

ISSN 2450-8055  
eISSN 2543-8867

ZESZYTY NAUKOWE  
Szkoly Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**Ekonomika i Organizacja Logistyki**

Scientific Journal of Warsaw University of Life Sciences

# **Economics and Organization of Logistics**

**7 (1) 2022**

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**

**7 (1) 2022**

## 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

### **Jarosław Brach**

Ekonomiczno-ekologiczny wpływ wdrożenia zestawów drogowych klasy MLHV-SEC/HCT-HCV na łańcuchy dostaw przy przewozach *general cargo*  
Economic and ecological impact of the implementation of MLHV-SEC/HCT-HCV road combinations on the supply chains in the field of general cargo transport..... 5

### **Marek Andrzej Kociński**

On the optimization of trading on the grain market with the grain storage cost  
O optymalizacji handlu na rynku zbożowym z kosztem przechowywania ziarna ..... 29

### **Krzysztof Kud, Marian Woźniak**

Food shopping preferences in the context of logistic chains of food supplies on the example of consumers from the Podkarpackie voivodeship  
Preferencje zakupowe żywności w kontekście logistycznych sieci dostaw żywności na przykładzie konsumentów z województwa podkarpackiego ..... 39

### **Barbara Kusto, Marek Wikiński**

Rządowy Fundusz Rozwoju Dróg jako instrument finansowy wsparcia rozwoju dróg lokalnych  
The Governmental Road Development Fund as a financial instrument supporting the development of local roads ..... 53

### **Urszula Malaga-Toboła, Robert Pawlarczyk, Dariusz Kwaśniewski, Maciej Kuboń**

Ocena ryzyka w łańcuchu dostaw na przykładzie hurtowni spożywczej  
Risk assessment in the supply chain on the example of a food wholesaler..... 63

### **Maria Rysz, Elżbieta Jadwiga Szymańska**

Kanały dystrybucji a sytuacja ekonomiczna gospodarstw sadowniczych  
Distribution channels and the economic situation of fruit farms..... 75

### **Michał Wielechowski, Katarzyna Czech, Arkadiusz Weremczuk**

Transportation industries during the COVID-19 pandemic: stock market performance of the largest listed companies  
Branże transportowe w okresie pandemii COVID-19: notowania największych spółek giełdowych. .... 87

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

Directions of transport system development according to the national environmental policy  
Kierunki rozwoju krajowego systemu transportowego a polityka klimatyczna..... 99



Jarosław Brach 

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

**Ekonomiczno-ekologiczny wpływ wdrożenia zestawów drogowych klasy MLHV-SEC/HCT-HCV na łańcuchy dostaw przy przewozach *general cargo***

**Economic and ecological impact of the implementation of MLHV-SEC/HCT-HCV road combinations on the supply chains in the field of general cargo transport**


**Synopsis.** Jednym z kluczowych elementów prowadzących do poprawy efektywności oraz redukcji kosztów i negatywnego oddziaływania na środowisko przez łańcuchy dostaw są zmiany zachodzące w systemach transportowych i środkach transportu obsługujących te łańcuchy. W artykule podjęto – dotychczas praktycznie nieobecną w polskiej literaturze naukowej – tematykę korzyści ekonomicznych, ekologicznych i organizacyjnych, jakie wiążą się z wprowadzeniem do eksploatacji wydłużonych megazestawów drogowych o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej. Cel tego artykułu polega na udowodnieniu, że wdrożenie w przewozach tzw. ładunków ogólnych – *general cargo* megawydłużonych zestawów o podwyższonej masie całkowitej i w rezultacie o podniesionych zdolnościach przewozowych poprawi konkurencyjność łańcuchów dostaw wykorzystujących takie zestawy. Ten wzrost konkurencyjności stanowi pochodną tego, że zestawy takie pozwalają na zdecydowane ograniczenie zużycia paliwa i tym samym emisji substancji szkodliwych, w tym CO<sub>2</sub>, w przeliczeniu na wykonaną pracę przewozową. Dodatkowa obniżka kosztów zachodzi wskutek zmniejszenia o połowę do wykonania tej samej pracy przewozowej liczby niezbędnych kierowców i ciężarówek. Podstawowa teza badawcza brzmi zatem, że zestawy takie istotnie przyczyniają się do wzrostu konkurencyjności kosztowej łańcuchów dostaw oraz redukcji ich negatywnego wpływu środowiskowego. Artykuł ten w głównej mierze powstał na podstawie analizy wyników badań oraz artykułów naukowych opublikowanych przez renomowane skandynawskie – szwedzkie i fińskie – wyższe uczelnie oraz instytuty badawcze. Powyższe wynika z tego, że te dwa kraje mają w Europie największe praktyczne doświadczenie ze wdrażania zespołów tego rodzaju. Testy trwają zaś w Holandii i Hiszpanii.

**Słowa kluczowe:** MLHV-SEC-HCT/HCV, logistyczne łańcuchy dostaw

**Kody JEL:** R41, R49

**Abstract:** One of the key elements leading to the improvement of efficiency and reduction of costs and negative environmental impact of supply chains are changes in transport systems and means of transport used in these chains. The article deals with the – so far practically absent in Polish scientific literature – the subject of economic, ecological and organizational benefits related to the introduction of extended road mega trains with an increased permissible total weight. The purpose of this article is

---

 Jarosław Brach – Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu; Katedra Logistyki;  
e-mail: jaroslaw.brach@ue.wroc.pl; <https://orcid.org/0000-0002-7615-3893>

J. Brach

to prove that the implementation of the so-called general cargo megalong road trains connected with the increased total weight and, as a result, increased transport capacity will improve the competitiveness of supply chains using such combinations. This increase in competitiveness is a derivative of the fact that such combinations allow for a significant reduction in fuel consumption and thus the emission of harmful substances, including CO<sub>2</sub>, per transport performance. The additional cost reduction is achieved by halving the number of drivers and trucks required for the same transport work. The basic research thesis is that such combinations significantly contribute to the increase in cost competitiveness of supply chains and the reduction of their negative environmental impact. This article was mainly based on the analysis of research results and scientific articles published primarily by renowned Scandinavian – Swedish and Finnish – universities and research institutes. The above is due to the fact that these two countries in Europe have the most practical experience of implementing teams of this kind. Tests are ongoing in the Netherlands and Spain.

**Key words:** MLHV-SEC-HCT/HCV class road train, logistic supply chains

## Wstęp

Na efektywność, ekonomiczność i ekologiczność funkcjonowania współczesnych łańcuchów logistycznych w decydującym stopniu wpływają zasady i wymogi w sferach działania i współdziałania, formułowane przez systemy transportowe, z których korzystają te łańcuchy. Kluczową funkcję pełnią tu więc, poza infrastrukturą, polityką, prawem i strategią wykorzystania, same cechy środków przewozu, w tym ich zdolność do przemieszczania określonej masy towarowej w określonych relacjach, na określonych warunkach finansowych i środowiskowych oraz przy użyciu określonych zasobów ludzkich i rzeczowych.

Obecnie w warunkach europejskich, w tym zachodnioeuropejskich, kluczową rolę w obsłudze łańcuchów logistycznych odgrywa transport samochodowy. Powyższe wynika z jego immanentnych cech, takich jak m.in. relatywnie duża dostępność, wysoka elastyczność samego przemieszczania, duża średnia prędkość i możliwa wysoka punktualność, istotna dla systemów zaopatrzenia czy dostaw operujących w ścisłych reżimach *just-in-time* czy *just in-sequence*, oraz zdolność do wykonywania usług od drzwi do drzwi. Do tego dochodzą istotne kwestie ekologiczne – w żadnej innej z gałęzi transportu nie dokonał się bowiem taki przełom w redukcji emisji substancji szkodliwych i hałasu, jak na przełomie ostatnich bez mała trzech i pół dekady zaszedł właśnie w budowie ciężarówek różnych klas i typów. Co więcej, gałąź ta wciąż wykazuje znaczny potencjał do dalszego skutecznego obniżania swojego negatywnego wpływu na otoczenie, w tym przyrodę, przy jednoczesnej nadal postępującej ekonomizacji wykonywanych prac. Z jednej strony odbywa się to poprzez wprowadzanie do eksploatacji coraz nowocześniejszych i oszczędniejszych samochodów, wyróżniających się silnikami spalinowymi o sprawności powyżej 50% oraz poprawioną aerodynamiką. Z drugiej strony wdrażane są kolejne koncepcje zarządzania usprawniające przemieszczanie tak, by towarzyszyło mu jak najmniej wszelkich strat zasobów, w tym głównie czasu i kapitału. Z trzeciej zaś pojawiają się nowe koncepcje łączenia pojazdów, mogące się przyczynić do dalszej poprawy wykonywania zadań, co automatycznie przekłada się na polepszenie konkurencyjności tak obsługiwanych łańcuchów dostaw. Jedną z takich wizji jest koncepcja megawydłużonych zestawów o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej, określanych mianem MLHV-SEC/HCT-HCV.

## Cel i metodyka badań

Celem tego artykułu jest przeanalizowanie i wskazanie, że wdrożenie w przewozach tzw. ładunków ogólnych – *general cargo* – megawydłużonych zestawów o podwyższonej masie całkowitej i w rezultacie o podniesionych zdolnościach przewozowych poprawi konkurencyjność łańcuchów dostaw wykorzystujących te zestawy. Ten wzrost konkurencyjności stanowi pochodną tego, że zestawy takie pozwalają na zdecydowane ograniczenie zużycia paliwa i tym samym emisji substancji szkodliwych, w tym CO<sub>2</sub>, w przeliczeniu na wykonaną pracę przewozową. Dodatkowa obniżka kosztów zachodzi wskutek zmniejszenia o połowę liczby kierowców i ciężarówek niezbędnych do wykonania danej pracy przewozowej. Podstawowa teza badawcza brzmi zatem, że zestawy tego rodzaju wykazują istotny pozytywny wpływ na obsługiwane przez siebie łańcuchy dostaw, ponieważ podnoszą ich konkurencyjność kosztową oraz redukują negatywny wpływ na środowisko.

Artykuł ten w głównej mierze powstał na podstawie analizy wyników badań oraz artykułów naukowych opublikowanych w pierwszym rządzie przez renomowane skandynawskie – szwedzkie i fińskie – wyższe uczelnie oraz instytuty badawcze. Te dwa kraje mają w Europie największe praktyczne doświadczenie we wdrażaniu zespołów tego rodzaju. Uzupełniają to dane i analizy pozyskane z ośrodków w Holandii i Hiszpanii, gdzie trwają próby takich zestawów. W polskim naukowym piśmiennictwie ekonomicznym artykuł ten jest jednym z pierwszych zwartych opracowań na ten temat [Brach 2021a, b].

## Rodzaje drogowych zestawów towarowych o podwyższonych zdolnościach przewozowych

Obecnie w krajach Europy Zachodniej da się wyróżnić następujące rodzaje drogowych zestawów towarowych o zwiększonych zdolnościach przewozowych na skutek wzrostu ich dopuszczalnej masy całkowitej powyżej 40 000/44 000 kg i długości ponad 16,5 m dla zestawu naczepowego oraz 18,35/18,75 m dla zestawu przyczepowego:

- LV – *Long Vehicle* – zestaw wydłużony – wydłużony do 25,25 m, zgodnie z zasadami EMS, czyli o długości większej niż 16,5 i 18,35/18,75 m, lecz nadal o dopuszczalnej masie całkowitej 40 000 kg, jak tradycyjny zestaw 5-siowy, z wyłączeniem przewozów kombinowanych. Można tu ewentualnie podnieść górną granicę masową do 44 000–48 000 kg.
- LHV – *Long Heavy Vehicle* – holenderskie LZV – EC – EuroCombi (EC) – ciężki zestaw wydłużony – ciężki i długi zestaw pojazdów – zestaw wydłużony do 25,25 m, zgodnie z zasadami EMS, ale o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 40 000 kg, w praktyce powyżej 48 000 kg, jako dolną granicę w tej sferze przyjmując ograniczenie czeskie. Przy tym jednocześnie wartość tej dopuszczalnej masy całkowitej dla zespołu nie może przekroczyć 60 000 kg (64 000 kg). Zestaw LHV-LZV-EC to w takim razie zestaw wydłużony do 25,25 m, zgodnie z zasadami EMS i o dopuszczalnej masie całkowitej w przedziale od 48 000 do 60 000 kg (64 000 kg). Wyrażenia – skróty angielskie LHV/EC oraz holenderski LZV można używać w pełni zamiennie.



J. Brach

- SEC – *Super EuroCombi/MegaLHV* – MLHV/MegaLZV – MLZV – zestaw nadal zgodny z zasadami EMS, jedynie dłuższy niż 25,25 m, bądź jedynie o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 60 000 kg (64 000 kg), bądź równocześnie dłuższy niż 25,25 m i cięższy niż 60 000 kg (64 000 kg); warunkiem przynależności do kategorii zestawów SEC jest ich zestawienie zgodnie z zasadami EMS, czyli składanie się przez takie zestawy wyłącznie ze standardowych europejskich modułów pojazdowych – naczep i/czy przyczep.
- HCT-HCV – *High Capacity Transport/High Capacity Vehicle* – zestaw tylko dłuższy niż 25,25 m, bądź tylko o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 60 000 kg (64 000 kg), bądź zarazem dłuższy niż 25,25 m i cięższy niż 60 000 kg (64 000 kg); zestawy takie mogą się jednak składać z niestandardowych pod względem mas i wymiarów bezsilnikowych jednostek taborowych – tzn. dłuższych i wyższych (ponad 4 m, realnie 4,2–4,4 m) albo jedynie dłuższych wieloosiowych naczep i przyczep o podwyższonej dopuszczalnej masie całkowitej – w praktyce megawieloosiowych – o liczbie osi większej niż trzy – oraz o dopuszczalnej masie całkowitej powyżej 27 000–36 000 kg.

Wyrażeń SEC/MLHV/MLHZ nie można więc używać w pełni zamiennie, bo wyrażenie HCT/HCV ma szersze znaczenie niż wyrażenie SEC/MLHV/LMZV, gdyż dotyczy także specyficznych wykonania pojazdów, które nie są obecnie wykorzystywane w zespołach holenderskich i ogólnie pozaskandynawskich, a jedynie w szwedzkich i głównie fińskich. W efekcie każdy zestaw klasy SEC/MLHV/MLHZ jest zarazem zestawem klasy HCT/HCV, ale nie każdy zestaw HCT/HCV jest zestawem klasy SEC. Do grupy SEC nie zaliczają się mianowicie – jak wskazano – zestawy HCT/HCV złożone ze specyficznych skandynawskich, przeważnie fińskich, jednostek pojazdowych, takich jak megawydłużone, wieloosiowe naczepy i przyczepy albo nietypowe konfiguracje leśne – do wywozu drewna i wiórek drzewnych. Obecnie określenia HCT i HCV mają zatem najszersze znaczenie. I właśnie zestawy klasy **MLHV-SEC-HCT** będą stanowić przedmiot dalszych rozważań.

### **Możliwe zasadnicze sfery wprowadzania zestawów klasy MLHV-SEC-HCT-HCV**

#### **Wprowadzenie zestawów MLHV-SEC-HCT-HCV do eksploatacji**

Finlandia i Szwecja to pierwsze kraje UE, które dopuściły do normalnego ruchu, a nie wyłącznie do ograniczonych jazd próbnych, zestawy klasy EMS, czyli oparte na tzw. europejskim systemie modułowym, zgodnie z EC 53/96–96/53/EC. W krajach tych już półtorej dekady temu zaczęto badać efektywność przewozowo-organizacyjno-ekologiczną zespołów transportowych pojazdów jeszcze dłuższych i cięższych niż EMS, określanymi mianem HCT/HCV, czyli mogących zabrać jeszcze więcej ładunków czy/i jeszcze cięższe ładunki. Finlandia i Szwecja dopuszczają już bowiem do normalnego ruchu, chociaż niekiedy na limitowanej sieci dróg, zestawy dłuższe i cięższe niż bazowy EMS, tzn. o maksymalnej masie całkowitej do 104 000 kg oraz o maksymalnej długości do 34,5 m [Lahti i Tanttu 2016].

Niemniej w połowie pierwszej dekady tego stulecia zestawy tego rodzaju znajdowały się w użyciu testowym przynajmniej w dwóch kolejnych krajach – tzn. w Holandii i Wielkiej Brytanii. Aktualnie zestawy te są próbnie sprawdzane w Holandii i Hiszpanii. W innych miejscach w Europie również istniała i nadal – mimo upływu tylu lat – istnieje silna presja przemysłu i samych wytwórców pojazdów dotycząca stosowania dłuższych i cięższych zestawów.

Obecnie jest rozpatrywanych kilka zasadniczych obszarów implementacji takich super-/megawydużonych zestawów. Obszary te można podzielić na następujące grupy:

- przewozy określonych rodzajów ładunków, które mogą być dokonywane takimi specyficznymi zestawami w wielu miejscach, oczywiście przy spełnieniu w każdym z tych miejsc zadanych wymagań brzegowych, w tym w pierwszym rzędzie wymogów prawnych oraz odnoszących się do infrastruktury. Pod względem lokalizacji wdrożenia przewozy te cechują się więc dużym uniwersalizmem, gdyż mogą być realizowane – o ile warunki lokalne na powyższe pozwalają – w licznych miejscach;
- przewozy nietypowe czy/i nietypowego ładunku, wykonywane tylko w określonym miejscu i ściśle zoptymalizowane, w tym pod względem taborowym, do takiego wykonywania w zadanym otoczeniu infrastrukturalnym i biznesowym.

W przypadku przewozów o charakterze uniwersalnym da się wydzielić dwie podstawowe sfery ich wdrożenia pod kątem realizacji ściśle zdefiniowanych zadań przemieszczenia. Tymi obszarami są:

1. Sektor leśny – przewóz drewna z miejsc jego składowania po wycince w lasach do tartaków, składów czy centrów ekspedycyjnych w postaci bocznic kolejowych albo nadbrzeży portowych, ewentualnie przewóz wiórów drzewnych z tartaków do terminali przeładunkowych drogowo-kolejowych, ekologicznych mikroelektrowni czy zakładów przeróbki (produkcji płyt wiórowych). Jazdy odbywają się zatem zazwyczaj po utwardzonych drogach gruntowych oraz normalnych drogach gminnych i powiatowych, najczęściej wyróżniających się relatywnie niewielkim natężeniem ruchu. Poza tym, ze względu na kompletację stosowanych tu przeważnie samochodów – wysoka kabina i mocny silnik, jazdy równie dobrze mogą być realizowane po zwykłych drogach publicznych, przy uwzględnieniu jednak wszelkich możliwych ograniczeń w tym zakresie, jak rodzaj dróg, maksymalne naciski i liczba osi czy prędkość maksymalna.
2. Sektor produkcyjny i logistyczny – na ogół do obsługi tzw. tras wahadłowych między centrami logistycznymi czy/i zakładami produkcyjnymi. Z założenia jazdy odbywają się przeważnie po autostradach i innych szlakach kategorii co najmniej 2+ (dwa pasy ruchu w jednym kierunku plus pas awaryjny), z dopuszczalnymi jedynie kilku-, maksymalnie kilkunastokilometrowymi zjazdami dojazdowymi po drogach niższej kategorii w celu wykonania załadunku/rozładunku w terminalu/centrum logistycznym/zakładzie/punkcie składowania. Oczywiście jest to, że MLHV-SEC nigdy nie będą mogły wjechać do centrów miast i nigdy nie będą służyły do klasycznych przewozów w ramach dostaw miejskiej logistyki ostatniej mili. Niemniej mogą realizować terminalowe dowozy ostatniej mili, w tym kontenerów/nadwozi wymiennych, w ramach obsługi dużych przesyłek całopojazdowych czy operowania wymiennymi znormalizowanymi przeładunko-

wymi jednostkami ładunkowymi, w ruchu między portami/terminalami intermodalnymi a centrami logistycznymi/hubami. Tego typu sytuacja może też wystąpić w sektorach komunalnym i selektywnej zbiórki odpadów, przy przewozie kontenerów z odpadami/złomem z centrów segregacji/zbiórki na wysypiska bądź złomowiska. Poza tym pojazdy HCT może wykorzystywać w miastach – sektor budowlany. Jeśli władze pozwolą, możliwe staje się bowiem wdrożenie tzw. miejskich solo wywrotek HCT City. Warte rozważenia są także ciężkie miejskie betonomieszarki – wzmocnione 4-osiowe oraz 5-osiowe, z bębniami o pojemności powyżej odpowiednio 10 i 12 m<sup>3</sup>.

Te zasadnicze obszary wdrożenia, bardziej uniwersalne co do lokalizacji wykonywania zadań, mogą uzupełniać sfery nietypowe, jednostkowe – tzn. rozwiązania ściśle dopasowane – jednostkowo zoptymalizowane pod kątem jednego konkretnego przypadku – tzn. wykonywania konkretnych prac tylko i wyłącznie w jednym konkretnym miejscu, nierzadko przy wykorzystaniu specjalnie w tym celu skonfigurowanego taboru. Przykładem może być wywóz w Szwecji rudy żelaza z kopalni odkrywkowej [Volvo 2018].

#### Wdrożenia zestawów klasy MLHV-SEC-HCT/HCV w przewozach *general cargo*

Podmioty gospodarcze bardzo szybko wykorzystwały możliwości, jakie dała sposobność wprowadzenia zestawów samochodowych nowego rodzaju. Dlatego w ostatnich latach kilka programów dotyczących wdrożenia pojazdów systemu – klasy HCT zostało zrealizowanych w Szwecji i Finlandii. W Szwecji w programy te byli włączeni między innymi CLOSER, Szwedzka Agencja Transportu, Szwedzka Administracja Transportu, Instytut Badań Transportu (VTI), Vinnova i Trivektor. Projekty te skupiły się na pozytywnych i negatywnych skutkach wprowadzenia pojazdów o dużej pojemności (HCV) na szwedzkich drogach. Pilotażowe studia przypadków HCT zostały przeprowadzone np. w projekcie ETT [Löfroth i Svenson 2012], projekcie Duo2, One Coil More [Adell i in. 2013] i w przypadku Jula [Bergqvist i Monios 2012]. Projekty te dotyczyły zatem dwóch zasadniczych obszarów implementacji – sektora leśnego oraz przewozów *general cargo* – tzw. ładunków ogólnych. Analogiczna sytuacja wystąpiła w Finlandii.

O ile w skandynawskim sektorze leśnym zestawy wydłużone i o zwiększonych zdolnościach przewozowych – o dopuszczalnej masie całkowitej 74 000 kg i długości 30 m, są normalnie wdrożone już od lat, o tyle kompletnie inaczej prezentuje się ta kwestia w odniesieniu do zestawów uniwersalnych i specjalizowanych, typowo szosowych. Ten drugi zakres badań dotyczy bowiem drogowych zestawów MLHV-SEC-HCT do przewozów na dalekich dystansach. W tym przypadku niezwykle ciekawe były już pierwsze doświadczenia brytyjskie sprzed półtorej dekady [Who says we... 2007]. Jak już wówczas wskazywano, jeden 84-tonowy zestaw eliminuje dwa tradycyjne, 40-tonowe, co przekłada się na: zmniejszenie o połowę liczby kierowców i samochodów oraz redukcję innych kosztów wynikającą z mniejszych podatków czy innych opłat oraz niższego zużycia paliwa w przeliczeniu na tkm. Potwierdzają to dobitnie rezultaty osiągnięte przez jedną z brytyjskich firm transportowych (właściciel Stan Robinson), która porównywała ekonomikę eksploatacji zestawu 44-tonowego (w Wielkiej Brytanii dozwolone są takie zestawy) z 84-tonowym. Oba zestawy miały przewieźć tyle samo ładunku na tym samym, 360-milowym odcinku. Okazało się, że sama oszczędność na paliwie wyniosła 107 GBP

lub 76 p na litrze. Gdyby do tego dodać zmniejszenie innych wydatków – redukcję kosztów osobowych, niższe opłaty za wypożyczenie (*leasing*) jednego ciągnika z mocniejszą, co najmniej 600-konną jednostką napędową zamiast dwóch ciągników z silnikami 420-konnymi – to sumaryczne oszczędności tylko na jednokrotnym pokonaniu tego rzeczzonego, 360-milowego odcinka dochodziły do 290 GBP. Mnożąc tę sumę przez 22 dni (przez tyle dni przeciętnie miesięcznie wykorzystuje się zestaw) i 12 miesięcy, uzyskuje się 76 560 GBP (114 840 EUR – dane przeliczeniowe dla analizowanego okresu) oszczędności rocznie. Kwota ta pozwalała wtedy na zakup jednego, dobrze wyposażonego zestawu. Korzyści z wprowadzenia 84-tonowych zespołów były i nadal są zatem niepodważalne, z kolei ewentualne niedogodności pokrywają się z wadami oraz ograniczeniami w ruchu dotyczącymi się LHV i generalnie w niemal analogiczny sposób mogą zostać wyeliminowane.

### Szwecja

Pomijając te wcześniejsze niewielkie prace brytyjskie, należy zaznaczyć, że jednym z pionierów w sferze próbnego wprowadzania zestawów MLHV do normalnej eksploatacji jest szwedzka Scania [Scania Transport Laboratory, Scania Transport Laboratory..., Scania..., Scania Annual and sustainability report]. W 2014 roku, po otrzymaniu od niej wniosku, szwedzka agencja transportowa udzieliła zgody na używanie na normalnych drogach publicznych między Södertälje i Helsingborg w Szwecji zestawów o łącznej długości ok. 32 m. Decyzję tę poprzedziły testy stabilności zespołów pojazdów o długości 31,5–32 m. Zrealizowała je szwedzka administracja transportowa, aby zapewnić, że pojazdy te nie stanowią żadnego zagrożenia, np. podczas gwałtownych manewrów omijania. Ponadto wykazano, że zestawy te nie spowodują zakłóceń w ruchu drogowym oraz że z łatwością będą mogły utrzymać prawne ograniczenie prędkości do 80 km/h. Wymagane są też od nich:

- specjalne adaptacje pojazdów,
- tabliczki „Długi pojazd” na ciągniku/naczepie,
- ograniczenie prędkości do 80 km/h,
- łańcuchy śniegowe „na miejscu” – w ciągnikach,
- urządzenie – sprzęg do holowania przyczep,
- składane tylne zabezpieczenie przeciwnajazdowe w naczepach.

Takie wydłużone zestawy o długości 31,5–32 m składają się z normalnego szosowego, 2- lub 3-osioowego ciągnika siodłowego z silnikiem o bardzo dużej mocy oraz dwóch seryjnych, 3-osiowych, 13,6-metrowych naczep (mega), sprzęgniętych ze sobą za pomocą specjalnego 2-osioowego wózka – tzw. *dolly*. Są to więc zestawy dwu-/binaczepowe z *dolly*, a w zwykłym ruchu autostradowym na zadanej trasie posługuje się nimi Laboratorium Transportowe Scania – *Scania Transport Laboratory*. Jest ono zresztą pionierem w sferze wdrażania takich zestawów ciągnika i dwóch naczep, ponieważ w próbnej eksploatacji użytkuje je od 2015 roku. W ciągu następnych 5 lat gromadzono dane i doświadczenia po pokonaniu ok. 4 mln km. W tym czasie każdego dnia 2 takie ciężkie binaczepowe, 31,7-metrowe zestawy przejeżdżały prawie 600 km z głównego zakładu produkcyjnego w Södertälje do Malmö. Był to odcinek trasy do fabryki Scanii w Holandii – w miejscowości Zwolle, gdyż na granicy zestawy te były rozformowywane na dwa standardowe zespoły

ciągnika i naczepy. Przy czym, mimo że maksymalna masa całkowita tych megadługich zestawów może dochodzić do 78 000 kg, to w rzeczywistości wynosi 74 000/41 000 kg.

Ogólnie zestawy Scania Transport Laboratory są wykorzystywane w następujących relacjach przewozowych:

- SE – Szwecja: Södertälje – Malmö,
- SE-DK – Szwecja – Dania: Malmö – Rødby – promy,
- SE-DE – Szwecja – Niemcy: Puttgarden – granica holenderska,
- SE-NL – Szwecja – Holandia: holenderska granica – Zwolle.

Inny ciekawy projekt badawczy odbywający się w Szwecji i dotyczący wdrażania zestawów klasy HCT w normalnym ruchu drogowym nazywa się DUO, ma dwie edycje, a jednym z jego głównych uczestników jest koncern Volvo Trucks [Cider i Larsson 2019]. W ramach DUO sprawdzano następujące zespoły [Closer 2017]:

- Två DUO-kärra ekipage – 3-osiowe podwozie z dwoma 2-osiowymi, centralnoosiowymi przyczepami – długość zestawu ok. 27,5 m;
- Ett DUO-trailer ekipage – zestaw z dwoma naczepami – 3-osiowy ciągnik siodłowy oraz dwie standardowe naczepy 3-osiowe, 13,6-metrowe, połączone ze sobą za pomocą 2-osiowego wózka dolly – długość zestawu ok. 32 m;
- En ETT-kombination – jedna kombinacja/zestaw – 3-osiowa ciężarówka + 2-osiowy wózek, 3-osiowy-łącznik – naczepa podnaczepowa i 3-osiowa naczepa – długość całości ok. 30 m.

W lipcu 2019 roku równolegle trwały dwa oddzielne testy. Pierwszym realizowanym przedsięwzięciem była „przyczepa DUO” z podwoziem i dwiema przyczepami (*dubble trailer*), razem formującymi zestaw o długości ok. 27 m. Jazdy próbne tym zespołem odbywały się między Göteborgiem i Malmö na trasie E6 oraz na połączeniu z terminalami Schenkers w Göteborgu i Malmö. Testy trwały od 2012 roku, a do lipca 2019 roku zestaw ten – jako przyczepa Duo – przejechał ok. 410 000 km. Niemniej ten *dubble trailer* ma niewielkie obciążenie w porównaniu z europejskim ciągnikiem z pojedynczą naczepą. Mimo to, zgodnie ze wskazaniami, zestaw ten powinien redukować zużycie paliwa nawet o 20% w przeliczeniu na przewożoną jednostkę ładunku.

Późniejszy test DUO-CAT, drugi z projektów testowych w ramach programu DUO2, zawierał już ciężarówkę z dwoma CAT, razem tworzącymi zestaw o długości 27,3 m. Projekt DUO-CAT rozpoczął się 23 marca 2015 roku. Ten zespół pierwszą fazę tzw. pojedynczych jazd (*single trip*) odbywał nocą, jako DUO-CAT, co miało pozwolić na zebranie koniecznego materiału badawczego, a jednocześnie umożliwić wstępną ocenę takiego zespołu w normalnym ruchu i jego percepcji przez innych użytkowników dróg. Jednocześnie zestaw ten w ciągu dnia wykonywał też normalne zadania dystrybucyjne, jednak już tylko jako klasyczny zestaw ciężarówki i jednej CAT – jednej przyczepy. W trakcie pojedynczych nocnych przejazdów jako DUO-CAT zestaw przebył ok. 52 000 km, przed rozpoczęciem we wrześniu 2018 roku drugiej fazy prób w Kinnarps AB. Zestaw ten przejechał także ok. 90 000 km w innym miejscu. Za niezwykle pozytywne przyjęto, że właśnie ten zestaw jako zestaw DUO z przyczepą mógł jeździć o każdej porze dnia.

Poza tym od 15 grudnia 2018 roku [The DUO2 project] zestaw 2-naczepowy – DUO-Trailer o długości 32 m i masie całkowitej 80 000 kg jeździł po drogach między Göteborgiem a Malmö, z nowym ciągnikiem Volvo FH16 i nową normą zezwalającą mu na jazdę w dzień, a nie tylko jak uprzednio w nocy. W rezultacie możliwe stały się całodniowe jazdy

po drodze między Göteborgiem a Malmö, co przełożyło się na dalszy wzrost efektywności wykorzystania sprzętu.

Warto też zwrócić uwagę na badania związane z wprowadzeniem tzw. kooperacji poziomej, towarzyszącej wdrożeniu do eksploatacji w Borås zestawów klasy HCT [Thiel 2019]. W ramach tego badania zwiększono ładowność zestawu z ok. 38 000 do 50 000 kg, czyli o blisko 30%. W drugim etapie w 2020 roku zwiększono masę brutto do 98 000 kg przy ładowności ok. 67 000 kg. W porównaniu z oryginalnym, 60-tonowym zestawem wzrost ładowności wynosi więc ok. 75%, co pozytywnie wpływa na liczbę koniecznych do wykonania jazd.

## **Finlandia**

W ramach realizowanych przedsięwzięć badawczych fińska firma Vähälä wykonała dwa projekty dotyczące zestawów HCT [Closer]:

Projekt nr 1 cechowały:

- megawydłużona naczepa 5-osiowa o długości 19,6 m, z osiami w układzie 1 + 3 + 1,
- 2 jednostki operujące na trasie Helsinki – Jyväskylä,
- pomiary zapożyczone ze Szwecji, ale używano naczepę z jedną osią dodatkową,
- główne cele:
  - badanie i rozwijanie stabilnego oraz bezpiecznego na drogach zestawu ciężarowego,
  - przygotowanie naczepy przyjaznej dla środowiska w sferze niskiego zużycia paliwa i z jedną jednostką chłodzącą,
  - opracowanie naczepy efektywnej pod względem kosztów osobowych, co oznacza brak dodatkowych czasów łączenia i rozłączania oraz mniejsze obciążenie drzwi na terminalach i w magazynach,
  - także dodatkowe badania techniczne, np. połączenie 5 osi z 2 osiami skrętnymi,
  - wyniki badań dostarczane co miesiąc do TraFim – Fińskiej Agencji Bezpieczeństwa Transportu.

Projekty badawcze Vähälä HCT nr 2 wyróżniały z kolei:

- zestaw o całkowitej długości 31,5 m i całkowitej masie maksymalnej 88 000 kg, składający z 3-osiowego ciągnika siodłowego, specjalnej 5-osiowej naczepy podnaczepowej z osiami w układzie 1 + 3 + 1 oraz – z tyłu – standardowej naczepy 3-osiowej,
- 2 jednostki działające na trasie Helsinki – Oulu, z licencją do Rovaniemi,
- główne cele:
  - badanie i rozwijanie stabilnego i bezpiecznego na drogach zestawu ciężarowego,
  - opracowanie stabilnego zestawu o masie całkowitej 88 000 kg z dwoma „przegubami” – punktami obrotu – we wcześniejszych badaniach typowy model w Finlandii występował z 3 przegubami – punktami obrotu;

*J. Brach*

- badanie korzyści w zakresie większej pojemności nadwozi i sposobów redukcji emisji do środowiska w przypadku jednorazowego transportowania większych partii ładunków co do kubatury/tonażu,
- opracowanie zestawu HCT, w którym poza drogą licencjonowaną można załadować i rozładować naczepę po naczepie.  
Jednocześnie głównymi celami Vähälä Corporation są:
- wykorzystanie istniejących jednostek floty,
- indywidualne pomiary jednostek floty na niskim poziomie – wartości po okresie użytkowania,
- nowe prawodawstwo umożliwiające odmienne zróżnicowanie floty, w zależności od celu.

Ponadto Vähälä wyznaje dwie wartości zasadnicze – tzn. bezpieczeństwo na drogach i odpowiedzialność – oraz dąży do ciągłej eksploatacji nowoczesnej floty, co oznacza:

- niskie zużycie paliwa i mniejszą emisję na przewożony m<sup>3</sup>/t,
- optymalizację sieci terminali linowych jako priorytet po wejściu nowych przepisów,
- badania nad wprowadzeniem paliw alternatywnych – wdrożenie do eksploatacji ciężarówek zasilanych LNG, by formować zespoły ciężarówki LNG + naczepy HCT.

Poza tym Vähälä Corporation dostosowuje się do przepisów dotyczących długich przyczep i naczep. Projekt badawczy Vähälä HCT nr 1 obejmował naczepę o długości 19,6 m. Prawnie może być stosowana przyczepa lub naczepa o długości 17 m, ale w tej chwili Vähälä nie widzi sensu wdrażania w swojej flocie jednostek o długości 17 m. Gdy masa dłuższych jednostek wzrośnie, długość w transporcie masowym (tarcica, bele papieru itd.) prawdopodobnie nie ulegnie zwiększeniu. Powyższe spowoduje zmniejszenie ładowności (t), a dodane osie zwiększą zużycie paliwa. Dlatego przypuszczalnie najbardziej ekonomicznym sposobem dla tego środka transportu jest dalsze stosowanie standardowych modułów w zestawach o długości 25,25 m.

Podmiot wskazuje również na podstawowe wyzwania legislacyjne. Są to:

- fakt, że głównym sprawdzianem dla dłuższych pojazdów będzie sieć dróg miejskich i niższych poziomów,
- uwzględnienie, że firma dąży do budowy/zakupu zespołów pojazdów, których składowe mogą być również używane jako mniejsze jednostki,
- przyjęcie, że z punktu widzenia firmy maksymalna masa całkowita 76 000 kg jest bardzo odpowiednia,
- uwzględnienie, że najważniejsze dla firmy pozostaje zwiększenie objętości,
- fakt, że zwiększenie całkowitej masy maksymalnej jest większym problemem i że należy to zrobić w zakresie fińskiej sieci drogowej.

Doświadczenia Finlandii z eksploatacji dłuższych zespołów są więc generalnie pozytywne. Niemniej wskazuje się na pewne ograniczenia i zastrzeżenia. Pojawiają się m.in. problemy z przejazdami i rondami, głównie w miastach i na innych obszarach zurbanizowanych, oraz niemal 10% skrzyżowań (ok. 1200) w sieci dróg publicznych teoretycznie okazuje się problematyczne przy długich zestawach.

Warto też zwrócić uwagę na doświadczenia z dotychczasowej eksploatacji zestawów o dopuszczalnej masie całkowitej 76 000 kg i o wysokości 4,4 m. Zgłaszane są tu następujące uwagi regionów drogowych i użytkowników dróg:

- ograniczenia masy powodują problemy, głównie na mniej ważnych drogach,
- wąskie drogi są trudne do pokonania przez wyższe pojazdy,
- modernizacji wymagają promy,
- występuje ograniczona nośność mostów kamiennych i innych mostów specjalnych,
- stan niektórych dróg o jednokierunkowym dużym natężeniu ruchu szybko się pogarsza, szczególnie szybko się powiększają spadki na krawężniach,
- pojawiają się życzenia dotyczące „premi zimowej”.

Zestawy klasy HCT sprawdzano również w Finlandii w przemieszczaniu specyficznych ładunków, takich jak złom stalowy w specjalnych wzmocnionych kontenerach. Takie prawie 33-metrowe zestawy [SAAB 2018], zdolne do jednoczesnego przewożenia do czterech kontenerów, w 2018 roku były testowane na fińskich drogach na podstawie specjalnego pozwolenia, wydanego przez Trafi. Takie specjalne zezwolenie dotyczyło kilkudziesięciu pojazdów klasy HCT, a na jego podstawie zestawy te mogły się poruszać w sposób eksperymentalny po wcześniej ustalonej trasie. Jeden taki zestaw HCT przewoził kontenery między regionalnymi jednostkami usługowymi Stena Recycling a zakładem kruszenia Tahkoluoto w Pori. Ten system transportu obejmuje sortowanie metali przeznaczonych do recyklingu i ładowanie ich do zielonych pojemników do recyklingu VR Transpoint. Za jednym razem 12-osiowy zespół HCT o długości 32,9 m może przewozić 4 takie specjalnie wykonane kontenery. Wnioski z tego sprawdzianu okazały się pozytywne. Złom metalowy zajmuje dużo miejsca, a efektywność transportu poprawia się na wiele sposobów, gdy jeden zestaw zabiera 4 pojemniki zamiast 3. Co więcej, trudno ściernałna blacha Hardox pozwoliła na zwiększenie wysokości i długości boku kontenera. Potrzebnych stało się mniejjazd, gdyż jednocześnie dało się przewozić wyraźnie większe ładunki. Oznacza to także mniej ciężarówek na drogach. Zwiększone bezpieczeństwo, przyjazność dla środowiska i wydajność to jedne z osiągniętych korzyści. Tym bardziej, że Finlandia to dość duży kraj, chcący zbadać wszelkie możliwości redukcji wpływu na środowisko i presji na wzrost kosztów logistyki produktów pochodzących z recyklingu.

Poza tym Finowie wskazują [Lahti 2020], że w Europie istnieje duży potencjał dla ograniczonego wdrażania zestawów klasy SEC-HCT, a najbardziej do przemieszczania nimi nadają się ładunki spaletyzowane, na które przypada znaczna część samochodowych przewozów w Unii. W krajach UE-28 na ładunki spaletyzowane przypada mianowicie 42,9% całości przewozów. Wykorzystanie w tym przypadku zdolności przewozowych odbywa się poprzez tzw. elastyczne jednostki ładunkowe. Same gałęzie transportu muszą się zaś skupić na właściwym segmencie ładunków.

## Hiszpania

Oprócz Szwecji i Finlandii testowanie zwykłych szosowych zestawów binaczepowych – 2-naczepowych dla uzyskania korzyści dla środowiska odbywa się w Hiszpanii [Scania 2019]. Od 2018 roku w tym kraju trwa bowiem test koncepcji *twin trailer*, jak ją tam nazywają. Najpierw siły połączyli hiszpański wytwórca aut osobowych SEAT i jego partner logistyczny – Grupo Sesé, aby ocenić zalety wprowadzenia 31,7-metrowej kombinacji



*J. Brach*

ciągnika siodłowego i 2 naczep. Dla realizacji tego przedsięwzięcia uzyskali od władz stosowne zwolnienie. Testom wstępnie poddawano 2-osiowy ciągnik Scania R 580 (580 KM), ciągnący dwie 13,6-m naczepy, co zwiększa dopuszczalną masę całkowitą zestawu do 70000 kg. Jazdy tego zestawu odbywają się między Saragossą i fabryką SEAT-a pod Barceloną. Trasa ta na długość liczy około 300 km i całkowicie przebiega przez autostradę.

SEAT i Grupo Sesé nie są jedynymi hiszpańskimi podmiotami testującymi zestawu klasy SEC. W dniu 4 maja 2020 roku [Railertotal NL, 2020] ukazała się informacja, że tamtejszy producent zabudów, naczep i przyczep chłodniczych – SOR Iberica – opracował i buduje zestaw Super Eco Combi dla swojego klienta – przedsiębiorstwa Disfrimur z siedzibą w Murcji na południu Hiszpanii. Przy czym o ile wcześniej Seat przeprowadzał próby z SEC o długości 32 m, ale tworzonym przez 2 naczepy kurtynowe i osiągającym masę całkowitą do 70 000 kg, o tyle Disfrimur przygotował się do uruchomienia w Hiszpanii największej kombinacji składającej się z naczep typu chłodnia. W rozwiązaniu tym podwozie przedniej naczepy zostało wzmocnione, a wózek *dolly* nie ma osi kierowanych. Pojemność tej kombinacji wynosi 66 europalet, czyli 2 razy więcej niż standardowo w jednej warstwie zabiera 1 naczepa chłodnia. Zestaw ten początkowo ciągnął ciągnik siodłowy MAN z silnikiem o mocy 640 KM.

Połączenie to wdrożono w całej Hiszpanii w ramach projektu badawczego z Uniwersytetem w Saragossie i hiszpańską RDW.

## **Holandia**

Kolejnym krajem wdrażającym – chociaż na tym etapie na skalę eksperymentalną – mega-wydłużone zestawy drogowe o podniesionej dopuszczalnej masie całkowitej, sprzęgnięte zgodnie z koncepcją EMS, jest Holandia. Kraj ten ma duże, pomijając Szwecję i Finlandię [Lundqvist 2006], doświadczenie w tej dziedzinie, gdyż już 20 lat temu [Kampfraath 2006] rozpoczęto w nim pierwsze testy EcoCombi/LHV-LZV-HCV. Nowa generacja zestawów stanowiąca właśnie wydłużone i o podniesionej dopuszczalnej masie całkowitej wydanie EcoCombi/LHV-LZV została przez Holendrów określona mianem Super EcoCombi, w skrócie SEC.

W dniu 11 grudnia 2019 roku zatwierdzono rozległy plan testowy dla SEC. Zasadniczo sprawdzian odbywa się na drogach publicznych, po pierwszych doświadczeniach na torze prób. Wybrano 4 trasy, na których najprawdopodobniej będą jeździć te zestawy. Jeśli to zależy od zaangażowanych stron i rządu, w ciągu kilku lat 2 naczepy zostaną poprowadzone na ustalonych trasach między Venlo i Rotterdamem, Rotterdamem i Arnhem, Bredą i Groningen oraz w relacji Maastricht – Amsterdam. Zainteresowanie udziałem w tym przedsięwzięciu wyraziło już wiele podmiotów. Znajduje się między nimi dużo znaczących firm – przewoźników/spedytorów związanych z sektorem TSL, w tym Koeltrans Angeren, Peter Appel, Simon Loos, Cornelissen, Jumbo, DPD, Westerman, Ewals, Post-Kogeko, Jan de Rijk i Vos Logistics. W sumie nad tym procesem ministerstwo współpracuje z jedenastoma przewoźnikami. Ostatecznie uczestnikami tzw. pilotażowej grupy projektowej holenderskiego testu SEC są: Cornelissen Group, DAF, DHL, DPD, Ewals Cargo Care, Getru, Jan de Rijk, Koeltrans BV, Peter Appel Transport [De Cristofaro 2019], Post Kogeko, Scania, Simon Loos, TRTA, Vos Logistics, Van der Wal, Westerman, uzupełnieni przez Ministerstwa Transportu, Robót Publicznych i Gospodarki Wodnej oraz Środowiska i Infrastruktury.

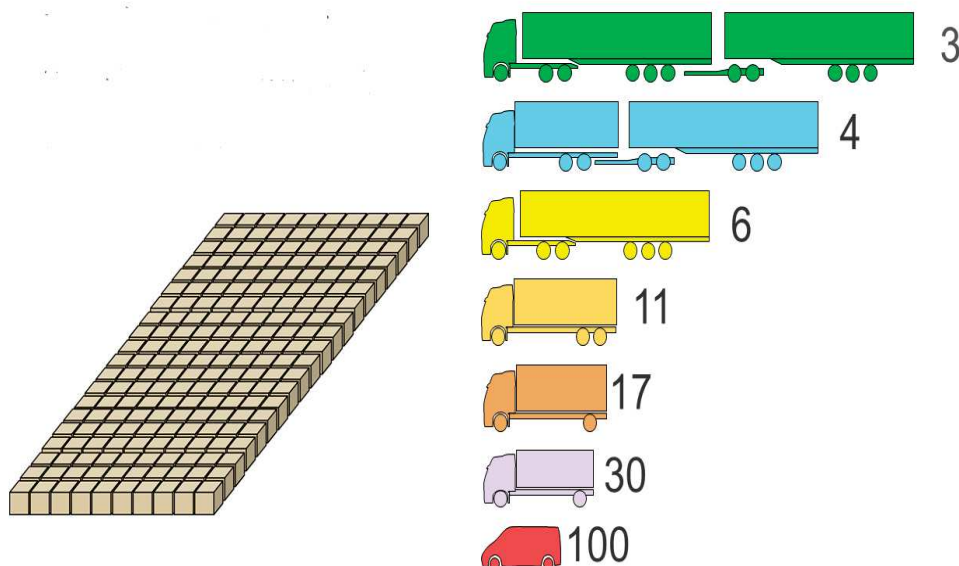
ry. W skład grupy pilotażowej wchodzi jeszcze TLN, RDW, RWS i TNO [Bigtrack International 2020].

Przewidziany do badań holenderski SEC jako kombinacja składa się 2- bądź 3-osiowego ciągnika siodłowego i dwóch 13,6-metrowych naczep połączonych ze sobą za pomocą 2-osiowego wózka *dolly*. Ma długość 32 m oraz dopuszczalną masę całkowitą 72 000 kg. W rezultacie pozostaje bliski temu, co dzieje się w Skandynawii, gdzie w Finlandii zezwolono na poruszanie się przez kombinacje maksymalnie 76-tonowe, a w Szwecji 74-tonowe. Zaangażowani są nadal w fazie pilotażowej, tak jak w Hiszpanii. Przy tym, ponieważ dopuszczalną masę całkowitą tymczasowo określono na 72 000 kg podzielone na 11 osi, oznacza to średni nacisk na oś na poziomie tylko 6500 kg. Dla porównania zwykły 40-tonowy ciągnik z naczepą przy 5 osiach wywiera uśredniony nacisk jednostkowy na poziomie 8000 kg, czyli o ponad 20% wyższym.

### **Korzyści związane z wdrożeniem w przewozach *general cargo* zestawów klasy MLHV-SEC-HCT/HCV**

Jeśli porównuje się różne rodzaje pojazdów pod kątem przewozu tej samej ilości ładunku, wynik pokazuje, że zużycie paliwa zależy od tego, który typ pojazdu zostanie wybrany do realizacji konkretnego zadania. O tym, że w pewnych warunkach wykorzystanie zestawów HCT okazuje się korzystne, świadczy zaprezentowany przykład dotyczący zabrania z Malmö do Göteborga przez różne typy pojazdów 200 palet o masie 600 kg/paletę. Mianowicie do przetransportowania takiej liczby palet o takiej masie, przyjmując maksymalne wykorzystanie objętości ładunkowej czy/i ładowności poszczególnych rodzajów pojazdów, trzeba (rys. 1):

- 3 zestawy klasy HCT,
- 4 zestawy klasy EMS-LHV,
- 6 tradycyjnych zestawów z naczepą o długości 16,5 m,
- 11 tradycyjnych ciężarówek 3-osiowych,
- 17 tradycyjnych ciężarówek 2-osiowych klasy tonażowej ciężkiej,
- 30 ciężarówek dystrybucyjnych,
- 100 aut dystrybucyjnych klasy van o ładowności minimum 1200–1300 kg.



Rysunek 1. Liczba różnych rodzajów pojazdów konieczna do przewiezienia 200 palet o masie 600 kg/paletę z Malmö do Göteborga

Figure 1. The number of different types of vehicles required to transport 200 pallets of 600 kg/pallet from Malmö to Gothenburg

Źródło: materiały wewnętrzne Volvo Trucks.

Oczywiście zdolności przewozowe co do możliwości zabrania określonych rodzajów ładunku o określonych parametrach, takich jak przede wszystkim masa i wymiary, każdego z tych rodzajów pojazdów są odmienne, gdyż pojazdy te bazowo powstały do wykonywania kompletnie innego zakresu prac – wyróżniają się innymi wymiarami, kompletacją układu napędowego, manewrowością, zdolnością przewozową itp. Niemniej, im pojazd jest cięższy i cechuje się większymi zdolnościami przewozowymi, tym bardziej przy maksymalnym spożyciu tych zdolności spadają jednostkowe koszty przemieszczania nim – maleją sumaryczne zużycie paliwa i emisja substancji szkodliwych, w tym CO<sub>2</sub>, oraz potrzeba mniejszej liczby kierowców. Dlatego jednostkowe koszty przemieszczenia – jak w podanym przypadku – 600-kilogramowych palet będą największe w sytuacji zastosowania lekkiego wana, najmniejsze w opcji wdrożenia zestawu HCT. Do tego przy wprowadzeniu HCT spada obciążenie dróg przekładające się na bezpieczeństwo poruszania się po nich. Przykładowo, by przewieźć tę samą analizowaną tu partię ładunku, potrzeba 3 zestawów HCT, które zajmują pas jezdni krótszy o ponad 24 razy niż dostawcze wany i 7,5-rza krótszy niż pas zajęty przez lżejsze, 2-osiowe ciężarówki dystrybucyjne (tab. 1).

Tabela 1. Wymagania i warunki przewozu zadanego ładunku na zadanej trasie przez konkretne rodzaje pojazdów/zestawów

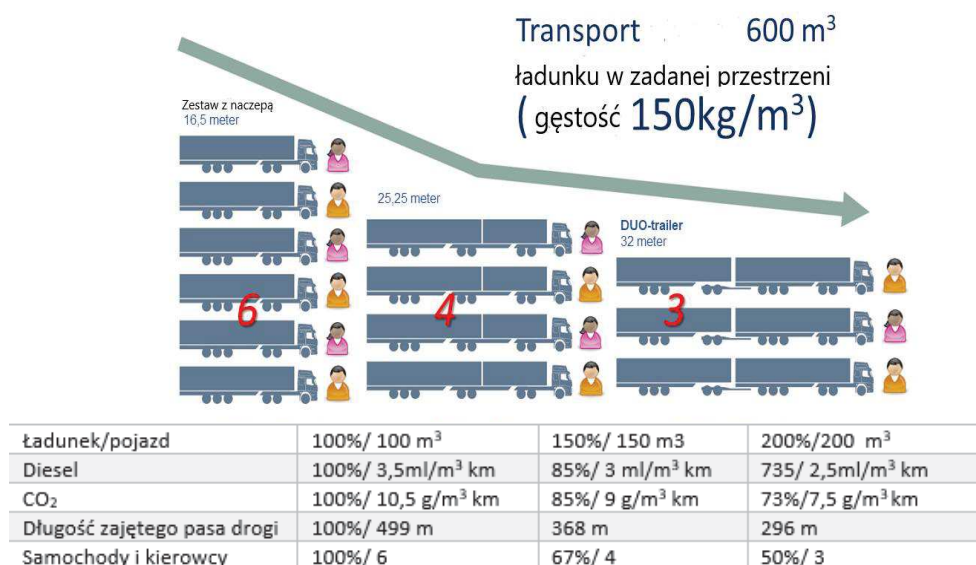
Table 1. Requirements and conditions for the carriage of a given load on a given route by specific types of vehicles/sets

Liczba kierowców	Długość zajmowanego pasa drogi [metry]	Zużycie paliwa [Ml/tkm]	Indeks paliwowy (baza – zestaw 40-tonowy) [%]	Emisja CO <sub>2</sub> /paletę	Maksymalna dopuszczalna długość pojazdu – zespołu pojazdów	Prawo jazdy EU
3	294	4	72,00	7	60–90	CE
4	364	5	80,00	8	60	CE
6	492	9	100,00	10	40	CE
11	836	8	150,00	14	26	C
17	1275	4	180,00	17	18	C
30	2220	7	250,00	25	12	C1E
100	7100	4	500,00	48	3,5	B

Źródło: [Cider i Larsson 2019].

Jeśliby zatem na tej podstawie porównać efektywność i proekologiczność wykorzystania jedynie trzech rodzajów zestawów – tradycyjnych 16,5-metrowych naczepowych, 25,25-metrowych kategorii EMS oraz 32-metrowych 2-naczepowych klasy HCT, przy ewentualnym porównywaniu warto obrazowo wskazać [Cider i Larsson, 2019], że przewóz dotyczy 600 m<sup>3</sup> ładunku o masie 150 kg/m<sup>3</sup>. W praktyce odpowiada to dużym ładunkom, takim jak lodówki, wióry lub papier toaletowy. Jeśli przewozi się tę ilość za pomocą standardowych naczep, potrzebnych jest 6 z nich z taką samą liczbą ciągników. Jeśli robi się to z LHV, potrzebne są tylko 4 ciągniki i naczepy, ale uzupełnione o 4 przyczepy. W rezultacie jeden normalny LHV – naczepa + przyczepa – zabiera 1,5 razy więcej ładunków niż standardowa naczepa. SEC-HCT zabiera zaś nawet 2 razy więcej ładunku niż zestaw standardowy i o 33% więcej – 200 m<sup>3</sup> wobec 150 m<sup>3</sup> – niż zestaw EMS-LHV. Ze względu na te odmienności zużycie paliwa przez poszczególne zespoły kształtować się będzie na poziomie: zestaw standardowy – 3,5 l/m<sup>3</sup>km, zestaw LHV – 3 l/m<sup>3</sup>km, zestaw SEC – 2,5 l/m<sup>3</sup>km. Powyższe oznacza przeliczeniową redukcję zużycia paliwa i tym samym emisji CO<sub>2</sub>, przyjmując w tych rozważaniach, że dla zestawu standardowego wynosi ona 100%: LHV – 85%, czyli –15%, SEC – 73%, czyli –27%. W dodatku, ponieważ 3 zestawy SEC w pełni zastępują 6 standardowych i 4 LHV, 6 standardowych zestawów zajmuje na drodze pas o długości 499 m, 4 zestawy LHV – 368 m, a 3 zestawy SEC – 296 m. Wskutek tego – w porównaniu z 6 zestawami standardowymi – zmniejszenie długości zajmowanego pasa drogi wynosi: dla 4 zespołów LHV – 26,3%, dla 3 zespołów SEC – 40,7%. Powyższe przekłada się na znaczne ograniczenie obciążenia dróg – mniejsze zatłoczenie i mniej korków –

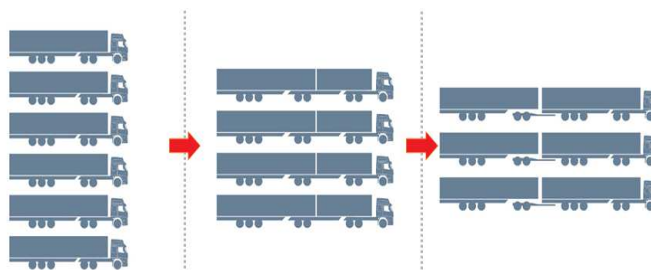
przy tej samej wartości wykonanej pracy przewozowej, poprawie bezpieczeństwa ruchu i niższych przeliczeniowych zużyciu paliwa i emisji CO<sub>2</sub> oraz obniżeniu liczby kierowców – o 1/3 w relacji do LHV i o połowę w relacji do zestawów standardowych. Ponadto łatwiej da się korzystać z przewozów modalnych, głównie drogowo-kolejowych, gdyż w SEC są stosowane 2 standardowe naczepy. Kolejną podstawową zaletą SEC polega na tym, że do obsługi dwóch naczep potrzebny jest o 1 ciągnik siodłowy mniej. To przeciętnie o 7500 kg mniej masy na drodze i wydatki na zakup takiego ciągnika niższe o około 80 000–90 000 EUR (2020 rok) i 100 000–140 000 EUR (2022 rok). Dodatkowe wskazane korzyści płyną z niższych zużycia paliwa, emisji i kosztów personelu. Korzyści ekonomiczne, infrastrukturalne, społeczne, organizacyjne i ekologiczne zaliczają się więc do niepodważalnych (rys. 2 i 3).



Rysunek 2. Korzyści ekonomiczne i ekologiczne związane z wykorzystaniem zestawów klasy HCV  
 Figure 2. Economic and ecological benefits associated with the use of HCV class road combinations  
 Źródło: [Cider i Larsson 2019].

Te wyliczenia potwierdza Scania. Po 5,5 roku pracy z różnymi przypadkami testowymi – przez 24 h na dobę, 7 dni w tygodniu i cały rok – Scania Transport Laboratory wykazało, że wskutek wzrostu dopuszczalnej masy całkowitej zestawu do 74 000 kg i ładowności do 50 000 kg a objętości ładunkowej do nawet 200 m<sup>3</sup>, w przeliczeniu na wykonaną pracę przewozową da się oszczędzić 25–30% kosztów paliwa przy takim samym procentowym przeliczeniowym zmniejszeniu emisji CO<sub>2</sub>. W praktyce wydaje się zatem, iż można zejść z redukcją emisji CO<sub>2</sub> do 20–25 g/tkm. Zarazem osiągnięcie równoważnego efektu klimatycznego poprzez rozwój samych pojazdów, by ostatecznie uzyskać podobny wynik końcowy, zajęłoby kilka czy nawet kilkanaście lat. Poza tym szersze wdrożenie takich megawydłużonych zestawów o zwiększonej dopuszczalnej masie całkowitej stanowi

dobrze wyjście – narzędzie służące skuteczniejszemu rozwiązaniu problemu niedoboru kierowców (tab. 2).



Kierowcy i pojazdy	6	4	3
Długość zestawu	16,5 m	25,5 m	32 m
Objętość ładunku na pojazd	100 m <sup>3</sup>	150 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>
Przeliczeniowe zużycie paliwa	3,5 ml/ m <sup>3</sup> km	3 ml/ m <sup>3</sup> km	2,5 ml/ m <sup>3</sup> km
Emisja CO <sub>2</sub>	100%	85% = - 15%	73% = - 20%
Długość zajętego pasa drogi	499 m	368 m	296 m

Rysunek 3. Zapotrzebowanie na kierowców oraz cechy eksploatacyjno-przewozowe różnych rodzajów zestawów – tradycyjnych, EC/LHV i SEC

Figure 3. Demand for drivers and operational and transport features of various types of sets - traditional, EC / LHV and SEC

Źródło: L. [Cider i Larsson 2019].

Powyższe oznacza, że w sytuacji porównania tradycyjnego zestawu oraz zestawu dwunaczepowego, obu zasilanych zwykłym olejem napędowym EU diesel, różnica w emisji CO<sub>2</sub>, czyli i zużyciu paliwa, przy wykonywaniu tej samej pracy przewozowej i operacjach realizowanych przez 14 zestawów, z rocznym przebiegiem 400 000 km na ciągnik, wyniosła aż 25%. Jest to więc potężny potencjał w redukcji emisji CO<sub>2</sub>.

Tabela 2. Roczne oszczędności wyliczone dla całości operacji – 14 × 400 000 km/ciągnik

Table 2. Annual savings calculated for the total operation – 14 × 400,000 km/tractor

Emisja CO <sub>2</sub> /sekcje [t]	Szwecja	Dania	Niemcy	Holandia	Ogółem
Jedna naczepa – paliwo EU diesel	1810	580	1250	260	3900
Dwie naczepy – paliwo EU diesel	1360	435	935	195	2925
Różnica – emisja					975 – –25%

Źródło: Scania, materiały wewnętrzne, 2020.

Powyższe oznacza, że w sytuacji porównania tradycyjnego zestawu oraz zestawu dwunaczepowego, obu zasilanych zwykłym olejem napędowym EU diesel, różnica w emisji CO<sub>2</sub>, czyli i zużyciu paliwa, przy wykonywaniu tej samej pracy przewozowej i operacjach realizowanych przez 14 zestawów, z rocznym przebiegiem 400 000 km na ciągnik, wyniosła aż 25%. Jest to więc potężny potencjał w redukcji emisji CO<sub>2</sub>.

Tabela 3. Roczne korzyści wyliczone dla całości operacji –  $14 \times 400000$  km/ciągnik – paliwo HVO  
 Table 3. Annual benefits calculated for the total operation –  $14 \times 400000$  km/tractor – HVO fuel

Emisja w t	CO <sub>2</sub> /sekcje		Szwecja	Dania	Niemcy	Holandia	Ogółem
Jedna naczepa – paliwo EU diesel	–		1810	580	1250	260	3900
Dwie naczepy – paliwo alternatywne HV100	–						850
Różnica – emisja							3050 – –78%

Źródło: Scania, materiały wewnętrzne, 2020.

Jeśli natomiast w przypadku zestawu binaczepowego zamieni się paliwo z tradycyjnego oleju napędowego na paliwo alternatywne HVO100, wówczas różnica w samej emisji CO<sub>2</sub> wyniesie aż 78% na korzyść zestawu 2-naczepowego, z ciągnikiem zasilanym paliwem alternatywnym (tab. 3). Tym samym sprzęgnięcie w jednym zestawie dwóch naczep okazuje się bardzo ważne dla redukcji emisji CO<sub>2</sub>. W połączeniu z paliwami odnawialnymi ten wpływ będzie wyraźnie większy.

Scania Transport Laboratory wskazuje jeszcze nie tylko na pozytywne doświadczenia związane z eksploatacją testowych zestawów, ale i na pewne wyzwania do rozważenia. Są nimi [Scania Transport Laboratory... 2020]:

- większa zależność od dobrego zimowego utrzymania dróg (głównie podczas ruszania),
- fakt, że za pierwszym razem sprzęgnięcie wózka z naczepą wymaga czasu oraz ogólnie wymaga przestrzeni do manewrowania pojazdami,
- problemy z miejscami parkingowymi w miejscach obsługi/odpoczynku.

Krajowy fiński przewoźnik – Kuljetusliike Kantola&Koramo Oy – eksploatujący zestawy *general cargo* klasy HCT wskazuje zaś na ich następujące podstawowe zalety [Kuljetusliike Kantola & Koramo Oy Pitkän matkan kulkija]:

- możliwość zredukowania liczby pojazdów,
- ograniczona emisja CO<sub>2</sub>,
- mniejszy ruch,
- obniżone koszty pracownicze.

Ogół tych elementów występuje przy założeniu konieczności wykonania tej samej pracy przewozowej co krótszymi czy/i lżejszymi zestawami stosowanymi wcześniej. Niemniej te krótsze czy lżejsze zestawy to w fińskim przypadku nieraz zestawy co najmniej klasy EMS, o ile nie krótsze i lżejsze HCT, czyli megazestawy z klasycznej perspektywy europejskiej.

Do wielu analogicznych wniosków co badacze w Szwecji i Finlandii, w Hiszpanii doszli SEAT i Grupo Sesé [Scania 2019], oceniając wydajność i korzyści w zakresie redukcji emisji, zwiększania wydajności oraz bezpieczeństwa na drogach. Wskazują oni, że zestaw ciągnik i 2 naczepy obniży emisję CO<sub>2</sub> o 20%, a koszty logistyczne o 25%. Tym samym potencjalnie takie rozwiązanie może zapewnić ogromne zalety, gdyż dzięki niemu aż o połowę da się zmniejszyć liczbę poruszających się ciężarówek, co oznacza duże korzyści pod względem zrównoważonego rozwoju, ochrony środowiska, bezpieczeństwa i wydajności. Ponadto 2 naczepy doskonale nadają się do zastosowania w intermodalnych

rozwiązaniach transportowych, bo towarowe pociągi drogowe zaprojektowano tak, aby działały z maksymalną wydajnością przy naczepach o długości 13,6 m.

Jak dotychczas wskazuje się w takim razie na następujące zasadnicze korzyści związane z wprowadzaniem zestawów klasy MLHV-SEC-HCT/HCV zamiast klasycznych zestawów naczepowych i przyczepowych:

- redukcja kosztów osobowych poprzez eliminację połowy kierowców;
- redukcja o połowę liczby ciężarówek niezbędnej do wykonania tej samej pracy przewozowej – a koszt zakupu takiej ciężarówki to – dane dla 2022 roku – co najmniej 100 000–120 000 EUR;
- przeliczeniowe – na wykonaną pracę przewozową – obniżenie zużycia paliwa i tym samym emisji CO<sub>2</sub> o nawet przeszło 20–25%;
- redukcja kosztów logistycznych w łańcuchach logistycznych.

Tym samym wdrożenie zestawów megawydłużonych o zwiększonej dopuszczalnej masie całkowitej wykazuje wiele zalet. Pomijając już nieco niszowe ich zastosowania, jak w leśnictwie czy przy przewozie rudy żelaza w Szwecji, zespoły takie, przeznaczone do obsługi autostradowego ruchu logistycznego, zazwyczaj przybierają postać zestawów 31,5–32-metrowych, o dopuszczalnej masie całkowitej do 72 000–74 000 kg. Przede wszystkim w dużej mierze składają się z istniejących komponentów, z których można korzystać w bardziej inteligentny sposób. W rezultacie da się przewieźć większą ilość ładunku za pomocą tej samej liczby ciężarówek lub tyle samo ładunku za pomocą mniejszej liczby ciężarówek. Zapewnia to korzyści pod względem kosztów i wydajności, w tym podczas planowania. Na przykład można zaplanować tylko 1 taki zestaw naczepowy klasy SEC zamiast 2 tradycyjnych. Nadal należy jednak opracować specjalne oprogramowanie do planowania. Ponadto parki biznesowe są już przygotowane do obsługi zestawów o standardowych rozmiarach. Nie trzeba zatem wprowadzać żadnych zmian przy załadunku i rozładunku. Poza tym pod względem manewrowania SEC cechuje duża praktyczność eksploatacyjna, bo odłączone naczepy da się łatwo zostawić i zadokować indywidualnie, by potem podłączyć je do takiego zestawu lub zestawu tradycyjnego – o tradycyjnej standardowej długości. Kolejna zaleta polega na tym, iż SEC składa się z normalnie użytkowanych składowych – naczep i przyczep, włączając w to *dolly*. Dzięki temu żaden jego komponent nie musi być dodatkowo produkowany. Ta uniwersalność i powszechna dostępność daje temu systemowi istotną przewagę implementacyjną. Dlatego właśnie w najbliższej przyszłości koncepcja SEC wykazuje największe szanse na odniesienie komercyjnego sukcesu, gdyż nie wiąże się z wdrażaniem nietypowych jednostek transportowych, jakie występują w szwedzkich i fińskich HCT-HCV. W związku z tym specyficzne i unikatowe, nieraz wysoce zindywidualizowane jednostki stosowane w rozwiązaniach HCT-HCV, takie jak megadługie i megawysokie naczepy i przyczepy, wciąż pozostaną taką pojazdową niszą, z licznych powodów bez większych szans na komercyjne rozpowszechnienie poza swoimi krajami macierzystymi. Przy tym, jeśli SEC są używane skutecznie, to w porównaniu ze zwykłymi zestawami mogą przeliczeniowo przyczynić się do zaoszczędzenia do ok. 25–30% paliwa kopalnego. W rezultacie dzięki SEC o określonej wartości, zależną od skali ich implementacji i spożytkowania ich potencjału, sektor transportu może zmniejszyć emisję CO<sub>2</sub>. Co więcej, znacznie więcej oszczędności – korzyści środowiskowych w sferze redukcji emisji CO<sub>2</sub> staje się możliwe do uzyskania w bardzo prosty sposób dzięki zastosowaniu w zestawach SEC-HCT-HCV jako paliwa bio LNG lub HVO. Korzystanie z SEC oznacza też, że potrzeba mniej miejsca na drodze oraz mniej kierowców, co w ja-



kimś zakresie może zredukować ich niedobór. Co więcej, praktyczne doświadczenie pokazuje, iż takie zestawy o większej ładowności są bardziej wydajne i produktywnie niż zwykłe odpowiedniki, ponieważ mogą przejmować ładunki z mniejszych ciężarówek oraz zużywać relatywnie mniej paliwa i emitować mniej substancji szkodliwych. Dzięki temu są bardziej przyjazne dla środowiska niż standardowe zestawy. Wszystko to w takim razie przekłada się na zrównoważony rozwój.

## Wnioski

Zestawy MLHV-SEC stanowią poważny krok w kierunku jeszcze bardziej zrównoważonego ekologicznie oraz jeszcze bardziej efektywnego ekonomicznie towarowego transportu drogowego. To zrównoważenie może dodatkowo zwiększyć stosowanie w okresie przejściowym gazu lub biopaliw. Jednak do powszechniejszego wprowadzenia takich zestawów konieczne okazuje się ogólnoeuropejskie zaangażowanie [Nederlandse proef met...]. Już obecne testy w krajach skandynawskich, Hiszpanii i Holandii wskazują, że SEC to poważna i rozsądna alternatywa, nadająca się do relatywnie szybkiego wdrożenia w całej Europie. Oczywiście takie wdrożenie – przynajmniej na samym początku – powinno obejmować trzy zasadnicze kwestie. Pierwszą jest pełna unifikacja i harmonizacja – przynajmniej na samym poziomie unijnym – przepisów w sferze ostatecznego wyposażenia i kompletacji oraz tzw. ścieżki – śladu poruszania się, w tym charakterystyk i zachowywania się zestawu w trakcie manewrowania. Do niezwykle wskazanych zalicza się przy tym harmonizacja w zakresie dopuszczalnych mas całkowitych. Do tego dochodzą – nie mniej ważne pod względem wdrożeniowym – specjalnie wyznaczone trasy – tzw. korytarze tranzytowe. W ramach całej Unii Europejskiej powinno się pomyśleć o przygotowaniu stosownego programu i wyodrębnieniu logicznej sieci takich tras, a całe przedsięwzięcie nazwać przykładowo TERN HPT – *Trans-European Road Network for HCT/HPT (High Performance Transport)* – Transeuropejska sieć drogowa dla transportu o dużej wydajności. Projekt ten dotyczyłby więc wydzielania spójnej i powiązanej sieci dróg w układzie międzynarodowym – przynajmniej wewnątrzunijnym, specjalnie dopasowanej do obsługi wielokołowych megazestawów ładunkowych. Szczególnie, że wprowadzenie takich zestawów przekłada się na redukcję zużycia paliwa, emisji substancji szkodliwych i ruchu. Można nawet pomyśleć o wprowadzeniu „okien” czasowych – tzw. slotów, aby te długie zestawy były używane głównie w godzinach mniejszego naturalnego natężenia ruchu, jak godziny przedpołudniowe bądź przeważnie nocne. To sprawi, że ich eksploatacja stanie się jeszcze lepszym rozwiązaniem na korki, gdyż pojazdy, które nie poruszają się w ciągu dnia, nie staną wtedy w korku.

Wszystkie te korzyści wynikłe z wdrożenia zestawów kategorii MLHV-SEC-HCT/HCV mogą się oczywiście przełożyć na liczne korzyści dla organizatorów łańcuchów dostaw obsługiwanych przez te zestawy. Są to – analogicznie jak w przypadku samej sfery przewozowej – korzyści o charakterze:

- ekonomicznym – niższe koszty wykonania danej usługi przewozowej, co wpływa na redukcję kosztów funkcjonowania danego łańcucha logistycznego;
- ekologicznym – wykonanie danej usługi przewozowej przy niższej przeliczeniowej czy nawet bezwzględnej emisji substancji szkodliwych, w tym

CO<sub>2</sub>, co odgrywa duże znaczenie szczególnie dla tzw. zielonych łańcuchów dostaw;

- organizacyjnym – możliwe nieco mniejsze problemy z przewoźnikami wynikające z braku kierowców oraz wysokich cen paliw i taboru – prawdopodobne ograniczenie pewnej presji z ich strony na wzrost stawek za fracht.

Do tego mogą dojść pewne korzyści o charakterze czasowym. Mniej pojazdów na drodze, w dodatku poruszających się we wskazanych slotach w godzinach nocnych, może oznaczać skrócenie czasu wykonania każdego jednego kursu oraz wzrost pewności co do punktualności każdej dostawy. Oczywiście, by w pełni spożytkować te korzyści czasowe, sektor logistyczny wspólnie z przewoźnikami musi:

- przygotować nowe siatki połączeń;
- dopasować do nowych dostaw czas i schemat organizacyjny pracy magazynów/hubów/centrów logistycznych;
- silnie opierać się na oprogramowaniu do zarządzania modułem transportowym, w tym kontrolą pojazdów w czasie rzeczywistym oraz programach do tzw., dynamicznego zarządzania ładunkami i pozyskiwania informacji i nich;
- szybko i skutecznie reagować na wszelkie zniekształcenia i opóźnienia;
- scalić w jeden kompletny i komplementarny, holistyczny i eklektyczny system wspomagające oprogramowanie transportowe i logistyczne (magazynowe). Szczególną rolę odegrają tu zmiana i silne powiązanie przepływów towarów w magazynach w zależności od przewozów i odwozów ładunków.

Na koniec w tych rozważaniach należy podkreślić kwestię najważniejszą. Obecnie, może poza Skandynawią, MLHV-SEC-HCT-HCV tworzą specyficzną niszę i są rozwiązaniem, które co najwyżej może się poruszać głównie po autostradach oraz po wybranych drogach lokalnych. Przy czym w tym ostatnim przypadku problematyka wiąże się z obsługą sektora leśnego, co dotychczas ma miejsce na północy kontynentu. MLHV-SEC-HCT-HCV nigdy bowiem nie wjadą do miasta, raczej też nie będą zbyt często przemieszczać ładunków niebezpiecznych. Dlatego te zespoły nie stanowią remedium na wszelkie problemy współczesnego drogowego transportu towarowego i transportowej obsługi łańcuchów dostaw, w tym dotyczące kosztów ekonomicznych i ekologicznych oraz poprawy dostępności jednego z kluczowych zasobów produkcyjnych, do jakich dzisiaj niezaprzeczalnie należą kierowcy. Zestawy te bowiem powstały, by co najwyżej w pewnych sytuacjach zastąpić tylko i wyłącznie tradycyjne zestawy oraz zestawy klasy LV-LHV, co więcej, jedynie tam, gdzie na to pozwalają przepisy i okazuje się to ekonomicznie opłacalne. Obecnie przyjmuje się<sup>1</sup>, że – pomijając Skandynawię ze względu na jej specyficzne dopuszczenia drogowe – w pozostałych krajach UE, które pozwolą na ich eksploatację, są one w stanie przejąć od 5 do 7% towarowego ruchu autostradowego, biorąc pod uwagę wykonaną pracę przewozową. W stosunku do współczesnych i prognozowanych potrzeb przewozowych to raczej niewiele. Niemniej nawet i takie wsparcie okazuje się teraz niezwykle konieczne, bo każdy niespalony litr paliwa oznacza kolejne gramy mniej emisji CO<sub>2</sub>, z kolei każdy brak konieczności zatrudniania dodatkowych kierowców chociaż w niewielkim stopniu niweluje potężne braki kadrowe w tej profesji.

---

<sup>1</sup>Wnioski wyciągnięte przez autora na podstawie rozmów z lat 2020-2021 przeprowadzonych z przedstawicielami koncernów DAF, Volvo i Scania odpowiedzialnych za wdrażanie zestawów tego rodzaju

Zespoły kategorii SEC-HCT-HCV w niewielkim zatem zakresie – biorąc pod uwagę wykonaną pracę przewozową – mogą skutecznie zsubsidiować tradycyjne zestawy i zestawy typu LV-LHV, a *de facto* w równie niewielkim zakresie mogą je uzupełnić – być w stosunku do nich komplementarne. Co najwyżej SEC-HCT-HCV można traktować jako specyficzny dodatek, sprawdzający się tam, gdzie pod względem swoich zdolności przewozowych zespoły LV-LHV okazują się niewystarczające. W pierwszym rządzie dotyczy to Szwecji i Finlandii, krajów pod względem transportu niezwykle specyficznych. W innych państwach kwestia bardziej masowego wdrażania może się już prezentować zgoła odmiennie. Co więcej, ewentualne wybory w znacznym stopniu mogą być obciążone wpływem polityki i różnorodnych lobby, a nie stanowić elementu wynikowego rzetelnych studiów i analiz powstałych po merytorycznej poszerzonej i pogłębionej dyskusji.

## Bibliografia

- Adell E., Ljungberg C., Börefelt A., Hanander M., 2013: 1-årsutvärdering av projektet ETT coil till (ECT), Trivector, Report PM 37, 1–12.
- Bergqvist R., Monios J., 2012: The last mile, inbound logistics and intermodal high capacity transport-the case of Jula in Sweden, *World Review of Intermodal Transportation Research* 6(1), 74–92.
- Bigtrack International, 2020: Dutch test with Super EcoCombi with double trailers, [źródło elektroniczne] <https://www.bigtruckmagazine.com/news/item/dutch-test-with-super-ecocombi-with-double-trailers> [dostęp: 12.07.2021].
- Brach J., 2021: Ekologiczne i ekonomiczne podniesienie efektywności przewozów poprzez wdrożenie zestawów klasy MLHV-SEC, [w:] A. Gozdek (red.), *Mobilność i zrównoważony transport. Poszukiwanie rozwiązań, Rozprawy i Studia*, Uniwersytet Szczeciński, vol. 1314, nr 1240, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin, 105–121
- Brach J., 2021: Ekonomiczne i technologiczne aspekty zastosowania megadługich i ciężkich zestawów drogowych, Wrocław, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Cider L., Larsson L., 2019: HCT-DUO2-project Gothenburg-Malmoe in Sweden, [źródło elektroniczne] [https://duo2.nu/?page\\_id=221&lang=en](https://duo2.nu/?page_id=221&lang=en), [dostęp: 11.07.2021].
- Cider L., Ranäng S., 2012: Slutrapport Duo2-Trailer. FFI (Fordonsstrategisk Forskning och Innovation)
- Closer, 2017: Rekordstort intresse för High Capacity Transport, [źródło elektroniczne] <https://closer.lindholmen.se/nyheter/rekordstort-intresse-high-capacity-transport> [dostęp: 23.07.2021].
- Closer, [źródło elektroniczne] [https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/bilder/9\\_vilka\\_fordon\\_anvands\\_och\\_kommer\\_akerierna\\_anvanda\\_i\\_finland\\_ville\\_vahala.pdf](https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/bilder/9_vilka_fordon_anvands_och_kommer_akerierna_anvanda_i_finland_ville_vahala.pdf) [dostęp: 18.07.2021].
- De Cristofaro C., 2019: Super EcoCombi biedt veel voordelen, voor ons én voor het klimaat, [źródło elektroniczne] <https://dutchmobilityinnovations.com/spaces/1169/super-ecocombi/articles/news/30066/-super-ecocombi-biedt-veel-voordelen-voor-ons-%C3%A9n-voor-het-klimaat> [dostęp: 22.07.2020].

- Kampfraath Ch., 2006: EMS = „Eternal Moving Solution? – wystąpienie podczas „European Modular System Seminar”, 26 września, Warszawa.
- Kuljetusliike Kantola & Koramo Oy Pitkän matkan kulkija, [źródło elektroniczne] <https://www.kantolakoramo.fi/> [dostęp: 22.10.2020].
- Lahti O., Tantt A., 2016: Report on wintertime High Capacity Transport (HCT) 2015–2016, [źródło elektroniczne] [https://www.trafi.fi/filebank/a/1473422710/7c6f1828ea16e7c6dd32fd4127c82981/22393-HCT\\_report\\_wintertime\\_2015-2016.pdf](https://www.trafi.fi/filebank/a/1473422710/7c6f1828ea16e7c6dd32fd4127c82981/22393-HCT_report_wintertime_2015-2016.pdf) [dostęp: 22.07.2020].
- Lahti O., 2020: HCT traffic in Finland, Nordic HCT Conference 22.10.2020.
- Löfroth C., Svenson G., 2012: ETT – Modulsystem förskogstransporter – En trave Till (ETT) och Större Travar (ST), Arbetsrapport från Skogforsk 758, 158.
- Nederlandse proef met Super EcoCombi, [źródło elektroniczne] <http://magazine.bigtruck.nl/02-2020/nederlandse-proef-met-super-ecocombi/> [dostęp: 28.12.2020].
- Railertotal NL, 2020: SOR Iberica bouwt Super Eco Combi voor Disfrimur, <https://trailertotaal.nl/nieuws/item/sor-iberica-bouwt-super-eco-combi-voor-disfrimur> [dostęp: 20.07.2021].
- SAAB, 2018: Almost 33-meter long giant truck transports four containers of metal for recycling, [źródło elektroniczne] <https://www.ssab.com/news/2018/09/almost-33meter-long-giant-truck-transport-four-containers-of-metal-for-recycling> [dostęp: 10.04.2021]
- Scania Annual and sustainability report, [źródło elektroniczne] <https://www.scania.com/group/en/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/scania-annual-and-sustainability-report-2018-1.pdf>, 23 [dostęp: 22.07.2021].
- Scania Transport Laboratory goes fossil free, [źródło elektroniczne] <https://www.scania.com/group/en/scania-transport-laboratory-goes-fossil-free-2/> [dostęp: 22.07.2021].
- Scania Transport Laboratory, [źródło elektroniczne] <https://www.scania.com/group/en/scania-transport-laboratory/> [dostęp: 22.07.2021].
- Scania Transport Laboratory, 2020: Duo-trailer combination from an environmental perspective, opracowanie wewnętrzne koncernu Scania.
- Scania, [źródło elektroniczne] <https://www.scania.com/group/en/testing-twintrailers-for-environmental-gains/> [dostęp: 22.07.2021].
- Scania, 2019: Testing twin trailers for environmental gains, [źródło elektroniczne] <https://www.scania.com/group/en/home/newsroom/news/2018/testing-twin-trailers-for-environmental-gains.html> [dostęp: 19.09.2019].
- The DUO2 project, [źródło elektroniczne] <https://duo2.nu/?p=214&lang=en> [dostęp: 23.07.2021].
- Thiel S., 2019: Horizontal collaboration regarding open traffic system in the HCT perspective, [źródło elektroniczne] [https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/bilder/hct\\_22\\_oct.pdf](https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/content/bilder/hct_22_oct.pdf) [dostęp: 23.07.2021].
- Volvo, 2018: Volvo Lastvagnar levererar 90-tons malmlastbilar till svensk gruvsatsning, [źródło elektroniczne] <https://www.volvotrucks.se/sv-se/news/press/releases/2018/mar/pressrelease-180321.html> [dostęp: 08.09.2022].
- Who says we should be going to greater lengths?, Transport Engineer, 2007, 13.



**Marek Andrzej Kociński**✉

Warsaw University of Life Sciences – SGGW

## **On the optimization of trading on the grain market with the grain storage cost**

### **O optymalizacji handlu na rynku zbożowym z kosztem przechowywania ziarna**

**Abstract:** In the article the influence of the increase in the grain storage cost on the effect of the optimization of trading on the grain market is considered. The result of the execution of the strategy of the grain purchase can be characterized for example by the sum of the expected value of the amount of money paid for the purchase of the grain and the cost of the storage of this grain. The process of the market price of the grain can be determined for example by the forecast of the grain price in the future. From the exemplary numerical calculations it follows that the storage may have a significant impact on the result of the optimization of the trading strategy on the grain market.

**Key words:** grain price process, grain storage cost

**JEL codes:** C6, Q14

**Synopsis.** W artykule rozważany jest wpływ wzrostu kosztu przechowywania ziarna na wynik optymalizacji strategii handlowej na rynku zbożowym. Wynik realizacji strategii kupna zboża może być charakteryzowany na przykład przez sumę wartości oczekiwanej kwoty wydanej na zakup zboża i kosztu jego przechowywania. Proces ceny ziarna może być określony na przykład przez prognozę przyszłej ceny zboża. Z przykładowych obliczeń numerycznych wynika, że magazynowanie ziarna może mieć istotny wpływ na wynik optymalizacji strategii handlu na rynku zbożowym.

**Słowa kluczowe:** proces ceny zboża, koszt magazynowania ziarna

## **Introduction**

The cultivation of the cereals is one of the main sectors of the agricultural production in Poland. The cereal grain is used for example in the production of flour. The cereals are important in the food industry. The price dynamics of the grain may significantly affect the level of profitability of the agricultural production. The form of the grain process is important in planning a strategy of purchasing the grain. The typical feature of the grain price process is

---

✉ Marek Andrzej Kociński – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Econometrics and Statistics, Institute of Economics and Finance; e-mail: marek\_kocinski@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-7669-6652>

the uncertainty about its future realization. The dynamics of the grain price can be modelled by a stochastic process with the parameters determined on the basis of the grain market analysis. The grain market is characterized by the volatility of the grain prices. The variability of the grain prices was studied for example in Borkowski and Krawiec [2010], Hamuleczuk and Klimkowski [2011], Krawiec [2011] and Olszańska [2011]. The important element characterizing the dynamics of the grain price is the grain price trend. Forecasting a trend in the process of the future grain price may be important in optimizing a buying strategy on the grain market. In the period between the consecutive harvests, there may be the upward trend in the process of the grain price due to declining the amount of the grain on the market. The important factor that may generate a trend in the grain price is weather. The occurrence of the shortage of water may be the factor implying the increase in the price of the grain. The grain prices may depend on the international grain trade [Ginter and Szarek 2010] and the grain prices may be significantly influenced by the legal regulations for example the legal restrictions on the import and export of the grain. The forecasting of the prices on the grain market was analyzed for example in Jodź and Mruklik [2014], Tłuczak [2010] and Tłuczak and Szewczyk [2010]. The forecasted, sufficiently high, increase in the expected price of the grain is the premise of storing the grain. Agriculture is a branch of the economy where the importance of the storage may increase with the growth of the farm [Rokicki and Wicki, 2010]. The grain storage is the activity where there is the risk of the grain quality deterioration and therefore it is important to control the moisture and the temperature of the stored grain [Tukiendorf et al. 2007, Kaleta and Górnicki 2008]. Reducing the risk of a deterioration of the quality of the grain during the grain storage may generate a significant cost. Logistic in agriculture was analyzed for example in [Klepacki 2016].

The aim of this article is to determine the grain purchase strategy which minimizes the expected amount of money spent on the purchase and the storage of the grain in a finite interval and to analyze, on the basis of the exemplary numerical calculations, the impact of the grain storage on the result of the optimization of the purchase of the grain.

### **The model of the grain market and the description of the strategy of the purchase and the utilization of the grain**

Let  $C_t$  symbolize the market price per tonne of the grain at time  $t$ . The process of the grain market price is given as follows:

$$C_t = C_0(1 + \mu t + \sigma Y_t) \text{ for } t \in [0, T], \quad (1)$$

where  $\sigma > 0$ ,  $\mu$  symbolizes the speed of the change in the average market price of the grain in the interval  $[0, T]$ , and  $\{Y_t : t \in [0, T]\}$  is a stochastic process such that

$$E(Y_t) = 0 \quad (2)$$

and  $C_t > 0$  for each  $t \in [0, T]$ .

The exemplary picture of the trajectory of the market grain price with the expected market grain price as the function of time is shown in Figure 1.



Figure 1. The exemplary trajectory of the grain market price and the exemplary graph of the expected grain market price as the function of time

Rysunek 1. Przykładowa trajektoria rynkowej ceny ziarna i przykładowy wykres oczekiwanej ceny ziarna jako funkcji czasu

Source: own elaboration.

The strategy  $\varphi$  of the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  can be characterized by the process  $X^\varphi$  such that  $X^\varphi(t)$  denotes the amount of the grain purchased by the market participant in the interval  $[0, t)$ . The velocity at time  $t$  of utilizing the grain purchased in the interval  $[0, T)$  is denoted by  $v(t)$ . Let  $Z^\varphi(t)$  symbolize the amount of the grain possessed by the market participant at time  $t$  by the application of the strategy  $\varphi$ . The value of  $Z^\varphi(t)$  is given as follows:

$$Z^\varphi(t) = X^\varphi(t) - \int_0^t v(s) ds. \quad (3)$$

The strategy  $\varphi$  is such that

$$X^\varphi(t) \geq \int_0^t v(t) dt \text{ dla } 0 \leq t < T. \quad (4)$$

The condition (4) implies that the amount of the grain purchased by executing the strategy  $\varphi$  is sufficient to utilize this grain with the speed  $v(t)$  at the moment  $t$  for  $0 < t < T$ .

Let  $EA(\varphi)$  symbolize the expected amount of money spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  by the application of the strategy  $\varphi$ .

The cost of the grain storage can increase in the course of time. It is assumed that the expected cost  $c_t^{\Delta t}$  of storing a tons of the grain in the interval  $[t, t + \Delta t)$  is given as follows:

$$c_t^{\Delta t} = \int_t^{t+\Delta t} (k + \beta s) ds, \quad (5)$$



*M.A. Kociński*

where  $k \geq 0$  and  $\beta \geq 0$ . The parameter  $\beta$  describes the speed of the increase of the grain storage cost. By (5) it is obtained that

$$c_i^{\Delta t} = k\Delta t + \beta t\Delta t + \frac{\beta}{2}(\Delta t)^2. \quad (6)$$

Consider the moments  $\frac{i}{n}T$  for  $i=0, \dots, n-1$  from the interval  $[0, T)$ . Denote by  $c_i$  the cost of storing a tonne of the grain in the interval  $\left[\frac{i}{n}T, \frac{i+1}{n}T\right)$  for  $i=0, \dots, n-1$ . By (6) the value of  $c_i$  is given as follows:

$$c_i = \frac{k}{n}T + \beta i \left(\frac{T}{n}\right)^2 + \frac{\beta}{2} \left(\frac{T}{n}\right)^2 \text{ for } i=0, \dots, n-1. \quad (7)$$

If the grain storage costs are known for two separate intervals contained in the interval  $[0, T)$  then by (7) the parameters  $k$  and  $\beta$  can be determined by solving the following system of equations:

$$\begin{cases} c_i = \frac{k}{n}T + \beta i \left(\frac{T}{n}\right)^2 + \frac{\beta}{2} \left(\frac{T}{n}\right)^2 \\ c_j = \frac{k}{n}T + \beta j \left(\frac{T}{n}\right)^2 + \frac{\beta}{2} \left(\frac{T}{n}\right)^2 \end{cases} \text{ for } i \neq j. \quad (8)$$

By (8) the values of the parameters  $\beta$  and  $k$  are given as follows:

$$\beta = \frac{c_i - c_j}{i - j} \left(\frac{n}{T}\right)^2, \quad (9)$$

$$k = \frac{c_j(2i+1) - c_i(2j+1)}{2(i-j)} \frac{n}{T}. \quad (10)$$

Consider the example such that the monthly cost of storing one tons of the grain in January in some year is 120 PLN and the monthly cost of storing one tons of the grain in December of this year is 180 PLN. Moreover, in this example,  $T=1$ ,  $n=12$ ,  $i=0$  and  $j=11$ . Thus,  $c_0=120$  and  $c_{11}=180$ . Consequently, by (9) and (10) it is obtained that  $\beta=392,73$  and  $k=1439,92$ . Figure 2 shows the values of the monthly costs of storing one tons of the grain in this example.

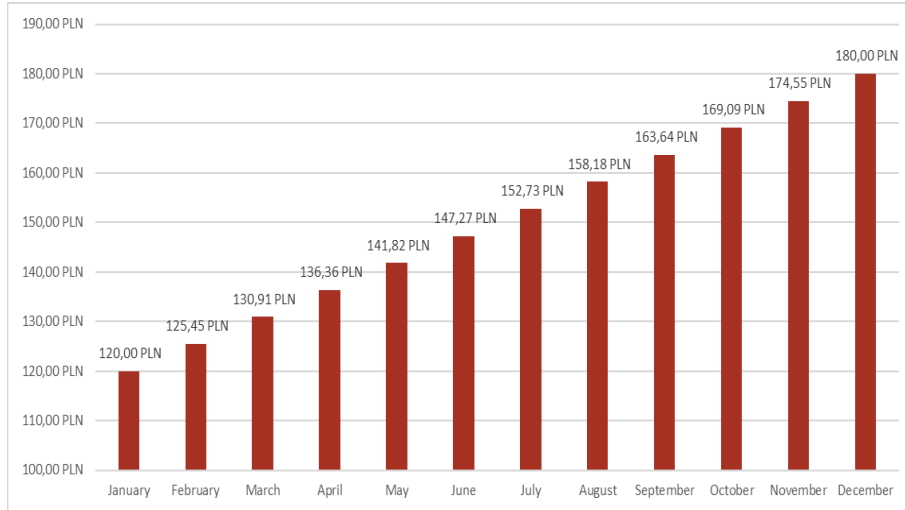


Figure 2. The graph of the exemplary monthly costs of storing one tonne of the grain  
 Rysunek 1. Wykres przykładowych miesięcznych kosztów przechowywania tony ziarna  
 Source: own elaboration.

Let  $SC(\varphi)$  symbolize the amount of money spent on storing the grain purchased in the interval  $[0, T)$  by using the strategy  $\varphi$ . By (5) the value of  $SC(\varphi)$  is given by the following formula:

$$SC(\varphi) = \int_0^T (k + \beta s) Z^\varphi(s) ds. \quad (11)$$

Let  $EASC(\varphi)$  denote the sum of the expected amount of money spent for the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the cost of the storage of this grain. Thus,

$$EASC(\varphi) = EA(\varphi) + SC(\varphi).$$

### Optimization of the strategy of purchasing the grain

The grain market participant (for example the flour producer) is considered who wants to minimize the sum of the expected amount spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain in the case where the utilization of the grain purchased in the interval  $[0, T)$  by the market participant is given as follows:

$$\int_0^t v(s) ds = \eta t \quad \text{for } t \in [0, T), \text{ where } \eta > 0. \quad (12)$$

The condition (12) implies that the market participant utilizes the grain purchased in the interval  $[0, T)$  with the constant velocity  $\eta$  in this interval.

Let  $\theta$  denote the moment from the interval  $[0, T)$  and let  $\theta^*$  symbolize the moment of the grain purchase such that the value of the sum of the expected amount of money spent on the purchase of the grain utilized at time  $\theta$  and the cost of storing of this grain is minimized over the interval  $[0, \theta]$ . Let  $f_\theta$  denote the function of the variable  $t$  from the interval  $[0, \theta]$  such that the value of  $f_\theta(t)$  is the sum of the expected amount of money spent at the moment  $t$  on the purchase of one tonne of the grain which is utilized at time  $\theta$  and the cost of storage of this grain. By (1), (2) and (6) the following formula for the value of  $f_\theta(t)$  is obtained:

$$f_\theta(t) = C_0(1 + \mu t) + k(\theta - t) + \beta t(\theta - t) + \frac{\beta}{2}(\theta - t)^2 \text{ for } t \in [0, \theta]. \quad (13)$$

By the inequality  $\beta \geq 0$  and (13) the following formula for  $\theta^*$  is obtained:

$$\theta^* = \begin{cases} 0 & \text{if } \beta\theta \leq 2(\mu C_0 - k) \\ \theta & \text{if } \beta\theta > 2(\mu C_0 - k) \end{cases}. \quad (14)$$

Let  $\varphi^*$  denote the strategy of the grain purchase in the interval  $[0, T)$  which minimizes, over the set of trading strategies satisfying (4), the sum of the expected amount spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain in the case where the utilization of the grain purchased in the interval  $[0, T)$  by the market participant is given by (12).

Let  $\psi$  denote the moment defined by the following equality:

$$\psi = \begin{cases} 0 & \text{if } \mu C_0 \leq k \\ T & \text{if } \beta = 0 \text{ and } \mu C_0 > k \\ \min \left\{ \frac{2(\mu C_0 - k)}{\beta}, T \right\} & \text{if } \beta > 0 \text{ and } \mu C_0 > k \end{cases}. \quad (15)$$

By (4), (12), (14) and (15) it is obtained that the process  $X^{\varphi^*}$  is given as follows:

$$X^{\varphi^*}(t) = \begin{cases} \eta\psi & \text{if } 0 \leq t < \psi \\ \eta t & \text{if } \psi \leq t < T \end{cases}, \quad (16)$$

By (3), (12) and (16) it follows that  $Z^{\varphi^*}$  is given by the following formula:

$$Z^{\varphi^*}(t) = \begin{cases} \eta(\psi - t) & \text{if } 0 \leq t < \psi \\ 0 & \text{if } \psi \leq t < T \end{cases}. \quad (17)$$

By (1), (17) and (16) it follows that:

$$EA(\varphi^*) = \eta C_0 \left( T + \frac{1}{2} \mu (T - \psi)(T + \psi) \right). \quad (18)$$

By (5) and (17) the value of  $SC(\varphi^*)$  is given as follows:

$$SC(\varphi^*) = \eta \left( \frac{1}{2} k \psi^2 + \frac{1}{6} \beta \psi^3 \right). \quad (19)$$

### The numerical example

In this section, in the numerical computations, it is assumed that the initial price per tons of the grain equals 1250,  $T = 0,5$  and  $\eta = 1$ . The equality  $\eta = 1$  implies that the grain market participant in the interval  $[0, T)$  utilizes 500 tons of the grain. The results of the calculations of the values of the amount of the sum of the expected amount of money spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain while executing the strategy  $\varphi^*$  for 140 pairs of the values of the parameters  $\beta$ ,  $\theta$  and  $k = 120$  are shown in Table 1.

Table 1. The exemplary values of  $EASC(\varphi^*)$  for  $k = 120$

Tabela 1. Przykładowe wartości  $EASC(\varphi^*)$  dla  $k = 120$

	$\mu$						
	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
<b>0</b>	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00	640.00
<b>200</b>	644.17	644.17	644.17	644.17	644.17	644.17	644.17
<b>400</b>	648.33	648.33	648.33	648.33	648.33	648.33	648.33
<b>600</b>	652.18	652.50	652.50	652.50	652.50	652.50	652.50
<b>800</b>	653.96	656.67	656.67	656.67	656.67	656.67	656.67
<b>1000</b>	654.79	660.83	660.83	660.83	660.83	660.83	660.83
$\beta$ <b>1200</b>	655.23	665.00	665.00	665.00	665.00	665.00	665.00
<b>1400</b>	655.50	669.17	669.17	669.17	669.17	669.17	669.17
<b>1600</b>	655.68	673.21	673.33	673.33	673.33	673.33	673.33
<b>1800</b>	655.80	676.21	677.50	677.50	677.50	677.50	677.50
<b>2000</b>	655.88	678.35	681.67	681.67	681.67	681.67	681.67
<b>2200</b>	655.95	679.94	685.83	685.83	685.83	685.83	685.83
<b>2400</b>	656.00	681.15	690.00	690.00	690.00	690.00	690.00
<b>2600</b>	656.03	682.09	694.09	694.17	694.17	694.17	694.17

cont. Table 1

$\beta$	<b>2800</b>	656.06	682.83	697.49	698.33	698.33	698.33	698.33
	<b>3000</b>	656.09	683.44	700.23	702.50	702.50	702.50	702.50
	<b>3200</b>	656.11	683.93	702.47	706.67	706.67	706.67	706.67
	<b>3400</b>	656.12	684.34	704.33	710.83	710.83	710.83	710.83
	<b>3600</b>	656.14	684.68	705.89	714.94	715.00	715.00	715.00
	<b>3800</b>	656.15	684.97	707.21	718.54	719.17	719.17	719.17

Source: own elaboration.

The graph of the sum of the expected amount of money spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain while executing the strategy  $\varphi^*$  for  $k = 120$  is shown in Figure 3.

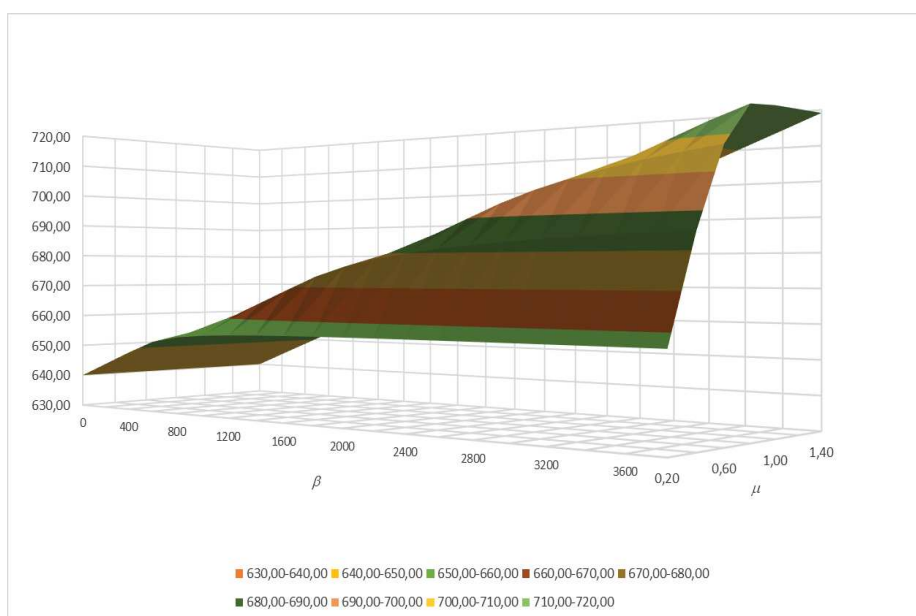


Figure 3. The graph of  $EASC(\varphi^*)$  as the function of  $\beta$  and  $\mu$  for  $k = 120$

Rysunek 3. Wykres  $EASC(\varphi^*)$  jako funkcji  $\beta$  i  $\mu$  dla  $k = 120$

Źródło: own elaboration.

From Table 1 it can be seen that value of the amount of the sum of the expected amount of money spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain while executing the strategy  $\varphi^*$  can significantly increase with the increase of the parameter  $\beta$  and the increase in the value of the trend in the grain price can induce the increase of  $EASC(\varphi^*)$ .

The results of the calculations of the values of the amount of the sum of the expected amount of money spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain while executing the strategy  $\varphi^*$  for 140 pairs of the values of the parameters  $k$  and  $\theta, \beta=1000$  are shown in Table 2.

Table 2. The exemplary values of  $EASC(\varphi^*)$  for  $\beta=1000$

Tabela 2. Przykładowe wartości  $EASC(\varphi^*)$  dla  $\beta=1000$

		$\mu$						
		0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40
$k$	<b>0</b>	645.83	645.83	645.83	645.83	645.83	645.83	645.83
	<b>20</b>	648.14	648.33	648.33	648.33	648.33	648.33	648.33
	<b>40</b>	650.08	650.83	650.83	650.83	650.83	650.83	650.83
	<b>60</b>	651.68	653.33	653.33	653.33	653.33	653.33	653.33
	<b>80</b>	652.97	655.83	655.83	655.83	655.83	655.83	655.83
	<b>100</b>	654.00	658.33	658.33	658.33	658.33	658.33	658.33
	<b>120</b>	654.79	660.83	660.83	660.83	660.83	660.83	660.83
	<b>140</b>	655.36	663.33	663.33	663.33	663.33	663.33	663.33
	<b>160</b>	655.76	665.83	665.83	665.83	665.83	665.83	665.83
	<b>180</b>	656.02	668.33	668.33	668.33	668.33	668.33	668.33
	<b>200</b>	656.17	670.83	670.83	670.83	670.83	670.83	670.83
	<b>220</b>	656.23	673.33	673.33	673.33	673.33	673.33	673.33
	<b>240</b>	656.25	675.83	675.83	675.83	675.83	675.83	675.83
	<b>260</b>	656.25	678.28	678.33	678.33	678.33	678.33	678.33
<b>280</b>	656.25	680.40	680.83	680.83	680.83	680.83	680.83	
<b>300</b>	656.25	682.17	683.33	683.33	683.33	683.33	683.33	
<b>320</b>	656.25	683.61	685.83	685.83	685.83	685.83	685.83	
<b>340</b>	656.25	684.77	688.33	688.33	688.33	688.33	688.33	
<b>360</b>	656.25	685.67	690.83	690.83	690.83	690.83	690.83	
<b>380</b>	656.25	686.35	693.33	693.33	693.33	693.33	693.33	

Source: own elaboration.

From Table 2 it follows that value of the amount of the sum of the expected amount of money spent on the purchase of the grain in the interval  $[0, T)$  and the amount spent on storing of this grain while executing the strategy  $\varphi^*$  can significantly increase with the increase of the parameter  $k$ .

The choice of the values of the parameters of the model used in the numerical example seems to be not very far from the empirical observations of the grain market and is one of the reasonable choices for the exemplary calculations.

## Summary

In the article the method the trading strategy  $\varphi^*$  which minimizes the sum of the expected amount of money spent on the purchase the storage of the grain in a finite interval is considered. It is shown how the optimal strategy  $\varphi^*$  depends on the trend in the grain market price and the parameters  $\beta$  and  $k$  characterizing the grain storage cost. From the numerical computations included in the article it can be concluded that the grain storage may significantly impact the result of the optimization of the purchase of the grain.

## References

- Borkowski B., Krawiec M., 2010: Modelowanie zmienności cen na rynku zbóż w Polsce, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 12(4), 39–45.
- Ginter A., Szarek A., 2010: Sytuacja dochodowa producentów zbóż na przykładzie upraw pszenicy, *Journal of Agribusiness and Rural Development* 4(18), 29–39.
- Jodź K., Mruklik A., 2014: Koncepcja sposobu prognozowania cen pszenicy w Polsce, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 16(5), 79–87.
- Hamulczuk M., Klimkowski C., 2011: Zmienność cen pszenicy w Unii Europejskiej, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Problemy Rolnictwa Światowego* 11(26), 4, 77–88.
- Kaleta A., Górnicki K., 2008: Bezpieczne przechowywanie ziarna – Studium zagadnienia, *Inżynieria Rolnicza* 1(99), 137–143.
- Klepacki B., 2016: Miejsce i znaczenie logistyki w agrobiznesie, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1(1), 7–18.
- Krawiec M., 2011: Analiza wpływu metody szacowania zmienności historycznej na przewidywanie ceny zbóż w modelu dwumianowym, *Roczniki Nauk Rolniczych Seria G*, 98, 40–46.
- Olszańska A., 2011: Zmienność cen na rynku zbóż w Polsce w latach 1998–2010 na przykładzie rynku pszenicy, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 13(3), 228–233.
- Rokicki T., Wicki L., 2010: Transport i magazynowanie w rolnictwie jako element logistyki, *Więś Jutra* 1, 41–42.
- Tukiendorf M., Rut J., Szwedziak K., 2007: Temperatura ziarna pszenicy w czasie magazynowania, *Inżynieria Rolnicza* 1(99), 247–252.
- Tłuczak A., 2010: Modele autoregresyjne w prognozowaniu cen zbóż w Polsce, *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych* 11(2), 254–263.
- Tłuczak A., Szewczyk M., 2010: Efektywność modeli autoregresyjnych w prognozowaniu cen produktów rolnych w Polsce, *Oeconomia Copernicana* 1, 99–119.

---

Krzysztof Kud<sup>✉</sup>, Marian Woźniak<sup>✉</sup>  
Rzeszów University of Technology

## Food shopping preferences in the context of logistic chains of food supplies on the example of consumers from the Podkarpackie voivodeship

### Preferencje zakupowe żywności w kontekście logistycznych sieci dostaw żywności na przykładzie konsumentów z województwa podkarpackiego

**Abstract:** The article focuses on consumers' dilemmas regarding the choice of food products. Growing consumer awareness is reflected in everyday choices and has both economic and public health significance. Public awareness is generating a tendency to pay attention to health aspects by choosing fresher, better quality and less processed products. Consumers are increasingly interested in short food supply chains and shortening the time it takes to move food “from the field to the table”. Purchasing behavior is conditioned, inter alia, by the individual hierarchy of values professed by the consumer, in which short food supply chains are identified with better quality, lower price and reduced trade margins. Preferences for local and regional products are also observed. The market provides such opportunities, as legal changes introduced in Poland in 2016–2017 enabled farmers to legally sell food products directly in an unprocessed as well as processed state. Such sales are carried out in short supply chains. A similar phenomenon is also observed among farmers in many EU countries. Short food supply chains play an important role in the process of creating market advantage of agricultural producers, as food products are quickly delivered to the final recipient. Local markets become very important in this case and direct selling, which lost its importance at the turn of the 20th and 21st centuries, is gaining popularity again. Logistical food supply chains are considered in various scientific fields. They combine organizational and technical, economic, social as well as cultural, and health dilemmas. The aim of this study was to identify preferences of food supply chains in the context of consumer behavior of the inhabitants of south-eastern Poland. The survey was conducted using the CAWI (Computer-Assisted Web Interview) method. The survey shows that respondents associate food quality with the length of the supply chain, in the declarative sphere, they prefer short food supply chains, but do not use them. A sizeable proportion of respondents said they were willing to pay slightly more for safe and wholesome food. Research has confirmed that the modern consumer increasingly recognizes the importance of the healthiness of products, and links this to shortening the food supply chain.

**Key words:** shopping preferences, consumer, food products, Short Food Supply Chain (SFSC), logistics

**JEL codes:** D12, E21, L91, Q13

---

✉ Krzysztof Kud – Rzeszów University of Technology; Faculty of Management; e-mail: [kkud@prz.edu.pl](mailto:kkud@prz.edu.pl); <https://orcid.org/0000-0003-4070-4777>

✉ Marian Woźniak – Rzeszów University of Technology; Faculty of Management; e-mail: [mwozniak@prz.edu.pl](mailto:mwozniak@prz.edu.pl); <https://orcid.org/0000-0003-4813-6612>



**Synopsis.** Artykuł koncentruje się na dylematach konsumentów związanych z wyborem produktów żywnościowych. Rosnąca świadomość konsumentów znajduje odzwierciedlenie w ich codziennych wyborach i ma znaczenie zarówno dla gospodarki, jak i zdrowia publicznego. Świadomość społeczeństwa rodzi tendencję do zwracania uwagi na aspekty zdrowotne poprzez wybór świeższych, lepszych jakościowo i mniej przetworzonych produktów. Konsumenty są coraz bardziej zainteresowani krótkimi łańcuchami dostaw żywności i skracaniem czasu potrzebnego na transport żywności „od pola do stołu”. Zachowania zakupowe są uwarunkowane m.in. indywidualną hierarchią wartości wyznawaną przez konsumenta, w której krótkie łańcuchy dostaw żywności utożsamiane są z lepszą jakością, niższą ceną i mniejszymi marżami handlowymi. Obserwuje się także preferencje dla produktów lokalnych i regionalnych. Rynek stwarza takie możliwości, gdyż zmiany prawne wprowadzone w Polsce w latach 2016–2017 umożliwiły rolnikom legalną sprzedaż bezpośrednią produktów żywnościowych zarówno w stanie nieprzetworzonym, jak i przetworzonym. Taka sprzedaż odbywa się w krótkich łańcuchach dostaw. Podobne zjawisko obserwuje się również wśród rolników w wielu krajach UE. Krótkie łańcuchy dostaw żywności odgrywają istotną rolę w procesie tworzenia przewagi rynkowej producentów rolnych, gdyż produkty żywnościowe są szybko dostarczane do finalnego odbiorcy. Bardzo ważne stają się w tym przypadku rynki lokalne, a sprzedaż bezpośrednia, która straciła na znaczeniu na przełomie XX i XXI wieku, ponownie zyskuje na popularności. Logistyczne łańcuchy dostaw żywności są przedmiotem rozważań w różnych dziedzinach nauki. Łączą one w sobie dylematy organizacyjno-techniczne, ekonomiczne, społeczne, kulturowe i zdrowotne. Celem pracy było określenie percepcji oraz preferencji dotyczących łańcuchów dostaw żywności w kontekście zachowań konsumentek mieszkających w południowo-wschodniej Polsce. Badanie zostało przeprowadzone metodą CAWI (*Computer-Assisted Web Interview*). Z badania wynika, że respondenci wiążą jakość żywności z długością łańcucha dostaw, w sferze deklaratywnej preferują krótkie łańcuchy dostaw żywności, ale z nich nie korzystają. Znaczna część respondentów zadeklarowała, że jest gotowa zapłacić nieco więcej za bezpieczną i zdrową żywność. Badania potwierdzają, że współczesny konsument coraz częściej dostrzega znaczenie zdrowotności produktów i wiąże to ze skróceniem łańcucha dostaw żywności.

**Słowa kluczowe:** preferencje zakupowe, konsument, produkty spożywcze, krótki łańcuch dostaw żywności (SFSC), logistyka

## Introduction

The agri-food sector, also called the agri-food sector, is interpreted as one of the basic members of agribusiness and elements of the agricultural environment, and in the case of Poland it is strongly differentiated in regional, natural, social or organizational and economic terms.

For many countries, including the EU, food production and sale are treated as one of the priority directions. Also very important are links between entities involved in the process of production and sale of food. Therefore, many factors directly and indirectly influence their contemporary shape and image, and additionally, the deterioration of bargaining power of farms and, above all, their influence on product price and shelf life has become visible. There is a retreat from the hyperconsumption that dominated for a long period and a turn towards limited and sensible consumption [Michalczyk 2018].

Food as defined in Article 2 of Regulation (EC) 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002, means any substance or product, whether processed, partially processed or unprocessed, intended to be, or reasonably expected to be, ingested by humans. It can be concluded that food quality is perceived by consumers in relation to health quality through safety, nutritional and sensory value, availability, and price [Balon et al. 2016, Stenmarck et. al 2016]. Logistics in the supply chain is very important from the point

of view of the consumer and the rest of the food economy. There is variation in the food processing degree and the complexity of logistics from producer to consumer in the food supply chain. This entire process has implications for the economic and health aspects of food as perceived by consumers [Strużyna 2020].

The supply chain consists of a network of entities involved, through upstream and downstream links, in processes and activities that create value in the form of products and services directed to the final consumer [Stadtler and Kilger 2008]. With regard to the food supply chain, three important economic sectors are identified: agriculture, food processing, and distribution in the form of wholesale and retail food trade. It is assumed that the fewer intermediate links in the chain, the better food quality and the better value for money for the consumer. However, it should be stressed that all activities related to the management of waste generated in the chain and the flow of information, including the execution of all payments, are also closely linked to supply chains [Mulawka 2021]. Individual food consumer choices are increasingly becoming a reflection of the value system and contestation of highly processed food distribution. On the other hand, there are tendencies to return to the historically oldest distribution channels in the form of direct sales. Similarly, short supply chains “from farm to fork” are being promoted in European Union countries, where local production, processing and distribution are gaining importance [Szymańska 2019]. The Short Food Supply Chain (SFSC) is defined as a chain involving a limited number of economic entities engaged in cooperation, local economic development, and close geographical and social relationships between food producers, processors, and consumers [Kneafsey et al. 2020]. Such a chain is based on minimizing or even reducing to zero the number of intercessors between a farmer and a consumer. Several types of SFSC can be distinguished, related to sales on the farm, collective sales to public institutions, local sales practically in the production region, or through cooperatives of small local farmers. In the case of SFSC, the social values associated with direct contact between the producer and the consumer, and the economic and environmental values, deserve attention [Kneafsey et al. 2013]. Short food supply chains provide an alternative and cost competition to longer chains, in which agricultural producers often lose their individual bargaining power and the product loses its personalization by becoming anonymous. In the EU, an average of 15% of farms sell more than half of their production in short channels, directly to consumers [Augère-Granier 2016]. Among other things, the SFSC aims to improve product quality and reduce waste [Mulawka 2021].

Food supply chains comprise a number of entities involved in the flows of goods, services, and information between the producer and the consumer [Stadtler and Kilger 2008]. Consumer preferences regarding the length of food supply chains and the prospects for short chains were the subject of this research.

## **The consumer in the food market**

At the beginning of the 21st century, clearly visible became the trend towards healthy eating, often referred to as the fashion for healthy food. In this trend, as noted by the Institute of Food and Nutrition [Jarosz n.d.], it is important to apply the principles contained in the pyramid of healthy eating. When current food trends taking into account, attention is paid to the origin of products, highlighting their local provenance and ecological and health aspects, as well as their environmental friendliness or affordability [Clausnitzer 2021]. Consumers

are increasingly health-conscious. The environmental performance of products, social responsibility, and sustainable consumption, as well as co-consumption and smart shopping, are also becoming important [Sobczyk 2018].

Consumers constitute a diverse group in terms of psychological, sociological, cultural, and economic characteristics. These differences influence purchase behavior. They relate to preferences for product quality, places of purchase, access to information, and a range of other distinctions [Melski et al. 2016]. Consumer behavior is a whole process of coherent actions connected with the fulfilment of consumption needs, taking into account all social, cultural, and economic decisions. It is influenced by marketing activities on the part of producers and sellers [Kieźel 2010, Stasiuk and Maison 2014, Baran et al. 2017, Grzega and Kieźel 2017].

Consumers increasingly pay attention to the fact that food has moral, health, social and aesthetic importance. It translates into shopping habits and buying organic products from small shops in local markets. It is about satisfying the aesthetic experience of shopping. It is about avoiding poor nutrition, unhealthy habits, eating fast food, or eating on the run. [Kokkorisa and Stavrova 2021].

Today's food market is 75% created by modern forms of trade, mainly hypermarkets, supermarkets, discount shops, chains of small food shops [Maciejewski 2018]. The great success of discounters in the food trade is linked primarily to low prices but the currently fashionable "smart shopping" trend too, characterized by the pursuit of good quality goods at relatively low prices [Mróz 2013]. Poles are changing their shopping habits. They choose various forms of commerce, preferring traditional neighborhood shops and discount shops located on their way from work. They point out that they save time and effort from the need to travel to large outlets, where they occasionally go for large enough purchases [Maciejewski 2018].

With regard to the COVID-19 pandemic situation, nearly one-third of the Polish population carried out their food shopping online. It was emphasized, however, that shopping in traditional shops was much preferred. It should be highlighted that the shop location and the local origin of the products are important for Polish consumers. It is worth noting that 73% of Poles surveyed declared their willingness to pay a higher price for the opportunity to buy products of local origin [KPMG 2020]. The COVID-19 pandemic changed consumers' market behavior, as they focused to some extent on aspects related to feelings of fear and uncertainty, safety risks, and even panic when buying food [Ben-Hassen et al 2020, Chauhan and Shah 2020, Cranfield 2020, Lins and Aguino 2020, Yuen et al. 2020].

## **Food supply chains**

The European Commission is increasingly promoting SFSC-compliant solutions, which are closely linked to the development and strengthening of local markets that bring together sellers and buyers of food products in a specific limited territory. At the same time, the aim is to reduce the excessive length of food supply chains associated with industrial-scale production. Highly processed food production and long supply chains are usually associated with a loss of nutritional value of food. SFSCs bring agricultural producers closer to consumers, to whom they thus offer food of better quality, organic, produced with reduced use of synthetic chemicals, at a competitive price, produced in a way that is more beneficial to local

communities and the environment. The Common Agricultural Policy 2021–2027 assumes that SFSCs and local markets will increasingly be instruments for shaping more integrated rural and agricultural development policies, while demonstrating the importance of small farms in the agricultural market. This approach is reflected in the European Green Deal Strategy, which emphasizes the importance of the Farm-to-Fork Programme focused on reducing the use of chemical pesticides - by 50% by 2030. The programme also aims to reduce the use of mineral fertilizers and provides Europeans with healthy, affordable and sustainable food. It is also intended to contribute to the development of sustainable consumption, reduce food loss and waste, and prevent food adulteration in the supply chain. The Farm to fork strategy is a tool to develop and strengthen local markets, bringing farmers together in the collective production, distribution and sale of food. Collective action, and thus the promotion of SFSCs, creates opportunities for farmers to increase their sales opportunities and for consumers to have greater and more sustainable access to local, healthier food [Serafin 2020].

A short supply chain as defined in EU Regulation 1305/2014 is a supply chain involving a limited number of operators engaged in cooperation, bringing about local farm development and characterized by geographical and social links between producers, processors and consumers [Dz.U UE L 347/487]. It was later clarified that these are only supply chains in which no more than one intermediary is involved between the farmer and the consumer [Dz.U. UE L 227/1]. This system shortens not only the physical distance between the producer and the consumer of food, but also in a social sense by emphasizing direct, personal contact.

Short supply chains are organized to maximize consumer satisfaction, minimize the number of intermediaries, ensure higher food quality resulting from the elimination of storage and repackaging. They also allow reducing geographical and social distances between links in the chain [Tundys 2015, Szymanska and Lukoszova 2019].

Farms creating inter-regional competitive advantages create short supply chains that play an important role in the agri-food sector, where reaching the consumer quickly is essential. Short supply chains are important in this case, as they shorten the time for products to reach the final consumer from the place of production. This enables the implementation of the so-called 7R formula, i.e. supplying the right product, right quantity, right condition, right place, right time, right customer, right price [Matwiejczuk and Tłuczak 2020].

Forms of SFSC include direct sales through markets, online or direct delivery to the consumer, collective direct sales in which products are sold locally through specialized retailers, extended chains through partnerships in the form of cooperatives or producer associations [Gali and Brunori 2013, Renting et al. 2013]. With regard to food products, direct selling can take the form of direct selling on the farm so-called 'at the door', selling at a farmers' market, selling at the roadside, selling directly at home, selling online, selling in the form of 'collect yourself', neighborhood selling [Weed 2019].

Direct sales represent an opportunity for farmers to increase their own income and their own brand, but also for consumers to have easier access to food of better quality, better taste and known origin. Direct sales should become the basic and simplest channel for distributing local food. Thanks to this form of sale, food producers gain a larger share of the final price of the product and more feedback from the customer, through which they can better adapt the assortment to their needs and improve the image of the farm. For the consumer it is mainly higher quality of products, better health and nutritional values of food, favorable price/quality relation, certainty of product origin, direct contact with the producer, greater availability of

niche products, positive impact on the local economy, maintaining social ties [Kawecka and Gębarowski 2015].

Direct sales and local markets within the European Union have, unfortunately, been in decline for many years, losing their importance, which is confirmed by European Parliament data showing that only 15% of EU farms use this form for direct sales of more than half of their products. The form of direct selling is least popular in Spain and Malta, while it is most popular in Greece, Slovakia, Hungary, Romania and Estonia [Augère-Granier 2016]. According to data from the Ministries of Rural Development and Agriculture, in Poland only less than 2% of farmers make direct sales [Serafin and Pilis 2020]. However, it should be remembered that in Poland it was only in 2017, with the introduction of an innovative form of agricultural activity related to agricultural retail trade, that the regulations governing processing and small-scale sales were tidied up and simplified.

One-third of food produced goes to waste [Dobrowolski 2018]. Food waste should not be equated with losses in the supply chain. Wasted food is eliminated from the agro-food chain mainly for economic reasons or because it has exceeded its expiry date [Kwasek 2016]. Food waste occurs throughout the food chain, or in simpler terms, “from field to table” [Krajewski et al. 2014] and mainly concerns households – 53%, processing – 19%, catering – 12%, production process – 11% and wholesale and retail – 5% [Kaszuba 2019]. In industrialized countries, food losses are the same as in developing countries, while the stage at which they occur differs. In developing countries, more than 40% of food losses are related to the harvesting and processing phase, while in countries industrialized, more than 40% of food losses occur in the retail trade [FAO 2011]. Processing accounts for about 19% of food losses in the EU, and food losses and wastage have become a significant problem in the economic model of the food production sector. Ensuring widespread access to quality food under current conditions of temporary water and energy scarcity or extreme climatic situations poses a growing local challenge. One of the basic causes of food losses is very often human errors occurring in the production process [Szczepaniak and Grochowska 2020]. Optimized food logistics is an essential element in food waste reduction, which involves identifying weaknesses in the chain [Strużyna 2020].

## **Purpose and methodology of the study**

The aim of the study was to identify the perception and preferences of food supply chains in the context of consumer behavior of the inhabitants of south-eastern Poland. The subject of the study was food consumers’ preferences concerning food supply chains. The subjects of the study were adults. The research area covered south-eastern Poland (Podkarpackie Voivodeship). The research was conducted in late 2019 and early 2020. The study included consumer beliefs about the importance of food for maintaining health, the quality of food purchased, determinants, and purchase preferences. The study was exploratory in nature. The following research questions were formulated:

- Do consumers link food quality to supply chain length?
- Do consumers prefer short food supply chains?
- How important is product price in choosing the supply chain?

Responses to the research questions were used to identify preferred features of food chains.

The study was carried out by means of a diagnostic survey with a questionnaire form. The technique used was CAWI (Computer-Assisted Web Interview). The survey was partial, non-probabilistic, and the respondents were selected by a random method. At the first stage, the questionnaire was handed over to 120 people who had invited other people to the study. The condition of participation in the research was a place of residence within the Podkarpackie voivodeship. The total number of reliably completed questionnaires was 409. The research tool was a questionnaire form. It was constructed in the form of a series of statements (diagnostic theses), which respondents assessed for consistency with their beliefs. The questionnaire form contained wording to identify the habits and beliefs of the respondents. Theses referred to the importance of food in maintaining consumer health, shopping habits, perception of highly processed food, etc. Another group of theses made it possible to diagnose shopping habits, attitudes and propensity to use SFSC, propensity to pay higher costs for high quality food. A bipolar Likert scale with a neutral middle value was used for the assessment. On the scale, value 1 meant definitely no; 2 – rather no; 3 – neither yes nor no; 4 – rather yes; 5 – definitely yes. The form also allowed the recognition of main socio-demographic characteristics such as age, gender, education, place of residence. The results were subjected to statistical analysis. Based on the collected material, cluster analysis was performed using Ward's method, the basic and categorized structure of responses was calculated, and Pearson's correlation analysis was conducted.

## **Results**

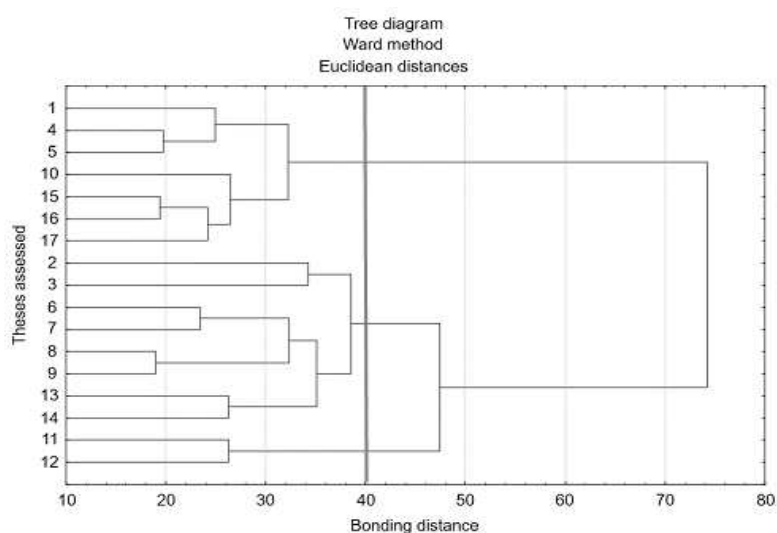
In the surveyed group of respondents, 53.1% were women, and 46.9% were men. There were 26.7% people with higher education, 45.7% with secondary education, 18.1% with vocational education, and 9.5% with primary education. Rural areas were inhabited by 47.7% of respondents, 12.5% lived in cities up to 10 thousand inhabitants, 12.2% in cities with 10–40 thousand inhabitants, and 27.6% in cities with over 40 thousand inhabitants.

Based on the collected material, cluster analysis was conducted using Ward's method (Figure 1). Table 1 presents the rating structure of individual diagnostic theses and the average value of the ratings. Cluster analysis makes it possible to separate homogeneous subsets of the objects in the study group by combining them into groups that are relatively homogeneous internally and relatively diverse among themselves [Agboola and Joel 2017]. The cluster analysis conducted in the 'binding distances relative to binding stages' section showed an increase in distances above  $y = 40$ . Cutting off the dendrogram at this position allowed three clusters to be distinguished.

In the first cluster, comprising 7 subjects, the formulations concerned beliefs about the relationship between food quality and maintaining good health (theses 1, 4, 5). These theses found strong support among respondents. Table 1 shows that over 70% of respondents support these formulations. This cluster also included theses related to perceptions of short food supply chains (SFSC) (thesis 16), high-quality traditional food products (theses 10, 15), and respondents' willingness to pay higher costs for safe and wholesome food (thesis 17). The structure of the evaluations of these theses is shown in Table 1. In this case, the most numerous groups of evaluations referred to the value 4 – rather yes.

The second cluster included 8 theses that referred to specific behaviors. This cluster included formulations about taking care of one's health (theses 2, 3) and conscious food purchasing (theses 6, 7). In this case, the most frequent rating was 4 - rather yes (Table 1). The conviction about the safety of the purchased food (thesis 8), was assessed ambiguously. 47.4% of the respondents indicated the rating “neither yes nor no”, while 44.7% of the people surveyed claimed that they buy safe food (Table 1). This cluster also included theses regarding the declaration of use of SFSC (theses 13, 14). Just over 40% of respondents confirmed the use of such chains (Table 1).

The last and smallest cluster contained two theses. The first referred to the criterion of low price when buying food (thesis 11). In this case, the thesis was evaluated negatively (Table 1). The second thesis concerned the preference for shopping in hypermarkets, which is usually associated with long logistics chains (thesis 12). Such a preference was reported by 44.3% of respondents (Table 1).



**Cluster 1:** 1 – Food is a major factor in shaping health; 4 – Synthetic preservatives and colourings can be harmful to health; 5 – Genetically modified products can cause health problems; 10 – The origin of the product is important to me; 15 – I believe that traditional foods ensure high biological quality and safety for the consumer; 16 – The small number of intermediaries (from the farmer to the shop) is conducive to ensuring high food quality; 17 – I am able to pay about 10% more for organic food. **Cluster 2:** 2 – I use food supplements and vitamins; 3 – I very rarely eat out (in canteens, bars, restaurants); 6 – I usually read product labels; 7 – I am familiar with the food additive designations used; 8 – The foods I buy are safe; 9 – I am satisfied with the quality of the food I buy; 13 – I do most of my food shopping at the bazaar or small shops; 14 – I am happy to buy food directly from the farmer; **Cluster 3:** 11 – The main criterion for choosing food is its low price; 12 – I prefer to shop for food in big-box stores.

Figure 1. Dendrogram of the cluster analysis

Rysunek 1. Dendrogram analizy skupień

Source: own elaboration

When analyzing the structure of the ratings of the individual theses in Table 1, it is important to highlight the high percentage of respondents who appreciated the importance of food for maintaining good health and held the belief that many chemical food additives are

harmful. Respondents were also convinced of the benefits of SFSC for food quality. However, purchasing behavior was different, with just over 40% of respondents declaring the use of these chains.

The calculated mean scores of the individual theses, categorized by gender, were higher for all but two of the formulations rated by women. The theses relating to low prices as a criterion for food choice and preferred shopping in supermarkets were rated higher by men. This observation confirms the stereotype of a man on a shopping spree who behaves like he is on the hunt.

Table 1. Structure of evaluations of diagnostic theses and the average value of evaluations [%]

Tabela 1. Struktura ocen tez diagnostycznych i średnia wartość ocen [%]

Theses assessed	Likert scale scores					Average scores
	1 definitely not	2 rather not	3 neither yes nor no	4 rather yes	5 definitely yes	
1. Food is a major factor in shaping health.	1.7	1.2	5.4	44.5	47.2	4.34
2. I use food supplements and vitamins.	12.0	30.3	10.0	33.5	14.2	3.08
3. I very rarely eat out (in canteens, bars, restaurants).	11.2	22.0	13.4	29.3	24.0	3.33
4. Synthetic preservatives and colourings can be harmful to health.	1.2	4.9	10.3	31.3	52.3	4.29
5. Genetically modified products can cause health problems.	2.2	7.8	19.1	28.1	42.8	4.01
6. I usually read product labels.	10.5	21.8	15.9	40.3	11.5	3.21
7. I am familiar with the food additive designations used.	12.7	25.4	23.0	34.5	4.4	2.92
8. The foods I buy are safe.	2.0	5.9	47.4	38.6	6.1	3.41
9. I am satisfied with the quality of the food I buy.	1.2	14.2	27.6	49.1	7.8	3.48
10. The origin of the product is important to me.	3.4	13.4	19.6	39.1	24.4	3.68
11. The main criterion for choosing food is its low price.	11.0	33.7	22.0	27.4	5.9	2.83
12. I prefer to shop for food in big-box stores.	4.4	29.8	21.5	34.0	10.3	3.16
13. I do most of my food shopping at the bazaar or small shops.	6.1	33.0	18.6	31.8	10.5	3.08
14. I am happy to buy food directly from the farmer.	8.6	23.2	25.7	27.9	14.7	3.17
15. I believe that traditional foods ensure high biological quality and safety for the consumer.	1.0	2.4	21.5	44.0	31.1	4.02
16. The small number of intermediaries (from the farmer to the shop) is conducive to ensuring high food quality.	2.4	5.6	16.1	41.1	34.7	4.00
17. I am able to pay about 10% more for organic food.	1.7	7.3	23.0	41.1	26.9	3.84

Source: own elaboration



When analyzing the mean values of the scores categorized by place of residence, it is worth noting that the value of the mean score was lower in larger towns and cities for theses relating to the importance of the quality of food products for consumers' health, concerns about genetically modified food, and the importance for consumers of the place of origin of food. In larger towns, respondents' belief in the high quality of traditional foods decreased. Similarly, interest in buying food directly from farmers declined in larger towns. Thus, it can be concluded that among the respondents surveyed, the propensity to use SFSC is decreasing in larger cities.

Analyzing the mean scores of the theses, categorized by education, it can be seen that the interest in dietary supplementation and the belief in the harmfulness of chemical food additives increases with education. Along with the educational level of the respondents, they declared reading the labels of the products they bought more strongly and were more satisfied with the quality of the products they bought; the importance of the place of origin of the food also increased. In the surveyed group of respondents, the mean ratings of theses regarding the search for cheap food, preference for shopping in hypermarkets, and buying food directly from farmers decreased with increasing education. Therefore, it can be concluded that the education level is associated with the development of an informed consumer. However, with regard to the mean scores of the thesis on the benefits of SFSC, there were no differences related to education.

The results of the Pearson correlation analysis between the ratings of the individual theses are presented in Table 2. The ratings of the statements relating to shopping behavior (theses 10–17) were correlated with the ratings of the theses relating to the other characteristics under study (theses 1–9).

Table 2. Pearson correlation coefficients between diagnostic thesis scores

Tabela 2. Współczynniki korelacji Pearsona między wynikami tez

Thesis no. **	Thesis number **							
	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0.1932*	-0.1525*	0.0792	0.0093	0.0642	0.1320*	0.1409*	0.1898*
2	0.0139	0.0289	0.1500*	-0.0616	-0.0782	-0.2048*	0.0464	-0.1142*
3	0.1707*	-0.0837	0.0492	0.1791*	0.0495	0.0532	0.1283*	0.1500*
4	0.3044*	-0.0841	-0.0474	0.1372*	0.1010*	0.2642*	0.1358*	0.1647*
5	0.1988*	-0.0390	-0.0818	0.1601*	0.0987*	0.1825*	0.2450*	0.1413*
6	0.3875*	-0.2924*	-0.0468	0.1658*	0.1616*	0.1142*	0.1306*	0.2665*
7	0.3104*	-0.1931*	-0.1028*	0.2996*	0.2371*	0.1835*	0.0797	0.2210*
8	0.2564*	-0.2142*	-0.1289*	0.1969*	0.2065*	0.2065*	0.1100*	0.2492*
9	0.0530	-0.2002*	-0.0136	0.0418	-0.0830	0.0154	0.0430	0.0476

\* – statistically significant correlation coefficient; \*\* – numbers also as in Table 1

Source: own elaboration

It is worth emphasizing that respondents who rated higher the statements about the beneficial influence of SFSC on food quality (16), appreciated the importance of food in maintaining health (1), prepared meals at home (3), had a negative opinion about synthetic food additives (4) and genetically modified food (5). They declared to read labels (6) and were convinced that the food they bought was safe (8).

Preferences for shopping in hypermarkets (12) were significantly, negatively correlated with the evaluation and satisfaction with the quality level of the purchased food (8), as well as with the knowledge of food additive labels (7). In contrast, a positive, significant correlation coefficient was calculated with the use of dietary supplements.

Thus, it can be concluded that the respondents linked the length of the food supply chain to food quality. However, although respondents appreciated SFSCs, 33% definitely did not use them (Table1).

In order to analyze economic motives in the choice of food supply chain, two theses 11 and 17 were formulated. The evaluation of thesis 11 about the priority of low food price was significantly negatively correlated with the theses about the impact of food on health (1), label reading (6), knowledge of food additive labels (7) and belief, and satisfaction with the safety of the food purchased (8, 9). That means that those who prefer cheap food pay little attention to its quality and safety. In contrast, respondents who were willing to pay about 10% more for high-quality food (17), appreciated the importance of food for health (1), did not use dietary supplements (2), prepared their own meals (3) had a negative opinion on synthetic food additives and GMOs (4, 5), consciously bought food (6, 7), and were convinced of its safety (8).

In the light of the survey, it can be concluded that the economic factor is not the most important when choosing the food supply chain in the surveyed group of people. The calculated correlation analysis, in combination with the structure of evaluations, indicates that some respondents look for forms of food delivery that ensure its high quality and safety. For the other group these factors are less important, and it seems that the comfort of shopping is more important for them.

## **Summary and conclusions**

In response to the research questions formulated, it can be concluded that: consumers surveyed were aware of the benefits of short food supply chains. They realize that regional food can be of higher quality. They expressed a lack of trust in food containing large amounts of synthetic additives and genetically modified components. However, the purchasing behavior did not coincide with beliefs. A small percentage of the surveyed people strongly confirmed buying food in the SFSC. For one-third of respondents, the main criterion for choosing food was low price, while two-thirds of the respondents expressed acceptance of slightly higher prices for safe, high-quality food.

Therefore, it can be concluded that in the group studied, purchasing behavior is somewhat at odds with awareness of the factors shaping food quality.

On the basis of the analyses carried out, the following conclusions can be drawn:

- a significant proportion of respondents stress the importance of food for maintaining good health and are aware of the harmfulness of chemical food additives;

- consumers in larger towns showed less awareness of the impact of food quality on their health, less concern about genetically modified food and less interest in buying food directly from farmers and therefore less interest in using SFSC;
- as their education increased, consumers showed greater interest in dietary supplements and a belief in the harmfulness of food additives, as well as greater interest in the information given on the labels of the products they bought and emphasised the importance of the products' origin. These consumers were less likely to seek cheap food;
- almost half of the respondents mentioned the benefits offered by SFSC, but interest in this food supply chain was lower among inhabitants of bigger towns, while education was not significant in this case.

## References

- Agboola S., Joel M.B.M., 2017: Classification of Some Seasonal Diseases: A Hierarchical Clustering Approach, *Biomedical Statistics and Informatics* 2(3), 122–127, <https://www.doi.org/0.11648/j.bsi.20170203.16>
- Augère-Granier M-L., 2016: Short food supply chains and local food systems in the EU, [electronic source] [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586650/EPRS\\_BRI\(2016\)586650\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/586650/EPRS_BRI(2016)586650_EN.pdf) [access: 18.12.2021].
- Balon U., Dziadkowiec M., Sikora T., 2016: Cechy jakościowe a decyzje zakupowe Polских konsumentów soków owocowych, *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 49,4, 788–794.
- Baran R., Marciniak B., Taranko T., 2017: Postawy konsumentów wobec marki pochodzenia polskiego i zagranicznego. Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Ben-Hassen T., El Bilali H., Allahyari, M. S., 2020: Impact of COVID-19 on food behavior and consumption in Qatar, *Sustainability* 12(17), 6973, [electronic source] <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/17/6973/html> [access: 15.12.2021].
- Chauhan V., Shah M.H., 2020: An empirical analysis into sentiments, media consumption habits, and consumer behaviour during the Coronavirus (COVID-19) outbreak, *Purakala* 31, 353–378, <https://www.doi.org/10.13140/RG.2.2.32269.15846> [access: 15.12.2021].
- Clausnitzer J., 2021: Food purchasing preferences during the COVID-19 pandemic in Finland 2020, [electronic source] <https://www.statista.com/statistics/1121496/food-purchasing-preferences-during-the-coronavirus-pandemic-in-finland/> [access: 10.12.2021].
- Cranfield J.A., 2020: Framing consumer food demand responses in a viral pandemic, *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie* 68(2), 151–156, [electronic source] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cjag.12246> [access: 15.12.2021].
- Dobrowolski D., 2018: Paradoks XXI wieku – wiek głodu i niedożywienia czy nadmiaru i marnotrawstwa żywności?, [in:] D. Bogusz, M. Wojcieszak, P. Rachwał (eds), *Poszerzamy Horyzonty t. VII, Mateusz Weiland Network Solutions, Słupsk*, 23–33.
- FAO, 2011: Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention, Rome, [electronic source] <https://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf> [access: 7.10.2021].
- Grzega Ź., Kieźel E., 2017: Trendy w zachowaniach konsumentów, [in:] M. Bartosik-Purgat (ed.), *Zachowania konsumentów. Globalizacji, nowe technologie, aktualne trendy, otoczenie społeczno-kulturowe*, PWN, Warszawa.
- Jarosz M., n.d.: Piramida zdrowego żywienia i aktywności fizycznej dla osób dorosłych, [electronic source] <https://ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/zasady-zdrowego-zywienia/piramida-zdrowego-zywienia-i-aktywnosci-fizycznej-dla-osob-doroslych-2/> [access: 07.10.2021].
- Kaszuba K., 2019: W globalnym łańcuchu dostaw marnujemy jedną trzecią wyprodukowanej żywności. Raport, [electronic source] <https://www.wiadomoscihandlowe.pl/artykul/szokujaca0skala-maenowania-zywnosci-w-globalnym-lancuchu-dostaw-raport> [access: 12.12.2021].
- Kawecka A., Gębarowski M., 2015: Short Food Supply Chains – Benefits for Consumers and Food Producers, *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 3(37), 459–466, <https://doi.org/10.17306/JARD.2015.49>
- Kieźel E. (ed.), 2010: *Konsument i jego zachowania na rynku europejskim*, PWE, Warszawa.

- Kneafsey M., Venn, L., Schmutz U., Balasz B., Trenchard L., Eyden-Wood T., Bos E., Sutton G., Blackett M., Santini F., Gomez Y., Paloma S. (eds), 2013: Short Food Supply Chains and Local Food Systems in the EU. A State of Play of their Socio-Economic Characteristics. Publications Office of the European Union, Luxembourg, [electronic source] <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC80420> [access: 10.12.2021].
- Kokkorisa M.D., Stavrova O., 2021: Meaning of food and consumer eating behaviors, *Food Quality and Preference* 94, 104343, [<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104343>]
- KPMG, 2020: Czy pandemia COVID-19 trwale zmieni zwyczaje zakupowe Polaków?, [electronic source] <https://home.kpmg/pl/pl/home/media/press-releases/2020/09/media-press-czy-pandemia-covid-19-trwale-zmieni-zwyczaje-zakupowe-polakow.html> [access: 15.12.2021].
- Krajewski K., Kołożyn-Krajewska D., Wrzosek M., 2014: Ocena strat i marnotrawstwa żywności w obiektach handlowych a działania strategiczne handlu – wyniki badań; Etnocentryzm konsumencki na rynku produktów żywnościowych. Stan i perspektywy rozwoju, *Marketing i Rynek*, 6(CD), 835–849.
- Kwasek M., 2016: Zrównowazona konsumpcja żywności sposobem na zmniejszenie marnotrawstwa żywności, [electronic source] <https://docplayer.pl/25487298-Zrównowazona-konsumpcja-zywnosci-sposobem-na-zmniejszenie-marnotrawstwa-zywnosci.html> [access: 15.12.2021].
- Lins S., Aquino S., 2020: Development and initial psychometric properties of a panic buying scale during COVID-19 pandemic, *Heliyon*, 6(9), e04746, [electronic source] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020315899> [access: 15.12.2021].
- Maciejewski B., 2018: Miejsca zakupu żywności polskich konsumentów, *Handel Wewnętrzny* 1(372), 99–108.
- Matwieczuk R., Tłuczak A., 2018: Wpływ koncepcji logistycznych na rozwój krótkich łańcuchów dostaw w sektorze rolno-spożywczym, *Gospodarka Materiałowa i Logistka* 77, 11/2020, <https://www.doi.org/10.33226/1231-2037.2020.11.2>
- Melski K., Walkowiak-Tomczak D. (eds), 2016: Żywność dla świadomego konsumenta, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań.
- Michalczyk J., 2018: Zrównoważony łańcuch dostaw żywności. Wybrane inicjatywy, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 523, 221–241.
- Mróz B., 2013: Konsument w globalnej gospodarce. Trzy perspektywy, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.
- Mulawka T., 2021: Czym charakteryzuje się łańcuch dostaw artykułów spożywczych i jak można go skrócić?, [electronic source] <https://www.3dbinpacking.com/pl/blog/lancuch-dostaw-artykulow-spozywczych/> [access: 05.12.2021].
- Renting H., Marsden T.K., Banks J., 2013: Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development, *Environmental and Planning A* 35(3), 393–411.
- Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) NR 807/2014, Dz.U. UE L 227/1 [electronic source] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0807&from=EN> [access: 10.12.2021].
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1305/2013, Dz.U. UE L 347/487 [electronic source] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1305&from=RO> [access: 10.12.2021].
- Serafin R., Pilis D., 2020: Krótkie łańcuchy dostaw żywności w programach rozwoju wsi i rolnictwa. [in:] R. Serafin i D. Pilis (eds), *Przykłady organizacji krótkich łańcuchów dostaw żywności*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Krakowie, Kraków, 10–17, [electronic source] <http://cdr112.e-kei.pl/cdr/images/2021/03/Raport-KLD.pdf> [access: 17.12.2021].
- Serafin R., Pilis D., 2020: *Przykłady organizacji krótkich łańcuchów dostaw żywności*, Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Oddział w Krakowie, Kraków.
- Sobczyk G., 2018: Zachowania konsumentów wobec nowych trendów konsumpcji – wyniki badań. *Annales Universitatis Marie Curie-Skłodowska, Lublin – Polonia*, 52, 1, <https://www.doi.org/10.17951/h.2018.52.1.171>
- Stadtler H., Kilger Ch. (eds.), 2008: *Supply Chain Management and Advanced Planning, Conception, Models, Software and Case Studies*, Springer, Berlin, [electronic source] <https://mynotesonsystemicthinking.files.wordpress.com/2011/02/scm-and-adv-planning.pdf> [access: 18.12.2021].
- Stasiu K., Maison D., 2014: *Psychologia konsumenta*, PWN, Warszawa.
- Stenmarck A., Jensen C., Queste, T., Moates G., 2016: Estimates of European food waste levels, *Stockholms FUSIONS*, Stockholm, [electronic source] <https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/Estimates%20of%20European%20food%20waste%20levels.pdf> [access: 05.10.2021].
- Strużyna A., 2020: Problematyka ciągłości łańcucha dostaw w spożywczym biznesie ekologicznym, *Współczesna Gospodarka* 11 is.1(35), 29–38.
- Szczepaniak I., Grochowska R., 2020: Skala strat i marnotrawstwa żywności w ogniwie przetwórstwa spożywczego w Polsce i przyczyny ich powstawania, [in:] S. Łaba (ed.), *Straty i marnotrawstwo żywności w Polsce. Skala i przyczyny problem*, IOS-PIB, Warszawa.

*K. Kud, M. Woźniak*

- Szymańska E., Lukoszova X., 2019: Krótkie łańcuchy dostaw produktów żywnościowych, *Ekonomika i Organizacja Logistyki* 4(1), 91–101.
- Szymańska M., 2019: Marketing żywności w ramach krótkich łańcuchów dostaw, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 2, 133–136.
- Tundys B., 2015: Krótkie łańcuchy dostaw produktów spożywczych (SFSC) – ujęcie teoretyczne i praktyczne. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach* 249, 94–110.
- Yuen K. F., Wang X., Ma, F., Li K.X., 2020: The psychological causes of panic buying following a health crisis, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3513, [electronic source] <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/10/3513/htm> [access: 14.12.2021].

---

Barbara Kusto<sup>1</sup>✉, Marek Wikiński<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup>Jan Kochanowski University of Kielce

<sup>2</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom

## Rządowy Fundusz Rozwoju Dróg jako instrument finansowy wsparcia rozwoju dróg lokalnych

### The Governmental Road Development Fund as a financial instrument supporting the development of local roads

**Synopsis.** Celem opracowania jest prezentacja i ocena efektów działania Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg jako nowo powstałego mechanizmu finansowego mającego przyczynić się do rozwoju dróg lokalnych w Polsce. Zakres czasowy badań obejmuje lata 2019–2020. W badaniach wykorzystano dane statystyczne, udostępnione przez Ministerstwo Infrastruktury, akty prawne oraz literaturę przedmiotu. W opracowaniu zastosowano metodę monograficzną oraz porównawczą. Do przedstawienia wyników wykorzystano metodę opisową i tabelaryczną. Rządowy Fundusz Rozwoju Dróg jest mechanizmem wieloletnim, który, zgodnie z założeniami, ma w perspektywie dziesięciu lat przyczynić się do utworzenia spójnej sieci dróg lokalnych w Polsce. Stwierdzono duże zainteresowanie samorządów środkami Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg w pierwszych latach jego funkcjonowania. W badanym okresie ze środków Funduszu zrealizowano 7492 zadania dotyczące przebudowy i modernizacji dróg lokalnych. W 2020 roku odnotowano znaczący wzrost wykorzystania środków Funduszu w porównaniu z rokiem 2019 roku z 85 do 93%. Wykorzystanie środków Funduszu w poszczególnych województwach było zróżnicowane. W największym stopniu środki Funduszu w 2019 roku zostały wykorzystane w województwach: mazowieckim, podlaskim i wielkopolskim, a w 2020 roku w zachodniopomorskim, lubuskim, pomorskim oraz kujawsko-pomorskim. Najmniejszy poziom wykorzystania środków RFRD w 2019 roku stwierdzono w regionach: pomorskim, warmińsko-mazurskim i dolnośląskim, w 2020 roku świętokrzyskim, dolnośląskim, podlaskim i warmińsko-mazurskim.

**Słowa kluczowe:** rozwój lokalny, samorząd terytorialny, infrastruktura drogowa

**Kody JEL:** H70; O10; O18

**Abstract.** The aim of this article is to present the effects of the Governmental Road Development Fund as a newly created financial mechanism meant to contribute to the development of local roads in Poland. The study covers the years 2019–2020. The analysis is based on statistical data provided by the Ministry of Infrastructure, legal acts, and literature concerning the subject. The study uses the monographic and comparative methods, and the descriptive and tabular methods to present the results. The Governmental Road Development Fund is a long-term mechanism which

---

✉ Barbara Kusto – Jan Kochanowski University of Kielce; Department of Management, Faculty of Law and Sciences; e-mail: barbara.kusto@ujk.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0001-6848-2569>

✉ Marek Wikiński – Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom; Department of State and Social Policy Sciences, Faculty of Law and Administration; e-mail: m.wikinski@uthrad.pl, <https://orcid.org/0000-0002-5569-9205>

is supposed to contribute to the creation of a coherent network of local roads in Poland within 10 years. In the first years of its operation, there was great interest of local governments in the resources offered by the Governmental Road Development Fund. In the analyzed period, 7492 tasks related to the reconstruction and modernization of local roads were carried out through the Fund's resources. In 2020, a significant increase in the use of the Fund's resources was recorded compared to 2019 – from 85 to 93%. The use of the Fund's resources in individual voivodeships varied. The biggest use of the Fund's resources in 2019 was noted in the following voivodeships: Mazowieckie, Podlaskie and Wielkopolskie, and in 2020 in Zachodniopomorskie, Lubuskie, Pomorskie, and Kujawsko-Pomorskie. The lowest level of use of funds in 2019 was characteristic of the following regions: Pomorskie, Warmińsko-Mazurski and Dolnośląski, in 2020 Świętokrzyski, Dolnośląski, Podlaski and Warmińsko-Mazurskie.

**Key words:** local development, local government, road infrastructure

## Wstęp

Rozwój jednostki samorządu terytorialnego uzależniony jest od wielu czynników, wśród których szczególną rolę odgrywa infrastruktura społeczno-gospodarcza. Jest ona warunkiem rozwoju gospodarczego regionów i kraju: bez nowoczesnej infrastruktury nie ma szans na wzrost gospodarczy. Istnieje tu współzależność: wyższy wzrost społeczno-gospodarczy wymaga lepszego zaplecza infrastrukturalnego [Ratajczak 2000]. Jednym z rodzajów infrastruktury gospodarczej jest infrastruktura transportowa, będąca jednocześnie istotnym czynnikiem rozwoju gospodarczego [Kozłowski 2012]. Zdaniem Klepackiej-Sulimy i Klepackiego [2019], aby mogło rozwijać się życie społeczno-gospodarcze niezbędna jest infrastruktura pierwotna, transportowa, w tym zwłaszcza liniowa (ciągła). Bez niej nie nastąpi żadna ekspansja kapitału i ludzi na mniej rozwinięte tereny.

Podstawową sieć transportową obsługującą potrzeby mieszkańców obszarów wiejskich tworzą drogi gminne oraz powiatowe. Stanowią one 85% ogółu dróg w Polsce, a tylko 5% to drogi krajowe. Pomimo, iż natężenie ruchu na tych drogach jest niewielkie, to odgrywają one istotną rolę w życiu mieszkańców danej wspólnoty samorządowej [Kwarciński 2014]. Dzięki dobrze rozwiniętej infrastrukturze drogowej istnieje możliwość zmniejszenia czasu dojazdu, zwiększenia komfortu podróżowania, łatwiejszy staje się dostęp do pracy, szkolenictwa, służby zdrowia oraz kultury. Dana przestrzeń i gospodarka lokalna stają się bardziej konkurencyjne, również na arenie międzynarodowej. W efekcie powstają między innymi nowe miejsca pracy oraz wzrastają ceny gruntów [Przybyłowski 2016]. Lepsze drogi to większe szanse na rozwój i inwestycje. Podstawowym problemem związanym z utrzymaniem i rozwojem dróg lokalnych są ograniczone środki finansowe, jakimi dysponują samorządy oraz ich stan i związane z tym bezpieczeństwo. W szczególnie trudnej sytuacji znajdują się samorządy małe i te o najniższych dochodach budżetowych. Finansowanie sieci dróg jest potężnym wyzwaniem dla jednostek samorządu terytorialnego. Niezbędne jest zewnętrzne zasilanie finansowe, które będzie wspierać finansowo samorządy w realizacji tego zadania. Odpowiedzią na te problemy ma być utworzenie przez państwo w 2019 roku Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg (RFRD) jako instrumentu finansowego wspierającego samorządy w realizacji inwestycji drogowych. Istotnym jest zatem poznanie zadań, celów działania oraz poziomu wsparcia finansowego, jakie otrzymały samorządy z RFRD.

## **Cel, materiały i metody**

Celem badań jest prezentacja i ocena efektów działania RFRD jako nowo powstałego mechanizmu wsparcia finansowego samorządów terytorialnych w rozwoju dróg lokalnych. Badania obejmują obszar Polski, z uwzględnieniem podziału na województwa. Zakres czasowy badań dotyczy lat 2019–2020. W badaniach wykorzystano dane statystyczne, udostępnione przez Ministerstwo Infrastruktury, akty prawne oraz literaturę przedmiotu. W opracowaniu zastosowano metodę monograficzną i porównawczą. Do przedstawienia wyników badań wykorzystano metodę opisową i tabelaryczną.

## **Finansowanie rozwoju lokalnej infrastruktury drogowej**

Według Kudłacza infrastruktura jest zespołem obiektów i urzędzeń, zapewniającym właściwą obsługę funkcjonowania gospodarki oraz odpowiedni standard życia społeczeństwa danego obszaru [Kudłacz 2015]. Infrastrukturę transportu tworzą w głównej mierze trzy podstawowe grupy: drogi wszystkich gałęzi transportu; punkty transportowe (lotniska, porty, itp.); urzędnia pomocnicze służące do bezpośredniej obsługi dróg i punktów transportowych. Istotną częścią infrastruktury transportowej jest infrastruktura drogowa.

Zgodnie z ustawą o drogach publicznych [Dz.U. z 2021 r. poz. 1376, 1595, z 2022 r. poz. 32] oraz aktami wykonawczymi do tej ustawy, drogi publiczne w Polsce podzielone są na klasy i kategorie. Biorąc pod uwagę kategorie dróg w ustawie o drogach publicznych [Dz.U. z 2021 r. poz. 1376, 1595, z 2022 r. poz. 32] wyróżnić można drogi: krajowe, wojewódzkie, powiatowe, gminne. Poszczególne kategorie dróg służą dla zaspokajania potrzeb transportowych, uwzględniając zasięg ich działania. Do kategorii dróg lokalnych zalicza się drogi gminne oraz powiatowe. Ich celem jest zaspokajanie potrzeb transportowych mieszkańców gmin oraz w mniejszym zakresie powiatu [Kwarciński 2014]. Stosując kryterium kwalifikacji technicznej, wyróżnia się pięć klas dróg publicznych: autostrady i drogi o podobnych parametrach, drogi szybkiego ruchu, pasy jednojezdniowe o dwóch kierunkach ruchu, drogi do obsługi ruchu wewnątrzregionalnego, pasy o wąskiej jezdni, przeznaczone do ruchu lokalnego. Jak wynika z danych przedstawionych w Strategii Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku ponad 95% dróg w Polsce jest zarządzanych przez jednostki samorządu terytorialnego [Ministerstwo Infrastruktury, 2019]. Koszty budowy i utrzymania infrastruktury drogowej ponoszą organy administracji rządowej i samorządowej, które w zależności od kategorii drogi odpowiadają za jej zarządzanie. Wydatki ponoszone na infrastrukturę transportu drogowego mogą mieć charakter bieżący, związany z jej utrzymaniem oraz majątkowy (inwestycyjny) na jej modernizację, a także na budowę nowych odcinków dróg. Finansowanie infrastruktury dróg lokalnych jest związane najczęściej z jej modernizacją [Kwarciński 2014]. Dodatkowym źródłem finansowania inwestycji drogowych jest Krajowy Fundusz Drogowy, zasilany głównie środkami z budżetu państwa, w szczególności z podatków i opłat paliwowych. Istotnym dla samorządów źródłem finansowania dróg są także środki z Unii Europejskiej. Głównym jednak źródłem finansowania, modernizacji i rozwoju dróg lokalnych są środki własne jednostek samorządu terytorialnego, pochodzące z ich budżetu [Rokicki 2020]. Wobec licznych zadań samorządów są one jednak ograniczone.



Dlatego też w 2018 roku odrębną ustawą utworzono nowy instrument finansowy o nazwie Fundusz Dróg Samorządowych (FDS). Fundusz Dróg Samorządowych powstał jako fundusz celowy, którego zadaniem było dofinansowanie inwestycji realizowanych na drogach lokalnych. Fundusz ten zasilany jest środkami przekazanymi z budżetu państwa, Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe [Dz.U. z 2021 r. poz. 1376, 1595, z 2022 r. poz. 32]. Od 31 grudnia 2020 roku Fundusz nosi nazwę Rządowy Fundusz Rozwoju Dróg (RFRD). Zasady działania Funduszu, gromadzenia środków, a także zasady dofinansowania zadań na drogach publicznych zarządzanych przez jednostki samorządu terytorialnego określa ustawa z 23 października 2018 roku o Rządowym Funduszu Rozwoju Dróg [Dz.U. 2018 poz. 2161], która wprowadziła zmiany w sposobie i zakresie finansowania inwestycji na drogach samorządowych. Rządowy Fundusz Rozwoju Dróg jest narzędziem wsparcia samorządów w modernizacji infrastruktury drogowej. Jego głównym zadaniem jest przede wszystkim poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego, standardu lokalnej sieci drogowej oraz zwiększenie atrakcyjności i dostępności terenów inwestycyjnych. Z założenia RFRD ma być mechanizmem wieloletnim, zapewniającym finansowanie dużych inwestycji samorządowych, co pozwoli tym samym na stworzenie w przyszłości spójnej sieci dróg lokalnych. Co istotne, biedniejsze samorządy mogą skorzystać z dofinansowania w wysokości nawet 80% wartości realizowanych zadań. Dla wielu powiatów i gmin zbyt niskie dochody były dotychczas przeszkodą dla realizacji koniecznych inwestycji. Rząd prognozuje, że do 2028 roku do samorządów trafi 36 mld zł.

Środki Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg są przeznaczane na:

- dofinansowanie budowy, przebudowy i remontu dróg powiatowych i dróg gminnych;
- dofinansowania budowy mostów zlokalizowanych w ciągach dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych;
- finansowanie budowy, przebudowy i remontu dróg wojewódzkich, powiatowych i gminnych o znaczeniu obronnym [Dz.U. z 2021 r. poz. 1376, 1595, z 2022 r. poz. 32].

Wysokość dofinansowania zadań powiatowych i gminnych ze środków RFRD nie może przekraczać 80% kosztów realizacji zadania i jest uzależniona od dochodów własnych danej jednostki samorządu terytorialnego. Środki RFRD przyznawane są na zasadach konkursowych, na podstawie wniosków o dofinansowanie, składanych przez jednostki samorządu terytorialnego (jako zarządców dróg) w ramach każdego województwa. Organizacja naborów i ocena wniosków leżą po stronie wojewodów. Podczas oceny wniosków brany jest pod uwagę m.in. wpływ zadania na: zwiększenie dostępności transportowej jednostek administracyjnych, zapewnienie spójności sieci dróg publicznych, podnoszenie standardów technicznych dróg powiatowych i gminnych, poprawę stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego czy poprawę dostępności terenów inwestycyjnych. Ostateczne listy zadań do dofinansowania z RFRD zatwierdza Prezes Rady Ministrów, z prawem dokonywania w nich zmian (w ramach rezerwy wynoszącej 5% planowanych wydatków Funduszu w danym roku) [Ministerstwo Infrastruktury 2020].

## Realizacja zadań i celów Rządowego Funduszu Rozwoju w latach 2019–2020

W pierwszym roku funkcjonowania Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg do realizacji zakwalifikowano zadania, których nabór przeprowadzono we wrześniu 2018 roku oraz w marcu, kwietniu i wrześniu 2019 roku. [Ministerstwo Infrastruktury 2020] w ramach „Programu rozwoju gminnej i powiatowej infrastruktury drogowej na lata 2016–2019”.

W ramach przeprowadzonych naborów w 2019 roku dofinansowanie z Funduszu otrzymało łącznie 4280 zadań, z tego 3131 zadań na drogach gminnych i 1149 zadań na drogach powiatowych. Łączna wartość środków Funduszu przyznanych w 2019 roku na realizację tych zadań wyniosła 4 489 072 tys. zł., z tego 4 262 705 tys. zł. z limitu środków Funduszu na 2019 rok i 226 367 tys. zł. z rezerwy Prezesa Rady Ministrów. Jednostki samorządu terytorialnego wykorzystały środki w wysokości 3 833 291 tys. zł.

W 2020 roku łączna wartość środków Funduszu przeznaczona na realizację zadań gminnych i powiatowych wyniosła 2 743 948 tys. zł., z tego 2 581 250 tys. zł. z limitu środków Funduszu na 2020 rok i 162 698 tys. zł. z rezerwy Prezesa Rady Ministrów. Poziom wykorzystania środków z RFRD przez jednostki samorządu terytorialnego w 2019 roku wyniósł 85%, w 2020 roku był on wyższy i było to 93%. W latach 2019–2020 najwięcej środków otrzymały województwa mazowieckie, lubelskie i wielkopolskie, a najmniej przyznano regionom: opolskiemu, lubuskiemu i zachodniopomorskiemu.

W 2019 roku w największym stopniu wykorzystano środki Funduszu w województwach mazowieckim, podlaskim i wielkopolskim, w dalszej kolejności były to regiony śląski i opolski. Najmniej przyznanych środków wykorzystano w województwach: pomorskim, warmińsko-mazurskim i dolnośląskim.

W 2020 roku największa efektywność w wykorzystaniu środków Funduszu, mierzona relacją wykorzystanych środków finansowych do przyznanych, cechowała województwa zachodniopomorskie (99%), lubuskie (99%), pomorskie (98%) i kujawsko-pomorskie (98%). Najniższy poziom ich wykorzystania natomiast zaobserwowano w województwach świętokrzyskim (82%), dolnośląskim (84%), podlaskim (86%) i warmińsko-mazurskim (86%). Łącznie w 2019 roku zrealizowano 4280 zadań, a w 2020 roku 3212. Szczegółowe dane dotyczące wykorzystania środków Funduszu w poszczególnych województwach w latach 2019–2020 oraz liczbę zrealizowanych zadań przedstawiono w tabeli 1.

W ramach zrealizowanych w 2019 roku zadań wykonano około 6 tys. km dróg, z tego 3258 km gminnych i 2742 km powiatowych. W 2020 roku było to około 4,4 tys. km dróg, (2295 km gminnych i 2088 km powiatowych). Dane dotyczące długości dróg realizowanych w poszczególnych województwach przedstawiono w tabeli 2.

W latach 2019–2020 najwięcej dróg gminnych i powiatowych, mierzonych w kilometrach, zrealizowano w trzech województwach: lubelskim, podlaskim i mazowieckim. Regiony, w których powstało najmniej dróg powiatowych i gminnych w analizowanym okresie to: opolskie, lubuskie i zachodniopomorskie.

Tabela 1. Liczba i wartość rozliczonych zadań Funduszu Rozwoju Dróg w latach 2019–2020 w poszczególnych województwach

Table 1. Number and value of settled tasks of the Road Development Fund in 2019–2020 in individual voivodeships

Województwo	Środki przyznane w [mln zł]		Wykonanie w [mln zł]		Poziom wykorzystania środków w [%]		Liczba zadań	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Dolnośląskie	206,8	156,5	164	132	79	84	203	140
Kujawsko-pomorskie	259	154,6	223,6	152,1	86	98	312	280
Lubelskie	456,7	280,5	369,4	269,5	81	96	445	355
Lubuskie	138,1	82,6	110,3	81,8	80	99	127	76
Łódzkie	248,4	145	207,8	131,9	84	91	270	220
Małopolskie	324,8	202,5	262,9	185,9	81	92	283	294
Mazowieckie	527,3	306,1	489,3	292,7	93	96	354	199
Opolskie	102,8	57,1	90,5	50,7	88	89	108	59
Podkarpackie	312,7	174,2	261,6	160,1	84	92	313	213
Podlaskie	353,5	205,5	329,3	176,6	93	86	355	319
Pomorskie	218,8	157	169,3	154,5	77	98	194	198
Śląskie	244,8	160,8	217,1	152,2	89	95	202	121
Świętokrzyskie	239,9	145,6	195,9	89,3	82	61	390	246
Warmińsko-mazurskie	286,2	178,6	226,7	153,1	79	86	344	232
Wielkopolskie	393,3	231,7	364,8	224,1	93	97	258	159
Zachodnio-pomorskie	175,9	105,6	150,8	104,1	86	99	132	101
Razem	4489	2744	3833	2423	85	93	4280	3212

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ministerstwo Infrastruktury 2020, 2021].

Tabela 2. Długość dofinansowanych dróg przez RFRD w latach 2019–2020 w poszczególnych województwach

Województwo	Długość dofinansowanych dróg w latach 2019–2020 [km]					
	gminnych		powiatowych		razem	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Dolnośląskie	108,63	87,04	118,48	68,98	227,11	156,03
Kujawsko-pomorskie	263,72	223,39	154,45	144,76	418,17	368,16
Lubelskie	380,43	299,84	419,30	326,10	799,73	625,94
Lubuskie	71,32	52,23	53,84	33,26	125,16	85,49

kont. tab. 2

Łódzkie	266,03	213,64	131,34	98,30	397,37	311,93
Małopolskie	182,72	159,92	140,70	147,66	323,42	307,58
Mazowieckie	313,42	168,16	349,95	227,27	663,37	395,43
Opolskie	53,36	31,6	36,56	33,08	89,93	64,14
Podkarpackie	226,55	162,08	174,63	101,01	401,18	263,09
Podlaskie	523,91	217,05	196,31	171,64	720,21	388,69
Pomorskie	127,91	164,24	97,90	147,34	225,81	311,58
Śląskie	102,77	62,16	112,95	84,32	215,72	146,49
Świętokrzyskie	219,68	148,81	227,71	133,65	447,39	282,46
Warmińsko-mazurskie	191,98	140,71	265,33	179,31	457,31	320,09
Wielkopolskie	159,18	108,54	200,39	120,26	359,56	228,80
Zachodniopomorskie	66,78	55,75	61,67	71,37	128,44	127,11
Razem	3258,37	2 294,69	2741,51	2088,31	5999,88	4383,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ministerstwo Infrastruktury 2020, 2021].

Środki RFRD pozyskane przez jednostki samorządu terytorialnego przeznaczone były przede wszystkim na budowę, przebudowę lub remont dróg lokalnych. Z łącznej ich kwoty w 2019 i w 2020 roku najwięcej przeznaczono na przebudowę dróg (odpowiednio 64 i 59 %), następnie na ich budowę i remonty. W tabeli 3 zaprezentowano rodzaj wykonanych prac oraz długość wykonanych dróg ze względu na ich rodzaj.

Tabela 3. Wartość dofinansowania ze względu na rodzaj inwestycji w latach 2019–2020  
Table 3. Value of co-financing by type of investment in 2019–2020

Rodzaj prac drogowych	Środki wykorzystane		Długość wykonanych dróg w [km]	Dofinansowanie 1 km dróg w [tys. zł.]
	w [tys. zł.]	w [%]		
2019				
przebudowa	2 466 648	64	3 995.29	617
budowa (rozbudowa)	1 020 266	27	897.17	1 137
remont	346 377	9	1 107.41	313
Razem	3 833 291	100	5 999.88	639
2020				
przebudowa	1 490 772	59	2 742.11	544
budowa (rozbudowa)	789 723	31	771.98	1023
remont	259 680	10	868.91	299
Razem	2 540 175	100	4 383.00	580

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ministerstwo Infrastruktury 2020, 2021].

Ranking województw według poziomu wykorzystania środków z RFRD przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Ranking województw według poziomu wykorzystania środków z RFRD w latach 2019–2020  
Table 4. Ranking of provinces according to the level of use of funds from the RFRD in 2019–2020

Województwo	Środki przyznane w [mln zł]			Wykonanie w [mln zł]			Poziom wykorzystania środków w [%]			Liczba zadań	
	2019	2020	razem w latach 2019–2020	2019	2020	razem w latach 2019–2020	2019	2020	razem w latach 2019–2020	2019	2020
Wielkopolskie	393,3	231,7	625	364,8	224,1	588,9	93	97	94	258	159
Mazowieckie	527,3	306,1	833,4	489,3	292,7	782	93	96	94	354	199
Śląskie	244,8	160,8	405,6	217,1	152,2	369,3	89	95	91	202	121
Kujawsko-pomorskie	259	154,6	413,6	223,6	152,1	375,7	86	98	91	312	280
Zachodnio-pomorskie	175,9	105,6	281,5	150,8	104,1	254,9	86	99	91	132	101
Podlaskie	353,5	205,5	559	329,3	176,6	505,9	93	86	91	355	319
Opolskie	102,8	57,1	159,9	90,5	50,7	141,2	88	89	88	108	59
Lubuskie	138,1	82,6	220,7	110,3	81,8	192,1	80	99	87	127	76
Lubelskie	456,7	280,5	737,2	369,4	269,5	638,9	81	96	87	445	355
Podkarpackie	312,7	174,2	486,9	261,6	160,1	421,7	84	92	87	313	213
Łódzkie	248,4	145	393,4	207,8	131,9	339,7	84	91	86	270	220
Pomorskie	218,8	157	375,8	169,3	154,5	323,8	77	98	86	194	198
Małopolskie	324,8	202,5	527,3	262,9	185,9	448,8	81	92	85	283	294
Warmińsko-mazurskie	286,2	178,6	464,8	226,7	153,1	379,8	79	86	82	344	232
Dolnośląskie	206,8	156,5	363,3	164	132	296	79	84	81	203	140
Świętokrzyskie	239,9	145,6	385,5	195,9	89,3	285,2	82	61	74	390	246
Razem	4489,0	2744	7233,0	3833	2423	6256,0	85	88	86	4280	3212

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Ministerstwo Infrastruktury 2020, 2021].

W analizowanym okresie 2019–2020 średnia wartość przyznanych środków dla badanych województw wyniosła 452 mln zł, średni poziom wykorzystania środków z RFRD wyniósł natomiast 86%. Spośród badanych jednostek dziesięć wykorzystało przyznane środki w stopniu powyżej średniej, w 4 jednostkach było to poniżej tej wartości. W analizowanym okresie zrealizowano średnio 469 zadań. Największą ich liczbę wykonano w regionie lubelskim (800) i podlaskim (674), a najmniej w opolskim (167) i lubuskim (203). Nie

stwierdzono korelacji między liczbą zrealizowanych zadań a poziomem wykorzystania środków w badanych jednostkach.

## Wnioski

1. Środki Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg są istotnym wsparciem finansowym dla samorządów w realizacji inwestycji drogowych. Analizując dane dotyczące wykorzystania środków Funduszu w dwóch pierwszych latach jego funkcjonowania, należy zauważyć, że samorządy chętnie aplikowały o te środki. W latach 2019–2020 zrealizowano łącznie 7492 zadania ze środków Funduszu. Środki Funduszu przeznaczano przede wszystkim na przebudowę dróg lokalnych, w dalszej kolejności na ich budowę i remonty.
2. W 2020 roku poziom wykorzystania środków z Funduszu przez jednostki samorządu terytorialnego zwiększył się z 85 do 93%.
3. Z przeprowadzonej analizy wynika, że wykorzystanie środków Funduszu w poszczególnych województwach było zróżnicowane. W największym stopniu środki Funduszu zostały wykorzystane w 2019 roku w województwach: mazowieckim, podlaskim i wielkopolskim, a w 2020 roku w województwach: zachodniopomorskim, lubuskim, pomorskim i kujawsko - pomorskim. Najmniejszy stopień wykorzystania środków cechował w 2019 roku województwa: pomorskie, warmińsko-mazurskie i dolnośląskie, a w 2020 roku województwa: świętokrzyskie, podlaskie, warmińsko-mazurskie i dolnośląskie.
4. Średni poziom wykorzystania środków z RFRD w latach 2019–2020 wyniósł 86%. Dwa województwa wykorzystały środki na poziomie średnim (86%). Dziesięć jednostek wykazało się większym wykorzystaniem środków niż średnia (87–94%). Cztery województwa wykorzystały środki poniżej średniej, z tego trzy w przedziale 81–85%. Najniższy poziom wykorzystania środków stwierdzono w województwie świętokrzyskim – było to zaledwie 74%.
5. Działalność RFRD powinna mieć charakter ciągły i długofalowy. Bez wsparcia finansowego samorządy same nie poradzą sobie z rozwojem lokalnej infrastruktury drogowej. Istotne są także działania informacyjne i edukacyjne tak, aby wykorzystanie środków Funduszu w poszczególnych regionach było jak największe.
6. Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonej analizy autorzy opracowania rekomendują władzom samorządowym województw, które wykorzystały środki z RFRD w stopniu niższym niż średnia do przeprowadzenia audytu w obszarze pozyskiwania i wykorzystywania środków Funduszu w ich regionach, szczególnie rekomendacje te kierowane są do władz województwa świętokrzyskiego.

## Bibliografia

- Bereziński S., Rokicki T., 2020: Financing of linear road infrastructure in Poland, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Polityki Europejskie, Finanse i Marketing*, 24(73), 205–206.
- Klepacka-Sulima D., Klepacki B., 2019: Stan infrastruktury drogowej województw o najniższym poziomie rozwoju w Polsce, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomia i Organizacja Logistyki* 4(2) 2019. Warszawa: Wydawnictwo SGGW. 30.
- Kozłowski W., 2012: Zarządzanie gminnymi inwestycjami infrastrukturalnymi, Difin, Warszawa.
- Kudłacz T., 2015: Rodzaje i cechy infrastruktury oraz jej funkcje w rozwoju regionalnym i lokalnym – zarys problemu, [w:] T. Kudłacz, A. Hołuj (red.), *Infrastruktura w rozwoju regionalnym i lokalnym wybrane problemy*, CeDeWu, Warszawa.
- Kwarciański T., 2014: Finansowanie dróg lokalnych na przykładzie gminy Kołbaskowo, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Transportu i logistyki* 28, 143–160.
- Ministerstwo Infrastruktury, 2019: *Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku*, Warszawa.
- Ministerstwo Infrastruktury, 2020: *Sprawozdanie z realizacji zadań, na które zostało udzielone dofinansowanie ze środków Funduszu Dróg Samorządowych w 2019 r.*, Warszawa.
- Ministerstwo Infrastruktury, 2021: *Sprawozdanie z realizacji zadań, na które zostało udzielone dofinansowanie ze środków Rządowego Funduszu Rozwoju Dróg (wcześniej: Funduszu Dróg Samorządowych) w 2020 roku.*, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa..
- Przybyłowski A., 2016: Odpowiedzialne gospodarowanie przestrzenią na przykładzie infrastruktury drogowej aglomeracji trójmiejskiej, *Barometr Regionalny* 4(46), 107–112.
- Ratajczak M., 2000: Infrastruktura a wzrost i rozwój gospodarczy, *Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny* 62(4), 83–102.
- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych, Dz.U. z 2021 r. poz. 1376, 1595, z 2022 r. poz. 32.
- Ustawa z dnia 23 października 2018 r. o Funduszu Dróg Samorządowych, Dz.U. 2018 poz. 2161.

---

Urszula Malaga-Toboła<sup>✉</sup>, Robert Pawlarczyk<sup>✉</sup>, Dariusz Kwaśniewski<sup>✉</sup>, Maciej Kuboń<sup>✉</sup>

<sup>1</sup> University of Agriculture in Krakow

## Ocena ryzyka w łańcuchu dostaw na przykładzie hurtowni spożywczej

### Risk assessment in the supply chain on the example of a food wholesaler

**Synopsis.** Do efektywnego zarządzania łańcuchem dostaw konieczna jest wiedza o ryzyku związanym z jego funkcjonowaniem. Stąd też celem pracy była ocena ryzyka występującego w łańcuchu dostaw na przykładzie hurtowni spożywczej. W celu analizy porównawczej, łańcuch dostaw podzielono na cztery etapy tj. przyjęcie towaru, magazynowanie, transport oraz przepływ informacji. Oceny ryzyka dokonano z wykorzystaniem metody *Risk Score*, poprzez wyłonienie dwunastu podstawowych i najczęściej spotykanych zagrożeń, występujących podczas dystrybucji żywności. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że najwięcej zagrożeń wynika z kradzieży towaru, awarii pojazdu oraz kolizji czy wypadku drogowego. Stosunkowo duże ryzyko dotyczy również pomyłek przy wprowadzaniu towaru na stan magazynu oraz awarii bądź przerwania wewnętrznego przepływu informacji. Najmniejsze ryzyko wystąpiło przy nieprawidłowym oznakowaniu towarów.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie, ryzyko, zagrożenie, łańcuch dostaw

**Abstract.** For effective supply chain management, it is necessary to know about the risks associated with its functioning. Hence, the aim of the work was to assess the risk in the supply chain on the example of a food wholesaler. For the purpose of comparative analysis, the supply chain was divided into four stages, i.e. goods receipt, storage, transport and information flow. The risk assessment was performed using the Risk Score method by selecting twelve basic and most common hazards occurring during food distribution. The results of the conducted research showed that the greatest number of threats result from theft of goods, vehicle breakdown, collisions or road accidents. A relatively high risk also concerns

---

✉ Urszula Malaga-Toboła – University of Agriculture in Krakow; Faculty of Production Engineering and Energy; Department of Production Engineering, Logistics and Applied Computer Science; e-mail: urszula.malaga-tobola@urk.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-7918-8699>

✉ Robert Pawlarczyk – University of Agriculture in Krakow; Faculty of Production Engineering and Energy; Department of Production Engineering, Logistics and Applied Computer Science; e-mail: robi281@interia.pl

✉ Dariusz Kwaśniewski – University of Agriculture in Krakow; Faculty of Production Engineering and Energy; Department of Production Engineering, Logistics and Applied Computer Science; e-mail: dariusz.kwasniewski@urk.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-1873-1456>

✉ Maciej Kuboń – University of Agriculture in Krakow; Faculty of Production Engineering and Energy; Department of Production Engineering, Logistics and Applied Computer Science; e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0003-4847-8743>



mistakes when introducing goods to the warehouse and failure or interruption of the internal flow of information. On the other hand, the smallest risk occurred with incorrect labeling of goods.

**Key words:** management, risk, threat, supply chain

## Wprowadzenie

Sektor przetwórstwa rolno-spożywczego, tym samym łańcuch dostaw żywności, należy do ważnych ogniw zarówno gospodarki światowej, jak i narodowej. Łączy bowiem różnorodne i kluczowe, pod względem dobrobytu gospodarczego oraz dobrej sytuacji społecznej i ekologicznej, działy gospodarki [Kapusta 2010, 2012, Chechelski 2015], gdyż jest to proces prowadzony od momentu złożenia zamówienia do dostarczenia produktu lub usługi do klienta i rozliczenia transakcji [Szymonik 2011, Wicki 2020]. W kontekście analiz łańcucha dostaw żywności należy wspomnieć, iż w polskim przetwórstwie rolno-spożywczym nastąpiły istotne przemiany restrukturyzacyjne i konsolidacyjne przedsiębiorstw [Ahumada i Villalobos 2009, Kowalczyk 2012, Jarzębowski i Klepacki 2013, Urban 2014, Waściński 2014, Juchniewicz 2015, Mrówczyńska-Kamińska 2015, Maternowska 2021]. Jednak nadal rynek ten jest mało przejrzysty i brak jest rynkowych narzędzi stabilizacji cen. Łańcuchy żywnościowe są szczególnym typem łańcuchów dostaw, żywność bowiem jest specyficznym rodzajem produktów, głównie ze względu na krótki termin przydatności oraz warunki, w jakich powinna być transportowana i przechowywana. W tym przypadku zastosowanie powinny mieć odporne łańcuchy dostaw, które dostosowują swoje strategie i operacje do zmian w otoczeniu, w celu ograniczenia ryzyka utraty zdolności działania. Są one odporne na różnego typu anomalie, perturbacje, skutki awarii czy nieprawidłowości działania, wynikające z naruszenia dotychczasowych warunków funkcjonowania lub zaburzenia ciągłości przepływów rzeczowych i informacyjnych [Wieland i Wallenburg 2013]. Kluczowym zadaniem wszystkich działań w łańcuchu dostaw jest więc zagwarantowanie sprawnego i efektywnego przepływu produktów i materiałów.

W procesie zarządzania tak złożoną strukturą jaką jest łańcuch dostaw [Charlebois i in. 2021], zawsze występować będzie ryzyko, czego przyczyną są zdarzenia mające znamiona losowości, niemożliwe do całkowitego przewidzenia [Myszak i Sowa 2016, Kisielewski i Stanek 2017, Dąbrowska 2020, Staniewska 2021]. Przez ryzyko łańcucha dostaw rozumiemy prawdopodobieństwo przyjęcia nieodpowiedniej strategii, błędnych decyzji czy nieoptymalnej konfiguracji systemu logistycznego, wynikające m.in. z liczby ogniw w łańcuchu, dostępności do dużych węzłów komunikacyjnych czy liczby i rodzaju kanałów dystrybucji [Łupicka-Szudrowicz 2004, Kulińska 2007, Kaczmarek 2008, Ciesielski 2009]. Pojęcie zarządzania ryzykiem definiowane jest jako proces decyzyjny, wspomagający osiągnięcie zaplanowanego celu gospodarczego, społecznego lub politycznego, optymalnym kosztem i przy pomocy procedur umożliwiających całkowitą eliminację lub ograniczenie do akceptowanego poziomu, wszelkich rodzajów ryzyka zagrażających jego osiągnięciu [Zdanowski 2011, Kwieciński 2012, Ocicka 2017, Dąbrowska 2020]. Zatem celem oceny ryzyka jest skuteczne zapobieganie skutkom zagrożeń lub ich wyeliminowanie, kontrolowanie ryzyka resztkowego, a także przekazywanie wiedzy o zagrożeniach i ryzyku pracownikom [Stock i in. 2010, Verghese i in. 2015, Kisielewski i Lerka 2016, Tymiński i Zielińska 2017, Zimon 2017]. Zagrożenia dla bezpieczeństwa produktów żywnościowych, wynikające z niebezpiecznych sytuacji lub warunków, pojawiają się na każdym z etapów łańcucha dostaw [Szopa

2004, Wieteska 2011, Kisielewski i Lerka 2016]. Zatem, ze względu na straty jakie przynosi, zarządzanie ryzykiem staje się w tym przypadku kwestią strategiczną dla wielu przedsiębiorstw i ich łańcuchów dostaw [Boin i in. 2010, Peano i in. 2017]. Eliminacja zagrożeń pozwala usprawnić ich funkcjonowanie, a wiedza o możliwościach wystąpienia ryzyka przyczynia się do większego bezpieczeństwa w poszczególnych jego ogniwach. Bezpieczeństwo procesów logistycznych w łańcuchu dostaw analizował m.in. Cyganik [2014], Rybińska i Galińska [2014], Cieśla i Turoń [2016], Rybińska [2021]. Funkcjonowanie łańcucha dostaw, obok zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego i śledzenia pochodzenia produktów, związane jest również ze śledzeniem przepływu partii towarów w celu identyfikacji problemów [Bezat i Jarzębowski 2011]. Informacje o nieprawidłowościach pozwalają szybko zidentyfikować problem i go usunąć. Dzięki tym działaniom podmioty gospodarcze m.in. nie narażają swojej opinii i reputacji w oczach klientów i zyskują ich przywiązanie do marki. Podczas transportu dużej ilości wyrobów istnieje możliwość wystąpienia pomyłek, zamiany produktów czy błędów w oznaczeniach. Śledzenie produktów skutecznie zapobiega występowaniu tych problemów, ponadto sprzyja dbaniu o jakość produktów oraz przestrzeganiu higieny i ich zdrowotności. Stąd też celem pracy była ocena ryzyka jakie może wystąpić w łańcuchu dostaw, w wybranym przedsiębiorstwie z branży spożywczej. Analiza zagrożeń dotyczyła procesu przyjęcia towaru, magazynowania, transportu oraz przepływu informacji.

## Materiały i metody

Analiza ryzyka została przeprowadzona na przykładzie rzeczywistego przedsiębiorstwa z branży spożywczej, będącego częścią łańcucha dostaw żywności. Po przeprowadzeniu wywiadu kierowego z kierownikiem działu logistyki oraz na podstawie udostępnionych przez firmę raportów wytypowano 12 zagrożeń na czterech etapach łańcucha dostaw, mianowicie:

- przyjęcie towaru:
  - zagrożenie 1: brak wymaganych dokumentów przy dostawie,
  - zagrożenie 2: nieprawidłowe oznakowanie towarów,
  - zagrożenie 3: pomyłki przy wprowadzaniu towaru na stan magazynu,
- magazynowanie:
  - zagrożenie 4: kradzież towaru,
  - zagrożenie 5: niewłaściwe rozkładanie towaru krótkoterminowego,
  - zagrożenie 6: wydanie towaru niezgodnego z zamówieniem,
  - zagrożenie 7: uszkodzenie towaru podczas magazynowania i transportu,
- transport (wewnętrzny i zewnętrzny):
  - zagrożenie 8: kradzież pojazdu z towarem,
  - zagrożenie 9: awaria pojazdu,
  - zagrożenie 10: kolizja, wypadek drogowy,
- przepływ informacji:
  - zagrożenie 11: awaria bądź przerwanie wewnętrznego przepływu informacji,
  - zagrożenie 12: błędne prognozowanie popytu.

Przeprowadzona analiza ryzyka skupiła się głównie wokół obszarów, na które szczególną uwagę zwraca norma ISO 28000. Rodzaj zagrożeń w obrębie poszczególnych etapów związanych z przepływem materiałów, ustalono po przeanalizowaniu stopnia narażenia oraz prawdopodobieństwa jego wystąpienia (tabela 1).

Tabela 1. Ekspozycja, prawdopodobieństwo wystąpienia zagrożenia w badanym przedsiębiorstwie oraz straty materialne

Table 1. Exposure, probability of a threat in the examined enterprise and material losses

Etapy łańcucha dostaw	Rodzaj zagrożenia	Ekspozycja na zagrożenie	Prawdopodobieństwo wystąpienia	Straty materialne
Przyjęcie towaru	brak dokumentów	raz na tydzień	całkiem prawdopodobne	poniżej 5 tys.
	nieprawidłowe oznakowanie	raz na miesiąc	sporadycznie możliwe	5–25 tys.
	pomyłki	codzienna	całkiem prawdopodobne	5–25 tys.
Magazynowanie	kradzież towaru	codzienna	całkiem prawdopodobne	25–500 tys.
	niewłaściwe rozłożenie	raz na tydzień	całkiem prawdopodobne	5–25 tys.
	niezgodność z zamówieniem	stała	całkiem prawdopodobne	poniżej 5 tys.
	uszkodzenie towaru	codzienna	całkiem prawdopodobne	poniżej 5 tys.
Transport	kradzież pojazdu	codzienna	możliwe do pomyślenia	500 tys.–5 mln
	awaria pojazdu	stała	całkiem prawdopodobne	5–25 tys.
	kolizja/wypadek	stała	mało prawdopodobne, ale możliwe	25–500 tys.
Przepływ informacji	przerwanie przepływu informacji	stała	bardzo prawdopodobne	poniżej 5 tys.
	błędna prognoza popytu	codzienna	mało prawdopodobne, ale możliwe	5–25 tys.

źródło: opracowanie własne.

Do oceny ryzyka poszczególnych zagrożeń wykorzystano wieloparametrową i wielo-poziomową metodę wskaźnikową *Risk Score* [Maciołek i Zielińska 2012, Zielińska 2017, 2018]. Dla każdego z występujących zagrożeń określono wartość na podstawie norm dotyczących potencjalnych strat materialnych, ekspozycji i prawdopodobieństwa (odpowiednio tabela 2, 3 i 4).

Tabela 2. Charakterystyka parametru potencjalnych strat wg metody *Risk Score*

Table 2. Characteristics of the parameter of potential losses according to the Risk Score method

Wartość	Potencjalne straty	
	Strata	Straty materialne
100	poważna katastrofa	Ponad 25 mln PLN
40	katastrofa	5–25 mln PLN
15	bardzo duża	500 tys.–5mln PLN
7	duża	25–500 tys. PLN
3	średnia	5–25 tys. PLN
1	mała	poniżej 5 tys. PLN

źródło: opracowanie własne na podstawie [Debudej i Sobocińska 2017].

Tabela 3. Charakterystyka parametru ekspozycji na zagrożenie wg metody *Risk Score*  
 Table 3. Characteristics of the risk exposure parameter according to the Risk Score method

Ekspozycja	
Wartość	Opis
10	stała
6	częsta (codzienna)
3	sporadyczna (raz na tydzień)
2	okazjonalna (raz na miesiąc)
1	minimalna (kilka razy rocznie)
0.5	znikoma (raz do roku)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Debudej i Sobocińska 2017].

Tabela 4. Charakterystyka parametru prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia wg metody *Risk Score*  
 Table 4. Characteristics of the event probability parameter according to the Risk Score method

Prawdopodobieństwo		
Wartość	Opis	Szansa [%]
10	bardzo prawdopodobne	50 (1 na 2)
6	całkiem prawdopodobne	10 (1 na 10)
3	mało prawdopodobne, ale możliwe	1 (1 na 100)
1	tylko sporadycznie możliwe	0.1 (1 na 1000)
0,5	możliwe do pomyślenia	0.01 (1 na 10 000)
0,2	praktycznie niemożliwe	0.001 (1 na 100 000)
0,1	tylko teoretycznie możliwe	0.0001 (1 na 1 000 000)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Debudej i Sobocińska 2017].

Następnie oszacowano wartość ryzyka według wzoru:

$$R = S \times E \times P \quad (1)$$

gdzie:

$R$  – oszacowana wartość ryzyka zawodowego,

$S$  – skutek, strata (potencjalna),

$E$  – ekspozycja na zagrożenie,

$P$  – prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia o danych stratach.

Po obliczeniu szacowanej wartości ryzyka przyporządkowano wynik do odpowiedniej kategorii zawartej w tabeli 5. Według metody *Risk Score*, ryzyko dopuszczalne mieści się w kategoriach 1 oraz 2. W przypadku wystąpienia ryzyka na poziomie kategorii 3 lub wyższej należy podjąć działania w celu obniżenia jego wartości.

Tabela 5. Charakterystyka parametrów metody *Risk Score*  
Table 5. Characteristics of the parameters of the Risk Score method

Kategorie ryzyka		
Kategorie ryzyka	Wartość [R]	Akcja
Pomijalne	$R < 20$	żadne działania nie są potrzebne
Małe ryzyko	$20 \leq R < 70$	należy zwrócić uwagę
Średnie ryzyko	$70 \leq R < 200$	potrzebna poprawa
Wysokie ryzyko	$200 \leq R < 400$	potrzebna natychmiastowa poprawa
Bardzo wysokie ryzyko	$R \geq 400$	rozważ wstrzymanie prac

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Debudej i Sobocińska 2017].

Odpowiednie przyporządkowanie rodzajów ryzyka do poszczególnych kategorii przynosi wymierne korzyści całemu łańcuchowi dostaw. Pozwala bowiem na ustalenie, które procesy należy wziąć pod uwagę w pierwszej kolejności przy tworzeniu strategii, a także na które z nich warto przeznaczyć większe zasoby finansowe, w celu zabezpieczenia ich przed wystąpieniem niepożądanych zjawisk [Harrison i van Hoek 2010, Małyszek 2015].

## Wyniki badań i dyskusja

Profil działalności firmy, z której pozyskano dane oraz koncentracja na jakości towarów wiąże się z wysokim ryzykiem, są to bowiem produkty spożywcze, których okres przechowywania jest krótki i które szybko ulegają procesowi psucia. Zatem, w celu identyfikacji zagrożenia związanego z występowaniem ryzyka w łańcuchu dostaw, przedsiębiorstwa powinny najpierw zacząć od zarządzania ryzykiem wewnątrz organizacji, a dopiero potem właściwie oceniać poziom ryzyka w relacji z innymi uczestnikami łańcucha [Wieteska 2011, Dąbrowska i in. 2020]. Należy przeanalizować alternatywnych dostawców, którzy zapewniąliby bezpieczeństwo w dostarczeniu materiałów czy półfabrykatów, a także opracować plan związany ze zminimalizowaniem zagrożeń [Stanik i in. 2016].

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że trzy spośród 12 zagrożeń zakwalifikowano jako pomijalne, cztery jako małe, trzy jako średnie i dwa jako wysokie (tabela 6). Nie odnotowano natomiast zagrożenia, które mieściłoby się w kategorii bardzo wysokie.

Ryzyko pomijalne dotyczyło braku dokumentów przy dostawie, nieprawidłowego oznakowania oraz niewłaściwego rozłożenia towaru krótkoterminowego w magazynie. Do grupy ryzyka małego zaliczono wydanie towaru niezgodnie z zamówieniem, uszkodzenie towaru w czasie prac magazynowo-transportowych, kradzież pojazdu z towarem, a także błędne prognozowanie popytu. Większej rangi zagrożenia, bo średnie, oszacowano w przypadku pomyłek przy wprowadzaniu towaru do magazynu, awarii pojazdu oraz awarii czy przerwaniu przepływu informacji. Do wysokiego ryzyka zaliczono kradzież towaru, a także kolizje i wypadki drogowe.

Tabela 6. Zestawienie zagrożeń według kategorii ryzyka  
Table 6. List of threats by risk category

Etapy łańcucha dostaw	Rodzaj zagrożenia	<i>S</i>	<i>E</i>	<i>P</i>	<i>R</i>	Ryzyko
Przyjęcie towaru	brak dokumentów	1	3	6	18	pomijalne
	nieprawidłowe oznakowanie	3	2	1	6	pomijalne
	pomyłki	3	6	6	108	średnie
Magazynowanie	kradzież towaru	7	6	6	252	wysokie
	niewłaściwe rozłożenie towaru	1	3	6	18	pomijalne
	niezgodność z zamówieniem	1	10	6	60	małe
	uszkodzenie towaru	1	6	6	36	małe
Transport	kradzież pojazdu	15	6	0,5	45	małe
	awaria pojazdu	3	10	6	180	średnie
	kolizja/wypadek	7	10	3	210	wysokie
Przepływ informacji	przerwanie przepływu informacji	1	10	10	100	średnie
	błędna prognoza popytu	3	6	3	54	małe

Źródło: opracowanie własne.

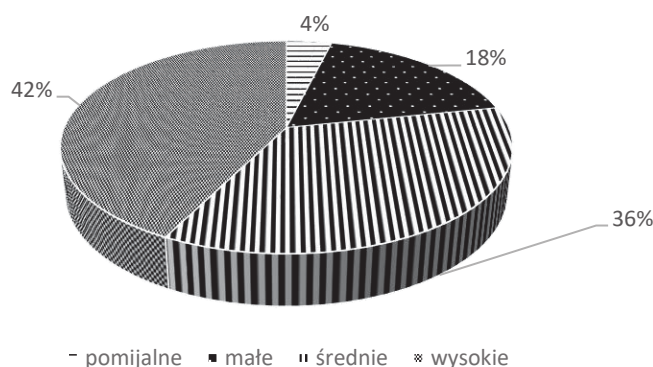
Ryzyko pomijalne dotyczyło braku dokumentów przy dostawie, nieprawidłowego oznakowania oraz niewłaściwego rozłożenia towaru krótkoterminowego w magazynie. Do grupy ryzyka małego zaliczono wydanie towaru niezgodnie z zamówieniem, uszkodzenie towaru w czasie prac magazynowo-transportowych, kradzież pojazdu z towarem, a także błędne prognozowanie popytu. Większej rangi zagrożenia, bo średnie, oszacowano w przypadku pomyłek przy wprowadzaniu towaru do magazynu, awarii pojazdu oraz awarii czy przerwaniu przepływu informacji. Do wysokiego ryzyka zaliczono kradzież towaru, a także kolizje i wypadki drogowe.

Obserwacja funkcjonowania łańcuchów dostaw w badanej firmie skłania do wniosku, że w przyszłości prawdopodobieństwo pojawienia się różnorodnych czynników ryzyka pochodzenia zewnętrznego i wewnętrznego będzie wzrastać. Zarysowuje się bowiem coraz silniejsza tendencja rozprzestrzeniania się i wzmocnienia negatywnych skutków ryzyka w łańcuchu dostaw. W związku z tym, pojawia się konieczność badania problematyki transmisji i wzmocnienia zakłóceń i włączenia jej do koncepcji zarządzania łańcuchami dostaw. Jest to tym bardziej istotne, że podłożem tego zjawiska może być współdziałanie przedsiębiorstw, a więc fundament tworzenia łańcuchów dostaw. Między poziomem struktury łańcucha dostaw i stopniem jego zorganizowania zachodzą na ogół określone zależności. Stopień zorganizowania idzie bowiem w parze ze złożonością powiązań, wyrażoną liczbą relacji i kolejnością występowania ogniw na różnych szczeblach przepływu w łańcuchu dostaw. W rezultacie sukces przedsiębiorstwa uzależniony jest od zorganizowania różnych powiązań między podmiotami, jak również sposobu połączeń i kolejności występowania poszczególnych ogniw [Ocicka i Raźniewska 2015].

Proces wdrażania systemu zarządzania bezpieczeństwem łańcucha dostaw ściśle wiąże się z oceną i analizą ryzyka. Ilościowa ocena ryzyka w badanym przedsiębiorstwie mieściła

U. Malaga-Toboła i in.

się w bardzo szerokim zakresie, bo od 6 do aż 252 punktów (tabela 6). Zagrożenia zakwalifikowane jako ryzyko pomijalne uzyskały od 6 do 18 punktów, małe – od 36 do 60 punktów, średnie – od 100 do 180 punktów, wysokie zaś 210 i 252 punkty. Suma punktów dla danej kategorii zagrożeń w stosunku do jej łącznej liczby, pozwoliła ustalić ich strukturę procentową. Na uwagę zasługuje to, że spośród czterech kategorii ryzyka jakie wystąpiły w badanym przedsiębiorstwie, największy udział stanowiło zagrożenie wysokie i średnie, które odnotowano na poziomie odpowiednio 42 i 36% (rysunek 1). Dla operacji występujących w tej grupie zagrożeń potrzebne są działania naprawcze. Udział ryzyka niosącego mniejsze straty kształtował się na poziomie 18 (małe) i 4% (pomijalne).



Rysunek 1. Struktura procentowa ryzyka

Figure 1. Risk percentage structure

Źródło: opracowanie własne.

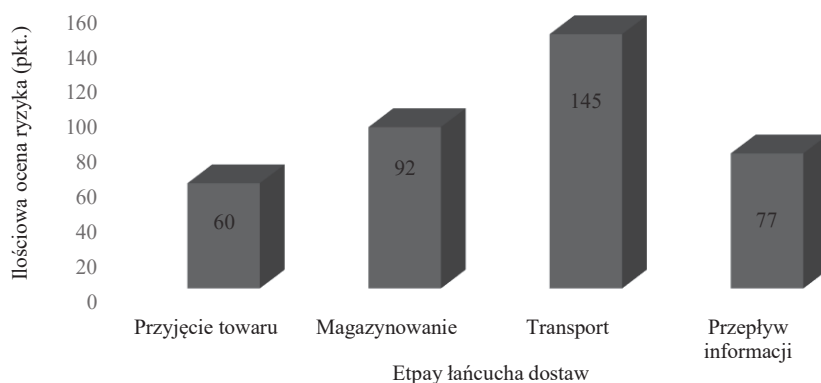
Przyjęcie towaru, który nie spełnia wymagań jakościowych wiąże się ze stratami finansowymi firmy. Z uwagi na ten fakt, koncentruje się ona na procesach kontroli, które prowadzą do wykluczenia produktów o wątpliwej jakości. W przypadku wykrycia nieprawidłowości, towar nie jest przyjmowany.

Badana firma dysponuje własną powierzchnią magazynową. Przy takim profilu działalności musi zagwarantować odpowiednie i zgodne z normami warunki przechowywania żywności. Błędy jakie powstają na tym etapie wiążą się bowiem z poważnymi konsekwencjami finansowymi. W przypadku branży spożywczej, bardzo ważne jest odpowiednie przygotowanie chłodni oraz powierzchni magazynowych, za które odpowiadają pracownicy.

Mając na uwadze zdarzenia drogowe, należy podkreślić, iż kierowcy realizujący przewóz towarów powinni być regularnie doszkalani w obszarze bezpieczeństwa transportu. Omawiana firma zatrudnia wyłącznie wykwalifikowanych i doświadczonych kierowców, a wszystkie pojazdy wyposażone są w tachografy. Czas pracy kierowców jest sprawdzany i poddawany analizie, dzięki czemu obniżone jest ryzyko zaistnienia wypadku z winy kierowcy.

Złożony charakter i szybko zmieniające się środowisko współczesnych łańcuchów dostaw czyni je bardzo podatnymi na ryzyko. Kluczowym czynnikiem ułatwiającym zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw jest wymiana informacji między partnerami [Busse i in. 2017, Komańda i Klosa 2020]. W badanej firmie każda informacja dotycząca prowadzonej

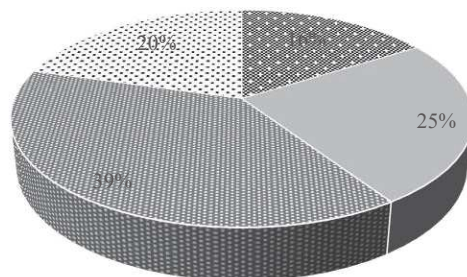
działalności, zamówień czy danych kontrahentów jest zabezpieczona przed dostępem osób nieupoważnionych. W tym przypadku ryzyko wiąże się głównie z zagrożeniem wadliwości systemu przesyłania informacji. W firmie wdrożono system informacji stosownie zabezpieczony przed dostępem osób nieupoważnionych.



Rysunek 2. Ilościowa ocena ryzyka na poszczególnych etapach łańcucha dostaw

Figure 2. Quantitative risk assessment at different stages of the supply chain

Źródło: opracowanie własne.



\* Przyjęcie towaru    ■ Magazynowanie    ■ Transport    · Przepływ informacji

Rysunek 3. Struktura ryzyka na poszczególnych etapach łańcucha dostaw

Figure 3. Risk structure at individual stages of the supply chain

Źródło: opracowanie własne

Najwyższe ryzyko wynoszące 145 punktów i stanowiące aż 39% spośród wszystkich etapów łańcucha dostaw związane było z transportem, ponieważ zagrożenia dotyczące transportu zewnętrznego nie zależą od przedsiębiorstwa i ma ono niewielki wpływ na jego zapobieganie (rysunek 2 i 3). Ryzyko występujące w transporcie zewnętrznym określono



bardzo wysoko ze względu na występujące awarie pojazdu, warunki atmosferyczne czy zdarzenia drogowe, na które dostawca nie ma dużego wpływu.

W przypadku magazynowania, w badanej firmie ryzyko określone zostało jako średnie, uzyskując 92 punkty. W strukturze stanowiło ono 25%. Przedsiębiorstwo powinno przyłożyć większą uwagę na ten etap i zastosować możliwie jak najwięcej środków prewencyjnych.

Mniej punktów, bo 77, ale również średni poziom ryzyka, stanowiący 20%, wystąpił na etapie przepływu informacji. Profil działalności omawianej firmy oraz koncentracja na prawidłowej sprzedaży produktów wiążą się z dużym ryzykiem, bo towar, który nie spełnia wymagań jakościowych lub nie jest chodliwym towarem może się nie sprzedawać, co wiąże się ze stratami finansowymi dla firmy. Istotną rolę na tym etapie odgrywa zatem zarówno pracownik zamawiający towar, jak i system łączący wszystkie działy przedsiębiorstwa razem.

Najniższy poziom ryzyka określono w przypadku przyjęcia towaru. Ocena ilościowa kształtowała się w tym przypadku na poziomie 60 punktów, co w strukturze dało 16%. Ten etap jest w dużej mierze uzależniony od jakości wykonywanej pracy przez pracowników, co umożliwia bardzo szybkie i odpowiednie zmniejszenie ryzyka, gdy ono wystąpi.

## **Podsumowanie i wnioski**

Zarządzanie łańcuchem dostaw jest zawsze obarczone pewnym ryzykiem. Jest to bowiem złożona struktura, w której często można natknąć się na zdarzenia i zjawiska losowe, niemożliwe do przewidzenia, gdyż zazwyczaj nieznaną są przyczyny ich powstawania. Dotyczy to wszystkich ogniw i procesów realizowanych w łańcuchu dostaw.

W badanej firmie wyróżniono 12 zagrożeń, w tym trzy na etapie przyjęcia towaru, cztery podczas magazynowania, trzy w czasie transportu wewnętrznego i zewnętrznego i dwa dotyczące przepływu informacji.

Przeprowadzona analiza wykazała, że najwięcej zagrożeń wynika z kradzieży towaru, awarii pojazdu i kolizji oraz wypadku drogowego. Stosunkowo duże ryzyko dotyczy również pomyłek przy wprowadzaniu towaru na stan magazynu, a także awarii bądź przerwania wewnętrznego przepływu informacji. Najmniejsze ryzyko wystąpiło przy nieprawidłowym oznakowaniu towarów. Na podstawie łącznej ilościowej oceny stwierdzono, że ryzyko wysokie stanowiło 42,5%, średnie – 35,7%, małe – 17,9% i pomijalne – 3,9%.

Wysokie ryzyko dotyczące, w przypadku badanej firmy, kradzieży towaru, kolizji i wypadku drogowego wymaga natychmiastowej poprawy. Poprawa wynikająca ze średniego ryzyka, będzie dotyczyła pomyłek przy wprowadzaniu towaru na stan magazynu, awarii pojazdu i awarii bądź przerwania wewnętrznego przepływu informacji.

Małe ryzyko, wymagające jednak zwrócenia uwagi, związane było z wydawaniem towaru niezgodnego z zamówieniem, uszkodzeniem towaru podczas magazynowania i transportu, kradzieży pojazdu z towarem oraz złym prognozowaniem popytu.

Z kolei ryzyko pomijalne, niewymagające interwencji dotyczyło braku wymaganych dokumentów przy dostawie, nieprawidłowego oznakowania towarów oraz nieumiejętnego rozkładania towaru krótkoterminowego.

## Bibliografia

- Ahumada O., Villalobos J.R., 2009: Application of planning models in the agri-food supply chain. A review, *European Journal of Operational Research* 196(1), 1–20.
- Bezat A., Jarzębowski S., 2011: Traceability w łańcuchu dostaw przetwórstwa spożywczego, *Logistyka* 2, 75–84.
- Boin A., Kelle P., Whybark D.C., 2010: Resilient Supply Chains for Extreme Situations: Outlining a New Field of Study, *International Journal of Production Economics* 126(1), 1–6.
- Busse C., Meinschmidt J., Foerstl K.: 2017: Managing information processing needs in global supply chains: A prerequisite to sustainable supply chain management, *Journal of Supply Chain Management* 53(1), 87–113.
- Charlebois S., Juhasz M., Music J., Vézeau J., 2021: A review of Canadian and international food safety systems: Issues and recommendations for the future, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 20, 5043–5066, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12816>
- Chechelski P., 2015: Ewolucja łańcucha żywnościowego, [w:] I. Szczepaniak, K. Firlej (red.), *Przemysł spożywczy – makroocenienie, inwestycje, ekspansja zagraniczna*, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, IERiGŻ-PIB, Kraków, 45–63.
- Ciesielski M. (red.), 2009: *Instrumenty zarządzania łańcuchami dostaw*, PWE, Warszawa.
- Cieśla M., Turoń K., 2016: Zarządzanie ryzykiem w procesach transportu kontenerów w oparciu o metodę mapy ryzyka i metodę matematyczną, [w:] R. Jadcak, P. Ledziak (red.), *Zarządzanie ryzykiem w logistyce i finansach*, Uniwersytet Łódzki, Łódź, 79–91.
- Cyganik J., 2014: Ryzyko w transporcie drogowym – źródła i wielkość szkód, *Logistyka* 3, 31–36, [źródło elektroniczne] <http://www.czasopismologistyka.pl/artykulynaukowe/send/297-artykulydrukowane/4507-artykul> [dostęp: 06.11.2022].
- Dąbrowska J., Dołżyńska E., Hryniewicka G., 2020: Wpływ nieprzewidywanych zdarzeń na łańcuchy dostaw na przykładzie pandemii COVID-19, *Akademia Zarządzania* 4(2), 71–81.
- Debudej J., Sobocińska A., 2017: Risk assessment on the carpenters bench, as a factor to improve work safety, *Archiwum Wiedzy Inżynierskiej*, 1(2), 16–19.
- Harrison A., Hoek R. van, 2010: *Zarządzanie logistyką*, PWE, Warszawa.
- Jarzębowski S., Klepacki L., 2013: Łańcuchy dostaw w gospodarce żywnościowej, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej* 103, 107–117.
- Juchniewicz M., 2015: Innowacje w logistyce łańcucha dostaw żywności, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu* 41, 473–482.
- Kaczmarek T.T., 2008: *Ryzyko i zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne*, Difin, Warszawa.
- Kapusta F., 2010: Agrobiznes jako logistyczny łańcuch (sieć) dostaw dóbr powszechnego spożycia, *Wieś Jutra* 1, 26–28.
- Kapusta F., 2012: *Agrobiznes*, wyd. 2, Difin, Warszawa.
- Kisielewski P., Stanek A., 2017: Klasyfikacja zagrożeń w łańcuchu dostaw i wybrane metody analizy i oceny ryzyka, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 18, 1416–1424.
- Kisielewski P., Lerka A., 2016: Analiza ryzyka w łańcuchu dostaw w świetle norm ISO, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 17, 248–255.
- Komańda M., Klosa E., 2020: Podejścia przedsiębiorstw do dzielenia się informacją w zarządzaniu ryzykiem łańcucha dostaw, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas. Zarządzanie* 2, 137–151.
- Kowalczyk S., 2012: Konsekwencje globalizacji dla rolnictwa europejskiego, [w:] S. Kowalczyk (red.), *Globalizacja i regionalizacja w stosunkach międzynarodowych*, SGH, Warszawa.
- Kulińska E., 2007: Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw, *Logistyka* 1, 18–21.
- Kwieciński M., 2012: Procesowe i systemowe ujęcie procesu zarządzania bezpieczeństwem, *Bezpieczeństwo. Teoria i praktyka, Czasopismo Krakowskiej Akademii im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego* 2, 57–64.
- Łupicka-Szudrowicz A., 2004: *Zintegrowany łańcuch dostaw w teorii i praktyce gospodarczej*, Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań.
- Maciołek H., Zielińska A., 2012: Aspekty bezpieczeństwa i higieny pracy w produkcji rolno-hodowlanej w świetle wybranych regulacji prawnych, *Journal of Ecology and Health* 16(4), 176–183.
- Małysek E., 2015: Wybrane aspekty ryzyka w zarządzaniu łańcuchem dostaw, [w:] R. Knosala (red.), *Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 914–925.
- Maternowska M., 2021: Zmiany w łańcuchach dostaw spowodowane pandemią. Wybrane zagadnienia, *Wydawnictwo Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie*, Kraków.
- Mrówczyńska-Kamińska A., 2015: *Gospodarka żywnościowa w krajach Unii Europejskiej: kierunki rozwoju, przepływy i współzależności*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań.

*U. Malaga-Tobola i in.*

- Myszak J.M., Sowa M., 2016: Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw, *Problemy Transportu i Logistyki* 4(36), 185–192.
- Ocicka B., 2017: Rozwój innowacji otwartych w świetle strategii zarządzania łańcuchem dostaw, *Nauki o Zarządzaniu* 2(31), 33–39.
- Ocicka B., Raźniewska M., 2015: Rola budowania relacji partnerskich z kluczowymi dostawcami w zarządzaniu łańcuchem dostaw, *Studia Ekonomiczne* 249, 63–75.
- Peano C., Girgenti V., Baudino C., Giuggioli N.R., 2017: Blueberry supply chain in Italy: Management, innovation and sustainability, *Sustainability* 9(2), 261–270.
- Rybińska K., 2021: Zarządzanie bezpieczeństwem żywności – innowacje, [w:] A. Walaszczyk, M. Koszewska (red.), *Zarządzanie przedsiębiorstwem wobec współczesnych wyzwań technologicznych, społecznych i środowiskowych*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź.
- Rybińska K., Galińska B., 2014: Bezpieczeństwo żywności w łańcuchu dostaw, *Logistyka* 3, 5510–5517.
- Staniewska E., 2021: Wybrane aspekty zarządzania bezpieczeństwem łańcuchów dostaw, *Systemy Logistyczne Wojsk* 54(1), 135–148.
- Stanik J., Hoffmann R., Napiórkowski J., 2016: Zarządzanie ryzykiem w systemie zarządzania bezpieczeństwem organizacji, *Ekonomiczne Problemy Usług* 123, 321–336
- Stock J.R., Boyer S.L., Harmon T., 2010: Research opportunities in supply chain management, *Journal of the Academy of Marketing Science* 38(1), 32–41.
- Szopa T., 2004: *Koncepcja geograficznego przedstawienia terytorialnego rozkładu ryzyka i zagrożeń*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Szymoniak A., 2011: *Logistyka i zarządzanie łańcuchem dostaw cz. 2*, Difin, Warszawa.
- Tymiński M., Zielińska A., 2017: Ryzyko – ujęcie interdyscyplinarne z uwzględnieniem aspektów logistycznych, *Studia i materiały "Miscellanea Oeconomicae"* 1, 1, 233–245.
- Urban R., 2014: Uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki żywnościowej, *Przemysł Spożywczy* 1(68), 2–6.
- Verghese K., Lewis H., Lockrey S., Williams H., 2015: Packaging's role in minimizing food loss and waste across the supply chain, *Packaging Technology & Science* 28(7), 603–620.
- Waściński T., 2014: Procesy logistyczne w zarządzaniu łańcuchem dostaw, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Administracja i Zarządzanie* 103, 25–38.
- Wicki L., 2020: The impact of WWS implementation on work productivity. The case of three distribution warehouse, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 5(3), 77–91.
- Wieland A., Wallenburg C.M., 2013: The influence of relational competencies on supply chain resilience: a relational view, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 43(4), 300–320.
- Wieteska G., 2011: *Zarządzanie ryzykiem w łańcuchu dostaw na rynku B2B*, Difin, Warszawa.
- Zielińska A., 2017: Determinants of social business responsibility in view of work accidents in food industry, *Zeszyty Naukowe UJK – Gospodarka Współczesna*, 3, 127–134.
- Zielińska A., 2018: Organizacja pracy w aspekcie zróżnicowania przyczyn wypadków przy pracy, *Studia i Materiały Wydziału Zarządzania i Administracji Wyższej Szkoły Pedagogicznej im. Jana Kochanowskiego w Kielcach* 4, 1, 217–229.
- Zimon D., 2017: The impact of quality managements systems on the effectiveness of food supply chains, *TEM Journal* 6(4), 693–698.

---

Maria Rysz<sup>1</sup>✉, Elżbieta Jadwiga Szymańska<sup>2</sup>✉

<sup>1</sup> Karpacka Państwowa Uczelnia w Krośnie

<sup>2</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## Kanały dystrybucji a sytuacja ekonomiczna gospodarstw sadowniczych

### Distribution channels and the economic situation of fruit farms

**Synopsis.** Celem opracowania było rozpoznanie kanałów dystrybucji, z których korzystają sadownicy oraz próba odpowiedzi na pytanie, czy wyniki ekonomiczno-finansowe zależą od liczby wykorzystywanych kanałów dystrybucji owoców. Analizą objęto 45 gospodarstw z regionów Małopolski i Pogórza, które prowadziły rachunkowość dla potrzeb FADN w 2019 roku i zebrano z nich dane za 2018 rok. Z badań wynika, że większość gospodarstw sprzedawała swoje produkty, korzystając z kilku kanałów dystrybucji, ale były także takie, które korzystały z jednego. W badanej grupie sadowników główną formą zbytu owoców była sprzedaż w punktach skupu. Wiązało się to z dużą ich liczbą w badanych regionach. Inne kanały zbytu owoców to sprzedaż przez pośredników, na rynku hurtowym, do zakładu przetwórczego oraz na lokalnym targowisku. Największe trudności ze zbytem owoców w badanych gospodarstwach wynikały z braku stałych odbiorców czy podpisanych umów kontraktacyjnych. Wyniki ekonomiczne gospodarstw sadowniczych w grupach o różnej liczbie stosowanych kanałów dystrybucji były zróżnicowane. Wyższe wyniki ekonomiczne osiągały gospodarstwa o zdywersyfikowanych formach sprzedaży owoców. Badania wykazały zależność statystycznie istotną między wielkością i wartością produkcji a liczbą wykorzystywanych kanałów dystrybucji.

**Słowa kluczowe:** kanały dystrybucji, owoce, produkcja, wyniki ekonomiczne

**Kody JEL:** Q12, Q13, Q14

**Abstract.** The aim of the study was to identify the distribution channels used by fruit growers from the Małopolska and Pogórze region and to try to answer the question whether the economic and financial results depend on the number of fruit distribution channels used. The analysis covered 45 farms from the Małopolska and Pogórze regions that kept accounting for the needs of FADN in 2019. The research shows that most farms sold their products using several distribution channels, but there were also those that used one. In the studied group of fruit growers, the main form of selling fruit was sale to collection points. This was due to a large number of them in the analyzed Region. Other sales channels for fruit are sales through intermediaries, in the wholesale market, to a processing plant and at the local market. The greatest difficulties with selling fruit in the researched farms resulted from the lack of regular customers or signed cultivation contracts. The economic results of fruit farms in groups with a different

---

✉ Maria Rysz – Karpacka Państwowa Uczelnia w Krośnie, e-mail: maria.rysz@kpu.krosno.pl; <https://orcid.org/0000-0002-9553-4907>

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

number of distribution channels used were diversified. Farms with diversified forms of fruit sale achieved higher economic results. The research showed a statistically significant relationship between the volume and value of production and the number of distribution channels used.

**Key words:** distribution channels, fruit, production, economic results

## Wstęp

Sadownictwo jest bardzo ważnym działem produkcji rolnej. Produkcja towarowa owoców ma istotny udział w towarowej produkcji roślinnej (14,0% w 2019 roku). Uprawą owoców w Polsce zajmuje się około 130 tys. gospodarstw. Polska jest największym w UE producentem jabłek, wiśni, porzeczek, aronii i borówek wysokich oraz drugim (po Hiszpanii) producentem truskawek. Powierzchnia sadów w Polsce w 2019 roku wyniosła 393,1 tys. ha z czego 246,4 tys. ha stanowiła produkcja owoców z drzew, a 146,7 tys. ha zajmowały plantacje owoców jagodowych [Kraciński 2021]. Sady występują głównie w centralnej i południowo-wschodniej części kraju. Małopolska i Pogórze to regiony o dużym udziale w produkcji owoców w Polsce. Jednocześnie cechuje je rozdrobniona struktura gospodarstw sadowniczych.

Możliwość korzystania przez sadowników z funduszy UE i realizacji różnych inwestycji, międzynarodowa konkurencja, nowe wzorce konsumpcji, postęp w technologii produkcji, informacyjnej i transportowej zmieniły podejście sadowników do produkcji owoców. Duże zmiany w produkcji owoców w skali globalnej napędzane są pojawieniem się nowoczesnych kanałów sprzedaży detalicznej oraz rosnącą koncentracją firm przetwarzających owoce. Zmiany te wymagały od rolników poszukiwania sposobów na poprawę swojej pozycji przetargowej w obliczu rozwijającego się sektora przetwórstwa i handlu detalicznego. Producenci owoców o niewielkich wolumenach produkcji, często nieposiadający niezbędnej infrastruktury logistycznej napotykały na trudności z wejściem na nowe rynki zbytu.

Atutem polskich owoców jest produkcja z mniejszym niż w UE zużyciem środków plonotwórczych, co wpływa na wysoką ich jakość i dobry smak. Do negatywnych cech produkcji owoców w Polsce można zaliczyć rozdrobnione zaplecze surowcowe, brak systemów dostaw i duże wahania cen między sezonami. Kolejną cechą sektora jest niskie spożycie owoców w kraju w porównaniu z konsumpcją w innych krajach UE. Ważną rolę w działaniach na rzecz wzrostu spożycia owoców powinny odgrywać zintegrowane akcje producentów, przetwórców i dystrybutorów owoców.

Główne zmiany w sektorze owoców i warzyw na świecie są napędzane przez pojawienie się nowoczesnych kanałów sprzedaży detalicznej i rosnącą koncentracją firm przetwarzających owoce i warzywa [Bijman i Hendrikse 2003]. Zmiany te wymagają od rolników poszukiwania sposobów na poprawę swojej pozycji przetargowej w obliczu rosnących sektorów przetwórstwa i handlu detalicznego. Obecnie w Polsce nowoczesne kanały dystrybucji odpowiadają za 56% wartości sprzedaży detalicznej żywności, przy czym największy udział mają sieci dyskontów (ponad 1/3 rynku nowoczesnej żywności) [Chlebicka 2019, s. 14]. Współpracę z dużymi sieciami najczęściej podejmują podmioty o dużej skali produkcji. Sadownicy o niewielkich wolumenach produkcji, ze względu na brak odpowiedniej infrastruktury logistycznej, częściej decydują się na bezpośrednie kanały sprzedaży.

## **Cel i metodyka badań**

Celem opracowania było określenia kanałów dystrybucji owoców oraz ich znaczenia w kształtowaniu wyników ekonomicznych gospodarstw sadowniczych. Szczegółową analizą objęto 45 gospodarstw z regionów Małopolski i Pogórza, specjalizujących się w uprawie drzew i krzewów owocowych, które w 2019 roku prowadziły rachunkowość w ramach FADN i pozyskało z nich dane za 2018 rok. Dzięki temu możliwe było rozpoznanie, jakimi kanałami dystrybucji sadownicy dostarczają swoje owoce na rynek, czy napotykają przy tym trudności oraz jak kształtują się ich wyniki ekonomiczno-finansowe w zależności od dywersyfikacji kanałów zbytu. W zakresie kanałów dystrybucji i trudności w sprzedaży owoców respondenci mogli wskazać na więcej niż jedną odpowiedź, dlatego suma uzyskanych wyników przekroczyła 100%.

W pracy sformułowano hipotezę badawczą, według której dywersyfikacja kanałów dystrybucji owoców przyczynia się do osiągania wyższych dochodów rolniczych w gospodarstwach sadowniczych. Dla potrzeb analizy badane gospodarstwa pogrupowano pod względem liczby stosowanych kanałów dystrybucji na trzy grupy: wyspecjalizowane, dwukierunkowe i zdywersyfikowane. W interpretacji wyników zastosowano analizę korelacji. Wykorzystano ją w celu stwierdzenia, jaka jest siła i kierunek współzależności między wybranymi wskaźnikami ekonomicznymi a liczbą wykorzystywanych kanałów dystrybucji. W prezentacji wyników badań zastosowano metodę opisową, tabelaryczną i graficzną.

## **Systemy kanałów dystrybucji owoców**

Dystrybucja należy do podstawowego ogniwa systemu logistycznego przedsiębiorstw, w tym również gospodarstw sadowniczych ukierunkowanych na produkcję towarową i sprzedaż produktów. Głównym zadaniem dystrybucji jest dostarczenie konsumentom pożądanego przez nich produktu do miejsc, w których chcą je nabyć, w odpowiadającym im czasie, na uzgodnionych warunkach i po akceptowanej przez nich cenie. Chcąc zrealizować to zadanie, sadownicy muszą podjąć decyzję na dwóch podstawowych płaszczyznach będących jednocześnie podstawowymi elementami struktury dystrybucji. Pierwsza dotyczy wyboru kanałów dystrybucji, ich rodzaju, liczby, struktury, współuczestników kanału oraz instytucji wspomagających przepływ strumieni marketingowych. Druga związana jest z fizycznym przepływem produktów (tzw. logistyką dystrybucji) czyli z magazynowaniem, transportem, obsługą zamówień i kształtowaniem zapasów [Spyra, 2008, s. 13].

Produkty są dostarczane do nabywców za pomocą kanałów dystrybucji, a wybór właściwego kanału zbytu przez sadownika jest decyzją strategiczną. W literaturze przedmiotu występuje wiele definicji kanałów dystrybucji. Jedne podkreślają funkcjonalny aspekt kanału, inne akcentują jego podmiotową strukturę. W definicjach zwracających uwagę na funkcjonalność kanału przyjmuje się, że kanał dystrybucji to „sposób połączeń i kolejność, w jakiej występują agencje i instytucje pośredniczące, przez które przepływa jeden lub więcej strumieni” [Garbarski i in. 2006, s. 408]. Z kolei definicje podkreślające podmiotową strukturę kanału dystrybucji zakłada się, że jest to „zbiór wzajemnie zależnych od siebie organizacji współuczestniczących w procesie dostarczania produktu lub usługi do użytkownika lub konsumenta” [Kotler 1994, s. 480]. Podejście to pozwala wyróżnić trzy zasadnicze grupy uczestników ze względu na pełnione funkcje. Pierwsza grupa to uczestnicy, którzy sprzedają

i kupują produkty, a więc przekazują i przejmują prawo własności do przemieszczanych produktów (np. producenci, hurtownicy, detaliści, nabywcy indywidualni i instytucjonalni). Druga grupa to uczestnicy, którzy nie przejmują prawa własności, lecz aktywnie wspomagają proces przekazywania produktów (np. agenci, brokerzy). Do grupy trzeciej można zaliczyć organizacje świadczące różnego rodzaju usługi na rzecz pozostałych uczestników kanału, wspomagając ich działania (np. banki, firmy ubezpieczeniowe, przewoźnicy, spedytorzy) [Spyra 2008, s. 18].

Struktura kanałów dystrybucji na rynku żywnościowym jest uzależniona od charakteru poszczególnych produktów, tj.: rodzaju surowca, poziomu rozwoju rynku, stopnia koncentracji produkcji, preferencji konsumentów, a także powiązań między poszczególnymi ogniwami [Gołębiewski i Sobczak, 2017, s. 63–64].

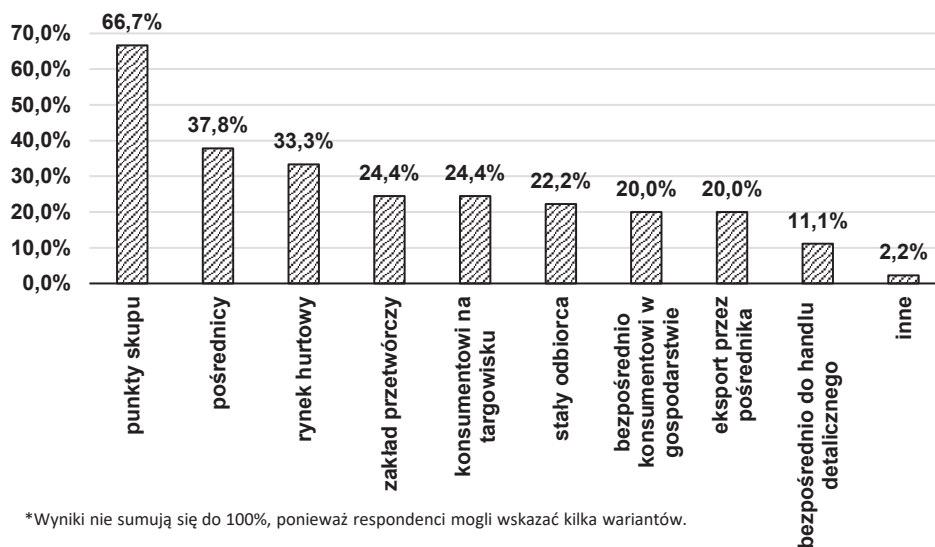
Specyfika kanałów dystrybucji na rynku owoców wynika z nietrwałości surowców, które mogą łatwo ulegać uszkodzeniu, ubytkom, mają niższą odporność na transport oraz wymagają odpowiedniego przechowywania. Dla konsumentów, którzy są odbiorcami finalnymi wyprodukowanych przez sadowników owoców, szczególnie istotny jest smak, wielkość, świeżość i czystość. Przedsiębiorstwa przetwórcze również cenią sobie walory jakościowe dostarczanych surowców, ponieważ przekłada się to bezpośrednio na jakość produkowanych przez nie przetworów, dlatego gospodarstwa zajmujące się produkcją i handlem owocami szczególną uwagę zwracają na jakość dostarczanych produktów na rynek [Vigneault i in. 2009]. Dla konsumentów, czy też przetwórci owocowo-warzywnych bardzo ważną jest dostępność owoców, która wymaga dobrze zorganizowanych łańcuchów dostaw z gospodarstwa do przetwórstwa lub bezpośrednio do konsumenta. Każdy właściciel gospodarstwa wybiera najlepszą strukturę kanału dla swoich produktów. Dokonując ich selekcji, powinien wziąć pod uwagę czynniki ekonomiczne i marketingowe wpływające na sprzedaż.

Generalnie wyodrębnia się dwa różne kanały dystrybucji: bezpośredni oraz pośredni. Kanał bezpośredni składa się z dwóch szczebli – producenta i finalnych nabywców jego produktów. Najważniejszą cechą kanału bezpośredniego jest nieobecność pośrednika pomiędzy producentem (sadownikiem) a ostatecznym odbiorcą. W praktyce, na rynku owoców, znacznie częściej w kanałach dystrybucji występują pośrednie ogniwa sprzedaży. Pośrednikiem w kanale dystrybucji może być każde ogniwo występujące między producentem a nabywcą finalnym. Zaprezentowane warianty kanałów dystrybucji różnią się między sobą długością zarówno wynikającą z liczby szczebli dystrybucji, jak i szerokością, której wymiar zależy od liczby pośredników występujących na tym samym szczeblu kanału dystrybucji. Można wyróżnić kanały krótkie, w których liczba ogniw jest mała oraz kanały długie, w których liczba uczestników występujących na drodze przemieszczania się produktów od producenta do konsumenta ostatecznego jest duża. W sprzedaży owoców liczba ogniw może się zmniejszyć, gdy sadownicy podejmą współpracę w celu dystrybucji swoich produktów poprzez grupę lub organizację producencką [Gołębiewski i Sobczak 2017].

## **Formy sprzedaży owoców przez producentów z regionów Małopolski i Pogórza**

W badanej grupie, wszyscy ankietowani sadownicy zadeklarowali, że ponad 90,0% wyprodukowanych w gospodarstwach owoców kierują na rynek. Pozostałe w gospodarstwie

ilości są zagospodarowane przez rodzinę sadownika. Głównym kanałem zbytu (rys. 1) wyprodukowanych owoców w badanej grupie gospodarstw była sprzedaż do punktów skupu (66,7%). Mogło to wynikać z dużej ich liczby na terenie poszczególnych województw, co ułatwiało transport i sprzedaż owoców.



Rysunek 1. Formy sprzedaży owoców przez badanych sadowników  
Figure 1. Forms of selling fruit by the surveyed fruit growers  
Źródło: badania własne.

Drugie miejsce pod względem popularności form zbytu zajęła sprzedaż przez pośredników (np. organizacje producentów, agenci, brokerzy). Z takiego kanału dystrybucji skorzystało 37,8% ankietowanych sadowników. Duży udział takiej formy zbytu mógł wynikać z indywidualnego działania badanych producentów na rynku.

Co trzeci sadownik z badanego regionu sprzedawał swoje owoce bezpośrednio na rynkach hurtowych. Były to m.in. Świętokrzyski Rynek Hurtowy sp. z o.o. w Kielcach, Sandomierski Ogrodniczy Rynek Hurtowy S.A. w Sandomierzu, Małopolski Rynek Hurtowy S.A. w Tarnowie, Podkarpackie Centrum Hurtowe „Agrohurt” S.A. w Rzeszowie oraz Śląski Rynek Hurtowy „Obroki” sp. z o.o. w Katowicach. Mniejsze zainteresowanie taką formą sprzedaży mogło wynikać z tego, że sprzedaż owoców na rynkach hurtowych to specyficzny rodzaj handlu i duża część sadowników nie jest do niego przekonana. Przedstawiciele dużych hurtowni owoców oczekują możliwości zakupu dużej partii towarów, a sadownicy nie zawsze są w stanie dostarczyć odpowiednio dużą ilość towaru na rynek hurtowy. Obawiają się również wysokich kosztów wynajęcia boksów znajdujących się na takim rynku. W przypadku dużej odległości producentów owoców od rynków hurtowych korzystają oni dość często z pomocy pośredników lub przetwórci, które znajdują się blisko gospodarstwa i mogą bezpośrednio odebrać owoce. Dzięki temu ograniczają koszty transportu owoców na rynek. Prawie 1/4 ankietowanych sprzedawała owoce bezpośrednio do zakładu przetwórczego lub



na lokalnych targowiskach. Dzięki sprzedaży bezpośredniej łańcuch dystrybucji był maksymalnie skrócony.

W regionach Małopolski i Pogórza, a szczególnie w województwach małopolskim, podkarpackim i świętokrzyskim gałąź przetwórstwa owocowo-warzywnego jest dobrze rozwinięta. Głównymi odbiorcami surowca są liczące się w sektorze przedsiębiorstwa takie, jak: TYMBARK-MWS Sp. z o. o., Sp.k. (województwo małopolskie), Zakład Przetwórstwa Owoców i Warzyw „VORTUMNUS” Sp. z o.o., Nestlé Gerber (województwo podkarpackie) oraz zakłady: Gomar Pińczów Sp. z o.o. S.K.A, P.P.H.U. Polfruct Sp.j. (województwo świętokrzyskie). W województwie śląskim sadownicy mogą sprzedawać swoje produkty m.in. do Zakładu Przetwórstwa Owocowo-Warzywnego „Ziębice” Sp. z o.o.

Podaż owoców na rynku charakteryzuje się dużą sezonowością, zmiennością wielkości skupu oraz dużymi wahaniami cen. Czynniki te przyczyniają się do destabilizacji rynku i utrudniają współpracę na linii producent – przetwórcą. W ten sposób wpływają na częste angażowanie się w proces zbytu podmiotów pośredniczących [Halicka i in. 2002].

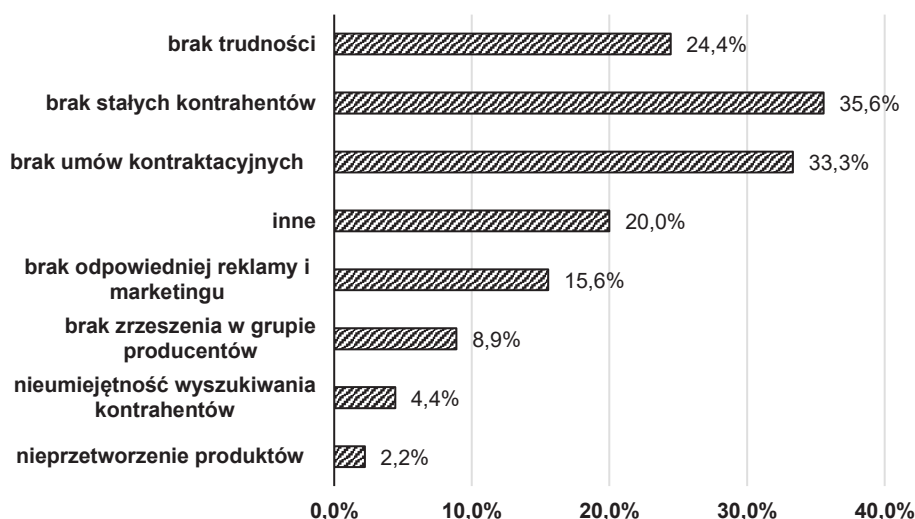
Bezpośrednia sprzedaż owoców konsumentowi w gospodarstwie, na którą wskazał co piąty sadownik, jak również sprzedaż na lokalnych targowiskach, bazarach pozwala na uzyskanie wyższych cen w porównaniu z cenami uzyskiwanymi od pośredników. Taka sprzedaż wymaga jednak od producentów owoców zaangażowania większej ilości czasu. Jest jednak coraz częściej stosowana z uwagi na fakt, że konsumenci coraz bardziej cenią sobie produkty świeże, pochodzące z „pewnego” źródła. Co piąty badany sadownik zadeklarował, że sprzedaje swoje owoce poprzez pośredników również na rynkach zagranicznych.

Bardzo niewielu sadowników, jedynie 11,1%, sprzedawało swoje owoce bezpośrednio do obiektów handlu detalicznego. Wiązało się to często z ograniczeniami prawnymi, które utrudniały zawieranie umów z podmiotami handlu detalicznego, z małą skalą produkcji oraz trudnościami w zakresie zapewnienia wysokich wymagań jakościowych. Sytuacja mogła ulec zmianie z dniem 1 stycznia 2019 roku, w wyniku nowelizacji Ustawy o zmianie niektórych ustaw w celu ułatwienia sprzedaży żywności przez rolników z dnia 16 listopada 2016 roku [Dz.U. 2016 poz. 1961]. Dzięki wprowadzonym zmianom podmioty, w tym rolnicy (producenci owoców) mogą prowadzić działalność w ramach rolniczego handlu detalicznego (RHD) po wcześniejszej rejestracji.

Wymienione kanały dystrybucji bez względu na region uprawy owoców są najczęściej wykorzystywane przez producentów owoców. Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych m.in. przez Borowską i Rejman [2008] w gospodarstwach sadowniczych rejonu grójeckiego, największego zagłębia sadowniczego w Polsce.

Ankietowani sadownicy w regionach Małopolski i Pogórza wskazali również na trudności występujące w sprzedaży owoców. Strukturę ich odpowiedzi przedstawiono na rysunku 2. Ponad 1/3 respondentów miała trudności ze sprzedażą owoców wynikające z braku stałych kontrahentów. Podobny odsetek nie miał podpisanych umów kontraktacyjnych. Z kolei co piąty ankietowany napotkał trudności wynikające z nadprodukcji owoców i związanej z tym wyższej podaży, której efektem była niska cena owoców na rynku.

Istotną barierę w zbyciu wyprodukowanych owoców dla 15,6% respondentów stanowił brak właściwej promocji i działań marketingowych. Tylko nieliczni ankietowani wskazali na własną nieumiejętność w poszukiwaniu kontrahentów (4,4%) czy brak przetworzenia produktów w gospodarstwie (2,2%). Zdaniem wszystkich ankietowanych jakość oferowanych przez nich produktów była wysoka i nie stanowiła bariery w sprzedaży. Na brak problemów ze zbytem swoich owoców wskazał prawie co czwarty sadownik.



\* Wyniki nie sumują się do 100%, ponieważ respondenci mogli wskazać kilka wariantów.

Rysunek 2. Trudności ze zbytem owoców w badanych gospodarstwach w opinii respondentów  
Figure 2. Difficulties with selling fruit in the researched farms in the opinion of the respondents  
Źródło: badania własne.

## Wyniki ekonomiczne gospodarstw sadowniczych

W zakresie sprzedaży owoców sadownicy stosują różne strategie działania i wykorzystują odmienne kanały dystrybucji. Jeden kanał dystrybucji owoców ułatwia ich sprzedaż. Umożliwia większą specjalizację i korzystanie z efektów skali, ale może ograniczać zbytnie owoców. Jest szczególnie ryzykowny w sytuacji zaprzestania działalności bezpośredniego odbiorcy owoców. Pewne zabezpieczenie przed taką sytuacją stanowi dwukierunkowy zbytnie owoców. Drugi z kanałów dystrybucji stanowi uzupełnienie albo alternatywę dla zapewnienia sprzedaży wyprodukowanych owoców. Jeszcze większe bezpieczeństwo zbytnie zapewnia dywersyfikacja kanałów dystrybucji. Dość często jest ona stosowana w przypadku zróżnicowanej produkcji owoców.

W wyodrębnionych grupach gospodarstw wartość produkcji ogółem była zróżnicowana (tab. 1). W strukturze produkcji dominowała produkcja roślinna, której udział wynosił średnio 97,0%, a produkcja owoców w produkcji roślinnej stanowiła przeciętnie ponad 91,8%. Najwyższą wartość produkcji osiągnęły gospodarstwa o największej liczbie kanałów zbytnie, a najniższą o wyspecjalizowanej formie sprzedaży.

W gospodarstwach o zdywersyfikowanych kanałach zbytnie produkcja zwierzęca nie występowała, a najwyższy jej poziom zanotowano w grupie o dwóch kanałach sprzedaży owoców.

Tabela 1. Wartość produkcji w badanych gospodarstwach sadowniczych w zależności od liczby kanałów zbytu owoców

Table 1. Production value in the researched fruit farms depending on the number of fruit sales channels

Wyszczególnienie	Kanały dystrybucji owoców		
	wyspecjalizowane	dwukierunkowe	zdywersyfikowane
Produkcja ogółem [tys. zł]	66,45	105,35	180,62
Produkcja roślinna, w tym: [tys. zł]	65,49	100,54	175,22
Produkcja owoców [tys. zł]	60,63	87,85	167,19
Produkcja zwierzęca [tys. zł]	0,55	2,46	0,00
Pozostała produkcja [tys. zł]	0,41	2,35	5,40

Źródło: badania własne.

Produktywność czynników produkcji w badanych grupach gospodarstw była zróżnicowana (tab. 2). Najwyższą średnią produktywność ziemi osiągnęły gospodarstwa wykorzystujące różne kanały sprzedaży owoców na poziomie 16,04 tys. zł/ha, a najniższą 7,48 tys. zł/ha stosujące jeden kanał zbytu.

Zdaniem Wiatraka [1989] zróżnicowanie produktywności ziemi zależy przede wszystkim od wielkości gospodarstwa, sposobu gospodarowania i wykorzystywania nakładów pracy i kapitału. Istotne znaczenie ma różny poziom wyposażenia gospodarstw w środki trwałe i nakłady materiałowe. Te czynniki determinują także produktywność pracy i kapitału. Relacje w produktywności pracy między badanymi grupami gospodarstw ukształtowały się podobnie jak w zakresie produktywności ziemi. Z kolei średni poziom produktywności środków trwałych był najniższy w gospodarstwach o jednym kanale zbytu, a najwyższy w podmiotach o dwóch kanałach sprzedaży.

Najwyższą przeciętną wartość dodaną brutto powyżej 130,0 tys. zł na gospodarstwo wytworzyły gospodarstwa z trzeciej grupy, a najmniejszą osiągnęły gospodarstwa z pierwszej grupy (54,5 tys. zł). Podobna sytuacja wystąpiła w przypadku średniej wartości dodanej netto. Najwyższą wartość osiągnęły gospodarstwa wykorzystujące zdywersyfikowane kanały zbytu, a najniższą gospodarstwa, które sprzedawały owoce przy wykorzystaniu jednego kanału zbytu.

Dochód z gospodarstwa rolnego stanowi opłatę zaangażowania czynników wytwórczych gospodarstw rolnych w ich procesy produkcyjne. Najwyższa jego średnia wartość (58,9 tys. zł) wystąpiła w grupie gospodarstw, które sprzedawały owoce przy wykorzystaniu kilku kanałów zbytu. Możliwość sprzedaży owoców przez wiele kanałów zbytu daje większą szansę sprzedaży produktów i tym samym umożliwia uzyskanie większych przychodów. Niższy przeciętny dochód na poziomie 22,0 tys. zł osiągnęły gospodarstwa korzystające z jednego kanału sprzedaży. W związku z tym, że poziom uzyskanych dochodów był wyraźnie wyższy w przypadku gospodarstw grupy trzeciej, to średnie wskaźniki dochodowości zasobów były także wyższe w tej grupie gospodarstw zwłaszcza wskaźnik dochodowości ziemi, która wyniosła 4,9 tys. zł. W stosunku do grupy pierwszej była ona wyższa o 3,2 tys.

zł, a w odniesieniu do drugiej o 0,6 tys. zł. Odmienna sytuacja wystąpiła w zakresie dochodowości aktywów. Najwyższą wartość dochodu na 1 tys. zł wartości środków trwałych na poziomie 107,77 tys. zł odnotowano w gospodarstwach o dwóch kanałach zbytu owoców.

Tabela 2. Produktywność i dochodowość gospodarstw sadowniczych ze względu na liczbę kanałów dystrybucji owoców

Table 2. Productivity and profitability of fruit farms in terms of the number of fruit distribution channels

Wyszczególnienie	Kanały dystrybucji owoców		
	wyspecjalizowane	dwukierunkowe	zdywersyfikowane
Produkcja na 1 ha UR [tys. zł/ha]	7,48	11,35	16,04
Produkcja na 1 AWU [tys. zł/AWU]	36,06	53,65	61,73
Produkcja na 1000 zł wartości środków trwałych [zł]	172,49	249,37	242,22
Wartość dodana brutto [tys. zł]	54,49	80,49	135,79
Wartość dodana netto [tys. zł]	32,37	52,86	88,41
Dochód z rodzinnego gospodarstwa rolnego [tys. zł]	21,95	38,51	58,94
Dochód na 1 ha UR [tys. zł]	1,66	4,24	4,86
Dochód na 1 FWU [tys. zł/FWU]	16,76	24,07	36,08
Dochód na 1000 zł wartości środków trwałych [zł]	66,54	107,77	77,83
Wskaźnik rentowności aktywów – ROA [%]	5,74	8,63	6,56
Wskaźnik rentowności kapitału własnego – ROE [%]	5,73	8,7	6,66
Wskaźnik opłacalności [%]	110,24	134,52	138,67

Źródło: badania własne.

Poziom dochodu w przeliczeniu na osobę pełnozatrudnioną rodziny w badanych gospodarstwach nie przekraczał parytetowego poziomu opłaty pracy własnej, odpowiadającego rocznej płacy netto w gospodarce narodowej, która w 2019 roku wynosiła 55,02 tys. zł. W gospodarstwach wykorzystujących tylko jeden kanał dystrybucji średni dochód na osobę pełnozatrudnioną stanowił 16,76 tys. zł a w grupie gospodarstw o zróżnicowanych kanałach dystrybucji wyniósł przeciętnie 36,08 tys. zł na osobę pełnozatrudnioną.

Przeciętny wskaźnik rentowności aktywów oraz kapitału własnego był najwyższy w gospodarstwach wykorzystujących dwa kanały sprzedaży, a najniższy w grupie o jednym kanale dystrybucji owoców. We wszystkich badanych grupach średni wskaźnik opłacalności był wyższy od 100%. W gospodarstwach o zdywersyfikowanych formach zbytu wyniósł on 138,7% a w grupie stosującej dwa kanały zbytu był niższy o 4,1 p.p. Najniższą jego wartość 110,2% osiągnęły gospodarstwa wykorzystujące jeden kanał dystrybucji owoców.

Ze względu na znaczenie sprzedaży owoców dla gospodarstw sadowniczych w opracowaniu sprawdzono, czy gospodarstwa sadownicze o większej skali produkcji w większym zakresie dywersyfikują kanały dystrybucji owoców. W tym celu określono związek pomiędzy liczbą stosowanych kanałów dystrybucji a wielkością produkcji owoców, jej wartością oraz uzyskanymi wynikami ekonomiczno-finansowymi gospodarstw. Analizy współzależności zmiennych dokonano na podstawie korelacji rang Spearmana. Dobór tej metody wynikał z faktu niezgodności rozkładu korelowanych zmiennych z rozkładem normalnym. Wyniki analiz przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Kanały dystrybucji owoców a produkcja i wyniki ekonomiczno-finansowe w gospodarstwach sadowniczych (wartości współczynnika korelacji rang Spearmana)  
Table 3. Fruit distribution channels versus production as well as economic and financial results in fruit farms (values of the Spearman's rank correlation coefficient)

Zmienna zależna	Liczba kanałów dystrybucji
	$\rho$
Wielkość produkcji owoców [dt]	0,438*
Wartość produkcji owoców [zł]	0,322*
Dochód z gospodarstwa rolnego [zł]	0,230
Dochód na 1 ha UR [zł/ha]	0,273
Dochód na 1 FWU [zł/FWU]	0,092
Dochód na 1000 zł wartości środków trwałych [zł]	0,139
ROA [%]	0,122
ROE [%]	0,130

\* istotność współczynnika na poziomie  $p < 0,05$

Źródło: badania własne.

Wyniki badań wskazują, że istnieje statystycznie istotna dodatnia korelacja pomiędzy wielkością i wartością produkcji owoców a liczbą wykorzystywanych kanałów dystrybucji owoców. Na podstawie przeprowadzonej analizy można wnioskować, że gospodarstwa, które zajmują się produkcją owoców na większą skalę dywersyfikują kanały dystrybucji owoców. W przypadku wyników ekonomiczno-finansowych stwierdzono brak statystycznie istotnej zależności ( $p > 0,05$ ) między liczbą kanałów dystrybucji a ich poziomem. W związku z tym można stwierdzić, że gospodarstwa, które dywersyfikują kanały dystrybucji nie osiągają wyższych wyników ekonomicznych. Oznacza to, że sformułowana w pracy hipoteza badawcza została negatywnie zweryfikowana.

## Podsumowanie i wnioski

Reasumując, można stwierdzić, że dla sadowników z regionów Małopolski i Pogórza głównymi kanałami zbytu owoców były takie formy jak: sprzedaż bezpośrednia klientom oraz przez pośredników do punktów skupu i przetwórci. Z kolei owoce, które wymagają

szybkiego dostarczenia do konsumenta ze względu na swoją niską trwałość, najczęściej sprzedawane były bezpośrednio konsumentowi, ponieważ gwarantują one szybkie dotarcie do ostatecznego nabywcy oraz brak utraty dochodu w przypadku opóźnień w czasie.

Badani producenci sprzedawali owoce również na rynkach hurtowych. Popularność sprzedaży przez rynek hurtowy sadownicy argumentowali względami ekonomicznymi. Na tej podstawie można wnioskować, że duża odległość rynku hurtowego od gospodarstwa nie stanowi przeszkody dla wielu producentów, jeżeli wiąże się z uzyskaniem dobrej ceny i dużym prawdopodobieństwem sprzedaży towaru.

Dywersyfikacja kanałów dystrybucji w badanej grupie gospodarstw mogła wynikać przede wszystkim z trudności związanych z brakiem stałych odbiorców i podpisanych umów kontraktacyjnych, niskich cen za owoce oraz konieczności poszukiwania różnych dróg dotarcia do klienta i słabej współpracy z grupami producenckimi. Z kolei specjalizacja w kanałach dystrybucji wiązała się zapewne z pozytywnymi doświadczeniami w tym zakresie. Konieczne jest więc stymulowanie rozwoju form współpracy między sadownikami jako czynnika wzrostu ich siły przetargowej na rynku i możliwości wykorzystania kanałów dystrybucji wymagających dużej, jednorodnej partii towaru.

Wyniki ekonomiczne gospodarstw sadowniczych stosujących różną liczbę kanałów dystrybucji były zróżnicowane. Ich poziom zależał także od kosztów produkcji owoców oraz możliwości ich przechowywania i sprzedaży poza sezonem zbiorów. Wszystkie te czynniki decydują o ekonomicznym sukcesie producentów owoców i przyszłości ich gospodarstw. Z zaprezentowanych danych wynika, że wskaźniki produktywności ziemi i pracy oraz wskaźniki dochodowości ziemi, pracy i kapitału zwiększały się wraz z dywersyfikacją kanałów dystrybucji. Wzrost wartości dotyczył także wskaźnika opłacalności.

## Bibliografia

- Bijman J., Hendrikse G., 2003: Co-operatives in chains: institutional restructuring in the Dutch fruit and vegetables industry, *Journal on Chains and Network Science* 3, 2, 95–107.
- Borowska A., Rejman K., 2008: Organizacja rynku pierwotnego owoców na przykładzie rejonu grójeckiego, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego* 4(19), 65–74.
- Chlebicka A., 2019: Distribution channels used by fruit and vegetables producer organizations in Poland, *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 4(4), 13–23.
- Garbarski L., Rutkowski I., Wrzosek W., 2006: *Marketing. Punkt zwrotny nowoczesnej firmy*, PWE, Warszawa.
- Gołębiewski J., Sobczak W., 2017: *Rynki hurtowe owoców i warzyw*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Halicka E., Kowrygo B., Rejman K., 2002: Uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki żywnościowej w aspekcie rozbudowy otoczenia instytucjonalnego, *Więś i Rolnictwo* 2(115), 116–119.
- Kotler Ph., 1994: *Marketing. Analiza, planowanie, wdrażanie i kontrola*, Gebethner & s-ka, Warszawa.
- Kraciński P., 2021: Produkcja, [w:] B. Nosecka (red.), *Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy*, *Analizy Rynkowe*, 59, 7–10.
- Spyra Z., 2008: *Kanały dystrybucji. Kształtowanie relacji*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa.
- Ustawa z dnia 16 listopada 2016 r. o zmianie niektórych ustaw w celu ułatwienia sprzedaży żywności przez rolników, *Dz.U.* 2016 poz. 1961.
- Vigneault C., Thompson J., Wu S., Hui K.P.C., LeBlanc D.I., 2009: Transportation of fresh horticultural produce, *Postharvest Technologies for Horticultural Crops* 2, 1–24.
- Wiatrak A.P., 1989: Zmiany produktywności ziemi w rolnictwie polskim, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 2, 24–34.



---

Michał Wielechowski<sup>✉</sup>, Katarzyna Czech<sup>✉</sup>, Arkadiusz Weremczuk<sup>✉</sup>  
Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Poland

## Transportation industries during the COVID-19 pandemic: stock market performance of the largest listed companies

### Branże transportowe w okresie pandemii COVID-19: notowania największych spółek giełdowych

**Abstract.** The paper aims to identify the differences in stock prices' rate of return of companies from transportation industries in 2020, i.e., the first year of the COVID-19 pandemic. We focus on the largest companies by market capitalization from airlines, logistics and air freight, marine, rail, and road industries, using Global Industry Classification Standard (GICS). We use Standard Industrial Classification (SIC) to identify the company profile. We conduct the analysis on average weekly rates of return based on daily market prices and use data from Refinitiv Datastream and Yahoo Finance. Based on ANOVA, we confirm that the stock market performance of the largest companies during the COVID-19 pandemic is industry-specific and varies among transportation industries. Moreover, based on descriptive statistics and Tukey Multiple Comparison test (Tukey's HSD), we reveal that the airlines is the transportation industry that is the most affected by the COVID-19 pandemic.

**Key words:** transportation, transportation industry, COVID-19 pandemic, listed company, stock market rate of return

**JEL codes:** G01, G10, L90, R40

**Synopsis.** Badanie miało na celu identyfikację różnic w stopach zwrotu cen akcji spółek transportowych w 2020 roku, tj. pierwszym roku pandemii COVID-19. Skupiono się na największych spółkach pod względem kapitalizacji rynkowej z branż: lotniczej, logistycznej i frachtu lotniczego, morskiej, kolejowej oraz drogowej, wykorzystując globalny standard klasyfikacji branżowej – GICS (ang. *Global Industry Classification Standard*). Do identyfikacji profilu spółki zastosowano klasyfikację działalności gospodarczej – SIC (*Standard Industrial Classification*). Przeprowadzono analizę średnich tygodniowych stóp zwrotu na podstawie dziennych cen rynkowych. Dane pochodziły z Refinitiv Datastream i Yahoo Finance. Na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA wykazano, że wyniki giełdowe największych spółek transportowych w okresie pandemii COVID-19 różniły się w zależności od branży transportowej. Ponadto, wykorzystując statystyki opisowe oraz test HSD Tukeya, potwierdzono, że linie lotnicze były najbardziej dotkniętą pandemią COVID-19 branżą transportową.

---

✉ Michał Wielechowski – Warsaw University of Life Sciences – SGGW; Department of Economics and Economic Policy; Institute of Economics and Finance; e-mail: [michal\\_wielechowski@sggw.edu.pl](mailto:michal_wielechowski@sggw.edu.pl); <https://orcid.org/0000-0002-1335-8971>

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

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



**Słowa kluczowe:** transport, branża transportowa, pandemia COVID-19, spółka giełdowa, stopa zwrotu z akcji

## Introduction

COVID-19, an infectious disease caused by the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2), is the seventh coronavirus known to infect people [Andersen et al. 2020]. The COVID-19 pandemic is the most defining socio-economic event in decades [Czech et al. 2020]. It has not only caused millions of infections and deaths, but it has also wreaked havoc with the global economy on an enormous scale, not seen since the Great Depression in 1929–1933 [Laing 2020]. Nicola et al. [2020] show the substantial, negative consequences of COVID-19 in all sectors of the economy, including primary, secondary, and service sectors.

The spread of the COVID-19 pandemic has caused the common implementation of measures restricting travel, movement, and activity participation worldwide [De Vos 2020, Koh 2020]. Restrictions and fear of contagion have influenced mobility patterns worldwide [Bonaccorsi et al. 2020, Czech et al. 2021]. The majority of the countries have imposed restrictions on traveling, including long-distance, which has affected people's mobility behavior [Fatmi 2020]. Wielechowski et al. [2020] confirm that COVID-19-induced restrictions significantly decreased human mobility in transport.

He et al. [2020] claim that transportation was the first industry group to be hit by the COVID-19 pandemic. Shen et al. [2020] reveal that the transportation industry was among the more negatively affected industries, especially in the first quarter of 2020. According to Liu et al. [2020], the COVID-19 pandemic has an unprecedented and inevitable impact on the logistics, i.e., industry that connects various economic activities. Due to common lockdown implementation in the early stage of the COVID-19 pandemic, logistics activities have been suspended, and it has affected the demand and supply of various products [Singh et al. 2021].

The stock market response to the novel coronavirus pandemic also seems to be industry-specific [Al-Awadhi et al. 2020, Stephany et al. 2021, Wielechowski and Czech 2022]. Moreover, the stock market stance might also vary within a specific industry. We aim to identify the differences in stock price changes of companies from transportation industries at the time of the COVID-19 pandemic. Haroon and Rizvi [2020], analysing the changes in volatility in various industrial sectors of US equity markets induced by COVID-19-driven panic in the initial phase of the novel coronavirus pandemic, find that transportation belongs to the most affected industries of the economy. Loske [2020] claims that given transportation modes, i.e., air, marine, rail, and road, might play different roles at different stages of epidemic outbreaks. Ho et al. [2021] find that COVID-19 positively impacts the road freight transport turnover. However, Świtłała and Łukasiewicz [2021] observe a destructive impact of the novel coronavirus pandemic on road transport activities. Kamal et al. [2021], using daily data of the listed companies from the maritime shipping industry, observe the stock market's quick reaction to the COVID-19 existence. However, the response varies with the level of outbreak and hope of recovery.

According to Sun et al. [2020], aviation belongs to the industries suffering the most due to the consequences of the novel coronavirus pandemic outbreak, despite probably being one

of COVID-19 largest initial drivers. As a consequence of COVID-19, this industry experiences many flight cancellations and airport closures [Bao et al. 2021]. ICAO [2021] indicates a decline of about 50% of offered seats, resulting in a 2.9 billion passengers' decrease and an approximate financial loss of 390 billion USD for 2020 in the airlines industry. By the end of March 2020, global road transport activity was almost 50% below the 2019 average and air transport 60% below [IEA 2020].

To our knowledge, we are the first to assess the stock market performance of transportation industries by analysing the stock market prices of the largest listed companies from developed countries.

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

## Materials and methods

Our study aims to identify the differences in stock prices' rate of return of companies from transportation industries. We conduct the analysis for 2020, i.e., the first year of the COVID-19 pandemic.

We analyze transportation industries, i.e., airlines, logistics and air freight, rail, and road, using Global Industry Classification Standard (GICS). The classification is developed by MSCI and Standard & Poor's Dow Jones Indices and provides an investment tool to capture the economic sectors' liquidity and evolution. The GICS is a hierarchical classification system, and consists of 11 sectors, 24 industry groups, and 68 industries. In comparison to GICS, we present the rail and road industry as two separate subindustries, i.e., road and rail. We consider the five largest companies by market cap from each transportation industry listed in stock exchanges from developed countries. We use Standard Industrial Classification (SIC) to identify the company profile. Table 1 presents the list of all analyzed companies from each transportation industry.

Table 1. The largest listed companies from transportation industries in 2020: based on the market capitalization  
Tabela 1. Największe spółki giełdowe z branży transportowej w 2020 r. na podstawie kapitalizacji rynkowej

Transportation industry	Company 1	Company 2	Company 3	Company 4	Company 5
Airlines	Southwest Airlines	Delta Air Lines	Ryanair	United Airlines	American Airlines
Logistics and air freight	United Parcel Service	Deutsche Post	FedEx	DSV	Kuehne + Nagel
Marine	A.P. Moller – Maersk	Hapag Lloyd	Orient Overseas	Nippon Yusen	Mitsui O.S.K. Lines
Rail	Union Pacific	Canadian Pacific Railway	Canadian National Railway	CSX Transportation	Norfolk Southern
Road	Uber	Old Dominion Freight Line	XPO Logistics	Knight-Swift	J.B. Hunt

Source: own study based on Global Industry Classification Standard (GICS), Standard Industrial Classification (SIC), Refinitive datstream and Yahoo Finance.

We conduct the analysis on average weekly rates of return based on daily market prices of the five largest companies from five transportation industries. The research covers 2020, i.e., the first year of the COVID-19 pandemic.

To achieve the aim of the study, we formulate two research hypotheses:

H<sub>1</sub>: The stock market performance of the largest companies during the COVID-19 pandemic varies among transportation industries.

H<sub>2</sub>: Airlines is the transportation industry most affected by the COVID-19 pandemic.

To identify the significant differences in average weekly rates of return for analyzed companies from five transportation industries, we apply one-factor variance analysis (ANOVA). ANOVA is applied in the literature to study macroeconomics, behavioral economics, corporate finance, banking, and public finance issues. Schultz and Snedecor [1933] were among the first to show the application of ANOVA in economics. Tan et al. [1997], using the analysis of variance, showed that the average values of financial indicators of enterprises from various industries differ significantly. ANOVA is a parametric statistical technique introduced by Fisher and Mackenzie [1923] and Fisher [1925]. ANOVA aims to determine statistically significant differences between the means of multiple groups of observations. ANOVA concerns a situation in which we examine the influence of one factor, i.e., a qualitative variable, on the qualitative dependent variable.

In our study, the qualitative variable refers to five analyzed transportation industries, i.e., airlines, logistics and air freight, marine, rail, and road, while the quantitative variable refers to the average weekly rates of return of each out of 25 analyzed listed companies from developed countries.

Referring to H<sub>1</sub> research hypothesis, we formulate the following null and alternative hypotheses, i.e.:

$$\begin{aligned} H_0 &= \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 \\ H_1 &= \text{not all the } \mu_i \text{ are equal} \end{aligned}$$

The total variation of the dependent variable (total sum of squares – *SST*) is the sum of the intergroup variation that is caused by the factor (sum of squares for treatment – *SSTR*) and the intra-group variation that is caused by the random effects (sum of squares for errors – *SSE*).

$$SST = SSTR + SSE$$

The test statistic follows *F* distribution with the numbers of degrees of freedom  $p - 1$  in the numerator and  $n - p$  in the denominator, where  $n = n_1 + \dots + n_p$  is the sample size, and  $p$  is the number of groups of the random variable *Y*.

$$F_{(p-1, n-p)} = \frac{SSTR/p - 1}{SSE/n - p}$$

The *F* statistic takes higher values when the intergroup differentiation caused by the selected factor is greater compared to the intragroup differentiation caused by random effects. The critical area of the *F*-test is the right-sided. The rejection of the null hypothesis means that at least two means in the groups differ from each other, i.e., factor A significantly affects the dependent variable  $y_{ji}$ .

In our study,  $p$  equals 5 and refers to the number of transportation industries, while  $n$  equals 5 and corresponds to the number of the largest stock market companies in each transportation industry.

Moreover, we use Tukey Multiple Comparison test (Tukey's HSD) to verify whether the significant differences refer to all five analyzed categories (transportation industries) or only selected ones [Tukey 1953]. In Tukey's test statistic is as follows:

$$T = q_{p,n-p,\alpha} \sqrt{\frac{SSE}{n-p} \left(\frac{1}{n_j}\right)}$$

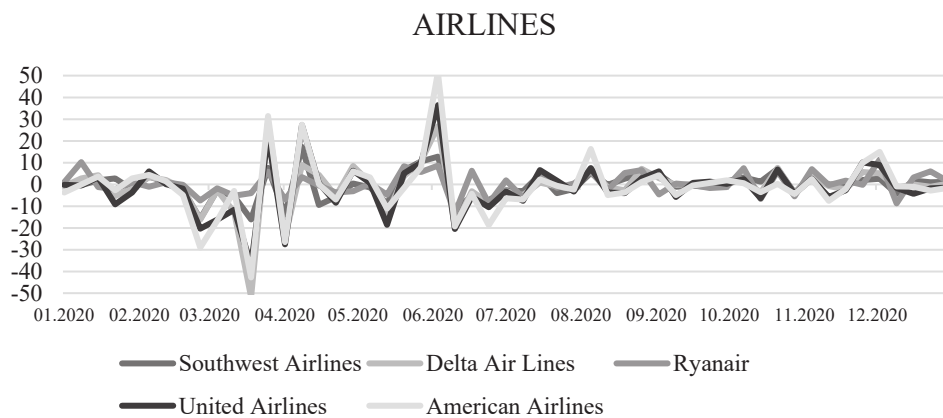
where  $q_{p,n-p,\alpha}$  is the appropriate quantile of the studentized range at  $p$  and  $n - p$  degrees of freedom and significance level  $\alpha$ .

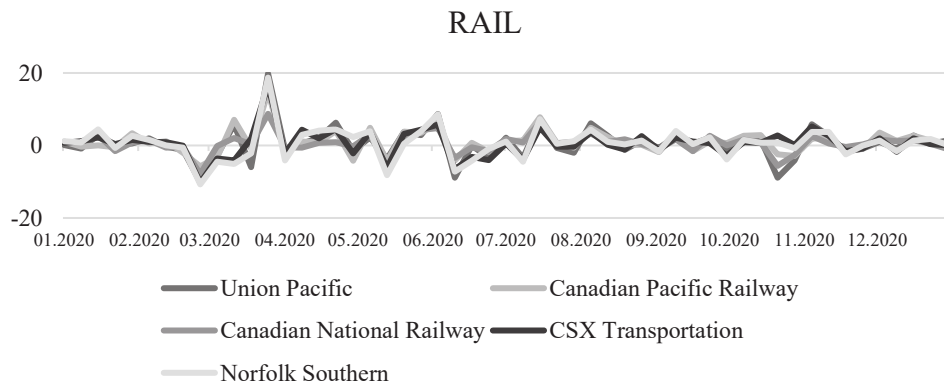
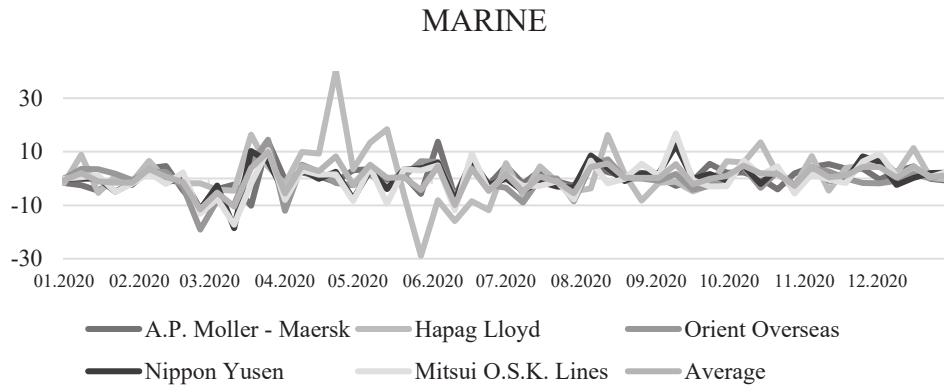
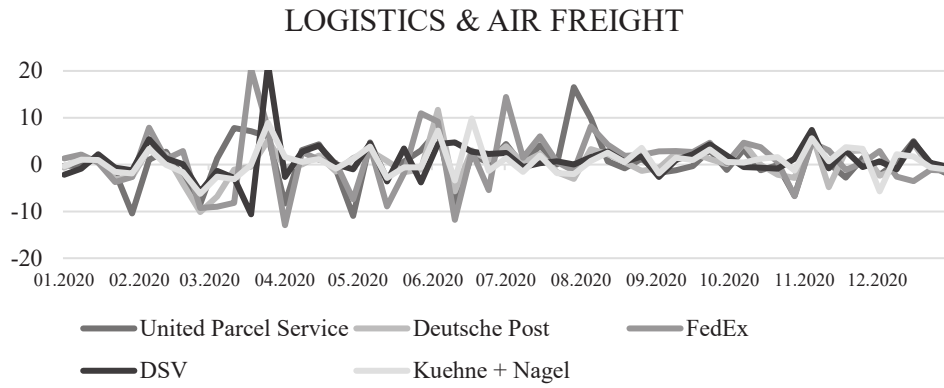
The second research hypothesis is verified using descriptive statistics and Tukey's HSD test.

We verify the joint distribution of analyzed variables' normality with the Shapiro-Wilk test. Moreover, to check the heteroscedasticity, we apply the Breusch-Pagan test. We use data from Refinitiv Datastream and Yahoo Finance. The entire analysis is conducted in *R*.

## Results and Discussion

The outbreak of the COVID-19 has made a significant impact on the global financial markets, including the stock market [Czech et al. 2020]. Companies from the transportation sector belong to the most affected during the first year of the novel coronavirus pandemic [Haroon and Rizvi 2020]. Figure 1 depicts the average weekly rates of return of all analyzed listed companies in the division to transportation industries.





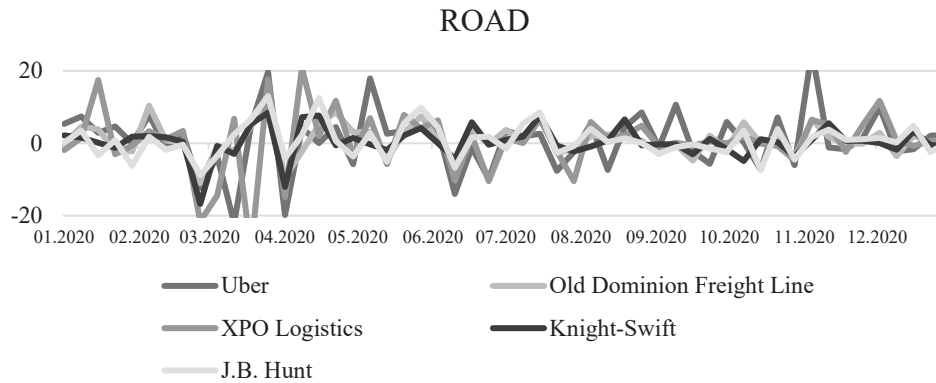


Figure 1. Average weekly rates of return of the largest listed companies from transportation industries in 2020: based on daily market prices

Rysunek 1. Średnie tygodniowe stopy zwrotu największych spółek giełdowych z branży transportowej w 2020 r.: na podstawie dziennych cen rynkowych

Source: Own calculation and elaboration based on Refinitiv Datastream and Yahoo Finance.

In the initial phase of the COVID-19 pandemic, the analyzed companies experienced the largest negative rates of return (Figure 1). Definitely, airlines suffered the most. In the second half of 2020, we observe lower stock price volatility in all analyzed transportation industries. Table 2 presents descriptive statistics, i.e., the mean values (Avg.), minimum and maximum values (Min and Max), and coefficient of variation (CV) among five analyzed transportation industries, using average weekly rates of return based on daily market prices.

Table 2. Descriptive statistics for average weekly rates of return of transportation industries: based on daily market prices of the largest listed companies in 2020

Tabela 2. Statystyki opisowe dla średnich tygodniowych stóp zwrotu branż transportowych: na podstawie dziennych cen rynkowych największych spółek giełdowych w 2020 roku

Industry	Avg.	CV	Min	Max
Airlines	-0.66	13.62	-30.31	27.19
Logistics and air freight	0.68	4.71	-7.98	9.81
Marine	0.39	11.13	-11.56	9.93
Rail	0.70	5.04	-8.95	15.75
Road	0.74	6.43	-14.11	14.03

Source: Own calculation based on Refinitiv Datastream and Yahoo Finance.

Table 2 results show that the airlines industry is the only which achieved the substantial negative mean value of the rate of return in 2020 (based on average weekly rates of return). Moreover, this industry is characterized by the highest volatility measured by CV and the largest range. However, at the same time, we observe the similar and positive stock market performance of logistics and air freight, rail, and road industries.

Table 3 illustrates the transportation industries' situation in detail, i.e., focusing on each out of 25 analyzed listed companies. It presents the descriptive statistics both for weekly rates of return and daily prices.

Table 3. Descriptive statistics for average weekly rates of return and market daily prices of the largest listed companies from transportation industries in 2020

Tabela 3. Statystyki opisowe średnich tygodniowych stóp zwrotu i dziennych cen rynkowych największych spółek giełdowych z branży transportowej w 2020 roku

Industry	Company	Weekly rates of return				Daily prices				
		Avg.	CV	Min	Max	Avg.	CV	Min	Max	RoR*
Airlines	company 1	-0.38	16.74	-16.10	17.22	40.16	0.21	23.87	58.54	-13.65
	company 2	-0.90	12.46	-51.72	28.51	35.18	0.33	19.19	62.03	-31.24
	company 3	0.32	16.66	-13.34	11.38	12.42	0.19	8.14	17.06	14.63
	company 4	-1.37	8.67	-37.00	36.42	43.00	0.43	19.92	89.74	-50.90
	company 5	-0.98	14.19	-42.77	51.48	15.39	0.38	9.04	30.47	-45.01
Logistics and air freight	company 1	0.60	8.24	-10.96	16.53	129.7	0.24	86.17	176.5	43.86
	company 2	0.28	12.47	-10.15	11.70	33.67	0.17	19.00	41.71	19.73
	company 3	0.90	6.87	-12.94	20.48	186.4	0.34	90.49	301.5	71.70
	company 4	0.98	4.25	-10.63	21.44	841.4	0.19	458.8	1119	32.85
	company 5	0.64	4.77	-6.24	9.85	163.2	0.13	120.5	205.7	23.04
Marine	company 1	0.58	8.12	-12.27	13.85	8828	0.24	5034	14115	41.50
	company 2	1.53	6.54	-28.88	40.38	70.92	0.38	42.45	186.4	19.10
	company 3	-0.34	15.68	-19.11	14.49	125.2	0.16	101	182.0	-29.70
	company 4	0.29	18.32	-18.56	12.43	1716	0.18	1138	2445	21.25
	company 5	-0.09	70.28	-17.30	16.87	2227	0.20	1550	3185	4.13
Rail	company 1	0.64	7.22	-10.10	19.83	178.1	0.12	114	209.8	15.17
	company 2	1.04	3.33	-5.77	14.81	54.78	0.15	36.27	69.80	35.98
	company 3	0.57	4.73	-7.89	8.73	94.82	0.12	67.75	112.1	21.45
	company 4	0.58	6.65	-10.26	16.64	24.76	0.13	15.89	31.00	25.41
	company 5	0.67	6.61	-10.73	18.72	195.9	0.15	118.9	246.8	22.40
Road	company 1	0.97	8.65	-22.03	25.39	35.58	0.22	14.82	54.86	78.72
	company 2	0.97	4.51	-11.03	11.34	168.1	0.17	107.3	211.1	54.27
	company 3	0.57	15.33	-29.90	20.89	48.80	0.21	23.67	70.32	49.56
	company 4	0.40	10.61	-16.77	8.45	39.59	0.10	28.59	46.80	16.69
	company 5	0.77	5.88	-8.84	13.05	119.5	0.13	75.38	142.8	17.01

\* annual rate of return achieved in 2020 based on daily prices

Source: own calculation based on Refinitiv Datastream and Yahoo Finance.

Table 3 reveals that the stock market performance is not only industry-specific but also company-specific within each transportation industry. Nevertheless, the world's largest airlines companies achieved the worst stock market results. Analysing the annual rates of return (based on daily market prices), apart from the airlines industry, we observe only one company, i.e., Orient Overseas, that achieved a negative rate of return in 2020. Moreover, in the case of as many as eight analyzed companies, annual daily price changes exceeded 30%.

The results of descriptive statistics from Table 2 and Table 3 indicate differences in analyzed companies' stock market performance and imply that the performance is industry-specific. To show the differences between average weekly rates of return among analyzed companies from five transportation industries in 2020, we present box plots in Figure 2.

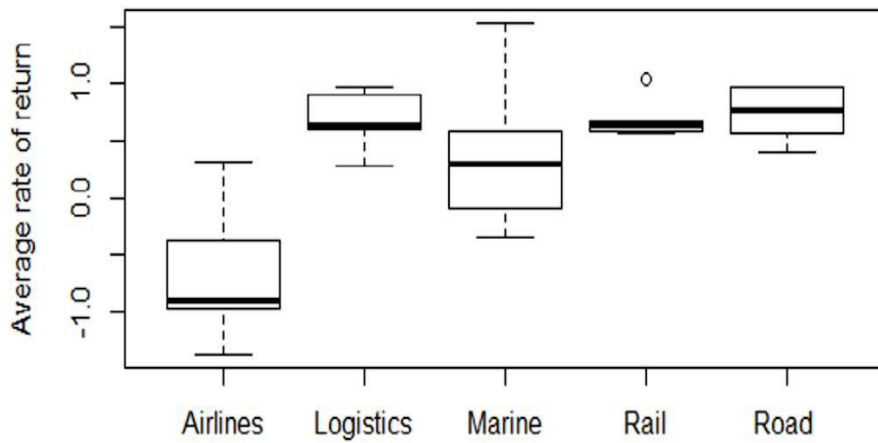


Figure 2. Box plots presenting average weekly rates of return of transportation industries: based on daily market prices of the largest listed companies in 2020

Rysunek 2. Diagramy pudełkowe przedstawiające średnie tygodniowe stopy zwrotu z branż transportowych: na podstawie dziennych cen rynkowych największych spółek giełdowych w 2020 roku

Source: own calculation and elaboration based on Refinitiv Datastream and Yahoo Finance.

Figure 2 implies the substantial differences in average rates of return between airlines companies and companies from the four remaining transportation industries. Based on the graphical analysis we might assume that logistics, marine, road, and rail companies perform similarly during the first year of the pandemic, while airlines suffer most. These results correspond to the above-presented descriptive statistics.

To verify whether the differences between the five analyzed transportation industries, i.e., airlines, logistics and air freight, rail, and road, are statistically significant, we apply one-factor variance analysis – ANOVA. The results are presented in Table 4.



Table 4. Descriptive statistics for average weekly rates of return of transportation industries: based on daily market prices of the largest listed companies in 2020

Tabela 4. Statystyki opisowe dla średnich tygodniowych stóp zwrotu branż transportowych: na podstawie dziennych cen rynkowych największych spółek giełdowych w 2020 roku

Degrees of freedom	Sum Sq	Mean Sq	F Statistics	p-value
4	7.034	1.757	7.778	<0.001

Source: Own calculation and elaboration based on Refinitiv Datastream and Yahoo Finance.

ANOVA reveals statistically significant differences in average weekly rates of return between at least two out of five analyzed transportation industries. To verify which transportation industries vary, we apply Tukey Multiple Comparison test (Table 5).

Table 5. Results of Tukey Multiple Comparison test (Tukey's HSD)

Tabela 5. Wyniki testu wielokrotnych porównań Tukeya (HSD Tukeya)

Industries	Difference	p-value
Airlines-Logistics	-1.344	0.002
Airlines-Marine	-1.056	0.017
Airlines-Rail	-1.362	0.002
Airlines-Road	-1.400	0.001
Logistics-Marine	0.288	0.871
Logistics-Rail	-0.018	0.999
Logistics-Road	-0.056	0.999
Marine-Rail	-0.306	0.844
Marine-Road	-0.344	0.782
Rail-Road	-0.038	0.999

Source: Own calculation and elaboration based on Refinitiv Datastream and Yahoo Finance.

Tukey's HSD test confirms the result of the initial analysis based on descriptive statistics and boxplots. It shows that the airlines transportation industry's performance during the first year of the COVID-19 pandemic significantly differs from four other industries, i.e., logistics and air freight, marine, road, and rail. The airlines industry's stock market results are substantially worse in 2020 than in the case of other analyzed industries.

Based on ANOVA, we confirm that the stock market performance of the largest companies during the COVID-19 pandemic is industry-specific and varies among transportation industries. Our results correspond to [Al-Awadhi et al. 2020, Stephany et al. 2021] and are consistent with the first research hypothesis. Moreover, based on descriptive statistics and Tukey's HSD test, we reveal that the airlines is the transportation industry that is the most affected by the COVID-19 pandemic. It confirms the second research hypothesis.

Our results are in line with Sun et al. [Sun et al. 2020] who reveal that aviation belongs to the industries that have been suffering most due to the COVID-19 pandemic outbreak. Bao et al. [2021] indicate that common flight cancellations and airport closures mainly drove it.

## Conclusion

Due to anti-COVID-19 restrictions, including lockdown implementation, transportation activities have been suspended, and transportation supply chains have been negatively affected. The paper aims to identify the differences in stock prices' rate of return of companies from transportation industries. The analysis is focused on 2020, i.e., the first year of the pandemic.

The study reveals that the stock market performance of the largest companies during the COVID-19 pandemic is industry-specific and varies among analysed transportation industries. Moreover, we observe that the airlines is the transportation industry most affected by the COVID-19 pandemic. The results show that the airlines industry is the only which achieved the substantial negative mean value of the rate of return and is characterized by the highest price volatility in 2020. Surprisingly, four other transportation industries, i.e., logistics and air freight, rail, and road, performed positively. Tukey's HSD test reveals that only the airlines industry differs from other industries, and its stock market results are significantly worse than in the case of other analyzed industries in 2020.

The analysis of reasons for the differences in the stock market performance of companies from different transportation industries at the time of the COVID-19 pandemic is a challenge for future research.

## References

- Al-Awadhi A.M., Alsaifi K., Al-Awadhi A., Alhammadi S., 2020: Death and Contagious Infectious Diseases: Impact of the COVID-19 Virus on Stock Market Returns, *Journal of Behavioral and Experimental Finance* 27, 100326, <https://www.doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100326>
- Andersen K.G., Rambaut A., Lipkin W.I., Holmes E.C., Garry R.F., 2020: The proximal origin of SARS-CoV-2, *Nature Medicine* 26, 450–452, <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0820-9>
- Bao X., Ji P., Lin W., Perc M., Kurths J., 2021: The impact of COVID-19 on the worldwide air transportation network, *Royal Society Open Science* 8, 210682, <https://doi.org/10.1098/rsos.210682>
- Bonaccorsi, G., Pierri, F., Cinelli, M., Flori, A., Galeazzi, A., Porcelli, F., Schmidt, A.L., Valensise, C.M., Scala, A., Quattrocioni, W., Pammolli, F., 2020: Economic and social consequences of human mobility restrictions under COVID-19, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 117, 15530–15535, <https://doi.org/10.1073/pnas.2007658117>
- Czech K., Davy A., Wielechowski M., 2021: Does the COVID-19 Pandemic Change Human Mobility Equally Worldwide? Cross-Country Cluster Analysis. *Economies* 9, 182, <https://doi.org/10.3390/economies9040182>
- Czech K., Wielechowski M., Kotyza P., Benešová I., Laputková A., 2020: Shaking Stability: COVID-19 Impact on the Visegrad Group Countries' Financial Markets, *Sustainability* 12, 6282, <https://doi.org/10.3390/su12156282>
- De Vos J., 2020: The effect of COVID-19 and subsequent social distancing on travel behavior, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 5, 100121, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100121>
- Fatmi M.R., 2020: COVID-19 impact on urban mobility, *Journal of Urban Management* 9, 270–275, <https://doi.org/10.1016/j.jum.2020.08.002>
- Fisher R.A., 1925: Theory of Statistical Estimation, *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* 22, 700–725, <https://doi.org/10.1017/S0305004100009580>
- Fisher R.A.; Mackenzie W.A., 1923: Studies in Crop Variation II. The Manurial Response of Different Potato Varieties, *Journal of Agricultural Science* 13, 311–320, <https://doi.org/10.1017/S0021859600003592>
- Haroon O., Rizvi S.A.R., 2020: COVID-19: Media coverage and financial markets behavior. A sectoral inquiry, *Journal of Behavioral and Experimental Finance* 27, 100343, <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2020.100343>
- He P., Sun Y., Zhang Y., Li T., 2020: COVID-19's Impact on Stock Prices Across Different Sectors. An Event Study Based on the Chinese Stock Market, *Emerging Markets Finance and Trade* 56, 2198–2212, <https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1785865>

- Ho S.-J., Xing W., Wu W., Lee C.-C., 2021: The impact of COVID-19 on freight transport: Evidence from China, *MethodsX* 8, 101200, <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.101200>
- ICAO 2021: Effects of Novel Corona Virus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis, International Civil Aviation Organization, Montreal.
- IEA 2020: Global Energy Review 2020. The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO<sub>2</sub> emissions, IEA Publications, International Energy Agency.
- Kamal M.R., Chowdhury M.A.F., Hosain Md.M., 2021: Stock market reactions of maritime shipping industry in the time of COVID-19 pandemic crisis: an empirical investigation, *Maritime Policy & Management* 1–16, <https://doi.org/10.1080/03088839.2021.1954255>
- Koh D., 2020: COVID-19 lockdowns throughout the world, *Occupational Medicine* 70, 322–322, <https://doi.org/10.1093/occmed/kqaa073>
- Laing T., 2020: The economic impact of the Coronavirus 2019 (Covid-2019): Implications for the mining industry, *The Extractive Industries and Society* 7, 580–582, <https://doi.org/10.1016/j.exis.2020.04.003>
- Liu W., Liang Y., Bao X., Qin J., Lim M.K., 2020: China's logistics development trends in the post COVID-19 era, *International Journal of Logistics Research and Applications* 1–12, <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1837760>
- Loske D., 2020: The impact of COVID-19 on transport volume and freight capacity dynamics: An empirical analysis in German food retail logistics, *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives* 6, 100165, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100165>
- Nicola M., Alsafi Z., Sohrabi C., Kerwan A., Al-Jabir A., Iosifidis C., Agha M., Agha R., 2020: The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review, *International Journal of Surgery* 78, 185–193, <https://doi.org/10.1016/j.ijss.2020.04.018>
- Schultz T.W., Snedecor G.W.: 1933: Analysis of variance as an effective method of handling the time element in certain economic statistics, *Journal of the American Statistical Association* 28(181), 14–30.
- Shen H., Fu M., Pan H., Yu Z., Chen Y., 2020: The Impact of the COVID-19 Pandemic on Firm Performance, *Emerging Markets Finance and Trade* 56, 2213–2230, <https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1785863>
- Singh S., Kumar R., Panchal R., Tiwari M.K., 2021: Impact of COVID-19 on logistics systems and disruptions in food supply chain, *International Journal of Production Research* 59, 1993–2008, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1792000>
- Stephany F., Stoehr N., Darius P., Neuhäuser L., Teutloff O., Braesemann F., 2020: The CoRisk-Index: a data-mining approach to identify industry-specific risk assessments related to Covid-19 in real-time, *Humanities and Social Sciences Communications* volume 9, 41, <https://doi.org/10.1057/s41599-022-01039-1>
- 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>
- Świtala M., Łukasiewicz A., 2021: Road freight transport companies facing the COVID-19 pandemic, *Gospodarka Materiałowa & Logistyka* 5, 8–16. <https://doi.org/10.33226/1231-2037.2021.5.2>
- Tan P.M., Koh H.C., Low L.C., 1997: Stability of financial ratios: A study of listed companies in Singapore, *Asian Review of Accounting* 5(1), 19–39, <https://doi.org/10.1108/eb060680>
- Tukey J.W., 1953: *The problem of multiple comparisons*, Princeton University, Princeton.
- Wielechowski M., Czech K., 2022: Companies' Stock Market Performance in the Time of COVID-19: Alternative Energy vs. Main Stock Market Sectors, *Energies* 15(1) 106, 1–26, <https://doi.org/10.3390/en15010106>
- Wielechowski M., Czech K., Grzęda Ł., 2020: Decline in Mobility: Public Transport in Poland in the time of the COVID-19 Pandemic, *Economies* 8, 78, <https://doi.org/10.3390/economies8040078>

---

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

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

<sup>2</sup> University of Warsaw, Poland

## Directions of transport system development according to the national environmental policy

### Kierunki rozwoju krajowego systemu transportowego a polityka klimatyczna

**Abstract.** The article is the second in a series of articles on the negative externalities of passenger road, rail and air transport. It reviews the national documents in the field of environmental policy, identifies their content concerning transport which is used as a basis to determine the expected directions of development of this branch of economy. The authors presented a review of national strategic documents defining the directions of the Polish environmental policy, identified objectives and priorities relating directly or indirectly to transport activities, and compared the theoretical assumptions with the actual changes taking place on the transport markets, which allowed for an analysis of the compatibility of intentions with their implementation. The summary presents conclusions concerning the necessity of mutual co-ordination of transport development planning and environmental protection. The following articles will present the results of research on the above-mentioned negative effects of transport and recommendations for various stakeholder groups in relation to the analyzed topic.

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

**JEL codes:** O13, O30, O31, O33, O55

**Synopsis.** Artykuł jest drugim z serii opracowań na temat negatywnych efektów zewnętrznych pasażerskiego transportu drogowego, kolejowego i lotniczego. Zaprezentowano w nim przegląd aktualnych opracowań z zakresu krajowej polityki klimatycznej w odniesieniu do systemu transportowego, na podstawie którego przedstawiono zakładane kierunki rozwoju tej gałęzi gospodarki. Dokonano przeglądu istniejących dokumentów, zidentyfikowano cele i priorytety rozwoju branży transportowej oraz zawarto porównanie teoretycznych założeń zawartych w analizowanych dokumentach z rzeczywistymi zmianami odbywającymi się na rynku transportowym. Następnie zaprezentowano wnioski z przeprowadzonych analiz jednocześnie proponując w jaki sposób strategię klimatyczne powinny w rzeczywistości być wdrażane. W kolejnych artykułach przedstawione zostaną wyniki badań nad wspomnianymi negatywnymi efektami transportu oraz rekomendacje dla różnych grup interesariuszy w odniesieniu do analizowanej tematyki.

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

---

✉ Maria Zych-Lewandowska – Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.;  
e-mail: maria.zych-lewandowska@zdgator.pl; <https://orcid.org/0000-0003-3814-9647>

✉ Jakub Majewski – 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**

The article is the second in a series of articles on the impact of transport on the population and the environment in Poland. In the first one [Zych-Lewandowska and Majewski 2021a], an analysis analogous to this one, but of international documents, is presented. The following will present the results of research on the level of environmental negative externalities (air pollution, climate change, noise) caused by road, rail and air passenger transport and their comparison with freight transport.

First, however, one should look at the national studies obliging Poland to implement measures related to environmental protection in transport. Poland, having ratified the international documents related to environmental protection and the development of sustainable transport, has been obliged to prepare appropriate legal regulations in this field. The greatest role in the implementation of goals and objectives in this area is played by the government departments responsible for the environment, infrastructure and power industry. They present varied solutions concerning ecological policy, including reduction of external costs. What is important, however, is whether these solutions are adequate, secondly, whether they properly transfer the European recommendations to the Polish reality and, thirdly, if they are duly implemented. The article presents a detailed review of current studies in this field, looking for references to proper transport management, i.e. one that takes into account the pyramid of sustainable mobility [Zych-Lewandowska and Majewski et.al. 2021b].

The topic of relations between transport and climatic policy has so far been discussed mainly in the form of expert statements, press releases or popular science articles. Studies that make reference to this type of comparison are largely published as strategies or policies. Documents of this type usually focus on proposing methods of measuring the impact and evaluation of strategic documents [UNIFY 2021a], concise and legible presentation of the applicable regulations to a wider group of readers, together with an analysis of the current state, forecasts and potential impact on the current economy [IOŚ-PIB 2019a, b] or presenting good practices, interregional connections and recommendations [LIFE UNIFY 2021]. Less scientific studies on the border of the environment and transport are also worth exploring, shedding a slightly different light on the whole issue, such as the study “Zero-emission Poland 2050. Transport” [WWF 2020].

Studies analogous to this one are also published, from the border of transport and environment, taking up the challenge of assessing the links between these areas in relation to actual management activities in individual countries [UNIFY 2021b, CAN Europe 2022].

## **Research objective and methods**

The aim of the research was to answer the question: how do the applicable regulations, strategies, policies, etc. related to transport relate to the climatic policy, are the assumed goals properly formulated and whether they are implemented and bring the intended results. Moreover, whether they are logically related and realistic. Then, an assessment of the impact of environmental policy on the development of the transport system in Poland was undertaken.

Goals have been achieved by means of a critical review of documents related to the environmental protection, pollutant emissions, climate change, and by confronting centrally

formulated recommendations with trends observed in the transport sector. As the responsibilities are divided between individual ministries, the analysis comprised in parallel documents prepared not only by the administration directly responsible for the environment, but also programmes of ministries responsible for energy. The entire analysis was additionally enriched with expert conclusions.

### **Sustainable mobility pyramid**

The basis for reducing the negative impact of transport on all spheres of human life is the reduction of the total amount of transport. Less transport means proportionally lower external costs, and it can even be assumed that these costs will be reduced more than proportionally [Zych-Lewandowska and Majewski et.al. 2021b]. This is because a reduction of transport activities alone will not only eliminate emissions from these activities, but it will also make the remaining traffic smoother, thus creating an environmental synergy [Kachmar 2022, Ustaoglu et. al. 2022]. In this new anticipated transport market, where only actually necessary transport would take place, with empty vehicle transport reduced to the minimum, or preferably non-existent at all, strict rules would have to be implemented for a new division of transport tasks, favouring all environmentally friendly means of transport, i.e. in the case of Poland, mainly railways. Road transport should only play a supplementary role to train transport, i.e. the function of the so-called “last mile”, which is consistent with the assumptions of intermodal transport and thus with all European studies determining the directions of transport development [European Commission 2011].

Only finally, the actions should focus on the development of those means of transport, which will continue to operate, above all on limiting their emissions, e.g. by changing the used fuel to power from RES, including the development of electromobility.

Bearing in mind the presented assumptions of the sustainable mobility pyramid, an analysis of transport documents and their compliance with these assumptions was carried out.

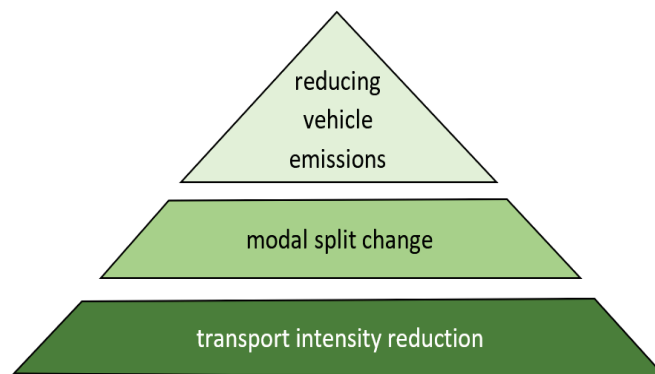


Figure 1. Sustainable mobility pyramid  
Rysunek 1. Piramida zrównoważonej mobilności.  
Source: [Zych-Lewandowska and Majewski 2021b, p. 8].

## **Documents of ministries responsible for the environment**

In the implementation of international environmental obligations in the country, there are five key documents prepared by the government administration. These are:

- National Waste Prevention Programme (in Polish: Krajowy program zapobiegania powstawaniu odpadów), developed by the Ministry of Environment, adopted in 2014 [Ministerstwo Środowiska 2014],
- National Air Protection Programme to 2020 (with an Outlook to 2030) (in Polish: Krajowy program ochrony powietrza do roku 2020 <z perspektywą do 2030>), developed by the Ministry of Environment, adopted in 2015 [Ministerstwo Środowiska 2015],
- National Ecological Policy of the State until 2030 – development strategy in the area of environment and water management (in Polish: Polityka ekologiczna państwa do 2030 – strategia rozwoju w obszarze środowiska i gospodarki wodnej), developed by the Ministry of Environment, adopted in 2019 [Ministerstwo Środowiska 2019],
- National Programme for Air Pollution Reduction (in Polish: Krajowy program ograniczania zanieczyszczenia powietrza), developed by the Ministry of Environment, adopted in 2019 [Ministerstwo Środowiska 2019],
- Energy Policy of Poland until 2040 (in Polish: Polityka energetyczna Polski do 2040 r), developed by the Ministry of Climate, adopted in 2021 [Ministerstwo Klimatu 2021].

### **National Waste Prevention Programme**

The National Waste Prevention Programme is a strategic document defining, inter alia, quantitative and qualitative objectives of waste management and a description of good practices for the prevention of waste generation. It is one of the few documents that indicates the necessity to reduce the global number of transports as a measure that would actually reduce the negative external effects of transport. It highlights issues of waste in transport, congestion-related delays, and “redundant” transport the purpose of which is not so much the provision of supplies as is adding to the variety of products in shops. Reducing this type of traffic would probably significantly reduce the need for transport in general. The scheme provides methods to prevent waste generation. These, among others, include:

- use of local agricultural produce (reducing waste generation at the transport stage),
- trading in regional products (reducing food transport, consequently reducing food waste and waste generation),
- promotion of returnable and collective packaging and unification of transport packaging.

In addition, one of the recommended methods of reducing waste generation is to resign from commuting by private car in favour of public transport.

Although the subject of transport was not included in this document in a very extensive manner, still it was treated much more thoroughly than in many other studies (including those presented below), in which the consideration of transport could be deemed to be very important.

### **National Air Protection Programme to 2020 (with an Outlook to 2030)**

The National Air Protection Programme defines directions of actions both at the national and the local level. The main objectives included the improvement of the quality of life of the population, protection of their health and living conditions as well as protection

of the environment. The document was intended to provide a basis for achieving the acceptable levels of suspended particulates and other harmful substances in air by 2030, as determined by the World Health Organization.

While the Programme does not refer to the issue of transport intensity management at all, to a small extent it touches upon the possibility of regulating the division of transport tasks in a more ecological manner. The environmental problems signalled in the document boil down to a description of emissions from motor vehicles. The diagnosis describes the problem of outdated cars, inadequate road infrastructure and inappropriate driving styles. However, nothing was mentioned about aviation and the possibility of reducing external transport costs by increasing the volume of rail transport.

According to the authors of the document, the key actions aimed at improving the quality of the natural environment, and thus health, should be focused on the development of low-emission transport (in particular electric and gas-powered vehicles) and on the support for collective passenger transport in urban agglomerations. However, given the significant contribution of transport to negative externalities, including the environmental ones, the package of solutions that should be adopted to mitigate them should be much broader. Examples of solutions are presented in Table 1.

Table 1. Examples of air quality improvement measures related to the transport sector  
Tabela 1. Przykłady działań na rzecz poprawy jakości powietrza związanych z sektorem transportu

<b>Actions</b>	
–	introduction of zones of limited transport emissions,
–	shaping paid parking time rates by local governments,
–	financial support for the modernisation of urban public transport, including infrastructure and development of alternative fuels,
–	informing the public about the advantages of the zones with limited transport emissions,
–	creating traffic management systems and priorities for collective transport,
–	improving the comfort and safety of public transport transfer hubs,
–	increasing the role of eco-mobility chains, especially bike/rail systems
–	introducing buses that meet the highest emission requirements,
–	optimising urban freight transport, developing urban logistics,
–	development of alternative non-motorised forms of transport – e.g. construction of cycle paths and urban bicycle and electric-assisted bicycle hire systems
–	construction of Park&Ride and Park&Bike car parks,
–	construction of ring roads in order to eliminate transit traffic,
–	preference for public transport through price.

Source: [Zych-Lewandowska and Majewski 2021b, p. 17].

## **National Environmental Policy**

The National Environmental Policy is one of the strategic documents in the management of the sustainable development of the country. It sets ecological objectives for Poland concerning: climate, health, economy and ecological education as well as the effectiveness of the functioning of environmental protection instruments. The information contained in the study should support the implementation of the objectives of the climate and energy policy and Poland's commitments until 2030 at the international level.



The document makes general references to the impact of transport on the environment, or to the relationship between sustainable planning and urban design, as well as to mobility behaviour, e.g. choosing a greener mode of transport. The document recommends shifting long-distance freight transport from road to rail or water transport and points out the negative impact of air transport. It also stresses the need to reduce road transport in general and on the other hand, to develop other forms of transport (e.g. cycling). It is also noted that air pollution is caused not only by emissions from fuel combustion, but also by abrasion of brakes, tyres and the road surface, which also applies to rail transport. As in other studies, the focus is also on large urban agglomerations and the development of electromobility.

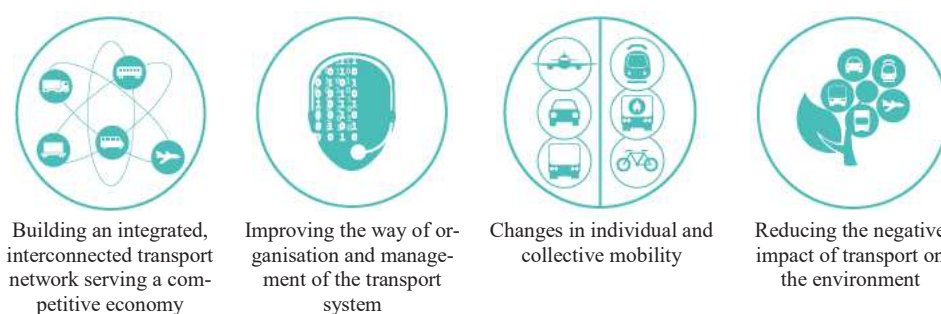


Figure 2. Instruments of transport policy in the National Environmental Policy Document  
Rysunek 2. Instrumenty polityki transportowej w dokumencie Polityka Ekologiczna Państwa  
Source: Source: [Zych-Lewandowska and Majewski 2021b, p. 18].

The document also contains important remarks on the need to reduce noise from transport. While the increase in road transport noise in Poland in recent years due to the continuous increase in road traffic is obvious [Zych-Lewandowska 2020, GUS 2021b, Zych-Lewandowska and Majewski 2021b], the reasons for the reduced rail noise may be come from various sources. The authors consider it may result not only from the development of infrastructure (construction of noise barriers, replacement of rails with contactless rails, use of anti-vibration mats) and modernization of rolling stock (especially better quality brakes). Unfortunately, the main reason for limiting noise emission on the railway is simply a smaller number of running trains and continuous shortening of the length of railway lines [Zych-Lewandowska 2020, GUS 2021b]. However, in terms of minimising the environmental impact of transport, the authors of the document did not propose any wide range of solutions, instead, they referred directly to the “Strategy for Sustainable Transport Development until 2030”.

### National Programme for the Reduction of Air Pollution

This study was adopted in order to reduce the annual emissions of substances covered by the national commitments related to their reduction.

With respect to transport, the document recommends:

- the need to increase restrictions on individual cars and lorries,
- introduction of exclusion zones or zones restricting car and/or exhaust traffic,

- changes to vehicle roadworthiness tests,
- increasing the minimum acceptable EURO standards,
- increasing the share of cars powered by alternative energy sources, including the development of electric vehicles,
- use of bio-components and bio-fuels,
- development of infrastructure for electromobility.

In the field of transport intensity management, instruments for optimising transport demand have been identified, such as:

- using the remote working model,
- offering favourable ticket prices,
- using carsharing<sup>1</sup> and carpooling<sup>2</sup> systems,
- educating the public on the risks caused by transport,
- implementation of Sustainable Urban Mobility Plans,
- development of cycling systems,
- investing in modern rolling stock for public transport,
- investing in Intelligent Transport Systems,
- use of the Low Emission Transport Fund.

In authors opinion the key to achieving the assumed emission reductions should be the development of railways as an alternative to road transport, the only references to this topic were the National Railway Programme and the Plan for Sustainable Development of Public Collective Transport concerning the transport network in inter-voivodship and international passenger transport.

### **Energy Policy of Poland until 2040**

The main objective included in the Energy Policy of Poland until 2040 is the reduction of greenhouse gas emissions by at least 30% in comparison to 1990. The share of coal in electricity generation is to decrease to 56% and the share of renewable energy sources (RES) is to increase by at least 23% by 2030. It is also assumed that photovoltaic capacity will reach 5.9 GW and wind power 5–7 GW. Importantly, these provisions still need to be adjusted to the new greenhouse gas emission reduction target adopted by the European Council in December 2020.

Power generation in traditional power plants is to be gradually replaced by an increase in renewable energy sources, such as photovoltaic and wind power plants, as well as the establishment of nuclear power plants. The expected development of energy technologies and investments is expected to enable widespread use of:

- energy storage technologies,
- smart metering and energy management systems,
- electromobility and alternative fuels,
- hydrogen technologies.

---

<sup>1</sup> In car sharing system, vehicles are provided for a fee, usually based on time or kilometres travelled.

<sup>2</sup> System that allows for increasing the number of passengers on a journey, mainly by integrating commuters who travel to the place of work/study on the same route.

However, the authors noted, that the share of renewable energy in transport is to be lower than the average in the economy and - despite the widespread use of electromobility - not exceed 14%. The document omits the issues of reducing transport intensity and changing modal split, and among the measures aimed at the improvement of air quality it indicates mainly the introduction of “zero-emission public transport by 2030 in cities with more than 100,000 inhabitants”.

The Energy Policy of Poland until 2040 describes changes in road transport, including replacement of passenger car and bus fleets with low-emission ones. However, there is no analogous reference to the rail fleet or even trams in cities. This is due to the fact that rail transport has been completely omitted in the document, both in the section describing the energy demand and in the descriptions of electromobility.

### **Documents of ministries responsible for energy**

Technologies and energy carriers used in transport play an important role in the discussed environmental impact of this sector. Therefore, it is important to include the energy issues in all the analyses and recommendations related to this branch of economy. Among the documents of the ministries responsible for energy and related to transport, the most important are the following:

- Plan for Electromobility Development in Poland (in Polish: Plan rozwoju elektromobilności w Polsce), developed by the Ministry of Energy and adopted in 2017 [Ministerstwo Energii 2017c],
- National Policy Framework for the Development of Alternative Fuel Infrastructure (in Polish: Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych), developed by the Ministry of Energy and adopted in 2017 [Ministerstwo Energii 2017b],
- Directions for the Development of Energy Innovation (in Polish: Kierunki rozwoju innowacji energetycznych), developed by the Ministry of Energy and adopted in 2017 [Ministerstwo Energii 2017a],
- National Energy and Climate Plan for 2021–2030 (in Polish: Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030), developed by the Ministry of State Assets and adopted in 2019 [Ministerstwo Aktywów Państwowych 2019].

### **Plan for the Development of Electromobility in Poland**

This document sets out the directions for the development of electromobility in Poland until 2025, noting the need to achieve synergies in the operation of the power, transport and telecommunications sectors, as well as the need to create a fund for this purpose (Low Emission Transport Fund).

The main demands listed in this plan concern are to increase the number of electric road vehicles and to prepare the infrastructure for them with simultaneous limiting the number of combustion vehicles. In parallel, the public should be encouraged to completely resign from their own vehicles in favour of using public transport. Potential was also seen in the electrification of water transport, both maritime and inland, as well as the need to modernise the offer of public transport and extend it to suburban areas. It is incomprehensible,

that reference to rail only appears in the context of developing services such as carsharing, carpooling to complement rail transport services.

### **National Policy Framework for the Development of Alternative Fuel Infrastructure**

This is a document that refers to the development of the market and infrastructure for electricity and natural gas (CNG and LNG) in road and water transport. It defines general and specific objectives for the development of the above-mentioned infrastructure, and lists areas where charging points for electricity and gas will be created. The authors of the document decided that railways can use alternative fuels only to a limited extent, hence they did not include rail in the report, despite the fact that EU legislation indicates such a possibility.

### **Directions for the Development of Energy Innovation**

According to a study prepared by the Ministry of Energy, energy innovations in Poland should result from strategic documents from the level of the government administration. The following are mentioned as priority actions: launching a smart power grid, modernisation of individual heat sources, reducing energy intensity of buildings, increasing flexibility and efficiency of energy production from coal and alternative ways of its use, new methods of using energy resources and energy sources. In relation to transport, the document shows the potential arising from the dissemination of electric transport and electromobility and the use of energy storage systems. However, the document contains no references to rail transport.

### **National Energy and Climate Programme 2021–2030 (NECP)**

In this document, the Ministry of State Assets has included content related to the sustainable and ecological development of transport. The reduction target for Poland in terms of GHG emissions in sectors not covered by the EU Emissions Trading Scheme (non-ETS) has been set at  $-7\%$  in 2030<sup>3</sup> compared to 2005 levels. Measures are also envisaged to increase energy efficiency by promoting more sustainable methods of freight transport (e.g. intermodal transport, rail transport). Taking into account the requirements for low-carbon energy generation, the NECP envisages a reduction in the share of coal in electricity generation to 56–60% in 2030 and a further reduction by 2040.

### **Strategies vs. reality**

A common feature of Polish studies related to environmental protection, and in particular to air pollution reduction, is the focus on emissions from households. They are the main source of air pollution in Poland [GUS 2021a]. Depending on the source and type of pollution

---

<sup>3</sup> Raising the EU reduction target to  $-55\%$  in 2030 means the necessity to increase the emission reduction in the non-ETS sector with transport included from  $-7$  to  $-16\%$ .

analysed, this share can be estimated at about 80% of the total emission. In the case of transport this share is 10%. The third place is taken by the industry. Transport is therefore in second place in terms of the scale of environmental impact, just after the social and living sector. Moreover, it not only has a negative impact on the environment, but also is a source of such external costs as congestion and accidents. However, both in the documents of the Ministry of Environment and in other national studies, references to it are laconic. This is all the more worrying as the international documents described in the previous article deem the reduction of the negative impact of transport on society and the environment to be a priority. In particular, the need to look for alternatives to road and air transport was emphasised.

However, as the analysis has shown, the references to transport in Polish studies are reduced to the analysis of the structure of road vehicles. As a result, national documents put the main emphasis on the development of electromobility in road transport as a remedy for the majority of environmental problems, without any reference to the first two levels of the sustainable mobility pyramid. In addition, a problem that appears in practically all of the discussed studies is the significant difference between the assumptions/objectives and the proposals for concrete solutions.

In the majority of the reviewed documents, a reference is made to the key objective of transport measures, i.e. the construction of an integrated, interconnected transport network serving a competitive economy. However, it is not clear whether the network is understood solely on the infrastructural level or whether it means a coherent transport system. The way of creating such a system has not been indicated either.

The studies carried out by the Ministry of the Environment emphasise the need for the development of electromobility and the use of low-emission energy sources for powering vehicles, as well as the development of alternative forms of transport. Emphasis was also placed on raising public awareness of the negative external effects of transport and activating society to undertake bottom-up actions to reduce them.

At the same time, references to transport in these studies are few, imprecise and laconic, and primarily they focus on the development of road transport, often completely ignoring alternative modes of transport.

Summarising the review of the documents, it should be emphasised that the recommendations concerning the reduction of transport performance – that is, the basic instrument for the actual minimisation of the negative external effects of transport and thus the basis of the sustainable mobility pyramid - are the least frequent. They also make only limited reference to modal shift, in particular from road to rail. Most of the studies focus on reducing already generated emissions and on looking for solutions and technologies to reduce emissions at the level of vehicles used in the different modes of transport, with electromobility as the “key word”. It was considered to be the most important objective to be achieved without taking into account other, more important and more beneficial recommendations, which may bring real changes in the transport market in Poland.

The far-reaching discrepancy between programme assumptions and their implementation in practice is partly the result of limited access to effective methods and instruments of influence, and partially results from the systemic disintegration of environmental and transport policies. Reasons for this can be found, inter alia, in the following areas:

- fragmentary transposition of internationally defined transport sector objectives and transformation methods,

- very limited diagnosis and scarcity of recommendations and instruments indicating the necessity to limit transport pollution,
- concentration on road transport and neglecting the place and tasks for alternative means of transport,
- inconsistency of documents and recommendations prepared at the level of individual ministries.

### **Summary and conclusions**

If Europe is to be a climate-neutral continent, a change in transport policy is inevitable. It is not enough just to transform the power systems in individual branches and introduce alternative fuels. Change means reviewing and remodelling the distribution of transport tasks, renewing the fleet, both privately owned and operated by public authorities and companies. What is essential is digitalisation, automation and preparation of innovative platforms for mobility and the transfer of goods.

In Polish conditions, the change must be even deeper. Although Poland was involved in international climate negotiations as early as in the 1990s, it did not pursue any active climate policy before joining the European Union. The reductions in emissions that have taken place have been the result of political and economic changes rather than actions focused on climate protection. However, the cited examples indicate that the trends observed on the transport market contradict the assumptions of not only EU, but even limited national environmental policy. At the same time, failure to intervene means further systematic deterioration of the current situation. This entails the risk of penalties for non-compliance with emission targets, increased costs for health care, and even lawsuits and claims against the state made by residents of the most polluted areas.

In order to achieve a real effect of limiting the negative impact of transport on the environment and human health, the documents to be prepared should be developed in a reliable manner, taking into account the actual needs and possibilities as well as the links to other studies, especially foreign ones, and, above all, they should specify solutions with a real impact on the transport market. What is crucial here is to formulate recommendations which would allow the overall volume of transport to be reduced in the future and to transfer its largest possible portion from road to rail. Only then can electromobility and electromobility-related solutions be recommended. The key is that any recommendations or commitments should actually be implemented instead of remaining just on paper.

The presented analysis, similarly to the analysis carried out in the previous article in the series, was an introduction to further studies, which will show the results of research on the level of environmental negative externalities generated by road, rail and air passenger transport and their comparison with freight transport. Then, recommendations will be proposed for various stakeholder groups, which should contribute to a better implementation of pro-environmental activities, to which we are obliged, inter alia, The European Union and their proper monitoring and adaptation to future changes.

## References

- CAN Europe, 2022: Climate Laws in Europe. Essential for achieving climate neutrality.
- European Commission, 2011: Transport White Paper, Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, Brussels.
- WWF, 2020: Zeroemisyjna Polska 2050. Transport, Warszawa.
- GUS, 2021a: Ochrona środowiska 2021, Warszawa.
- GUS, 2021b: Transport – wyniki działalności w 2020 r., Warszawa, Szczecin.
- IOŚ-PIB, 2019a: Klimat dla Polski – Polska dla klimatu, Warszawa
- IOŚ-PIB, 2019b: Wyzwania dla Polski w sektorach non-ETS 2030-2050, Warszawa.
- Kachmar R., 2022: Complex assessment of road transport hazards, *Transport Technologies* 3, 1, 1–13.
- LIFE UNIFY, 2021: Long term climate planning in central eastern European countries, Germany.
- Ministerstwo Aktywów Państwowych, 2019: Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030, Warszawa.
- Ministerstwo Energii, 2017a: Innowacje dla Energetyki. Kierunki Rozwoju Innowacji Energetycznych, Warszawa.
- Ministerstwo Energii, 2017b: Krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, Warszawa.
- Ministerstwo Energii, 2017c: Plan Rozwoju Elektromobilności w Polsce. „Energia do przyszłości”, Warszawa.
- Ministerstwo Klimatu, 2021: Polityka energetyczna Polski do 2040 r., Warszawa.
- Ministerstwo Środowiska, 2014: Krajowy program zapobiegania powstawaniu odpadów, Warszawa.
- Ministerstwo Środowiska, 2015: Krajowy program ochrony powietrza do roku 2020, z perspektywą do 2030, Warszawa.
- Ministerstwo Środowiska, 2019: Krajowy programu ograniczania zanieczyszczenia powietrza, Warszawa.
- Ministerstwo Środowiska, 2019: Polityka ekologiczna państwa 2030, Warszawa.
- UNIFY, 2021a: Qualitative tool to assess national long term strategies, Germany.
- UNIFY, 2021b: Getting the long-term planning right: The role of national long-term strategies in achieving climate neutrality in Europe, Germany.
- Ustaoglu E., Aydinoglu A.C., Aydinoglu A., 2022: The external costs of transport: A case study of Turkey. *Building greener Economics and Adopting Digital Tools in the Era of Climate Change*, IGI Global.
- Zych-Lewandowska M., 2020: Negatywne efekty zewnętrzne transportu towarowego w Polsce oraz metody ich ograniczania, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Zych-Lewandowska M., Majewski J., 2021a: International environmental and climate policy and the directions of transport development at the national and regional level, *Scientific Journal of Warsaw University of Life Science. Economics and Organization of Logistics* 6(2), 101–110.
- Zych-Lewandowska M., Majewski J., 2021b: Rail for climate – climate for rail. Summary report, Fundacja ProKolej, Warszawa.

ISSN 2450-8055



2450 8055