400 zł rocznie, co daje oszczędności z tytułu paliwa rzędu ok. 800 zł na przewozie jabłek z punktu zbioru do punktu składowania.

Podczas badania procesu przewozu osób w badanym gospodarstwie zauważono największe koszty dotyczące utrzymania oraz eksploatacji pojazdu. W celu ograniczenia kosztów w tym procesie gospodarstwo powinno skorzystać z opcji wynajęcia pojazdu na okres zbioru. Koszt wypożyczenia na okres zbiorów wynosi 3100 zł, co daje 4000 zł oszczędności na podstawie danych przedstawionych na rysunku 1. Kolejną możliwością mogłoby być dołączenie do grupy producenckiej oraz współdzielenie pojazdu z innymi producentami, rozkładając w ten sposób koszty utrzymania na wiele osób.

W przypadku procesów transportowych wewnątrz magazynu istnieje niewiele możliwości usprawnień. Wózek widłowy pokonuje najkrótszą możliwą drogę od zestawu sadowniczego do miejsca składowania, w ten sposób oszczędzając energię. Ponadto nie zaobserwowano pustych przejazdów – po przejeździe z wypełnioną owocami skrzyniopaletą operator wózka zabiera pustą skrzynię z tego samego miejsca składowania i ustawia ją na przyczepie niskopodwoziowej. W ten sposób maksymalnie wykorzystuje się możliwości transportowe wózka widłowego. Przewozy wózkiem widłowym podczas sortowania jabłek polegające na przemieszczeniu skrzyniopalet z jabłkami z magazynu do sortownicy są dobrze zoptymalizowane. Sortownica znajduje się w tym samym budynku magazynowym, aby ograniczyć długość przejazdu oraz w miarę możliwości wykonuje się przejazdy ręcznymi wózkami paletowymi. Dodatkowo wykorzystywany jest maksymalny potencjał wydajności taśmociągu. Mimo długiego wieku urządzeń nowsze modele nie wykazują dużo większej wydajności pozwalającej na zaoszczędzenie kosztów np. wynagrodzenia pracowników.

### **Podsumowanie i wnioski**

Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że procesy transportowe w badanym gospodarstwie są dobrze zoptymalizowane. Istnieje jednak możliwość niewielkiej poprawy procesów pomimo starych środków transportu.

Badane gospodarstwo sadownicze charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem umaszynowania gospodarstwa, ponadto maszyny wykorzystywane w procesach transportowych gospodarstwa stanowią zdecydowaną większość wartości wszystkich maszyn znajdujących się w gospodarstwie. Największą trudnością w zoptymalizowaniu procesów transportu wewnętrznego jest organizacja transportów na działce nr 3, w której niezlokalizowane są obiekty składowania tymczasowego. Utwardzenie części powierzchni na rzecz powstania miejsca przeładunku pozwoliłoby na zwiększenie efektywności transportu poprzez zmianę środka transportu z ciągnika rolniczego na samochód ciężarowy, który przy podobnym spalaniu przewozi znacznie większy wolumen ładunku.

Jedną z szans ograniczenia kosztów procesów transportowych w gospodarstwie mogłoby być również dołączenie do grupy producenckiej. Umożliwiłoby to współdzielenie środków transportu do przewozu ludzi i owoców. Pozwoliłoby to również na rozłożenie kosztów utrzymania pojazdów, a także na zwiększenie możliwości użytkowania pojazdów, niż w przypadku wynajmu od specjalistycznych firm, ograniczanych przez treści umowy.

Uzyskane wyniki badań mogą być przydatne nie tylko dla opisywanego gospodarstwa sadowniczego. Stosowane wskaźniki oraz ich porównanie może posłużyć też innym gospodarstwom specjalizującym się w produkcji sadowniczej do oceny procesów transportowych.



## Bibliografia

- Baran J., Małachowska A., 2017: Uwarunkowania i zmiany funkcjonowania łańcucha dostaw na rynku owoców w Polsce, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 2 (2), 17–31, <https://doi.org/10.22630/EIOL.2017.2.2.12>
- Baran J., Sint A., 2014: Organizacja transportu w sektorze przetwórstwa owoców i warzyw, *Logistyka* 4, 3479–3486.
- Kapusta F., 2008: *Agrobiznes*, Difin, Warszawa.
- Klepacki B., 1997: *Ekonomika i organizacja rolnictwa*, WSiP, Warszawa.
- Klepacki B., Wysokiński M., Jarzębowski S., 2013: Transport w gospodarstwie rolnym jako źródło kosztów logistycznych, *Logistyka* 2, 25–27.
- Kowalczyk Z., 2005: Intensywność produkcji a poziom techniki rolniczej w gospodarstwach sadowniczych, *Inżynieria Rolnicza* 6, 361–367.
- Lo-Iacono-Ferreira V.G., Viñoles-Cebolla R., José Bastante-Ceca M., Capuz-Rizo S.F., 2020: Transport of Spanish fruit and vegetables in cardboard boxes: A carbon footprint analysis, *Journal of Cleaner Production* 244, 118784, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118784>
- Orlen, Hurtowe ceny paliw, [źródło elektroniczne] <https://www.orlen.pl/pl/dla-biznesu/hurtowe-ceny-paliw> [dostęp: 26.04.2021].
- Rabcewicz J., 2000: Środki techniczne do zbioru i transportu jabłek, *Hasło Ogrodnicze* 9, 35–38.
- Rabcewicz J., 2003: Uszkodzenia jabłek w transporcie z sadu do przechowalni, *Hasło Ogrodnicze* 9, 45–46.
- Rabcewicz J., Cianciara Z., 2002: Wydajność środków transportowych do przewozu jabłek z sadu do przechowalni, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 486(2), 429–434.
- Rankomat, [źródło elektroniczne] [www.rankomat.pl/oferty](http://www.rankomat.pl/oferty) [dostęp: 26.04.2021].
- Rokicki T., 2014: *Organizacja i ekonomika transportu*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Rokicki T., Wicki L., 2010: Transport i magazynowanie w rolnictwie jako element logistyki, *Więś Jutra* 138, 41–42.
- Szymonik A., Nowak I., 2018: *Współczesna logistyka*, Difin, Warszawa.
- Vigneault C., Thompson J., Wu S., Hui K.P.C., LeBlanc D.I., 2009: *Transportation of fresh horticultural produce, Postharvest Technologies for Horticultural Crops*, Kerala.

---

Julia Zarczuk<sup>✉</sup>, Bogdan Klepacki<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup>Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## Ślad węglowy w sektorze rolno-spożywczym i konsumpcji żywności

### Carbon Footprint in agri-food sector and food consumption

**Synopsis.** W opracowaniu przedstawiono rolę sektora rolno-spożywczego w emisji gazów cieplarnianych. Zaprezentowano wielkość tej emisji w przypadku ważniejszych produktów spożywczych. Najwyższa dotyczy produktów zwierzęcych lub ich przetworów. Na czele znalazły się: mięso jagniąt, wołowina, żółty ser, wieprzowina i łosoś hodowlany. Wielkość śladu węglowego jest kształtowana także przez opakowanie. Najniższą emisyjnością odznaczają się opakowania szklane, nieco większą plastikowe, następnie papierowe, a największą puszki metalowe. Dla śladu węglowego jest bardzo ważna struktura spożycia ludności. Gdyby przyjąć, że dieta wegańska byłaby jedyną, to emisja GHG na świecie w zakresie żywności mogłaby ulec zmniejszeniu nawet o 70%. Redukcja w UE konsumpcji mięsa, nabiału i jaj o połowę zmniejszyłaby emisję gazów cieplarnianych o 25–40%. Ponadto, dieta roślinna zmniejsza ryzyko śmierci powodowane chorobami układu krążenia, ryzyko otyłości, cukrzycy typu II i niektórych nowotworów.

**Słowa kluczowe:** ślad węglowy, gazy cieplarniane, żywność, rolnictwo, agrobiznes

**Summary.** The paper presents the role of the agri-food sector in greenhouse gas emissions. The amount of this emission was presented in the case of the most important food products. It is the highest in the case of animal products or their products. At the fore was lamb, beef, cheese, pork and farmed salmon. The size of the carbon footprint is also shaped by the packaging. Glass packaging is characterized by the lowest emissivity, slightly larger plastic ones, then paper ones, and the highest metal cans. The structure of consumption of the population is very important for the carbon footprint. If we assumed that a vegan diet was the only one, global GHG emissions in the field of food could be reduced by up to 70%. If the consumption of meat, dairy and eggs in the EU was cut in half, its greenhouse gas emissions would be cut by 25–40%. In addition, a plant-based diet reduces the risk of death from cardiovascular disease, the risk of obesity, type II diabetes, and certain cancers.

**Key words:** carbon footprint, greenhouse gases, food, agriculture, agribusiness

**JEL kody:** L66, O03, P28, Q53

## Wstęp

Znaczący udział w emisji gazów cieplarnianych (GHG), obok transportu, energetyki, czy produkcji tekstyliów ma sektor rolno-spożywczy<sup>1</sup>. W rolnictwie jej powstawanie związane jest z produkcją zwierzęcą (głównie) oraz roślinną (w mniejszym stopniu). Biorąc pod

---

<sup>✉</sup>Julia Zarczuk – e-mail: s185701@sggw.edu.pl

<sup>✉</sup>Bogdan Klepacki – Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; Katedra Logistyki; e-mail: bogdan\_klepacki@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3483-7530>

<sup>1</sup> Problematykę śladu węglowego autorzy przedstawili w opracowaniach: [Zarczuk 2021, Zarczuk i Klepacki 2021a, b].

uwagę wzrastającą liczbę ludności na świecie i wzrost zapotrzebowania na żywność, przy obecnych stylach i preferencjach żywienia, w przyszłości może dojść do kilkukrotnego wzrostu emisji GHG w produkcji żywności oraz jej transporcie i przechowywaniu<sup>2</sup>. Skutki tego mogą być katastrofalne. Dlatego konieczna jest radykalna transformacja w globalnym systemie żywnościowym, a pomocna ma być w tym dieta planetarna.

## Cel, materiały i metody badań

Jako cel badawczy opracowania przyjęto określenie znaczenia rolnictwa i całego sektora żywnościowego (agrobiznesu) w emisji gazów cieplarnianych, a w związku z tym w tworzeniu śladu węglowego przez ten sektor. Dodatkowo celem było porównanie śladu węglowego powodowanego konsumpcją różnych produktów żywnościowych.

W opracowaniu w zakresie zbierania materiału badawczego zastosowano metodę studiów literaturowych oraz studiów zasobów sieci internetowej. Przy ich przetwarzaniu posłużono się metodą analizy i krytyki piśmiennictwa.

## Rolnictwo a ślad węglowy

Emisję gazów cieplarnianych często kojarzy się z przemysłem i emisją CO<sub>2</sub> będącą skutkiem procesu spalania paliw. Jednak rolnictwo (zwłaszcza konwencjonalne) także w znacznych ilościach zużywa energię i wytwarza określony ślad węglowy [Więć i Tkacz. 2012]. W Polsce w 2018 roku rolnictwo wyemitowało ok. 33,1 mln t GHG (ekw. CO<sub>2</sub>). Stanowi to około 8,0% całkowitej krajowej emisji (z wyłączeniem kategorii związanej z użytkowaniem gruntów, zmian użytkowania gruntów, leśnictwa) i sprawia, iż plasuje się ono na drugim miejscu pod względem wielkości, tuż za kategorią energia (gdzie 15,8% stanowi transport – rysunek 1). W porównaniu do kategorii procesy przemysłowe i użytkowanie produktów oraz odpady rolnictwo osiąga zbliżony wynik.

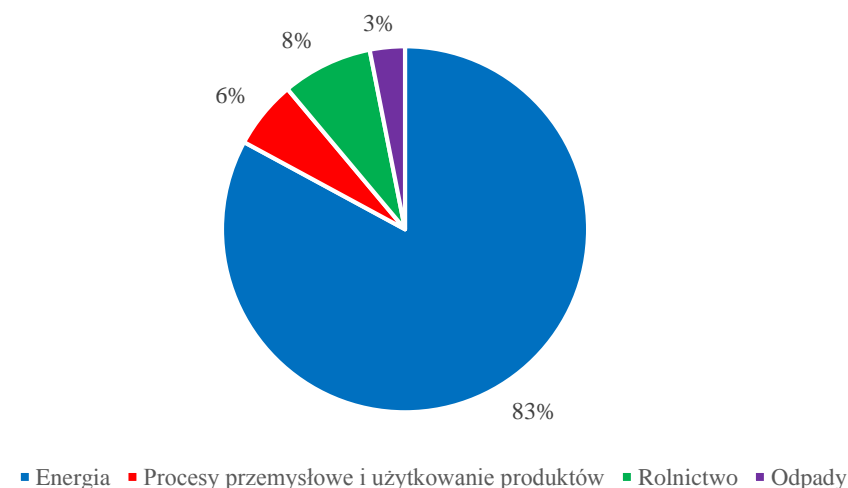
W UE największym emitentem gazów cieplarnianych w kategorii rolnictwo w 2018 roku była Francja (74,8 mln t ekw. CO<sub>2</sub>), następnie Niemcy (63,6 mln t ekw. CO<sub>2</sub>) i Wielka Brytania (40,8 mln t ekw. CO<sub>2</sub>). Polska znajdowała się na piątym miejscu [Eurostat].

Główne źródła emisji GHG w rolnictwie w Polsce można podzielić na sześć kategorii: fermentacja jelitowa, gleby rolne, odchody zwierzęce, wapnowanie, stosowanie mocznika oraz spalanie odpadów roślinnych. W 2018 roku za 85,8% całkowitej emisji GHG były odpowiedzialne gleby rolne (46,4%) oraz fermentacja jelitowa zwierząt (39,4%), a z nawozami naturalnymi obejmowały one aż 97,0%. Udział pozostałych źródeł był minimalny<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> Według raportu FAO w 2019 roku w skali świata produkcja żywności odpowiada za emisję 7,2 Gt CO<sub>2</sub>eq, zmiany w użytkowaniu gruntów (osuszanie mokradł i wylesianie) – 3,5 Gt CO<sub>2</sub>eq, a produkcja nawozów, przetwórstwo żywności, pakowanie, transport, handel detaliczny, konsumpcja w gospodarstwach domowych i utylizacja odpadów spożywczych – 5,8 Gt CO<sub>2</sub>eq [Więćkowska 2021].

<sup>3</sup> Według raportu Zeroemisyjna Polska 2050 produkcja żywności odpowiadała za 8% emisji gazów cieplarnianych w Polsce, co stanowiło 32 mln ekwiwalentu CO<sub>2</sub>. Potencjał jego redukcji do 2050 roku w chowie zwierząt oceniano na 9 mln [Fundacja WWF Polska 2020].



Rysunek 1. Udział różnych źródeł w całkowitej emisji gazów cieplarnianych w Polsce w 2018 roku

Figure 1. The share of various sources in the total greenhouse gas emissions in Poland in 2018

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Krajowego Raportu..., 2020].

Dla sektora rolniczego najistotniejsza jest emisja metanu ( $\text{CH}_4$ ), podtlenku azotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ) oraz dwutlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ). Emisja metanu jest związana z fermentacją jelitową przeżuwaaczy oraz z magazynowaniem odchodów zwierzęcych. Metan może także powstawać na skutek procesów spalania resztek poźniwnych. Jeśli chodzi o emisję podtlenku azotu, powstaje ona z gleb rolnych oraz na skutek stosowania nawozów i częściowo ze spalania resztek roślinnych. Do głównych źródeł emisji  $\text{CO}_2$  w rolnictwie zalicza się spalanie paliw, produkcję energii cieplnej oraz eksploatację energii elektrycznej [Bieńkowski i in. 2015, s. 84–85]. Jednak takie gospodarowanie energią jest zaliczane w większości do kategorii energia. W przypadku emisji i pochłaniania  $\text{CO}_2$  przez produkcję roślinną często stosuje się także tzw. bilans zerowy. Powodem jest zdolność roślin uprawnych do pochłaniania w kolejnym okresie wegetacyjnym całkowitej ilości  $\text{CO}_2$ , który wcześniej został wyemitowany [Roszkowski 2011, s. 89]. Zatem w raportach dotyczących emisji GHG w rolnictwie uwzględnia się  $\text{CO}_2$  pochodzący z wapnowania oraz stosowania nawozów mączkowych. Warto też dodać, iż rolnictwo w niewielkim stopniu odpowiada za emisję amoniaku (pochodzenie nawozowe), który z kolei w sposób pośredni może być źródłem podtlenku azotu [Zaliwski 2007, s. 36].

Sektor rolniczy w Polsce w 2018 roku wyemitował 17,60 mln t ekw.  $\text{CO}_2$  podtlenku azotu, co stanowiło ok. 79,6% całkowitej krajowej emisji tego związku – 14,58 mln t ekw.  $\text{CO}_2$  metanu (ok. 29,9%) oraz 1,01 mln t ekw.  $\text{CO}_2$  (ok. 0,3%) [Krajowy Ośrodek..., 2020]. Wysoki udział  $\text{CH}_4$  i  $\text{N}_2\text{O}$  wynika z tego, iż rolnictwo jest największym ich producentem.

Dodatkowo potencjał globalnego ocieplenia tych związków jest bardzo wysoki i w porównaniu do CO<sub>2</sub>, w większym stopniu wpływają one na ocieplenie klimatu [Bujanowicz-Haraś 2018, s. 18].

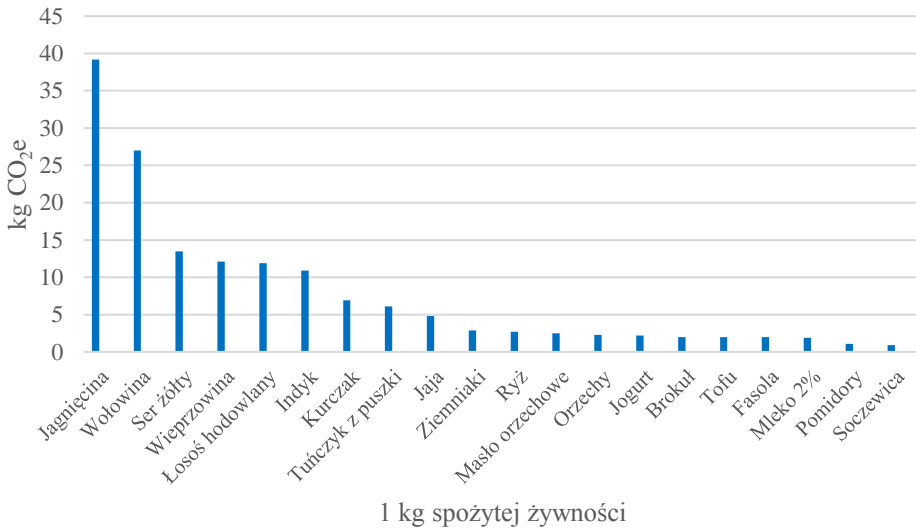
Ślad węglowy rolnictwa jest powodowany przez bezpośrednią produkcję roślinną i zwierzęcą oraz zmiany form użytkowania ziemi (wylesianie, osuszanie itp.). W mniejszym stopniu przez transport, gdyż na tę dziedzinę znacznie większy wpływ mają inne kategorie emisji (istotne są kwestie bilansowania) [Roszkowski 2011, s. 86]. Zgodnie z danymi FAO, globalna emisja GHG z rolnictwa w okresie 2000–2017 wzrosła o 16%, z czego fermentacja jelitowa stanowiła 40%. Zwierzęce i chemiczne źródła nawożenia gleb to ponad 30% całkowitej globalnej emisji [FAO 2020, s. 32]. Według najnowszych szacunków produkcja zwierzęca jest odpowiedzialna za ok. 14,5% globalnej emisji GHG. Produkcja roślinna natomiast jest znacznie mniej obciążająca dla środowiska [Trzy sposoby...].

### **Carbon footprint ukryty w żywności**

Żywność jest ściśle związana z systemem żywnościowym, który jest odpowiedzialny za ok. 21–37% całkowitej globalnej emisji GHG produkowanej przez człowieka. Według tych szacunków: 9–14% emisji pochodzi z upraw i hodowli na terenie gospodarstw, 5–14% emisji jest powodowana użytkowaniem gruntów/zmianą użytkowania gruntów, 5–10% emisji jest związana z działaniami w łańcuchach dostaw [Mbow i in. 2019]. Wynika stąd, iż emitowane gazy cieplarniane, w przypadku systemu żywnościowego, w ok. 80% pochodzą z rolnictwa, reszta zaś przypada na inne procesy. Warto też dodać, iż do produkcji żywności zużywane są znaczne ilości wody słodkiej, z czego za ok. 70% jej całkowitego poboru jest odpowiedzialny sektor rolniczy [Sierpińska 2019].

Wyżywienie ponad 7 mld ludzi na świecie uwzględniając współczesne diety oraz praktyki produkcyjne znacznie obciąża środowisko naturalne i generuje „koszty środowiskowe” [Poore i Nemecek 2018, s. 987]. Jednak obciążenie to nie rozkłada się równomiernie. W hodowli zwierząt zużywa się więcej zasobów w przeliczeniu na jednostkę masy uzyskanego produktu, niż w przypadku uprawy roślin. W zależności od gatunków zwierząt hodowlanych emisje GHG mogą się różnić [Global Livestock...]. Jako główne źródło emisji w tym sektorze, z udziałem na poziomie około 62%, należy wymienić bydło (5,024 gigaton ekw. CO<sub>2</sub>). Znacznie niższy udział w emisji mają: trzoda chlewna i kurczaki (po około 10%), bawoły (ok. 9%), małe przeżuwacze (ok. 7%) i pozostały drób (ok. 1%). Taki procentowy rozkład wynika nie tylko z wielkości pogłowia bydła, ale z emisji dużej ilości metanu z fermentacji jelitowej. Dotyczy to również owiec i kóz, ale popularność ich chowu jest mniejsza. Szacuje się, że bakterie, które znajdują się w układzie pokarmowym krowy produkują w ciągu dnia 250–400 l metanu. W 89% ten związek chemiczny jest wydalany z organizmów krów (odbijanie) i w ten sposób przedostaje się do atmosfery [Soraja Tumanowicz 2019]. Jako naturalny sposób zmniejszenia metanogenezy rozważa się dodawanie do pasz oregano [Kryszewski 2016].

Znacząco niższą emisyjnością w porównaniu do produktów mięsnych charakteryzują się produkty roślinne (zwłaszcza warzywa). Szczegółową emisjotwórczość wybranych produktów zaprezentowano na rysunku 2, gdzie połączono emisje spowodowane produkcją (produkt nie opuszcza gospodarstwa) oraz pozostałe emisje, kiedy produkt jest poza nim. Dla przykładu, ślad węglowy jagnięciny jest około 44 razy większy, niż ślad węglowy soczewicy.



Rysunek 2. Emisja gazów cieplarnianych wybranych produktów żywnościowych

Figure 2. Greenhouse gas emissions of selected food products

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [EWG's quick...].

W zależności od opracowań i przeprowadzanych analiz, poszczególne produkty spożywcze mogą wykazywać inne wyniki. Licząc wielkość emisji w kg ekw. CO<sub>2</sub>/1000 kcal, niektóre niskokaloryczne warzywa mogą mieć większy wpływ na środowisko, niż w przeliczeniu na porcję białka (kg ekw. CO<sub>2</sub>/100 g białka). Poza tym, powodem różnic może być ogólny sposób uprawy, w tym stosowanie upraw szklarniowych warzyw, które mają 3-krotnie większą emisyjność niż uprawy gruntowe. Taka sama zależność w wielkości emisji występuje w połowach ryb z wykorzystaniem trału dennego [Sierpińska 2019].

Wielkość śladu węglowego poszczególnych produktów spożywczych jest kształtowana także przez opakowanie i jego materiał. Najniższą emisyjnością odznaczają się opakowania szklane – wyprodukowanie 1 kg takiego opakowania (wielokrotny użytek), emituje ok. 0,5 kg ekw. CO<sub>2</sub>. Dla opakowań plastikowych emisja wynosi od 2 do 2,2 kg ekw. CO<sub>2</sub>/kg opakowania, a dla toreb papierowych i kartonów 7,5/7,7 kg ekw. CO<sub>2</sub>/kg opakowania. Największą emisję powodują puszki metalowe ok. 9 kg ekw. CO<sub>2</sub>/kg opakowania [Skąpska 2020].

Innym zjawiskiem, którego skala intensywności obecnie narasta jest marnotrawienie żywności, co stanowi ok. 24% wszystkich emitowanych GHG z nią związanych [Matras 2020]. Najwięcej żywności, poza procesami przechowywania i konsumpcji, jest marnowana podczas produkcji [Bednarczuk i Śleszyński 2019, s. 23]. Globalnie aż 30% wyprodukowanego jedzenia jest wyrzucana, co generuje ogromne straty finansowe i środowiskowe. Problem ten dotyczy głównie krajów wysokorozwiniętych, które produkują oraz kupują żywność w ilości przewyższającej ich potrzeby. Według WWF w Polsce co roku marnowane jest

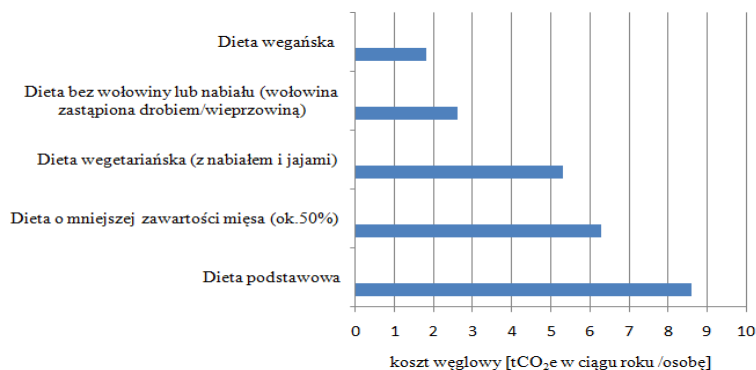
aż 5 mln t jedzenia. Przeciętny mieszkaniec Polski marnuje żywność w ilości 235 kg, a Europejczyk od 158 do 298 kg [Żywność...]. Warto więc, dokonywać przemyślanych wyborów żywieniowych, zwracając uwagę na aspekty środowiskowe i zdrowotne.

## **Poprawa stanu środowiska a poprawa zdrowia**

Żywność wraz z całym system żywnościowym ma ogromny potencjał, aby zapewnić i pielęgnować ludzkie zdrowie oraz wspierać zrównoważony rozwój środowiska. Jednak, na skutek nieodpowiednich działań i niewłaściwej konsumpcji, może stanowić zagrożenie zarówno dla społeczeństwa, jak i dla całej planety [Willett. i in. 2019, s. 447]. Specjaliści z EAT w raporcie „Diets for a better future” przewidują, że przy obecnych preferencjach żywieniowych i wzorcach konsumpcji, do 2050 roku nastąpi podwojenie emisji GHG powstałych w związku z produkcją żywności. Według prognoz szacowany na 5 Gt ekw. CO<sub>2</sub> „budżet węglowy” zostanie znacznie przekroczony, co będzie skutkowało katastrofami środowiskowymi. Zatem, żywność (produkty jakie spożywamy – ilość/jakość, jak dużo z nich jest marnowanych, oraz sposób i ilość produkcji), ma kluczowe znaczenie w przeciwstawianiu się zmianom klimatu [Loken 2020, s. 6].

Popularne stwierdzenie o globalnym ociepleniu głosi, iż rozpoczyna się ono na talerzu, każdy produkt spożywczy w diecie człowieka charakteryzuje się bowiem określonym śladem węglowym, co czyni je mniej lub bardziej szkodliwym dla klimatu. Szczególnym przypadkiem są produkty pochodzenia zwierzęcego, których spożycie w największym stopniu wpływa na wielkość śladu węglowego poszczególnych diet [Zmieniaj dietę...]. Naukowcy z Oxford w 2014 roku oszacowali, iż emisyjność diet z wysoką zawartością mięsa wobec diet roślinnych jest 2–2,5 razy większa. Dla wegan ich dzienny ślad węglowy wynosi ok. 2,9 kg ekw. CO<sub>2</sub>, dla wegetarian i osób spożywających ryby wartości są zbliżone, ok. 3,8/3,9 kg ekw. CO<sub>2</sub>. Największy ślad węglowy mają osoby, które konsumują mięso i produkty pochodzenia zwierzęcego (istotny jest rodzaj i ilość) – przy ich spożyciu na poziomie ponad 100g/dzień, wynosi on ok. 7 kg ekw. CO<sub>2</sub> [Scarborough i in. 2014, s. 179].

Analizując roczne koszty węglowe wybranych diet (rysunek 3), dostrzegalna jest zależność, zgodnie z którą wraz z ograniczeniem spożycia mięsa (szczególnie wołowiny) i produktów pochodzenia zwierzęcego oraz jednoczesnym wzrostem konsumpcji produktów roślinnych maleje roczny ślad węglowy diety, a tym samym uciążliwość dla środowiska.



Rysunek 3. Ślad węglowy poszczególnych diet (z uwzględnieniem emisji z produkcji)

Figure 3. Carbon footprint of individual diets (including emissions from production)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Searchinger i in. 2018, s. 251].

Obliczono, że jeśli dieta wegańska byłaby jedyną dietą wśród ludzi, to emisja GHG na świecie w zakresie żywności mogłaby ulec zmniejszeniu (do 2050 roku) nawet o 70% [Trzy sposoby na...]. Jeśli natomiast w całej UE konsumpcja takich produktów jak: mięso, nabiał oraz jaja zostanie zredukowana o połowę, to emisja gazów cieplarnianych (żywność) zmniejszy się o ok. 25–40%. Ponadto, takie zmiany w diecie przyczyniłyby się do zmniejszenia zagrożenia dla zdrowia [Westhoek. i in. 2014, s. 196]. Dieta roślinna zmniejsza ryzyko śmierci spowodowanej chorobami układu krążenia (o 26%) oraz ryzyko takich chorób jak otyłość (o 65%), cukrzyca typu II (o 62%) i niektóre nowotwory (o 15%) [Twój obiad...].

Zgodnie z „Piramidą Zdrowego Żywienia i Aktywności Fizycznej” oprócz codziennej aktywności kluczowe dla zdrowia oraz dobrego samopoczucia jest ograniczenie spożycia mięs (głównie mięsa czerwonego) oraz przetworzonych produktów pochodzenia zwierzęcego w ilości do ok. 0,5 kg na tydzień [Instytut Żywności i Żywienia – PIB]. Jak wynika z danych Głównego Urzędu Statystycznego w Polsce w 2018 roku (w porównaniu do 2017 roku) spożycie mięsa spadło o ok. 2,3% i w przeliczeniu na jedną osobę wyniosło ok. 62,4 kg. Średnio w ciągu dnia statystyczny Polak zjadał ok. 171 g mięsa, co znacznie przekracza zalecane 0,5 kg/tydzień [GUS 2020, s. 67–68]. Dla porównania, mieszkaniec Ameryki Północnej w 2018 roku skonsumował ponad 90 kg mięsa, czyli ok. 260 g/dzień. Według prognoz FAO, do 2028 roku spożycie mięsa będzie wzrastało (globalnie jest to kilka mln t), co jest równoznaczne ze wzrostem emisji GHG. Stopy wzrostu będą jednak niższe w porównaniu do ostatniej dekady. To pokazuje, iż społeczeństwo zaczyna z większą świadomością komponować zawartość swojej codziennej diety, ale wciąż takich osób jest za mało [OECD/FAO 2018, s. 157].

Wychodząc naprzeciw problemom współczesnego świata, komisja EAT – Lancet wskazuje na konieczność przeprowadzenia radykalnej transformacji globalnego systemu żywnościowego. W tym celu opracowano dietę planetarną, która jest korzystna dla ludzkiego zdrowia i przyjazna dla środowiska. Zgodnie z jej założeniami należy spożywać optymalne ilości kalorii, a główne ich źródło mają stanowić różnorodne produkty roślinne. Zaleca się ograniczyć spożycie mięs i produktów pochodzenia zwierzęcego oraz wysokoprzetworzonej żywności. Według zaleceń, około połowę talerza (posiłku) mają stanowić warzywa i owoce (z przewagą pierwszych). W drugiej połowie natomiast powinny się znaleźć pełne ziarna,



roślinne źródła białka, nienasycone oleje roślinne oraz opcjonalnie zwierzęce źródła białka i produkty nabiałowe [The EAT-Lancet Commission 2020, s. 5–10].

Dieta planetarna w istocie jest bardzo zbliżona do tradycyjnych wzorców żywieniowych, co oznacza, iż globalna populacja nie musi odżywiać się dokładnie w ten sam sposób. Wręcz przeciwnie, w diecie planetarnej należy uwzględniać takie aspekty jak: kultura, tradycja, położenie geograficzne oraz demografia określonej populacji. Zastosowanie takiego modelu żywienia w skali globalnej ułatwiłoby walkę z nadmiernym konsumpcjonizmem (kraje wysokorozwinięte) oraz głodem (kraje ubogie) i przyczyniłoby się do obniżenia liczby osób, które mają nadwagę/otyłość lub są niedożywione. Eksperci EAT- Lancet szacują, że dieta planetarna mogłaby uchronić ludzkość przed 11 mln zgonami w skali rocznej oraz zapobiec nieodwracalnym/katastrofalnym zmianom środowiska na całej Ziemi [Dieta planetarna...].

Wiele współczesnych chorób jest powodowanych w dużym stopniu spożywaną żywnością. Wiadomo także, jaką presję na środowisko wywiera produkcja określonych produktów spożywczych. Zatem zmodyfikowanie preferencji żywieniowych i zastosowanie diet ze zmniejszoną ilością (lub całkowite wyeliminowanie) mięsa oraz produktów pochodzenia zwierzęcego na rzecz produktów roślinnych oraz zwracanie uwagi na ślad węglowy, przyczyni się do poprawy zdrowia i środowiska [Bieńkowski i in. 2016, s. 9–10].

## Wnioski

1. Obecny światowy system żywnościowy odpowiada za 21–37% globalnej emisji GHG produkowanej przez człowieka. Znaczna ich część pochodzi z rolnictwa, gdzie głównym źródłem jest produkcja zwierzęca stanowiąca około 14,5% całkowitych światowych emisji gazów cieplarnianych.
2. Produkcja roślinna nie jest tak obciążająca dla środowiska jak zwierzęca. Produkty mięsne i pochodzenia mięsnego odznaczają się wyższą emisyjnością niż produkty roślinne i są bardziej szkodliwe zarówno dla klimatu, jak i zdrowia ludzi. Ich spożycie determinuje wielkość śladu węglowego określonych diet i ogólną uciążliwość środowiskową.
3. Istnieje silny związek między żywnością (całością diety), środowiskiem i zmianami klimatycznymi a stanem zdrowia ludności.
4. Wydaje się, że korzystnym rozwiązaniem umożliwiającym balans między wszystkimi powyższymi elementami oraz realizacją (radikalnej i koniecznej) transformacji w systemie żywnościowym na całym świecie może być dieta planetarna.

## Bibliografia

- Bednarczuk A., Śleszyński J., 2019: Mamotrawstwo żywności – problem pomiaru i dostępności danych, *Optimum. Economic Studies* 3(97), 19–32.
- Bieńkowski J., Holka M., Dabrowicz R., Dworecka-Waż E., 2016: Emisje gazów cieplarnianych związane z różnymi scenariuszami diet mieszkańców Polski, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego* 16(3), 9–19.
- Bieńkowski J., Jankowiak J., Holka M., Dabrowicz R., 2015: Potrzeby wyznaczania śladu węglowego produkcji rolniczej i perspektywy jego zastosowań, *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 2(80), 83–96.
- Bujanowicz-Haraś B., 2018: Emisja gazów cieplarnianych (GHG) z perspektywy polskiego sektora rolnego, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 20(3), 16–21.

- Burchard-Dziubińska M., Rzeńca A., Drzazga D., 2014: Zrównoważony rozwój – naturalny wybór, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Dieta planetarna – sposób żywienia, który pomoże zapobiec katastrofie ekologicznej, VI Narodowy Kongres Żywnościowy, [źródło elektroniczne] <https://kongres-zywniowy.waw.pl/dieta-planetarna-sposob-zywienia-ktory-pomoze-zapobiec-katastrofie-ekologicznej/> [dostęp: 27.04.2021].
- Eurostat, Greenhouse gas emissions by source sector, [źródło elektroniczne] [https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env\\_air\\_gge&lang=en](https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en) [dostęp: 20.10.2020].
- FAO, 2020: World Food and Agriculture, Statistical Yearbook 2020, Rome, [źródło elektroniczne] <http://www.fao.org/3/cb1329en/CB1329EN.pdf> [dostęp: 27.04.2021].
- Fundacja WWF Polska, 2020: Zeroemisyjna Polska 2050, [źródło elektroniczne] <https://www.wwf.pl/Zeroemisyjna-Polska> [dostęp: 27.04.2021].
- Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM), FAO, [źródło elektroniczne] <https://www.fao.org/gleam/results/en/#c300947> [dostęp: 10.11.2020].
- GUS, 2020: Rolnictwo w 2019 r., Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa, [źródło elektroniczne], <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/rolnictwo/rolnictwo-w-2019-roku,3,16.html> [dostęp: 14.11.2020].
- Instytut Żywności i Żywienia – PIB, [źródło elektroniczne] <http://www.izz.waw.pl/zasady-prawidowego-zywienia> [dostęp: 14.11.2020].
- Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), 2020: Krajowy Raport Inwentaryzacyjny 2020. Inwentaryzacja gazów cieplarnianych w Polsce dla lat 1988-2018 (Raport syntetyczny), Warszawa, <https://www.kobize.pl/pl/fileCategory/id/16/krajowa-inwentaryzacja-emisji>, dostęp 09.02.2021 r.
- Kryszewski R., 2016: Oregano dla krów zmniejsza emisję metanu, [agropolska.pl](https://www.agropolska.pl/produkcja-zwierzecz/bydlo/oregano-dla-krow-zmniejsza-emisje-metanu,514.html), [źródło elektroniczne] <https://www.agropolska.pl/produkcja-zwierzecz/bydlo/oregano-dla-krow-zmniejsza-emisje-metanu,514.html> [dostęp: 10.11.2020].
- Loken B. (red.), 2020: The Report – Diets for a Better Future, EAT, [źródło elektroniczne] <https://eatforum.org/knowledge/diets-for-a-better-future/> [dostęp 14.11.2020].
- Matras A., 2020: Wybrał soję zamiast mięsa, żeby ratować planetę. Dieta a globalne ocieplenie, [Dietetyka #nienazarty](https://dietetykanienazarty.pl/b/wybral-soje-zamiast-miesa-zeby-ratowac-planete), [źródło elektroniczne] <https://dietetykanienazarty.pl/b/wybral-soje-zamiast-miesa-zeby-ratowac-planete> [dostęp: 11.11.2020].
- Mbow C., Rosenzweig C., Barioni L.G., Benton T.G., Herrero M., Krishnapillai M., Liwenga E., Pradhan P., Rivera-Ferre M.G., Sapkota T., Tubiello F.N., Xu Y., 2019: Food Security, [w:] Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems, P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (red.), IPCC, Ankara, [źródło elektroniczne], <https://www.ipcc.ch/srcc1/chapter/chapter-5/> [dostęp: 10.11.2020].
- OECD/FAO, 2018: OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027, OECD Publishing, Paris, Rome [źródło elektroniczne] <http://www.fao.org/publications/oecd-fao-agricultural-outlook/2018-2027/en/> [dostęp: 14.11.2020].
- Poore J., Nemecek T., 2018: Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, *Science*, volume 360, 987–992.
- Roszkowski A., 2011: Technologie produkcji zwierzęcej a emisje gazów cieplarnianych, *Problemy Inżynierii Rolniczej* 2(19), 83–97.
- Scarborough P., Appleby P.N., Mizdrak A., Briggs A.D.M., Travis R.C., Bradbury K.E., Key T.J., 2014: Dietary greenhouse gas emissions of meat-eaters, Fish-eaters, vegetarians and vegan in the UK, *Climatic Change* 125(2), 179–192.
- Searchinger T., Wierseniuss S., Beringer T., Dumas P., 2018: Assessing the efficiency of changes in land use for mitigating climate change, *Nature* 564, 196–205.
- Sierpińska A., 2019: Klimatyczny ślad kotleta, *Nauka o klimacie*, [źródło elektroniczne] <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/klimatyczny-slak-kotleta-386> [dostęp: 10.11.2020].
- Skąpska S., 2020: Działania proekologiczne na rynku rolno-spożywczym, MODR Warszawa, [źródło elektroniczne] <https://www.modr.mazowsze.pl/sir/2880-dzialania-proekologiczne-na-rynku-rolno-spozywczym> [dostęp: 12.11.2020].
- Soraja Tumanowicz J., 2019: Krowa – sprawca globalnego ocieplenia? [agroFakt.pl](https://www.agrofakt.pl/produkcja-metanu-przez-krowy/), [źródło elektroniczne] <https://www.agrofakt.pl/produkcja-metanu-przez-krowy/> [dostęp: 10.11.2020].
- Trzy sposoby na wsparcie naszych działań, *proveg international*, [źródło elektroniczne] <https://proveg.com/pl/5-pro-srodowisko/> [dostęp: 27.10.2020].

- Twój obiad może zmienić świat!, Dietetyka #nienazarty, [źródło elektroniczne] <https://dietetykanienazarty.pl/dbamoklimat> [dostęp: 14.11.2020].
- Westhoek H., Lesschen J.P., Rood T., Wagner S., De Marco A., Murphy-Bokern D., Leip A., van Grinsven H., Sutton M.A., Oenema O., 2014: Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change* 26, 196–205.
- Więckowska M., 2021: Przyszłość rolnictwa pod znakiem zapytania? Pilnie potrzebna redukcja emisji GHG w sektorze, Teraz środowisko, [źródło elektroniczne] <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/przyszlosc-rolnictwa-redukcja-emisje-gazy-cieplarniane-WPR-11131.html> [dostęp: 18.04.2021].
- Więk A., Tkacz K., 2012: Ślad węglowy surowców zwierzęcych, *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 67(2), 81–94.
- Willett W. i in. 2019: Food in the Anthropocene: the EAT – Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems, *The Lancet* 393, 447–92.
- Zaliwski A., 2007: Emisja gazów cieplarnianych przez rolnictwo, *Studia i Raporty IUNG-PIB* 4, 35–47.
- Zarczuk J., 2021: Carbon Footprint w sektorze rolno-spożywczym i transportowym oraz jego znaczenie dla społeczeństwa, Instytut Ekonomii i Finansów SGGW w Warszawie, Katedra Logistyki [praca magisterska].
- Zarczuk J., Klepacki B., 2021: Pojęcie, znaczenie i pomiar śladu węglowego (*carbon footprint*), *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1, 85–95.
- Zarczuk J., Klepacki B., 2021: Powstawanie śladu węglowego w branży transportowej, *Zeszyty Naukowe SGGW. Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 2 [w druku].
- Zmieniaj dietę, nie klimat. Rozwiązanie problemu zmian klimatu na naszych talerzach, *proveg international*, [źródło elektroniczne] <https://proveg.com/pl/zmieniajdietenieklimat/> [dostęp: 13.11.2020].
- Żywność, Fundacja WWF, [źródło elektroniczne] <https://www.wwf.pl/ekonsumpcja/zywnosc> [dostęp: 11.11.2020].

Aldona Zawojcka<sup>✉</sup>, Tomasz Siudek<sup>✉</sup>,  
Warsaw University of Life Sciences – SGGW

## European aviation transportation during the COVID-19 crisis

### Europejski transport lotniczy podczas kryzysu COVID-19

**Abstract:** This article examines the effects of uncertainty shocks such as the one posed by the current COVID-19 pandemic on global airline transport with a particular focus on the European region, including Poland. The rationale behind the topic choice is that air transport, mainly passenger one, belongs to those economic sectors that are most affected by the global pandemic due to lockdowns of economies, travel restrictions set up by countries around the world, and people reluctance or fear to travel. As the pandemic situation is still changing, the previous assessments of the COVID-19 impacts available in literature require continuous updating. In this respect, using the most up-to-date data, the current paper contributes to a growing body of knowledge by focusing on such aspects as changes in air traffic volume, passenger and cargo, the financial condition of air transport providers, and this industry employment. The article is of a descriptive character. It is based on the scientific and popular literature, and publicly available Eurostat and Statista statistics as well as aviation industry-specific sources (ICAO, Eurocontrol, IATA, ATAG). The research adopts the methodological approach proper for a positive economics. The results indicate that not the entire aviation sector was negatively affected by COVID-19, as freight and private non-commercial aviation transport increased sharply during the pandemic.

**Key words:** airlines, passenger traffic, air cargo, pandemic crisis, financial performance, employment, Europe, Poland

**Synopsis.** Niniejszy artykuł analizuje skutki szoków niepewności, takich jak ten wywołany pandemią COVID-19 na globalny transport lotniczy, ze szczególnym uwzględnieniem regionu europejskiego, w tym Polski. Uzasadnieniem wyboru tematu jest przynależność transportu lotniczego, głównie pasażerskiego, do tych sektorów gospodarki, które najbardziej utraciły w wyniku globalnej pandemii ze względu na blokady gospodarek, ograniczenia w podróżowaniu nałożone przez kraje na całym świecie i obawy czy niechęć ludzi do podróżowania. Ponieważ sytuacja pandemiczna wciąż się zmienia, wcześniejsze oceny skutków COVID-19 dostępne w literaturze naukowej i popularnej wymagają ciągłej aktualizacji. W tym zakresie wykorzystując najbardziej aktualne dane, niniejszy artykuł przyczynia się do poszerzania wiedzy, skupiając się na takich aspektach, jak zmiany w natężeniu ruchu lotniczego, pasażerskiego i towarowego, kondycja finansowa przewoźników lotniczych, a także zatrudnienie w branży. Artykuł ma charakter przeglądowy. Opiera się na literaturze naukowej i popularnej oraz publicznie dostępnych danych wtórnych (Eurostat i Statista), a także na źródłach specyficznych dla branży lotniczej (ICAO, Eurocontrol, IATA, ATAG). W badaniu przyjęto podejście metodologiczne właściwe dla ekonomii pozytywnej. Wyniki wskazują, że COVID-19 nie wpłynął negatywnie na cały sektor lotniczy, ponieważ transport towarowy i prywatne przewozy pasażerskie gwałtownie wzrosły podczas pandemii.

---

<sup>✉</sup>Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Institute of Economics and Finance;  
e-mail: aldona\_zawojcka@sggw.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0003-3668-0127>

<sup>✉</sup>Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Institute of Economics and Finance;  
e-mail: tomasz\_siudek@sggw.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0001-8400-5631>

**Słowa kluczowe:** linie lotnicze, ruch pasażerski, cargo, kryzys pandemiczny, wyniki finansowe, zatrudnienie, Europa, Polska

**JEL codes:** L93, M21, R41

## Introduction

Within the framework of the theory of exogenous economic growth, the natural crises such as disease pandemics are external shocks that deteriorate business activities and reduce the potential for economic growth. The peculiarity of the COVID-19 crisis is that it has spread rapidly throughout the world. In addition, the current pandemic has shaken individual economies on both the supply and demand sides. The crisis generally affects every business sector; however, the scale and direction of this impact differ depending on its specificity.

When it comes to air transportation, in the pre-COVID-19 years, it performed quite well. It belonged to the most dynamically developing economic sectors with the annual growth in global air traffic passenger demand reaching about 7–8% in 2015–2018, and 4% in 2019 [Statista 2021a]. In 2019, the number of scheduled passengers boarded by the global airline industry amounted to over 4.2 billion people and doubled since 2005 [Statista 2021b].

It changed radically in the COVID-19 period. Government restrictions to stem SARS-Cov-2 spreading have led to border closures, lockdowns and a dramatic downturn for domestic and international human mobility which disrupted commercial activities and caused general shrink of national economies thus affecting transportation networks that include sea, air, rail, and road transport. On supply side, the pandemic has halted the domestic and international supply chain, on demand-side, it decreased domestic and international demand for transport, especially passenger one.

The aviation sector has faced many disruptions throughout history, e.g., the oil embargo, airline deregulation, terrorist attacks and the great recession [Ito and Lee 2005, Luft 2006, Pearce 2012, Davies 2016] but none has been as rapid and severe as the one caused by current pandemic. While previous crises have slowed down the growth of the aviation industry, none of them led to a complete halt to operations. For example, in 2002, after the terrorist attacks in the United States, air traffic in Europe fell by 2%. The financial crisis of 2009 translated into a decrease of 6.6%. The eruption of the Icelandic volcano Eyjafjallajökull in April 2010 resulted in the cancellation of 111 thousand flights [ECA 2021].

According to a recent Fitch's special report, the COVID-19 pandemic has resulted in the worst event-driven crisis in modern aviation history, materially negatively affecting the financial and credit metrics of airlines, aircraft lessors and airports, and the performance of aircraft and engine asset-backed securities [Fitch Ratings 2021].

The air transport sector as a whole, experiencing a sharp contraction in economic activity, revenues, and profits is commonly classified by researchers as an economic loser from the pandemic [Abay et al. 2020, Sokol and Pataccini 2020, Zawojńska 2021].

Airline companies are directly exposed to the virus and suffer negative effects from the drop in travel demand. As it is well known, following the COVID-19 outbreak, states imposed strict measures, such as travel restrictions for passengers and transport personnel, as well as flight bans, to help contain the pandemic. This made air transport arguably the most affected sector of the economy, with thousands of aircraft stranded around the globe.

Given world passenger traffic, it was 49% lower in 2021 vs. 2019 and 60% lower in 2020 vs. 2019. In 2021, compared to 2019, there was an overall reduction of the seats offered by airlines by 40%, of passengers by 2,2 billion persons, and a loss of gross passenger operating revenues of airlines estimated at approximately USD 324 billion [ICAO 2021]. The post-COVID number of scheduled passengers boarded by worldwide airline industry fell to 1.81 and 2.28 billion in 2020 and 2021, respectively. In response to the new situation, within commercial air transport, there has been a shift from activities that involve higher exposure to the virus (passenger transport) to safer substitutes such as cargo transport.

The commercial supply chain of the aviation industry in Europe is not focused on the European market as European planes are sold to international customers and European suppliers can be found, for example, in the supply chains of Boeing and Airbus. European players generated combined revenue of USD 146 bn in 2019 [del Camp et al. 2021].

The worldwide literature on the multifaceted impacts of the COVID-19 is very huge. Several recent contributions have investigated the consequences of COVID-19 on aviation industry and air transportation in different dimensions, either at the global level [Iacus et al. 2020, Sun et al. 2020, 2021, Dube et al. 2021, Gudmundsson et al. 2021], European level [Albers and Rundshagen 2020, Budd et al. 2020, Iacus et al. 2020, Nižetić 2020, Cifuentes-Faura and Faura-Martínez 2021, Kökény et al. 2021] or country level [Janczuk and Czapski 2020, Li 2020, Florido-Benitez 2021, Wasowska et al. 2021, Wolle 2021].

Another works have examined the impact of air transportation on the risk of the COVID-19 outbreak and the spread of disease [Craig et al. 2020, Daon et al. 2020, Nakamura and Managi 2020, Nikolaou and Dimitriou 2020].

It should be emphasized that the purpose of this study is not a comprehensive review of the literature published so far. This article collects and analyses the latest data on air transport traffic, both passenger and freight, the financial results of and employment in the airline industry, concentrating on the European region, including Poland, to show the impact of the COVID-19 pandemic on these dimensions reflecting the economic prosperity of the sector.

Our study, therefore, adds value to the growing body of knowledge on COVID-19 and its repercussions regarding different aspects of the European air transportation industry as well as contributes to the academic discussion on this topic.

## **Aim and methodology**

The research aims to identify the changes in aircraft, passenger and cargo movements, as well as the aviation industry's financial performance and employment, during the COVID-19 crisis, in the European region.

The rationale for the theme choice is that air transport in general, and passenger transport in particular, is one of the economic sectors most affected by the pandemic. As the pandemic situation is still changing, the previous assessments of the COVID-19 impacts available in scientific and other literature require continuous updating. In this respect, using the most up-to-date data, the current paper contributes to a growing body of knowledge.

The nature of our study is descriptive and not prescriptive. It follows a positive economics' paradigm which in principle is independent of any normative judgments or value-based approach to the subject. It deals with what has been, is, or will be, rather than what ought to be. Empirical evidence or assumptions about facts have normative implications as

expressed in statements about what is good or desirable and what is not. The normative (advocacy-oriented) approach, however, is out of the scope of this paper and dedicated to another contribution.

Using a variety of industrial historical time series, we analyze quantitatively how the pandemic affected the European and domestic airline sectors, also referring to a global perspective. To capture changes, the data covers the pre-pandemic periods and during pandemic development. The applied statistical methods include the analysis of time series data based on tabular presentations and constructed graphs good suited for identifying patterns in the data. Additionally, dynamics measures (time indices and rates of growth) were employed.

The research is based on the review of the relevant scientific and popular literature, and publicly available secondary data drawn from Eurostat and Statista, specific sources associated with the airline industry (the International Civil Aviation Organization – ICAO, the European Organization for the Safety of Air Navigation – Eurocontrol, the International Air Transport Association – IATA, the Civil Aviation Authority of Poland, and Air Transport Action Group - ATAG) as well as the International Finance Corporation – IFC.

## **Results and discussion**

### **Air traffic**

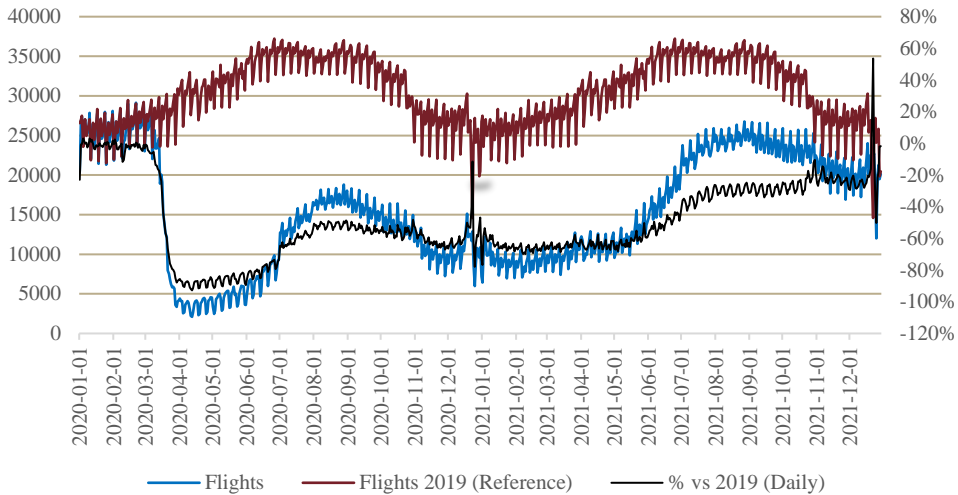
On March 16, 2020, the European Commission adopted Guidelines on border management measures to protect health and ensure the availability of goods and essential services. They underline the principle that all EU internal borders should remain open to freight and that supply chains for essential goods such as food, including livestock, medical equipment, personal protective equipment, and substances of human origin, should be guaranteed. According to the Commission, it is in everyone's interest that, in these extraordinary times, the free movement of goods continues to be free [European Commission 2020a].

To prevent the spread of the pandemic, countries around the world have taken a number of restrictive measures since the beginning of 2020. The air transport industry has suffered a blow due to these constraints but the latest European flight data shows signs of recovery (Figure 1).

As a result of the COVID-19 pandemic, the number of flights in Europe decreased by 55% in 2020 and resulted in 6.1 million fewer flights against the 2019 level. For comparison, in the USA, air traffic decreased by 33.5%, which corresponds to 5.3 million fewer flights. The higher reduction in the European region appears to be linked to the differences in air market composition and various coronavirus-related measures implemented by the European states. On both Atlantic sides, domestic traffic was less affected than international traffic.

As flight restrictions were mainly imposed on long-distant international flights, the impact of the COVID-19 pandemic on these flights was much stronger than on domestic flights [Sun et al. 2020].

The share of domestic traffic in the USA (85.6%) is much higher than in Europe (28.4%)<sup>1</sup> which contributed to a smaller reduction in all US traffic. The relatively high proportion of international traffic both within and to and from Europe, as well as the various COVID-19 quarantine and testing procedures appear to have contributed to lower levels of traffic in Europe [European Commission 2021a].



Notes: The comparison with 2019 is made using the closest similar days: i.e. Friday 01/01/2021 is compared to Friday 04/01/2019. Traffic = total IFR flights (including international arrivals, departures, domestics but excluding overflights).

Figure 1. Daily traffic variation in European countries

Rysunek 1. Dzienna zmiana ruchu w krajach europejskich

Source: own elaboration based on Eurocontrol data [Eurocontrol 2021a].

Flight variation depicted in Figure 1 can be explained by many different factors including COVID-19 and overall economic downturn caused by pandemic, as well as the failure of airlines, disruptions in Air Navigation Service Provider (ANSP) that gives the service of managing the aircraft in flight or on the manoeuvring area, airports' disruptions, and traffic variation in the reference year of 2019.

The latest data show that in December 2021, traffic demand at the European level varied on average between 30% and 40% of the traffic levels for the respective days and months of 2019 [Bucuroiu and Vincent 2021]. Most, if not all, air traffic service (ATS) centers in Europe still applied some specific measures related to COVID-19. According to the Eurocontrol, the most likely traffic forecast estimates that annual air traffic in 2022 will be 89% of 2019 levels [European Commission 2021b].

In the case of Poland, the largest reduction in daily flights (by 80–90%), compared to the reference period of 2019, took place between April and June of 2020. In the EU region,

<sup>1</sup> Unlike Europe, in the US, there is no good alternative to air transportation when it comes to traveling from the East Coast to the West.



the peak was reached in April when the number of flights fell by more than 89% [Nizetić 2020].

Respectively, in some weeks of 2021, they have down 70% against 2019 (Figure 2). From March 1, 2020, Poland has lost around 400,000 flights.

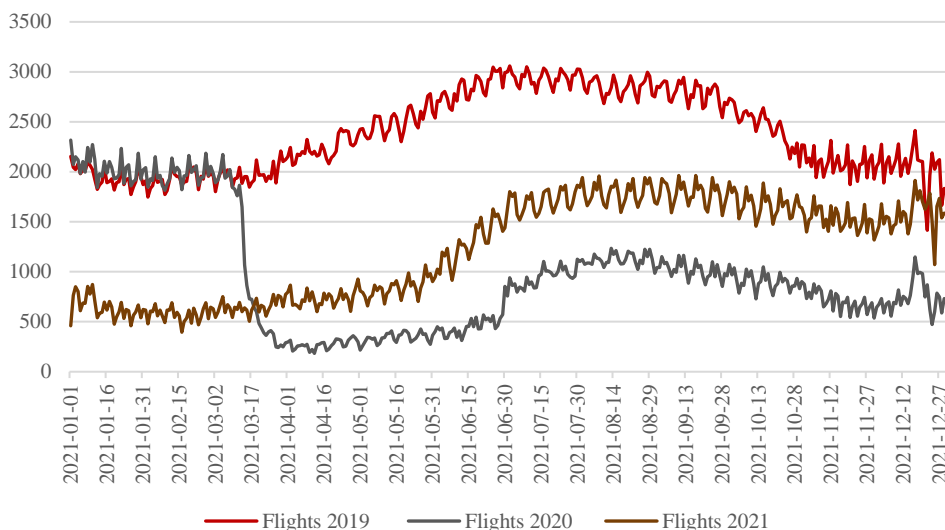


Figure 2. Daily traffic variation in Warsaw ATS, Poland, 2019–2021

Rysunek 2. Dzienna zmiana ruchu w Warszawie, Polska, 2019–2021

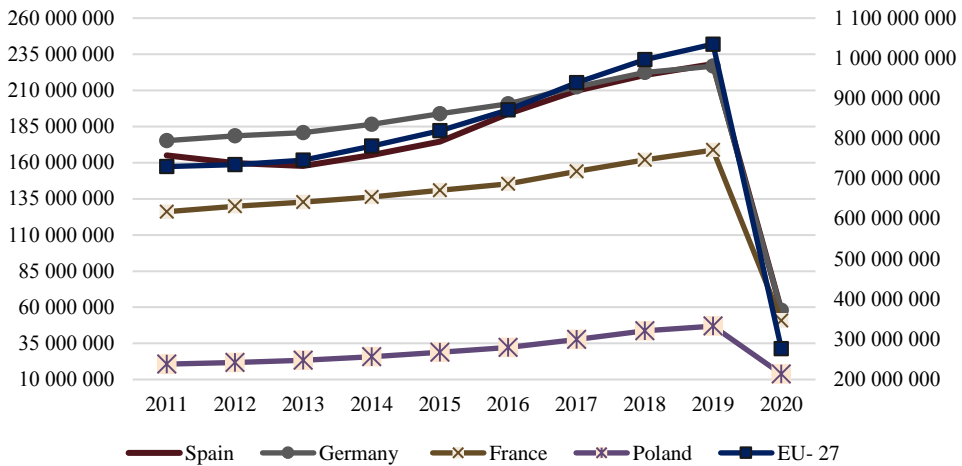
Source: own elaboration based on Eurocontrol data [Eurocontrol 2021a].

Only 65% of the capacity will be available at Warsaw Chopin Airport until March 26, 2022. The main limitation is the passenger terminal with reduced capacity due to social distancing. The capacity of the runway (RWY) will be maintained at the same level [Bucuroiu and Vincent 2021].

### Passenger transport

Figure 3 shows the annual number of transported passengers (arrivals and departures) in the entire EU (the United Kingdom excluded), as well as in Poland and the three countries with the highest passenger traffic in 2019. The data includes all passengers on a given flight (with one flight number) counted only once and not repeatedly on each stage of that flight. These are all revenue and non-revenue passengers whose journey begins or ends at the reporting airport and transfer passengers joining or leaving a flight at the reporting airport. Direct transit passengers are excluded.

In the EU-27, the number of passengers traveling by air dropped from 1,035.2 million in 2019 to 276.7 million in 2020 due to the coronavirus pandemic. As borders are opening up in most European and other parts of the world and travel bans are relaxed, airlines are moving closer to their pre-pandemic flight schedules. However, Omicron threatens to disrupt passenger traffic in 2022 timetables.



Notes: Right axis denotes the EU-27.

Figure 3. Air transport of passengers by country, 2016–2020

Rysunek 3. Transport lotniczy pasażerów według krajów, 2016–2020

Source: own elaboration based on Eurostat [Eurostat 2021].

The highest drop in passengers between 2019 and 2020 (by 80%) was evident in small countries (Slovenia, Slovakia, Cyprus, and Montenegro), while the lowest one but still high (by two-thirds) in Norway and Luxembourg (Figure 4). In Poland, this decline was at 70%.

According to the data of Poland's Civil Aviation Authority, in the 2020 second quarter, the population of passengers on domestic and international flights, both regular and charter ones, at Polish airports was 99% lower compared to the second quarter of 2019. This sharp drop was due to suspending, in March 2020, all regular flights to and from Poland as well as domestic flights [Wasowska et al. 2021]. Passenger traffic at Poland's national airline, PLL LOT, plunged by over 70% in 2020 to 3.1 million people (in 2019 – 10.5 million), and the number of charter flights – by 73% [PAP 2021].

The results of the prediction analysis conducted by Gudmundsson et al. [2021] show that European temporary recovery of passenger demand to pre-COVID-19 levels will take on average 2.7 years starting from 2020 (by late–2022). In the pessimistic scenario, Europe may need as much as six years to regain air travel passengers. Airlines have been upbeat about a rebound in passenger transport demand, particularly after governments lifted travel restrictions, but countries can limit travel again as new coronavirus variants are detected.

According to Wolle [2021], the main driver of a slow recovery in passenger air travel is the combination of travel restrictions and a lack of international cooperation, which leads to a fragmented market situation in Europe and affects consumer confidence.

The question is whether the entire aviation sector was hit during the COVID-19. What, if any, segment of passenger travel surged during the pandemic? The answer is as follows: one particular niche – private aviation. While data on private non-commercial flights is very limited, the media suggests that the demand for private jets and air travel is booming during the current pandemic.

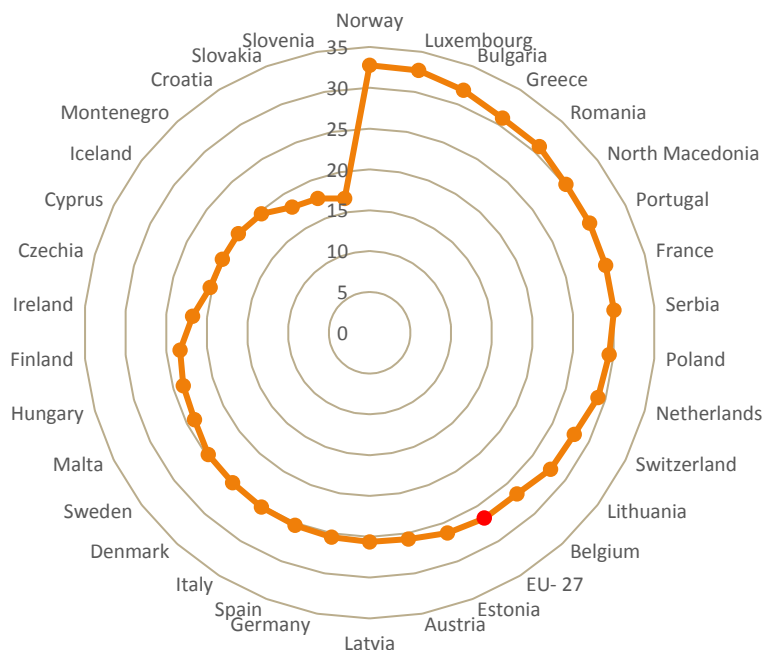


Figure 4. The 2020 air transport passengers as a percentage of 2019 relevant passengers by country  
 Rysunek 4. Pasażerowie w transporcie lotniczym w 2020 r. jako odsetek tych pasażerów w 2019 roku według krajów  
 Source: own elaboration based on Eurostat [Eurostat 2021]

The private Jet Market which grapples with a rise in demand for travel around the individual countries and the world during the pandemic as more wealthy people opt to avoid airport lines and crowded commercial flights [Sullivan 2021]. For instance, record demand for private travel is beyond the capacity of the NetJets, the second-largest air carrier in the world by the number of planes, as well as flyExclusive. Likewise, according to Christopher Marich, co-founder of MySky, the market for private aircraft is in a position where it has never been before as demand significantly outweighs supply [Stupples 2021].

The McKinsey & Company 2020 report states that before COVID-19, there were about 100 thousand regular private jet fliers in the USA, out of some 1.5 million people who could afford to charter the aircraft. After the economy shutdowns, there were many more people who could afford to fly private [Dalphonse 2021].

GlobeAir, the leading private jet charter company in Europe offering on-demand charter flights, announced a volume boost of 20% for entry-level private jet charters in 2021 as more and more affluent flyers have started to use them for essential travels [GlobeAir 2021].

The study also identified cargo air transport as the sector that benefited from the pandemic.

## Freight transport

The role of air transport in freight is less clear-cut as airplanes are an expensive means of transport in terms of tonne-kilometres and only competitive over longer distances, and relatively light, high-value or perishable commodities. Air cargo accounts for approximately 35% of world trade by value.

Over the past ten years, low freight rates and the unprofitability of the cargo business have led many airlines to abandon or shrink their dedicated cargo freighter fleets. However, during the COVID-19 pandemic, cargo has become a lifeline for the aviation industry. Half of the air cargo is normally carried on passenger planes, but many of them were grounded during the pandemic. In response, some airlines have switched passenger aircraft to carrying only cargo.

In Europe, all cargo flights in normal years typically account for 3–4% of all European flights. During the pandemic, their share was even as high as 25% (Figure 4). On June 2021, all-cargo flights were above 2019 levels. This, cargo traffic was not significantly affected by COVID-19, and was even increased due to the transport of vaccinations and medical equipment in the fight against the disease.

Regarding air freight in Europe, it shows a shorter predicted time of recovery (on average 2.2 years) compared to air passengers' forecasts [Gudmundsson et al. 2021].

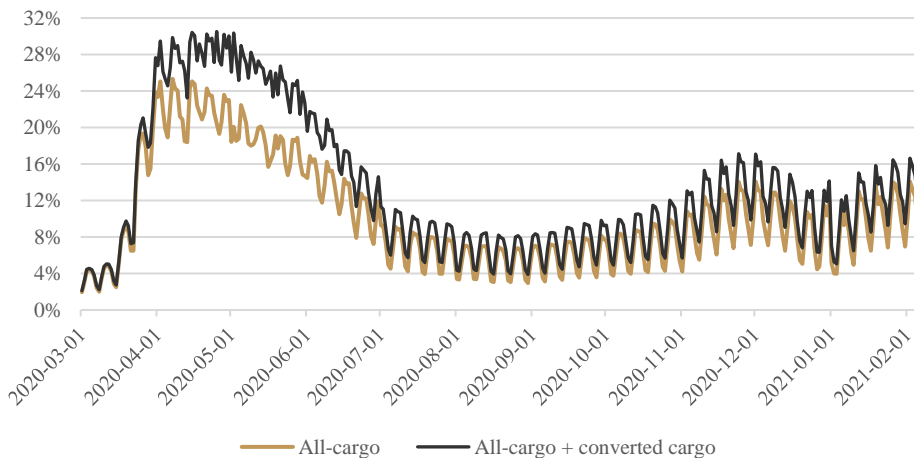


Figure 4. Cargo shares of all European flights

Rysunek 4. Udział lotów przewożących ładunki w lotach europejskich ogółem

Source: own elaboration based on [Eurocontrol 2021b].

In Poland, according to the data of the Polish Civil Aviation Authority, in the first three quarters of 2021 around 94.7 million tonnes of goods were shipped by air, i.e. 32.5% more than in the corresponding period of 2020 (Table 1). Comparing the latest available data (third quarter of 2021) with those at the beginning of the pandemic reveals that Polish airports increased the turnover of serviced cargo by approximately 28%. In Poland, a vast majority

of air cargo traffic was handled in Warsaw (Chopin Airport) and Katowice (74.2 and 17.1% in 2021).

Table 1. The volume of freight on board reported by Polish airports, 2020–2021 (tonnes)  
Tabela 1. Wolumen frachtu na pokładzie zgłaszany przez polskie porty lotnicze, 2020–2021 (tony)

Airport	2021	2020	2021/ 20	2021	2020	2021/20	2021	2020	2021/20	3rd Q
	1st Quarter			3rd Quarter			three Quarters			2021/1st Q 2020
										(%)
<b>Total, of which</b>	27 291	28 361	–3.8	36 265	23 185	56,4	94 670	71 426	32.5	27.9
Warsaw Chopin Airport	20 176	22 251	–9.3	26 510	16 482	60,8	70 221	53 123	32.2	19.1
Katowice - Pyrzowice*	4 594	4 232	8.5	6 808	4 871	39,8	16 205	12 953	25.1	60.9
Gdansk Lech Walesa Airport	2 095	1 641	27.7	2 269	1 680	35.0	6 629	4 677	41.7	38.3
Rzeszów - Jasionka	43	174	–75.5	219	57	285.7	346	241	43.4	25.7
Poznań - Ławica	8	17	–51.7	9	9	–4.8	28	84	–67.0	–50.5
Wrocław - Strachowice	375	36	945.4	436	85	411.6	1 227	233	426.5	1 114.8

Notes: \* cargo values of Katowice - Pyrzowice airport covers also transit data; Total volume includes other airports, such as Szczecin – Goleniów, Bydgoszcz – Szwederowo, Port Lotniczy Lublin, Radom – Sadków, Warszawa – Modlin, Łódź – Lublinek, Kraków – Balice, Olsztyn – Mazury, and Zielona Góra – Babimost.

Source: own elaboration based on: [Civil Aviation Authority of Poland 2021].

Those businesses that relied on belly-hold space on passenger planes for transporting goods are likely to continue to use dedicated air cargo services until passenger routes, especially transatlantic ones, return to pre-pandemic levels.

### Airlines financial performance

This section covers the airline share price response to the COVID-19 outbreak and the financial results of the aviation sector.

The stock market provides a unique view of the expected future of the economic sector and its companies. That is because the value of a firm derives from all discounted future expected cash flows. No previous infectious disease outbreak has impacted the stock market as strongly as the COVID-19 pandemic. Shares plummeted and market volatility skyrocketed around the world [Baker et al. 2020, Engelhardt et al. 2021]. Non-pharmaceutical interventions of the governments (restrictions on internal movement, international travel controls, workplace closings, etc.) aimed at curbing the pandemic increased the volatility in international stock markets [Zaremba et al. 2020].

The collected data shows that the advent of the pandemic caused a significant drop in airline equities. The global airline share price index during COVID-19 was well below pre-pandemic levels, also for much of 2021, due to uncertainty about outbreaks and their impact on the air transport's recovery and concerns about the impact of rising jet fuel prices on operating costs of airlines. In 2021, regional indices of airlines were down by 25–30% as to December 2019. The global airline index has risen by just 1.8% since the beginning of 2021, while the broader stock market index FTSE has increased by 15.2%. Among the regions, European airlines have the worst-performing stock prices on average (Table 2).

Table 2. Airline share prices  
Tabela 2. Ceny akcji linii lotniczych

Indices	October 29th, 2021 (Jan 2014 = 100)	Change (%)	
		vs. December 2019	vs. start of 2021
World airlines	96.1	-28.9	1.8
European airlines	79.4	-29.8	-6.8
Asia Pacific airlines	82.5	-25.0	6.5
North American airlines	118.2	-29.6	2.9
FTSE All-World	190.1	31.4	15.2

Notes: the FTSE – Financial Times Stock Exchange index is very widely used in Europe, it comprises large and mid-sized company stocks in developed and emerging markets.

Source: own elaboration based on: [IATA 2021].

The share price decline has an adverse impact both on shareholders and the capital value of the airline industry.

Airlines have particularly high capital or fixed costs as a proportion of the total costs, so contraction of the activities sharply reducing operating revenues creates a potential risk for large losses or even bankruptcy. A similar is for airports. According to the report of the International Finance Corporation [IFC 2020], capital costs of airports, which provide services to airlines, make up on average 35% of total costs and mainly comprise depreciation (ca 65%) and interest payments (ca 32%). Potential airline bankruptcies pose a serious threat to airports, particularly to those that serve as hubs for struggling airlines. Airlines typically contribute the most significant share of airport earnings.

For European airlines, the sudden suspension of travel caused serious liquidity and efficiency problems. One of their obligations between March and May 2020 was a refund passengers for purchased but unused tickets, the amount being estimated by IATA and Airlines for Europe (EU-27 and UK) at EUR 9.2 billion [ECA 2021].

Results for the second quarter of 2021 show that airlines' financial losses have declined at an aggregate level compared to the same period of the previous year. Some aviation carriers (e.g., in North and Latin America) reported their first profitable quarter since the crisis began. In a sample of 27 airlines, industry-wide EBIT margin improved to -2%, while in Europe to 1%. Despite persistent losses, European carriers have experienced a solid recovery thanks to increasing intra-European traffic.

According to IATA data, the passenger revenues of airlines presented in Table 3 went down by 34% in the third quarter of 2021 compared with the pre-crisis Q3 2019. Cargo revenues rose by 65% over the same period amidst robust cargo demand. Total airline revenues declined by about 29%.

Many airlines had to borrow huge sums of money to stay afloat and took on considerable debt to maintain liquidity through the pandemic. Using state aid, credit lines, and bond issues, the word industry amassed over USD 180 bn in debt in 2020 [Bouwer et al. 2021]. As debt levels continue to rise, paying it back is more difficult due to deteriorating credit ratings and higher financing costs, that need to be recouped, thus airfare prices are likely to rise.

Table 3. Airline financial results

Tabela 3. Wyniki finansowe linii lotniczych

Number of air-lines	Regions	3rd quarter 2020		3rd quarter 2021	
		EBIT margin (%)	net post-tax profit (USD million)	EBIT margin (%)	net post-tax profit (USD million)
10	North America	-94	-11840	1	2683
6	Asia-Pacific	-31	-1544	-23	-1558
6	Europe	-57	-4810	1	-142
3	Latin America	-76	-260	14	10
2	Other	-86	-75	20	49
27	Total	-68	-18529	-2	1042

Notes: EBIT margin = operating earnings before interest and taxes/revenues

Source: own elaboration based on: [IATA 2021].

In 2021, the prices of flying cargo around the world reached record levels; they nearly doubled over three months on key air freight routes linking manufacturing hubs in China with Europe and the USA, leaving the industry struggling to find sufficient aircraft to meet demand.

The LOT Polish Airlines (PLL LOT) suffered a huge loss (EUR 227 million; PLN 1.04 billion) in 2020 due to the coronavirus pandemic – a sharp contrast to its profit (EUR 15 million; PLN 68.9 million) in 2019 [PAP 2021]. Operating loss (EBIT) of PLN 734 million in 2020 was the highest since 2005 [Statista 2021c].

The pandemic diversely affected services' sales in individual segments of the LOT's activity. Throughout 2020, domestic sales and exports in the passenger segment amounted to over PLN 2.3 billion compared with PLN 6.7 billion in 2019 (reduction by 65%). In the cargo segment, 2020 sales revenues came to over PLN 775 million while PLN 327 million in 2019 (growth by 137%). In 2020, the LOT achieved additional revenues on aircraft leasing (ca PLN 6 million) not present in 2019. Consequently, in 2020, the net sale of products, goods, and services exceeded PLN 3.5 billion compared to almost PLN 7.4 billion in the previous year, meaning their fall by 53% [Dybiński 2021].

The European Commission has approved two Polish measures, for a total of about EUR 650 million (ca PLN 2.9 billion) to support the LOT due to the coronavirus outbreak and inability to carry out the company's core business. The aid consists of a EUR 400 million (PLN 1.8 billion) subsidized loan, and a capital injection of around EUR 250 million (PLN 1.1 billion) through the subscription of newly issued shares taken up by state [European Commission 2020b]. In 2020, about 10 months after the outbreak of the pandemic in Europe, the carrier received PLN 2.9 bn of the aid of which PLN 1.8 bn was a loan from the Polish Development Fund, and PLN 1.1 bn was recapitalized by the Polish State Treasury. It turned out, however, that this support was not enough, especially considering that, according to the latest forecasts, the LOT will return to the 2019 level of air traffic at the earliest in 2025.

In response to reduced demand for transport services and financial turmoil, airlines have had to reduce overall operating costs, including staff costs. The staff-oriented measures to diminish costs typically cover reductions in job numbers by permanent or temporary layoffs, a temporary leave (furloughing schemes), accelerated retirements, or voluntary redundancies.

European Air Navigation Service Providers (ANSPs) carried out also other actions to reduce staff costs such as reduced working hours, the suspension of bonuses and overtime, promotion postponement and associated salary increases, recruitment freezing, and temporary salary reductions.

Since the COVID-19 crisis affected the airlines' credit rates, and they needed immediate financial support, multiple governments in Europe extended loans or guarantee loans in different forms to the airline industry or specific airlines through state-owned banks or state-owned development banks.

### **Air transport employment**

While the pandemic-caused financial damage to the industry is evident to all, one sometimes misses the costs to air transport workforce.

Under normal, pre-COVID circumstances, 11.3 million direct jobs were within the aviation sector around the globe including 2.7 million in Europe; at airlines, airports, civil aerospace manufacturers, and air traffic management [Airports Council International 2020].

Airlines, air navigation service providers, and airports directly hired nearly 4.5 million people, the civil aerospace sector, which manufactures aircraft systems, frames, and engines – 1.3 million, and 5.5 million people worked in other on-airport positions [Air Transport Action Group 2020].

Due to the severe downturn in air traffic caused by COVID-19, a large number of jobs both in air transport and the wider economy relying on aviation were at risk. It was predicted that globally up to 4.8 million aviation jobs could be lost by early 2021, a 43% reduction compared to pre-COVID levels, in Europe respectively by 1.2 million persons or 44% [Air Transport Action Group 2020]. Iacus et al. [2020] have projected worldwide jobs loss in the aviation industry (direct and indirect) up to 30 million units in the whole of 2020.

Updated data on June 2021 indicates that the reduction in worldwide aviation jobs is lower, by 2.3 million persons or 21% compared with the pre-COVID levels, of which by 340 thousand (–10%) at airlines; 30 thousand (–5%) at airport operators, 1.7 million (–29%) other on-airport, and 300 thousand (–24%) in civil aerospace [Air Transport Action Group 2021]. In Europe, there were 587 thousand fewer aviation jobs, meaning 22% less than before the pandemic.

In a survey of aviation workers conducted by the European Transport Workers' Federation (ETF) it was estimated that 58.5% of airport-based workers were out of work, around 23% of the European airport-based workforce has been laid off while 35.5% of the European airport-based workforce were on furlough [Coates 2021, EFT 2021].

Aviation (in particular, airlines, airport operators, air navigation service providers, and civil aerospace categories) typically have a relatively high proportion of highly skilled professions that require ongoing certification. These include flight and cabin crews, engineers, dispatchers, and airport operations personnel. Re-hiring and retraining for these job positions can take time and money. Ground handling job losses during a pandemic will have long-term



consequences for the industry in a long time since the sector may not be able to respond to a rapidly increasing demand due to the lack of available, skilled and trained staff.

In April 2021, the European Commission proposed EUR 3.7 million from the European Globalization Adjustment Fund (EGF) to help close to 1,500 former workers of the aviation services company Swissport Belgium, who lost their jobs due to the impact of the COVID-19 crisis on air transport activities. Swissport Belgium, one of the two ground handlers at Brussels Airport, responsible for 60% of handling at Zaventem airport, was declared bankrupt in June 2020, three months after the activities at the airport stopped, and its 1,468 workers lost their employment [Johnston 2020]. This financing is intended to help these people find new jobs through further education or training, or to support them in starting their own business [European Commission 2021c].

## Conclusions

1. This article examines the impact of large exogenous shocks, like natural crises such as the COVID-19 pandemic, on European air transportation. Our research contributes to prior literature on COVID-19 consequences for the aviation industry.
2. Given the huge public health impact of the novel coronavirus, the economic and financial effects considered in this article may appear to be secondary. However, the economic impact will potentially be of first-order importance in various domains of the European economy, including commercial air transportation sector. The numerous restrictions imposed on human mobility and economic activities, including air transport, have severely hit the sector and might to have serious long-term consequences for the global and European aviation industry.
3. Our exploratory analysis shows that the ongoing pandemic has an unprecedented severe effect on European airline transport, both positive and negative depending on the type of transport:
  - The COVID-19 gradually affected air transport mobility in the EU where a peak was reached in April 2020, when the number of flights in the region fell by more than 89%.
  - In 2020, there were 277 million passengers carried in the EU, 73.3% less than in 2019. Despite a slight recovery from the worst downtime of COVID-19, air traffic and passenger numbers remained lower in 2021 than in 2019. Merely air cargo has recovered above 2019 levels and is expected to be solid in 2022 with the support of strong global trade. Similarly, private aviation passenger travel surged during the COVID-19.
  - In times of economic downturns, such as the current health-related crisis, the aviation sector experiences a significant drop in revenues, mainly due to fewer flying passengers, and therefore generates financial losses. Airlines in Europe suffered unusually large operating losses and negative net post-tax profits due to the pandemic. They took on considerable debt to maintain liquidity during a pandemic and it will probably take several years to pay off.
  - Due to the severe downturn in air traffic caused by COVID-19, a large number of jobs in air transport were at risk. In Europe, at the end of the third quarter of 2021, their number was by more than one fifth lower compared to the pre-pandemic period.

4. The scale and duration of the global COVID-19 crisis are unprecedented, so there is still much uncertainty about the shape and form of recovery, including the aviation sector recovery, in the years to come. According to some projections, air traffic will not return to 2019 levels before 2024. In the European region, the time of recovery of passenger demand to pre-COVID-19 levels was optimistically predicted on average at 2.7 years, while air freight at 2.2 years, starting from 2020. However, the rise of new virus variants and new government restrictions can slow down the whole sector's recovery.
5. A major problem since the beginning of the crisis has been the survivability of the air transportation industry in the face of a sudden lack of demand for passenger travel, airlines' limited financial resilience, and forced staff reduction. Leaving the industry alone to grapple would be detrimental not only to the industry itself but also to air transport safety as well as the health and safety of aviation workers. Additionally, it would harm the entire European and global economy. The sector requires substantial public support from governments but the response has been different among countries and regions. Further research could delve into government support and its effects on the airline sector and market.

## **Acknowledgments**

Current Authors would like to express their gratitude to the two anonymous reviewers of this article whose rich insights were invaluable in revising and improving the material.

## **References**

- Abay K.A., Tafere K., Woldemichael A., 2020: Winners and Losers from COVID-19, Global Evidence from Google Search, World Bank Policy Research Working Paper 9268, [electronic source] <https://papers.ssrn.com/abstract=3617347> [accessed: 15.06.2021]
- Air Transport Action Group, 2021: COVID-19 impact on aviation, [electronic source] <https://aviationbenefits.org/downloads/covid-19-impact-on-aviation/> [accessed: 12.06.2021].
- Air Transport Action Group, 2020: Aviation Benefits Beyond Borders, [electronic source] [https://aviationbenefits.org/media/167517/aw-oct-final-atag\\_abb-2020-publication-digital.pdf](https://aviationbenefits.org/media/167517/aw-oct-final-atag_abb-2020-publication-digital.pdf) [accessed: 01.03.2021]
- Airports Council International, 2020: Up to 46 million jobs at risk due to Covid-19 aviation downturn – ACI World, [electronic source] <https://aci.aero/2020/09/30/up-to-46-million-jobs-at-risk-due-to-covid-19-aviation-downturn/> [accessed: 12.05.2021].
- Albers S., Rundshagen V., 2020: European airlines' strategic responses to the Covid-19 pandemic (January–May, 2020), *Journal of Air Transport Management* 87, 101863, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101863>
- Baker S.R., Bloom N., Davis S.J., Kost K., Sammon M., Viratyosin T., 2020: The unprecedented stock market reaction to Covid-19, *The Review of Asset Pricing Studies* 10(4), 742–758, <https://doi.org/10.1093/rapstu/raaa008>
- Bouwer J., Saxon S., Wittkam N., 2021: The Future of the Airline Industry After Covid-19, mckisnay.com. [electronic source] <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/back-to-the-future-airline-sector-poised-for-change-post-covid-19> [accessed: 15.06.2021].
- Bucuroiu R., Vincent S., 2021: European Network Operations Plan 2020. Rolling Seasonal Plan, Eurocontrol, Network Management Directorate.
- Budd L., Ison S., Adrienne N., 2020. European airline response to the Covid-19 pandemic – Contraction, consolidation and future considerations for airline business and management, *Research in Transportation Business & Management* 37, 100578, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100578>

- Cifuentes-Faura J., Faura-Martínez U., 2021: Situation of European airlines caused by Covid-19: Restrictions, government subsidies and future prospects, *Aviation* 25(4), 232–240, <https://doi.org/10.3846/aviation.2021.15882>
- Cirelli F., Gertler M., 2022: Economic Winners Versus Losers and the Unequal Pandemic Recession. Report No. w29713, National Bureau of Economic Research, <https://doi.org/10.3386/w29713>
- Civil Aviation Authority of Poland, 2021: Statistics – freight on board – FPR, [electronic source] <https://www.ulc.gov.pl/en/market-regulation/statistics-and-analysis-of-air-transport-market/4119-statistics-freight-on-board> [accessed: 20.06.2021].
- Coates E., 2021: The true cost of the Covid-19 crisis for aviation: Its people, *International Airport Review*, [electronic source] <https://www.internationalairportreview.com/article/153359/true-cost-covid-19-crisis-aviation-people/> [accessed: 11.04.2021].
- Craig A.T., Heywood A.E., Hall J., 2020: Risk of COVID-19 importation to the Pacific islands through global air travel, *Epidemiology & Infection* 148, e71, <https://doi.org/10.1017/S0950268820000710>
- Dalphonse S., 2021: Private Jet Travel Surged During the Pandemic. Could You Afford It, Too?, *Washingtonian*, [electronic source] <https://www.washingtonian.com/2021/11/09/private-jet-travel-surged-during-the-pandemic-could-you-afford-it-too/> [accessed: 11.04.2021].
- Daon Y., Thompson R.N., Obolski U., 2020: Estimating Covid-19 outbreak risk through air travel, *Journal of Travel Medicine* 27(5), taaa093, <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa093>
- Davies R.E.G., 2016. *Airlines of the Jet Age: A History*, Smithsonian Institution, Smithsonian Institution Scholarly Press, Washington D.C.
- Camp H. del, Hagemann B., Soubien F., Griebmann N., Klüse F., Schlepper M., Lidel S., 2021: The sky is the limit: Perspectives on the emerging European commercial aircraft value chain recovery and beyond, [www.mckinsey.com](http://www.mckinsey.com), [electronic source] <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/the-sky-is-the-limit-perspectives-on-the-emerging-european-commercial-aircraft-value-chain-recovery-and-beyond> [accessed: 10.02.2021].
- Dube K., Nhamo G., Chikodzi D., 2021: Covid-19 pandemic and prospects for recovery of the global aviation industry, *Journal of Air Transport Management* 92, 102022, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102022>
- Dybiński R., 2021: PLL LOT: Ponad 1 mld straty netto w 2020 roku, *Rynek Lotniczy*, [electronic source] <https://www.rynek-lotniczy.pl/wiadomosci-pll-lot-ponad-1-mld-straty-netto-w-2020-roku-11961.html> [accessed: 28.06.2021].
- ECA, 2021: Prawa pasażerów lotniczych w czasie pandemii COVID-19, European Court of Auditors, [electronic source] [https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21\\_15/SR\\_passenger-rights\\_covid\\_PL.pdf](https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR21_15/SR_passenger-rights_covid_PL.pdf) [accessed: 12.06.2021].
- EFT, 2021. Ground handling sector fights for its survival as more than half of airport-based workers are out of work, ETF: European Transport Workers' Federation, [electronic source] <https://www.etf-europe.org/ground-handling-sector-fights-for-its-survival-as-more-than-half-of-airport-based-workers-are-out-of-work/> [accessed: 11.4.2021].
- Engelhardt, N., Krause, M., Neukirchen, D., Posch, P.N., 2021. Trust and stock market volatility during the COVID-19 crisis. *Finance Research Letters*, 38, 101873. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101873>
- Eurocontrol, 2021a: Daily Traffic Variation – States, [electronic source] <https://www.eurocontrol.int/Economics/DailyTrafficVariation-States.html> [accessed: 12.05.2021].
- Eurocontrol, 2021b: Eurocontrol Comprehensive Assessment of COVID-19's Impact on European Air Traffic, [electronic source] <https://www.eurocontrol.int/publication/eurocontrol-comprehensive-assessment-covid-19s-impact-european-air-traffic> [accessed: 12.05.2021].
- European Commission, 2021a: Special report on the impact of COVID-19 on air navigation service provision in Europe and the US, Mobility and Transport, [electronic source] [https://transport.ec.europa.eu/news/special-report-impact-covid-19-air-navigation-service-provision-europe-and-us-2021-12-08\\_en](https://transport.ec.europa.eu/news/special-report-impact-covid-19-air-navigation-service-provision-europe-and-us-2021-12-08_en) [accessed: 12.05.2021].
- European Commission, 2021b: Aviation: slot relief rules for airlines extended, Mobility and Transport, [electronic source] [https://transport.ec.europa.eu/news/aviation-slot-relief-rules-airlines-extended-2021-12-15\\_en](https://transport.ec.europa.eu/news/aviation-slot-relief-rules-airlines-extended-2021-12-15_en) [accessed 13.06.2021].
- European Commission, 2021c: Coronavirus: European Commission proposes €3.7 million to support nearly 1,500 dismissed airport workers in Belgium, [electronic source]. URL <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?langId=en&catId=89&newsId=9987&furtherNews=yes> [accessed: 30.06.2021].
- European Commission, 2020a: Communication from the Commission. European Commission Guidelines: Facilitating Air Cargo Operations during Covid-19 outbreak (2020/C 100 I/01).

- European Commission, 2020b: State aid: Polish LOT airline €650 million support, [electronic source] [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_20\\_2496](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_2496) [accessed: 05.02.2021].
- Eurostat, 2021: Air passenger transport by reporting country, [electronic source] [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/avia\\_paoc/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/avia_paoc/default/table?lang=en) [accessed 12.05.2021].
- Fitch Ratings, 2021: EMEA's Air Traffic Recovery Is Slower than Other Regions, [electronic source] <https://www.fitchratings.com/research/corporate-finance/emeas-air-traffic-recovery-is-slower-than-other-regions-02-06-2021> [accessed: 18.06.2021].
- Florido-Benitez L., 2021: The effects of Covid-19 on Andalusian tourism and aviation sector, *Tourism Review* 76(4), 829–857, <https://doi.org/10.1108/TR-12-2020-0574>
- GlobeAir, 2021: GlobeAir announces a 20% volume growth for entry-level, [electronic source] <https://www.globeair.com/n/private-jet-growth-2021> [accessed: 12.06.2021].
- Gudmundsson S.V., Cattaneo M., Redondi R. 2021: Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of Covid-19, *Journal of Air Transport Management* 91, 102007, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.102007>
- Iacus S.M., Natale F., Santamaria C., Spyrtatos S., Vespe M., 2020: Estimating and projecting air passenger traffic during the Covid-19 coronavirus outbreak and its socio-economic impact, *Safety Science* 129, 104791, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104791>
- IATA, 2021: IATA Economics, [electronic source] <https://www.iata.org/economics/> [accessed: 20.06.2021].
- ICAO, 2021: Economic Impacts of Covid-19 on Civil Aviation, [electronic source] <https://www.icao.int/sustainability/Pages/Economic-Impacts-of-COVID-19.aspx> [accessed 30.06.2021].
- IFC, 2020: The impact of COVID-19 on airports: An analysis, [electronic source] [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/26d83b55-4f7d-47b1-bcf3-01eb996df35a/IFC-COVID19-Airport-FINAL\\_web3.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n8l9pk](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/26d83b55-4f7d-47b1-bcf3-01eb996df35a/IFC-COVID19-Airport-FINAL_web3.pdf?MOD=AJPERES&CVID=n8l9pk) [accessed: 28.06.2021].
- Ito H., Lee D., 2005. Comparing the Impact of the September 11th Terrorist Attacks on International Airline Demand, *International Journal of the Economics of Business* 12, 225–249, <https://doi.org/10.1080/13571510500127931>
- Janczuk M., Czapski G., 2020: The impact of the coronavirus epidemic on air transport in Poland, *Postmodern Openings* 11(2), 66–72, <https://doi.org/10.18662/po/11.2/159>
- Johnston J., 2020: Brussels Airport ground handler declares bankruptcy 7 days before flights resume, *The Brussels Time*, [electronic source] <https://www.brusselstimes.com/news/business/115747/brussels-airport-handler-declares-bankruptcy-7-days-before-flights-resume> [accessed: 11.03.2021].
- Kökény L., Kenesei Z., Neszveda G., 2021: Impact of Covid-19 on different business models of European airlines, *Current Issues in Tourism* 25(3), 458–474, <https://doi.org/10.1080/13683500.2021.1960284>
- Lee J.W., 2021: Government bailouts of airlines in the Covid-19 crisis: Improving transparency in international air transport, *Journal of International Economic Law* 24(4), 703–723, <https://doi.org/10.1093/jiel/jgab035>
- Li T., 2020: A SWOT analysis of China's air cargo sector in the context of Covid-19 pandemic, *Journal of Air Transport Management* 88, 101875, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101875>
- Luft G., 2006: *The Oil Crisis and its Impact on the Air Cargo Industry*, The Institute for the Analysis of Global Security, Washington.
- Nakamura H., Managi S., 2020: Airport risk of importation and exportation of the Covid-19 pandemic, *Transport Policy* 96, 40, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.06.018>
- Nikolaou P., Dimitriou L., 2020: Identification of critical airports for controlling global infectious disease outbreaks: Stress-tests focusing in Europe, *Journal of Air Transport Management* 85, 101819, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101819>
- Nizetić S., 2020: Impact of coronavirus (Covid-19) pandemic on air transport mobility, energy, and environment: A case study, *International Journal of Energy Research* 44, 10953–10961, <https://doi.org/10.1002/er.5706>
- PAP, 2021: Polish flag carrier suffers huge loss in 2020 pandemic year, [electronic source] <https://www.thefirstnews.com/article/polish-flag-carrier-suffers-huge-loss-in-2020-pandemic-year-23297> [accessed: 14.06.2021].
- Pearce B., 2012: The state of air transport markets and the airline industry after the great recession, *Journal of Air Transport Management* 21, 3–9, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2011.12.011>
- Sokol M., Pataccini L., 2020: Winners and losers in coronavirus times: Financialisation, financial chains and emerging economic geographies of the Covid-19 pandemic. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie* 111(3), 401–415, <https://doi.org/10.1111/tesg.12433>
- Statista, 2021a: Growth of global air traffic passenger demand 2006–2022, [electronic source] <https://www.statista.com/statistics/193533/growth-of-global-air-traffic-passenger-demand/> [accessed: 28.06.2021].
- Statista, 2021b: Passenger air traffic each year, [electronic source] <https://www.statista.com/statistics/564717/airline-industry-passenger-traffic-globally/> [accessed: 28.06.2021].

- Statista, 2021c: Poland: LOT Polish Airlines EBIT 2020, [electronic source] <https://www.statista.com/statistics/1046106/poland-lot-polish-airlines-ebit/> [accessed: 25.06.2021].
- Stupples B., 2021. Gates and world's rich win big on private-jet firm's 196% surge, Bloomberg.com, [electronic source] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-02-03/gates-and-world-s-rich-win-big-on-private-jet-firm-s-196-surge> [accessed 20.03.2021].
- Sullivan P., 2021: Private Jet Market Grapples With Surge in Get-Me-Away Demand, The New York Times, [electronic source] <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/private-jet-market-grapples-with-surge-in-get-me-away-demand-10587352> [accessed: 25.06.2021].
- Sun X., Wandelt S., Zhang A., 2020: How did COVID-19 impact air transportation? A first peek through the lens of complex networks, *Journal of Air Transport Management* 89, 101928, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101928>
- Sun X., Wandelt S., Zheng C., Zhang A., 2021: COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane, *Journal of Air Transport Management*, 94, 102062, <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102062>
- Wasowska K., Wincewicz-Bosy M., Dymyt M., 2021: The Impact of COVID-19 on Air Transport Operation in Poland, *European Research Studies Journal* 24, 523–535.
- Wolle B., 2021: Stochastic modelling of air passenger volume during the COVID-19 pandemic and the financial impact on German airports, *Scholarly Paper 3785562*, *Social Science Research Network*, <https://doi.org/10.2139/ssrn.3785562>
- Zaremba A., Kizys R., Aharon D.Y., Demir E. 2020: Infected markets: Novel coronavirus, government interventions, and stock return volatility around the globe, *Finance Research Letters*, 35, 101597, <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101597>
- Zawajska A., 2021. Zwycięzcy i przegrani pandemii COVID-19: Perspektywa globalna z uwzględnieniem gospodarki rolno-żywnościowej, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego* 21, 36(4), 54–75, <https://doi.org/10.22630/PRS.2021.21.4.16>

---

Maria Zych-Lewandowska<sup>1✉</sup>, Jakub Majewski<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup> Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.

<sup>2</sup> EUROREG Centre for European Regional and Local Studies Warsaw University

## International environmental and climate policy and the directions of transport development at the national and regional level

### Międzynarodowa polityka środowiskowa i klimatyczna oraz kierunki rozwoju transportu na poziomie krajowym i regionalnym

**Abstract.** The aim of this paper was to analyse the transport-related content of European environmental and climate policy documents and to identify those elements that will be key in shaping transport development in individual countries and regions in the coming decade. In the first part, the authors present an overview of the most important documents defining environmental protection and climate change goals in the European Union. In the second part, the most important guidelines, which should affect the actions undertaken in the field of shaping and developing transport, were indicated. A short analysis of the processes occurring on the transport market in Poland and their convergence with the recommendations included in the documents was also included. The summary presents conclusions concerning the necessity of complementing national documents with the latest EU recommendations.

**Key words:** climate policy, environmental policy, transport, transport ecology

**Synopsis:** Celem artykułu była analiza treści transportowej dokumentów europejskiej polityki środowiskowej i klimatycznej oraz wskazanie tych elementów, które będą kluczowe w kształtowaniu rozwoju transportu w poszczególnych krajach i regionach w nadchodzącej dekadzie. W pierwszej części autorzy przedstawiają przegląd najważniejszych dokumentów określających cele ochrony środowiska i zmian klimatu w Unii Europejskiej. W drugiej części wskazano najważniejsze wytyczne, które powinny wpłynąć na podejmowane działania w zakresie kształtowania i rozwoju transportu. Zawarto również krótką analizę procesów zachodzących na rynku transportowym w Polsce oraz ich zbieżność z zaleceniami zawartymi w dokumentach. W podsumowaniu przedstawiono wnioski dotyczące konieczności uzupełnienia dokumentów krajowych o najnowsze zalecenia UE.

**Słowa kluczowe:** polityka klimatyczna, polityka środowiskowa, transport, ekologia transportu

**JEL codes:** D62, F64, H23, L98, O13

---

✉The team of Economic Advisors TOR Sp. z o.o Independent; expert on urban public transport and transport ecology; e-mail: maria.zych-lewandowska@zgdtdor.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3814-9647>

✉University of Warsaw; The Centre for European Regional and Local Studies (EUROREG); e-mail: jakubmajewski@uw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-5754-9772>

## **Introduction**

December 2020 saw the publication of the Sustainable and Intelligent Mobility Strategy [European Commission 2020], the latest EU document prepared as part of the Sustainable Economy Action Plan under the European Green Deal [European Commission 2019b]. The main objective of this document was to bring about changes in the movement of people and transport of goods, in both cases emphasising the need to integrate different modes of transport. In the first area, the need to change bad habits, such as the excessive use of private cars, was pointed out, and in the second area, above all, the need to transfer as much transport as possible to ecological means of transport. Furthermore, green solutions for entrepreneurs have been proposed, in line with the objectives of the European Green Deal. The expectations for the transport sector were prepared during the crisis caused by the coronavirus pandemic. Therefore, in parallel with measures to strengthen a sustainable and competitive market, certain solutions were included to increase resilience to future difficulties arising in the transport market

### **Aim and methodology of the study**

The aim of the research presented in this paper was to prepare an analysis of the most important documents influencing the EU climate policy and, on this basis, to indicate the most important elements, which should be included in analogous documents prepared at the national level. As these works are yet to be implemented, they haven't been compared to current scientific researches (presumed as more theoretical) and thus one will find no references to those whatsoever.

The objective was achieved on two levels. On the one hand, by means of a critical review of documents related to the protection of the natural environment, pollutant emissions and climate change, and on the other, by confronting EU recommendations with trends currently observed in the transport sector in Poland.

In order to make the presented content clear and useful for future research, the most important documents were selected from a wide range of materials and described in detail. They were those that most closely corresponded to the current national transport problems and, at the same time, those that best characterised the subsequent stages of the evolution of the EU climate policy.

### **Results of the review and analysis**

Since the beginning of the 21st century, a number of global and European documents have been prepared with the aim of convincing and committing individual governments to a systemic reduction in the environmental impact of the economy. Subsequent studies increasingly emphasised the need to correct the existing development policy also in the transport sector, including a gradual shift of emphasis from the doctrines of development through infrastructure to sustainable transport and demand management [Majewski 2016]. The recommendations formulated during this period focused on reducing negative external

impact, including emissions of greenhouse gases and other pollutants. The following studies were key in this respect:

- The Kyoto Protocol, adopted by the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention in 1997,
- The Paris Agreement [Official Journal., 2016], adopted by the 2015 Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change,
- A package of EU regulations, including the Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe and the Clean Energy for All Europeans package, elements of which entered into force in 2018 and 2019 [European Commission 2019a],
- The European Green Deal, adopted by the European Commission in 2019 [European Commission 2019b],
- European Climate Law, which entered into force in 2021.

### **Kyoto Protocol**

The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change [2008] was published in 1997. Due to the fact that it laid the foundations for the modern approach to emission reductions, and at the same time was finally ratified and entered into force in 2005, hence the authors assumed that it would open this analysis.

The authors of the Kyoto Protocol focused primarily on limiting carbon dioxide emissions as the main cause of global warming. The countries accepting the assumptions of the Protocol undertook to reduce the level of greenhouse gas emissions, including CO<sub>2</sub>, from their economies and declared a number of actions aimed at reducing the climate warming. The key environmental policy tools to achieve this included: researching, supporting, developing and increasing the use of renewable energy sources, carbon capture technologies, and eliminating tax incentives in sectors that emit greenhouse gases. In the case of transport, the need to take measures to reduce greenhouse gas emissions was emphasised.

It was also agreed that the parties to the Protocol would prepare and implement national and regional programmes to mitigate climate change. The measures to be taken in this respect were also indicated in relation to the transport sector, although they were rather brief and did not refer to the need to develop low-carbon modes of transport while reducing road traffic.

The Kyoto Protocol is considered one of the main international agreements that define the task of improving environmental quality and counteracting climate change in a concrete, unambiguous and effective way. The Doha Amendment [Official Journal..., 2015] to the Kyoto Protocol set a legally binding target for 2013–2020 for EU countries to reduce their greenhouse gas emissions by 20% with respect to the base year. The measures that were necessary for the EU and its Member States to meet their commitments in this respect were introduced in the Climate and Energy Package until 2020. The document also has a practical dimension, because, based on its findings, Poland has met its targets, reducing its greenhouse gas emissions by 30% between 2008 and 2012, compared to the base year of 1988.



## **Paris Agreement**

The aftermath of the Kyoto Protocol was the subsequent meetings within the framework of the United Nations Conference. These served to update and discuss the continuation of global environmental action. At one of the meetings held in Paris in 2015, a pact was agreed, which, according to the European Commission, became “the first ever universal, legally binding agreement on climate” [European Commission]. The Paris Agreement was signed by almost 190 countries. It was ratified in 2016 by 55 countries generating 55% of global greenhouse gas emissions. In this document, combating climate change has been approached differently than in the other documents analysed. The main objective is not to reduce emissions, but the average global temperature. It was assumed to decrease it to a level of 2°C above the pre-industrial level and to make efforts to limit this level to 1.5°C, recognising that this would significantly reduce the risks associated with climate change and its consequences [Olkuski et al. 2017].

The general assumption of the Paris Agreement is international and interregional cooperation, consisting mainly of support from richer countries to developing countries, including financial assistance provided for this purpose. It is also the first document of its kind to recognise the very significant impact of urban areas on global climate change. There were no direct references to transport in the Paris Agreement, despite the high awareness of the direct and strong links between this sector of the economy and the global rise in average temperatures.

## **Package of EU directives and regulations**

The EU directives and regulations which define the directions of European environmental policy and oblige EU members to reduce emissions also set guidelines for national legislation. The basis for the air protection system is Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe (often referred to as the CAFE Directive). It regulates air pollution from particulate matter (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>), nitrogen oxides, sulphur dioxide, benzene, lead, ozone and carbon monoxide. It is complemented by Directive 2004/107/EC on arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air. Directive 2008/50/EC defines the basic concepts of air protection, requires air quality to be measured, specifies the minimum number of measuring stations and sets air quality standards in the form of limit values for the concentrations of individual substances which are binding throughout the EU.

Growing public pressure and the escalating consequences of climate change resulted in the entry into force of the “Clean Energy for All Europeans” package in 2018–2019, which included directives and regulations that implement the idea of an energy union. As part of the energy and climate package, solutions for reducing greenhouse gas emissions within the European Union and the emissions trading system (EU ETS) were introduced into EU legislation [European Environment 2019a, b]. However, these regulations did not cover all sectors, leaving out, among others, transport, agriculture, the municipal and household sector and waste management. EU legislation has regulated this area and imposed emission reduction targets on Member States, divided into two settlement periods 2013–2020 and 2021–2030.

Table 1: The legal acts that make up the energy and climate change package “Clean Energy for All Europeans”  
Tabela 1. Akty prawne składające się na pakiet energetyczno-klimatyczny „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków”

Legal act	Published in the Official Journal of the EU	Entry into force
Directive 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency	2018.06.19	2018.07.09
Regulation 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action, amending Regulations	2018.12.12	2019.01.10
Directive 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources	2018.12.18	2018.12.24
Directive 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency	2018.12.21	2018.12.24
Regulation 2019/941 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on risk-preparedness in the electricity sector and repealing Directive 2005/89/EC	2019.06.14	2019.07.04
Regulation 2019/942 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 establishing a European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators	2019.06.14	2019.07.04
Regulation 2019/943 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the internal market for electricity	2019.06.14	2019.07.04
Directive 2019/944 of 5.06.2019 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU (recast)	2019.06.14	2019.07.04

Source: ProKolej Foundation, 2021: Rail for climate – Summary report, p. 11.

The set of directives and regulations subordinated to the principle of maximising energy efficiency covers the entire energy chain from generation, through transmission, distribution, to final consumption. The objectives defined as the next steps in climate protection include: reducing greenhouse gas emissions, improving air quality, improving the health of the population. The energy union also assumes the introduction of ten-year integrated national energy and climate plans. The first of these cover the period 2021–2030.

Two of the five targets set out in the document, i.e. energy efficiency and decarbonisation of the economy (systematic reduction of carbon emissions until they are completely eliminated), are closely related to transportation. In addition, the “Clean Energy for All Europeans”, which is part of the package [Directive 2018/2001] establishes rules for the use of energy from renewable sources also in the transport sector and sets out rules for greenhouse gas emission reduction for biofuels.

## **European Green Deal**

The most recent European strategic environmental document is the European Green Deal, which is the concept of the European Green Deal for climate and environment and for achieving climate neutrality in Europe. The key ideas covered by the document:

- development of renewable energy sources (RES) and phasing out of coal-based energy sources, as well as measures to promote green energy,
- further reduction of CO<sub>2</sub> (over 50% by 2030), including reduction of emissions from the transport sector by 90% by 2050,
- development of emission trading system, support for ecological products and services, financial aid for countries most exposed to negative effects of decarbonisation processes,
- financing pro-environmental goals, including reduction of ecological poverty.

The development directions defined in the European Green Deal are relevant for the entire continent, also for Poland, where the actual efficiency of power plants is between 30% and 50% [Kasztelewicz and Patyk 2015], while the coal mined in the country is expensive and of low quality. As a result, domestic demand is supplemented by imports, generating additional transport needs, which cause further excess emissions.

From Poland's perspective, the most important task of the new strategy will be to phase out coal-fired power plants, which are the primary source of electricity used in the country. No less important will be a thorough change in transport policy, which currently differs significantly from the directions set out in EU documents.

## **European Climate Law**

The European Green Deal strategy lays the foundations for a new European law promoting the pursuit of improved environmental quality and a significant reduction in human impact on the climate. The legally binding goal of climate neutrality by 2050 and reduction of greenhouse gas emissions by 2030 was enforced in the Regulation of the European Parliament and of the Council (EU) of 30 June 2021 establishing a framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 [Regulation (EU) 2021/1119 L 243/1].

Another step towards the implementation of the European Green Deal strategy is the "Fit for 55" package, which aims to adapt EU regulations to the requirements of the European Climate Law. The package, once approved by the European Parliament and the European Council, will be the main tool to achieve the goals of reducing emissions by at least 55% by 2030 and achieving climate neutrality by 2050. They are intended to be fair and socially equitable, to maintain and enhance innovation and competitiveness of EU industry, to ensure a level playing field with third country operators and to support the EU's leadership in the global fight against climate change. The package includes, among others, legislative proposals and policy initiatives related to the energy and transport sectors, i.e.:

- revision of the Effort Sharing Regulation concerning Member States' reduction targets in sectors not covered by the EU ETS;
- the extension of the EU ETS to emissions from maritime transport;

- the Fuel EU Maritime initiative for a green European maritime space;
- the revision of legislation on aviation emissions;
- the ReFuelEU aviation initiative on sustainable aviation fuels;
- the establishment of a separate emissions trading scheme for road transport;
- the revision of the regulation setting CO<sub>2</sub> emission standards for cars and vans;
- the revision of the directive on the development of alternative fuels infrastructure;
- the revision of the directive on renewable energy sources;
- the restatement of the Energy Efficiency Directive;
- the review of the Energy Taxation Directive.

It should be noted that the concept of the European Green Deal includes the broadest references to transport issues among the documents analysed in this paper. What is more, the document contains a declaration concerning the preparation of a detailed plan of changes in the transport sector, assuming the reduction of emissions in the sector by 90% by 2050. This can be achieved by including road transport in the European CO<sub>2</sub> emission allowance trading system. This will make European transport low-carbon and multimodal. The integration of different modes of passenger and freight transport is to ensure availability and high efficiency of services at both national and international level. Increasingly stringent emission standards are to apply to all combustion engine vehicles. In addition, there are plans to universalize and improve the execution efficiency of the road toll system. A special place in the system is to be occupied by the railways, which, thanks to several times lower emissions, are to take over traffic from the roads and aviation.

### **The EU recommendations versus the reality of the Polish transport sector**

It may be observed in the documents discussed that all the provisions relating to individual elements of the transport system are becoming increasingly detailed. This is all the more important given that as recently as the late 1990s, issues concerning transport policy were either omitted or given a secondary position. Transport issues gained in importance in subsequent periods, but still gave way to sectoral issues - especially those relating to industry. This is mainly due to the scale of the pollution from industry and utilities observed at that time.

The European transport sector accounts for 5% of EU GDP and more than 10 million jobs (Eurostat). It is also crucial to virtually all businesses and global supply chains. At the same time, it exposes society to serious costs resulting from 28% of greenhouse gas emissions and pollution, as well as noise, road accidents and congestion. The scale of these risks is large, and emissions alone account for about a quarter of total EU greenhouse gas emissions. In Poland, these disproportions are more pronounced. The “transport and storage management” segment accounts for 6.6% of GDP and ranks third, after energy and industry, in greenhouse gas emissions (15% of total emissions of all gases) [GUS 2021a].

In recent years, improving air quality has become a political issue due to growing public expectations. Of the three main groups of sources of air pollutant emissions, transport emissions are currently the least regulated. Their share in total pollution emissions is steadily

increasing, which is particularly noticeable in the largest agglomerations and in city centres with high-density housing.

The identification of problems and preparation of documents defining the expected changes in prove to be insufficient in the case of transport. Regrettably, the strategies for reducing the impact of the transport sector on the environment described in international and national documents fall short of reality. In 2017, the four modes of transport accounted for almost a quarter of all greenhouse gas emissions in the EU (road transport alone was responsible for 20%). It was the only sector of the economy where GHG emissions were higher than in 1990 and rising, despite efforts to reduce them [Wiśniewski 2020].

Reversing the increase in the emissions trend, as recommended by the EU and promoting low-carbon energy sources, is therefore a great challenge. Increasing the EU reduction target to – 55% in 2030 means that emissions in the non-ETS sector, which includes transport, must be reduced not by 7 but by 16%. At the same time, the European Green Deal sets a completely new target of reducing transport-related greenhouse gas emissions by 90% by 2050.

The dominance of road transport means very high environmental impact indicators. This problem is aggravated by the very high age of cars and thus the widespread low emission standards. Disparities in the distribution of transport tasks can be seen in virtually all market segments, but the most extreme example is freight transport. Railway transport remains quite constant at around 50 billion tkm per year, while road transport is growing dynamically. As a result, the rail's share in the transport market has halved from 28% to around 14% [GUS 2021b].

## **Summary and conclusions**

Base on the review of key strategies prepared at the EU level or in international structures in which the European Union countries actively participate, the importance of natural environment and climate is growing steadily. These areas are becoming increasingly interdisciplinary in nature and also determine the directions and forms of socio-economic development. This trend is very clear in the case of transport, all the more so as this sector cannot demonstrate pollution reduction comparable to that observed in other sectors of the economy. Moreover, emissions from transport activities are becoming one of the key barriers to achieving the EC's climate objectives. The trends described are confirmed by scientific research [e.g. Pawłowska 2018, Domagała and Górecka 2019, Zych-Lewandowska 2020, Zych-Lewandowska et al. 2020, Domagała and Zych-Lewandowska 2021] and also by the extensive transport and infrastructure components of expansion programmes, socio-economic activation and, more recently, recovery from the post-pandemic crisis initiatives.

Reversing the growth of the emissions trend, as recommended by the EU, in favour of low-carbon energy sources is therefore an enormous challenge. If Europe is to be a climate-neutral continent, a change in transport policy is inevitable. It is not enough to change power systems in individual branches and introduce alternative fuels. Change means reviewing and

remodelling the distribution of transport tasks, renewing the fleet, both private and that operated by public authorities and companies. It requires digitalisation, automation, and the preparation of innovative mobility and freight platforms.

In order to reduce the harmful effects of transport on our health and the environment, the widest possible range of organisational and technological solutions should be applied. The key change should be to develop the economy and social relations in such a way as to reduce the demand for transport. The next step is to minimise external costs by exploiting the potential resulting from the reallocation of transport tasks and giving preference to non-motorised forms of transport, followed by rail transport and other low-emission transport modes.

Importantly, past experience shows that the reason for failure in reducing environmental impacts has not been lack of knowledge or availability of instruments, but insufficient consistency and ineffectiveness of transport policy. The analysis of market development trends shows that actions at each level – national and regional – are of key importance. In practice, this is where specific actions are implemented, which may change both the level of demand for transport and its structure. Thus, they should be the main area for the implementation of key EU recommendations.

In this paper, the authors analysed international documents on environmental and climate protection and their links with transport. The second stage of the research was the analysis of Polish studies in this field and their connections with EU documents as well as their quality. The results of this analysis will be presented in the subsequent article. A continuation of our research is scheduled in order to meticulously analyze a real influence the implemented strategies and directives might have on the transportation market, as well as the way it affects population and environment. These tests are to estimate a selected range of indicators pointing out the negative external effects transport could have, such as CO<sub>2</sub> emissions, pollution and noise. The results are to be presented in the articles yet to be published, where one will also find further recommendations for administration, business and individuals as to how to properly counteract above mentioned externalities in the future.

## References

- Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, nickel, mercury and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air (EU L 23 of 26.01.2005).
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe (EU L 152 of 11.06.2008).
- Directive 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (L 328/82).
- Directive 2018/2002 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency (L 328/210).
- Directive 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency (L 156/75).
- Directive 2019/944 of 05.06.2019 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on common rules for the internal market for electricity and amending Directive 2012/27/EU (L 158/125, recast).
- Domagała J., Górecka A., 2019: Economic and environmental aspects of inland transport in EU countries, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* 32(1), 1037–1059.
- Domagała J., Zych-Lewandowska M., 2021: Environmental Costs Generated by Road Freight Transport in Poland, *Rocznik Ochrona Środowiska* 23, 138–150.
- European Commission, 2001: European transport policy for 2010: time to decide, 12 September 2001, (COM (2001) 370).

- European Commission, 2019a: Clean energy for all Europeans, EU, Luxembourg.
- European Commission, 2019b: The European Green Deal, EU, Brussels.
- European Commission, 2020: Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future, EU, Brussels.
- European Environment Agency, 2019a: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2017 and inventory report 2019 – Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol (EEA/PUBL/2019/051), Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- European Environment Agency, 2019b: Greenhouse gas emissions from transport in Europe, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- GUS, 2021a: Rachunki narodowe według sektorów instytucjonalnych w latach 2016–2019, Warszawa.
- GUS, 2021b: Transport – wyniki działalności w 2020, Warszawa, Szczecin
- Kasztelewicz Z., Patyk M., 2015: Nowoczesne i sprawne elektrownie węglowe strategicznym wyzwaniem dla Polski, *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* 18, 4, 54.
- Kyoto Protocol. Reference Manual on Accounting of Emissions and Assigned Amount, United Nations Framework Convention on Climate Change, Bonn, Germany, 2008.
- Majewski J. 2016: Analiza doktryn współczesnej polityki transportowej, *Ekonomika Transportu i Logistyka* 59, 467–481.
- Official Journal of the European Union, 2015: Doha amendment to the Kyoto Protocol (L207/6 4.8.2015).
- Official Journal of the European Union, 2016: Paris Agreement (L282/4 19.10.2016).
- Olkuski T., Piwowarczyk-Ściebura K., Brożek A. 2017: Wpływ porozumienia paryskiego i systemu EU ETS na rynek węglowy, *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* 98, 91–102.
- Pawłowska B., 2018: Koszty zewnętrzne transportu w Polsce, *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 27, 28–41.
- Regulation (EC) No 401/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the European Environment Agency and the European Environment Information and Observation Network (L 126/13).
- Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 ('European Climate Law') (L 243/1).
- Regulation 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action, amending Regulations (L 328/1).
- Regulation 2019/941 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on risk-preparedness in the electricity sector and repealing Directive 2005/89/EC (L 158/1).
- Regulation 2019/942 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 establishing a European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators (L 158/22).
- Regulation 2019/943 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the internal market for electricity (L 158/54).
- Wiśniewski L. 2020: Emisje gazów cieplarnianych z transportu. Miejska polityka transportowa i przestrzenna w obliczu zmian klimatu, *Acta Scientiarum Polonorum Architectura* 19(4), 73–88.
- Zych-Lewandowska M., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu towarowego w Polsce oraz metody ich ograniczania, *Wydawnictwo SGGW, Warszawa*.
- Zych-Lewandowska M., Domagała J., Klepacki B., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu w teoriach ekonomicznych oraz metody ich szacowania, *Wydawnictwo SGGW, Warszawa*.