

**Denys Povoroznyk¹, Elżbieta Radochońska-Wasiewicz¹,
Andrzej Borusiewicz², Grzegorz Dzieniszewski^{1,3}, Maciej Kuboń^{1,4}**✉

¹ Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu

² Międzynarodowa Akademia Nauk Stosowanych w Łomży

³ Politechnika Rzeszowska

⁴ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Ekonomiczno-społeczne skutki pandemii COVID-19 oraz wojny w Ukrainie a efektywność procesów transportowych

Economic and Social Effects of the COVID-19 Pandemic, the War in Ukraine, and the Efficiency of Transport Processes

Synopsis. Pandemia COVID-19 wywarła znaczący wpływ na gospodarkę i transport w Polsce oraz na świecie. Wprowadzane obostrzenia oraz zamknięcia firm spowodowały zakłócenia w łańcuchach dostaw. PKB Polski, mimo początkowego spadku, okazał się stosunkowo odporny na skutki pandemii. Handel elektroniczny zyskał na znaczeniu, a mobilność społeczeństwa zmalała, zwłaszcza w zakresie korzystania z transportu publicznego. Badania sugerują jednak, że transport publiczny przy zachowaniu środków ostrożności był stosunkowo bezpieczny. W transporcie drogowym zaobserwowano wahania wskaźników efektywności procesów transportowych, zależne od rodzaju przewożonego ładunku. Koszty transportu wzrosły znacząco w 2022 roku w porównaniu do lat poprzednich. Mimo wyzwań analizowane przedsiębiorstwo utrzymało wysoką niezawodność dostaw na poziomie powyżej 90%. Pandemia przyspieszyła zmiany w zachowaniach konsumentów i wymusiła dostosowania modeli biznesowych firm transportowych.

Denys Povoroznyk – Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu, student na kierunku inżynieria transportu i logistyka; e-mail: d.povoroznyk@s.pansp.pl

Elżbieta Radochońska-Wasiewicz – Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu, Wydział Nauk Technicznych i Sztuk Projektowych; Politechnika Rzeszowska, Wydział Mechaniczno-Technologiczny; e-mail: e.radochonska-wasiewicz@pansp.pl, <https://orcid.org/0000-0001-9939-5978>

Andrzej Borusiewicz – Międzynarodowa Akademia Nauk Stosowanych w Łomży; e-mail: andrzej.borusiewicz@mans.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0002-1407-7530>

Grzegorz Dzieniszewski – Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemyślu, Wydział Nauk Technicznych i Sztuk Projektowych; e-mail: g.dzieniszewski@pansp.pl, <https://orcid.org/0000-0002-2712-1131>

✉ **Maciej Kuboń** – Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki; e-mail: maciej.kubon@urk.edu.pl, <https://orcid.org/0000-0003-4847-8743>

Słowa kluczowe: pandemia COVID-19, transport drogowy, łańcuch dostaw, efektywność procesów transportowych, koszty, transport

Abstract. The COVID-19 pandemic has had a significant impact on the economy and transportation in Poland and around the world. Introduced restrictions and company closures have disrupted supply chains. Poland's GDP, despite an initial decline, proved relatively immune to the effects of the pandemic. E-commerce has gained ground, and the mobility of the population has declined – especially in the use of public transportation. However, studies suggest that public transportation was relatively safe when precautions were taken. In road transportation, fluctuations were observed in the efficiency indicators of transportation processes, depending on the type of cargo being transported. Transportation costs increased significantly in 2022 compared to previous years. Despite the challenges, the analyzed company maintained a high delivery reliability of more than 90%. The pandemic has accelerated changes in consumer behavior and forced adjustments to the business models of transportation companies.

Key words: pandemic COVID-19, road transport, supply chain, transport process efficiency, costs, transportation

Kody JEL: R49, H12, L91

Wstęp

Rozwój technologiczny i gospodarczy, aktualne wydarzenia na świecie, tj. agresja Rosji na Ukrainę, pandemia koronawirusa, a także światowy kryzys ekonomiczny będący wypadkową tych czynników spowodowały istotną zmianę w organizacji procesów transportowych oraz warunków ich realizacji [Anderson i in. 2020, Bao i in. 2021, Brząkała 2023]. W ciągu zaledwie kilku miesięcy od wybuchu pandemii gospodarki na całym świecie zostały poważnie dotknięte, co doprowadziło do masowych utrat miejsc pracy, upadłości firm, a także zwiększenia nierówności społecznych [Espitia i in. 2020].

Sytuacja geopolityczna na świecie jest bardzo nieprzewidywalna, a informacje o sytuacji na rynkach światowych są mało precyzyjne. Ze względu na to bardzo trudno jest dziś przedsiębiorstwom i firmom nadążyć za współczesnymi trendami oraz przystosować się do najnowszych wydarzeń na świecie. Wszelkie procesy, procedury i sposoby działania w firmach to efekt wieloletnich prób, badań i wdrożeń, których nie można zmienić czy zmodyfikować od razu. Są to rezultaty pracy setek, a nawet tysięcy ludzi, którzy stali za opracowaniem, sfinansowaniem, wdrożeniem i kontrolą tego rodzaju procesów. Jednak przedsiębiorstwa, chcąc być lub pozostać konkurencyjnymi na rynku, muszą nieustannie pracować nad jakością i wydajnością realizacji procesów transportowych. Jest to wyzwanie niezwykle trudne do zrealizowania, ponieważ zasadnicze znaczenie ma równowaga zachodząca między oczekiwanym przez klientów poziomem niezawodności i elastyczności dostaw a kosztami za konkretną przesyłkę. Niezawodność dostaw jest złożoną kategorią pojęciową, która odnosi się do terminowości i kompletności dostaw oraz braku uszkodzeń produktów [Fertsch 2006]. Z kolei elastyczność dostaw oznacza dopasowanie czasu i miejsca dostawy do oczekiwań odbiorcy przesyłki [Smyk 2016].

Pandemia to zjawisko, które można sklasyfikować jako tak zwanego czarnego łabędzia, czyli zdarzenie nieprzewidziane o ogromnym wpływie na rzeczywistość, charakteryzujące się dużą zmiennością zagrożeń. Jest ono opisywane w pracy przez Taleba [2014] oraz Fatmi [2020] jako bagatelizowane do momentu przybrania znacznej wagi. Jednak żadna firma czy przedsiębiorstwo w swoich rozważaniach nie przewidywało czegoś takiego jak pandemia koronawirusa. Dlatego „(...) zarządzanie współczesnym przedsiębiorstwem transportowym wymaga szerokiego spojrzenia nie tylko na rynek (...),” ale również na sytuacje trudne i skomplikowane, takie jak ostatni kryzys wywołany pandemią [Kuczyńska-Chałada 2021].

Wojna w Ukrainie sprawiła, że łańcuchy dostaw w Europie znów zostały poważnie zachwiane, chociaż wracały do normy po obostrzeniach związanych z pandemią koronawirusa. Agresja państwa rosyjskiego przyczyniła się do chaosu handlowego, który nastąpił po wyjściu globalnej gospodarki z pandemii. Z powodu zamknięcia rosyjskiej przestrzeni powietrznej oraz silnego zatłoczenia portów morskich najbardziej ucierpiały trasy pomiędzy Azją i Europą. Wpływ konfliktu na transport morski, kolejowy i lotniczy spotęgował problemy na przykład w europejskim łańcuchu dostaw samochodów. Stało się to w czasie, gdy poziom zapasów był już niski, a producenci samochodów wciąż odczuwali niedobór chipów i gwałtownie rosnące ceny energii [Al-Awadhi i in. 2020, Pakulnicz 2022]. Najpowszechniejszy transport – drogowy – zaczyna się powoli załamywać. Wielu obywateli Ukrainy opuściło swoje miejsca pracy, udając się na wojnę. Ukraińcy odgrywali kluczową rolę w łańcuchu dostaw, ponieważ stanowili oni wysoki odsetek kierowców. Dla rynku transportu oznacza to, że tabory zostały bez osób wykonujących przewóz, a przewoźnicy nie mogli wykonywać zleceń, gdyż nie miał kto ich „obsłużyć”. To bezpośrednio przełożyło się na terminy dostaw przewożonych towarów i wzrost cen tych przewozów [Brach i in. 2021].

W dobie rozwoju gospodarki rynkowej zwiększyło się znaczenie transportu, definiowanego jako ogół środków i czynności, które wykorzystuje się do przemieszczania ładunków, osób lub wiadomości z punktu początkowego do punktu końcowego [Starkowski 2010]. Transport ma ogromne znaczenie dla gospodarki Polski, a zwłaszcza transport drogowy. Jest on jednym z najważniejszych rodzajów transportu na terenie Polski, ponieważ stanowi około 86% wszystkich przewozów towarowych PKB Polski [GUS 2022]. Transport drogowy jest kluczowy ze względu na silnie rozwiniętą sieć dróg i autostrad, które łączą wiele ważnych centrów przemysłowych i logistycznych zarówno w kraju, jak i za granicą. Transport drogowy umożliwia przepływ towarów i usług pomiędzy różnymi regionami kraju, co przyczynia się do wzrostu gospodarczego oraz zwiększenia konkurencyjności polskich przedsiębiorstw. Dzięki temu transport stanowi kluczowy element łańcucha dostaw, który umożliwia przedsiębiorstwom sprzedaż swoich produktów na szeroką skalę [Kłostowska 2022]. Jak wynika z raportu „Transport drogowy w Polsce 2021+”, [TiLP i SpotData 2022] transport i magazynowanie w 2021 roku stanowiły około 6% PKB Polski.

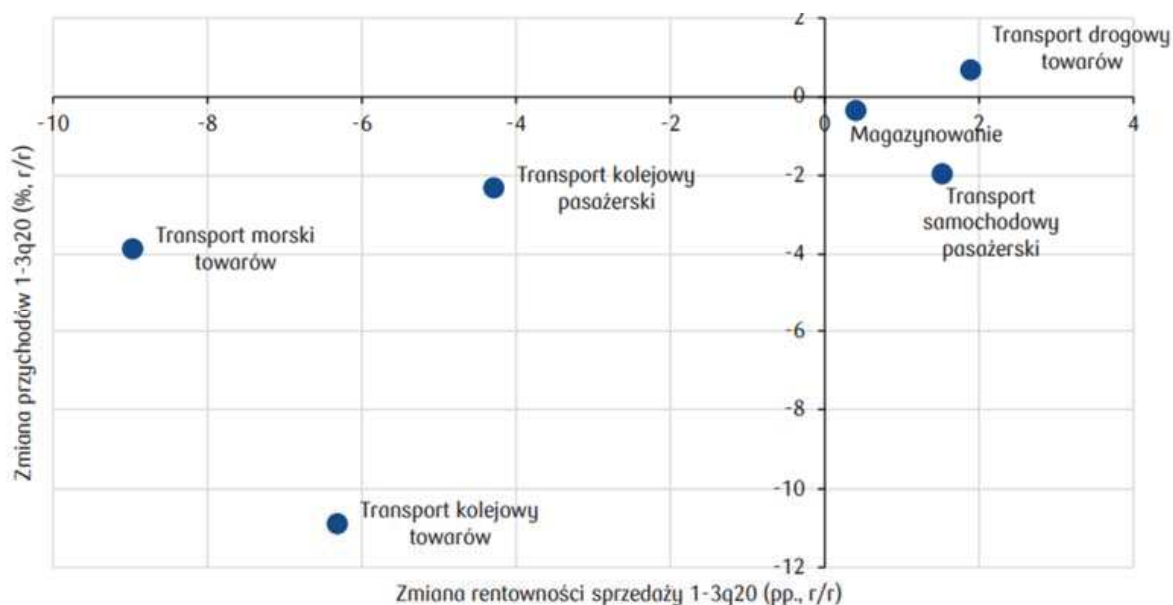
Negatywne skutki pandemii wpłynęły zarówno na pracę ludzi, jak i na funkcjonowanie przedsiębiorstw oraz różnego rodzaju instytucji, bez względu na ich wielkość. Jedną z branż, która została najbardziej narażona na skutki tego wpływu, jest między innymi transport. Przewoźnicy towarowi zaczęli mieć obawy związane ze spadkiem liczby zleceń, wydłużonym czasem realizacji płatności oraz ograniczeniami w ruchu międzynarodowym

dowym. Należy zaznaczyć, że problemy te dotyczą wszystkich elementów łańcuchów transportowych i wpływają zarówno na przedsiębiorstwa transportowe, spedycyjne, logistyczne, jak i na nadawców oraz odbiorców. Konsekwencje finansowe ponieśli również zarządcy różnego rodzaju infrastruktury usługowej [De Vos 2020, Poliński 2021].

Najbardziej dotknięte pandemią COVID-19 branże to motoryzacyjna, AGD, sektor IT oraz branża telekomunikacyjna, które w dużej mierze polegały na dostawach komponentów z Azji. Te sektory opierały się na systemie produkcji *just in time*, gdzie nie magazynowano zapasów, a niezbędne komponenty były dostarczane bezpośrednio na taśmę produkcyjną. Zakłócenie dostaw komponentów z Chin spowodowało zakłócenie produkcji i w wielu przypadkach konieczność przestojów, co skutkowało znacznym zmniejszeniem produkcji [Czech i in. 2020, Strange 2020].

Najbardziej odpornym na rozwój pandemii sektorem gospodarki okazała się branża spożywcza. Producenci żywności byli mniej dotknięci skutkami pandemii, ponieważ produkty spożywcze są niezbędnymi artykułami pierwszej potrzeby [Szczepaniak 2020]. Już na początku pandemii można było zaobserwować gwałtowny wzrost zakupów towarów o dłuższej trwałości, spowodowany obawą konsumentów o możliwość przerwania dostaw żywności. Popyt szczególnie wzrósł na produkty takie jak kasze, ryż, makarony, konserwy drobiowe i rybne, żywność mrożona i gotowa w słoikach oraz mąka [Drożdż 2020].

Wprowadzenie ograniczeń w przemieszczaniu towarów i osób w celu ochrony wewnętrznych rynków przed rozprzestrzenianiem się koronawirusa miało znaczący wpływ na wielkość i strukturę przewozów w transporcie drogowym. Wpływ pandemii na mobilność był znaczący i przekładał się na zmniejszenie liczby przewozów w transporcie publicznym. Aktywność w transporcie drogowym zmniejszyła się o około 50% pod



Rysunek 1. Sytuacja wybranych branż transportowych w okresie pandemii

Figure 1: Situation of selected transportation industries during the pandemic period

Źródło: [PKO Bank Polski SA 2021].

Source: [PKO Bank Polski SA 2021].

koniec marca 2020 roku w porównaniu do 2019 roku. Niektórzy operatorzy transportu utrzymywali jedynie 10% swojej działalności, a ich przychody spadły o 80% (rys.1). Transport towarowy pomimo lepszego radzenia sobie z trudnościami wywołanymi przez sytuację epidemiczną i tak poniósł straty. Przewozy ładunków transportem samochodowym spadły jedynie o 6,2% r/r. [Pomykała 2021].

Celem pracy była ocena wpływu pandemii COVID-19 oraz konfliktu zbrojnego na Ukrainie na efektywność realizowanych procesów transportowych. Oceny tej dokonano na przykładzie wybranej firmy z branży TSL realizującej przewozy m.in. na Ukrainę.

Zakresem pracy objęto procesy transportowe zróżnicowane rodzajem przewożonych ładunków w latach 2019–2022. Na bazie wybranych wskaźników określono wpływ pandemii oraz konfliktu zbrojnego na Ukrainie na efektywność przewozów, a tym samym na funkcjonowanie łańcuchów dostaw.

Materiały i metody

Materiały do realizacji założonego celu pracy pozyskano z ewidencji przedsiębiorstwa w formie wybranych zleceń transportowych z lat 2019–2022. Przeanalizowano 50 losowo wybranych zleceń z każdego roku. Pozyskano z nich najważniejsze informacje i zapisano je w tabelach, a następnie na ich podstawie dokonano obliczeń. Z danych wejściowych uzyskano podstawowe parametry charakterystyki procesu transportowego, a następnie wyliczono wskaźniki oceny efektywności procesu transportowego.

W pierwszej kolejności określono podstawowe parametry, które charakteryzują procesy transportowe: czas pracy i jego strukturę (h), prędkość eksploatacyjną oraz techniczną (km/h), średnią masę przewożonego ładunku (t), odległość jazdy z ładunkiem i bez ładunku (km) oraz wykonaną pracę przewozowa (tkm).

Porównanie efektów z poniesionymi nakładami podczas realizacji procesów transportowych jest jednym z kluczowych zadań oceny ich efektywności. Każda firma powinna na bieżąco śledzić te wskaźniki. Ocena efektywności realizowanych procesów transportowych opierała się przede wszystkim na ocenie: wydajności transportowej, transportochłonności przewozów, efektywność wykorzystania pojazdów oraz niezawodności transportu.

W pracy wykorzystano następujące mierniki i wskaźniki logistyczne [Twaróg 2003]:
Współczynnik wykorzystania czasu operacyjnego – K_{02} :

$$K_{02} = \frac{\text{czas jazdy (h)}}{\text{czas jazdy (h)} + \text{czas załadunku (h)} + \text{czas rozładunku (h)}} .$$

Współczynnik wykorzystania czasu roboczego – K_{04} :

$$K_{04} = \frac{\text{czas jazdy (h)}}{\text{czas operacyjny (h)} + \text{czas obsługi technicznej (h)} + \text{czas usuwania usterek (h)}} .$$

Współczynnik wykorzystania czasu eksploatacyjnego – K_{07} :

$$K_{07} = \frac{\text{czas jazdy (h)}}{\text{czas pracy (h)}} .$$

Współczynnik wykorzystania przebiegu – B

$$B = \frac{\text{odległość jazdy z ładunkiem (km)}}{\text{odległość jazdy z ładunkiem i pusto (km)}}.$$

Współczynnik wykorzystania ładowności – C

$$C = \frac{\text{masa przewiezonego ładunku (t)}}{\text{ładowność środka transportowego (t)}}.$$

Praca przewozowa – P_p :

$$P_p = \text{masa przewiezonego ładunku (t)} \cdot \text{odległość (km)} (\text{tkm}).$$

Wydajność transportowa w czasie rzeczywistym – W_{trz} :

$$W_{trz} = \frac{\text{masa przewiezonego ładunku (t)}}{\text{rzeczywisty czas pracy pojazdu (h)}} (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}). \quad (6)$$

Wydajność transportowa w czasie zakładanym – W_{tz} :

$$W_{tz} = \frac{\text{masa przewiezonego ładunku (t)}}{\text{zakładany czas pracy pojazdu (h)}} (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}). \quad (6)$$

Wskaźnik transportochłonności przewozów – W_t :

$$W_t = \frac{\text{czas pracy pojazdu (h)}}{\text{masa przewiezonego ładunku (t)}} (\text{h} \cdot \text{t}^{-1}). \quad (7)$$

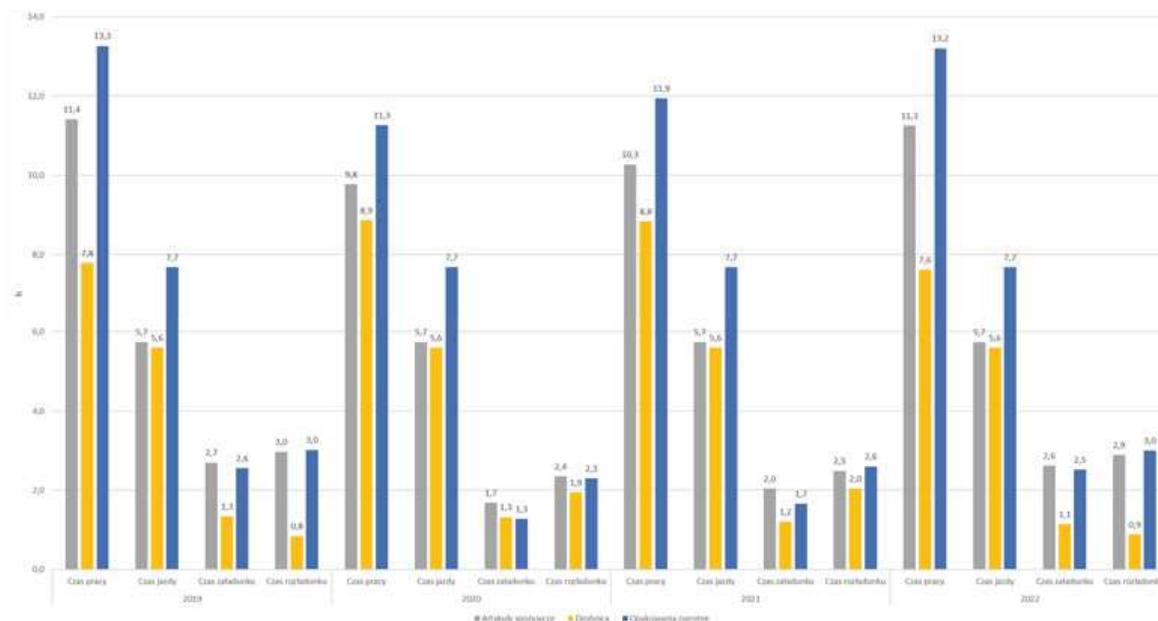
Niezawodność transportu – Nt

$$Nt = \frac{\text{liczba terminowo wykonanych przewozów (szt.)}}{\text{liczba wszystkich przewozów (szt.)}} \cdot 100 (\%). \quad (8)$$

Wyniki badań i dyskusja

Proces transportowy to sekwencja zdarzeń obejmujących dostarczenie towaru we właściwe miejsce, uwzględniając przy tym czynności organizacyjne, wykonawcze oraz handlowe. Proces ten polega na przyjęciu ładunku od klienta i/lub dostarczeniu go do odbiorcy [Starkowski 2016]. Ma on bezpośrednie oddziaływanie na terminowość dostaw, a co za tym idzie na jakość danego przewozu. Pośrednio natomiast oddziałuje na zadowolenie klientów oraz pozycje firmy na rynku w kontekście konkurencyjności [Galińska 2014]. To tylko przykłady tego, dlaczego tak ważne jest przyjrzenie się bliżej parametrom procesu transportowego.

Pierwszymi parametrami określającymi proces transportowy w omawianym przedsiębiorstwie był czas: pracy, jazdy, załadunku oraz rozładunku. Z danych na rysunku 2 wynika, że średni czas pracy środków transportowych był największy dla przewozu ładunku zawierającego opakowania zwrotne. Można zauważyć, że w 2019 roku wynosił on 13,3 h, w latach pandemicznych (2020–2021) zmalał do poziomu 11,3 oraz 11,9 h.



Rysunek 2. Średni czas realizacji procesu transportowego w analizowanym okresie
 Figure 2. Average execution time of the transportation process in the period analyzed

Źródło: opracowanie własne.
 Source: own study.

Z kolei w okresie po pandemii COVID-19 w 2022 roku czas ten wzrósł ponownie do 13,2 h. Skrócenie czasu pracy w dobie pandemii dla omawianego rodzaju ładunku, może wynikać z mniejszego zapotrzebowania na transport tego towaru. Pod wpływem pandemii COVID-19 przewóz opakowań zwrotnych nie był transportem pierwszej potrzeby. Wiąże się to z tym, że przedsiębiorstwo transportowe dostawało dużo mniej zleceń na realizację tego typu przewozów. Dodatkowo, w dobie koronawirusa, skrócił się czas załadunków i rozładunków opakowań zwrotnych, wpływając tym samym na ogólny czas pracy. W transporcie artykułów spożywczych zaobserwowano podobną sytuację. W latach 2020–2021 odnotowano spadek ogólnego czasu pracy środków transportowych przewożących ten ładunek. Przyczyną tego skrócenia mogło być również zmniejszenie czasu potrzebnego na załadunek i rozładunek, co można przypisać ograniczeniom kontaktu między pracownikami a kierowcami. Takie środki bezpieczeństwa były prawdopodobnie wprowadzone w celu ograniczenia ryzyka związanego z pandemią.

Zauważono również, że wielkość przewozów artykułów żywnościowych przed i po pandemii była mniejsza, niż w trakcie jej trwania. Przypuszcza się, że wynikało to z większego popytu na ten rodzaj transportu. W czasie *lockdownu*, gdy ludzie zaczęli korzystać z zakupów online, przesyłki kurierskie stały się bardzo popularne. Zwiększona liczba pojazdów w punktach załadunku i rozładunku spowodowała wydłużenie czasu oczekiwania, co z kolei wpłynęło na ogólny czas pracy.

Na bazie struktury czasu pracy środków transportowych określono ich efektywność z wykorzystaniem podstawowych wskaźników efektywności – K_{02} , K_{04} oraz K_{07} (tab.1). Najwyższą wartość współczynników K_{02} , K_{04} i K_{07} odnotowano przy przewozie ładunków drobnicowych w latach 2019 i 2022 oraz podczas przewozu opakowań zwrotnych w 2020 roku. Wartości te kształtowały się na poziomie równym 0,7. Wielkością

najbardziej pożądaną dla wszystkich współczynników jest 1, co oznacza optymalny wynik. Przy przewozie artykułów spożywczych wskaźniki te osiągnęły wielkość 0,5 przed oraz po pandemii i wypadają najmniej korzystnie. Wielkości współczynników wykorzystania czasu operacyjnego, roboczego oraz eksploatacyjnego utrzymują się na stałym poziomie dla poszczególnych rodzajów ładunków w każdym roku, ponieważ nie występowały żadne przestoje związane z awariami w zleceniach. Po przeanalizowaniu dostępnych danych należy stwierdzić, że w badanym okresie występowały niewielkie różnice w realizacji omawianych przewozów.

Tabela 1. Efektywność wykorzystania czasu pracy środków transportowych w latach 2019–2022
Table 1. Efficiency of time use of transport vehicles in 2019–2022

Rodzaj ładunku	2019			2020			2021			2022		
	K_{02}	K_{04}	K_{07}	K_{02}	K_{04}	K_{07}	K_{02}	K_{04}	K_{07}	K_{02}	K_{04}	K_{07}
Artykuły spożywcze	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Drobnica	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
Opakowania zwrotne	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Źródło: opracowanie własne.
Source: own study.

W kolejnej tabeli przedstawiono współczynniki wykorzystania ładowności (C) oraz przebiegu (B) w okresie przed, w trakcie i po pandemii. Stwierdzono brak istotnych różnic pomiędzy podstawowymi parametrami procesu transportowego w trakcie realizacji przewozów. Zarówno COVID-19 jak też konflikt zbrojny nie miał istotnego wpływu na wykorzystanie ładowności i przebiegu ładownego. Współczynniki C oraz B osiągały najwyższe wielkości przy przewozie artykułów spożywczych – 90%.

Tabela 2. Współczynnik wykorzystania ładowności (C) oraz przebiegu (B) w analizowanym okresie
Table 2. Load factor (C) and mileage (B) for the period under review

Rodzaj ładunku	2019		2020		2021		2022	
	C	B	C	B	C	B	C	B
Artykuły spożywcze	96,7	92,5	96,7	92,5	97,5	92,5	97,5	92,5
Drobnica	69,5	87,5	69,5	87,5	69,5	87,5	69,5	87,5
Opakowania zwrotne	69,5	87,5	69,5	87,5	69,5	87,5	69,5	87,5

Źródło: opracowanie własne.
Source: own study.

Aspektem niezbędnym do określenia wpływu pandemii COVID-19 oraz czasu konfliktu zbrojnego na efektywność procesów transportowych była również analiza kosztowności przewozów. Koszty transportu można zdefiniować jako sumę wszystkich nakładów finansowych i zasobowych, jakie przedsiębiorstwa ponoszą w procesie realizacji usług transportowych. Obejmowały one różne wydatki i inwestycje, które są konieczne do realizacji celów gospodarczych związanych z przewozem ładunków [Bronk 2014].

W tabeli 3 została przedstawiona kosztowność zrealizowanych procesów transportowych w latach 2019–2022. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono duże zróżnicowanie w kosztach realizacji zleceń transportowych.

Tabela 3. Kosztowność procesów transportowych (PLN·km⁻¹) w latach 2019–2022

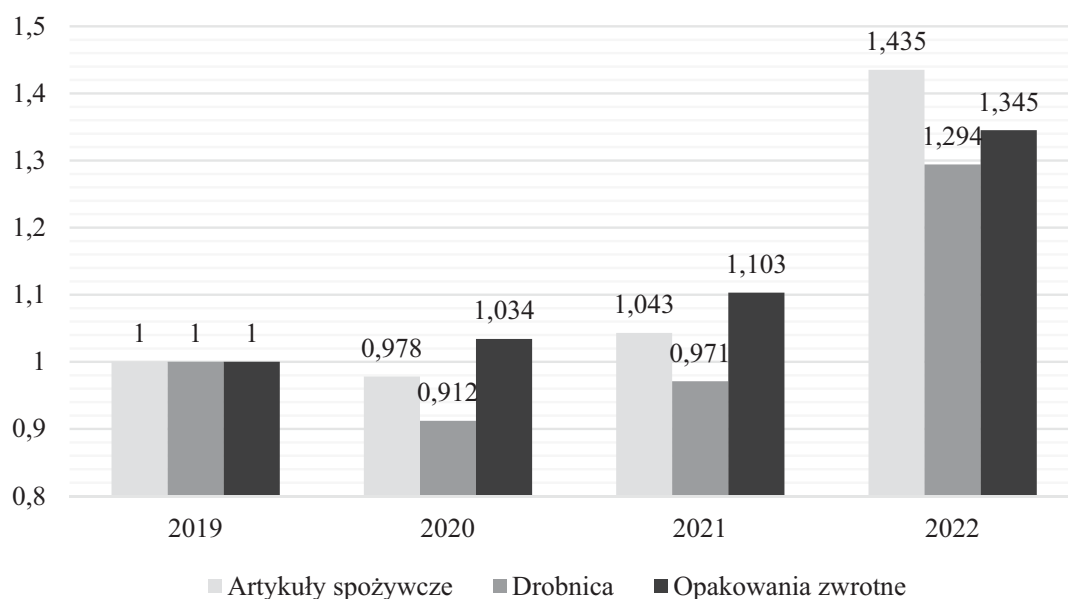
Table 3. Cost intensity of transport processes (PLN·km⁻¹) in 2019–2022

Rodzaj ładunku	2019	2020	2021	2022
Artykuły spożywcze	4,6	4,5	4,8	6,6
Drobnica	3,4	3,1	3,3	4,4
Opakowania zwrotne	2,9	3,0	3,2	3,9

Źródło: opracowanie własne.

Source: own study.

Średnie koszty przewozu artykułów spożywczych wahały się od 4,6 do 6,6 PLN·km⁻¹. Najniższe koszty odnotowano w 2020 roku, a najwyższe w 2022 roku. Z kolei jeśli chodzi o transport opakowań zwrotnych to najniższą średnią stawkę – 2,9 PLN·km⁻¹ odnotowano przed pandemią, a najwyższą – 3,9 PLN·km⁻¹ po pandemii koronawirusa. Dynamikę zmian kosztów transportu w analizowanym okresie czasu przedstawiono na rysunku 3 jako stosunek kosztów w poszczególnych latach do roku bazowego, którym był 2019 rok.



Rysunek 3. Dynamika zmian kosztów transportu na kilometr w latach 2019–2022

Figure 3. Dynamics of change in transportation costs per kilometer from 2019 to 2022

Źródło: opracowanie własne.

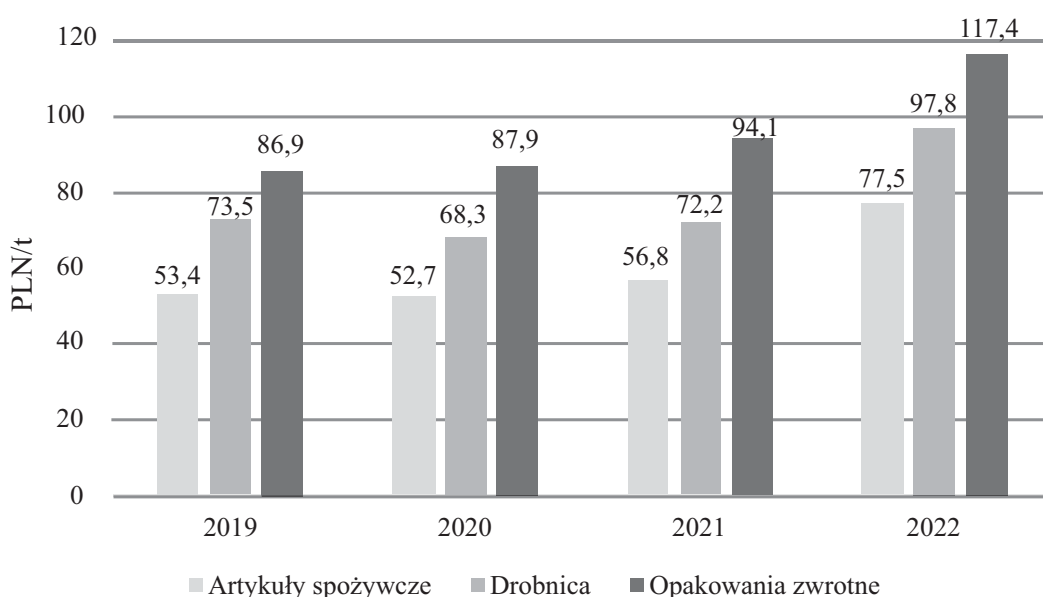
Source: own study.

Z rysunku 3 można zauważyć, że:

- dla artykułów spożywczych – w 2020 roku koszty transportu były o 2,2% niższe, w 2021 roku były o 4,3% wyższe, a w 2022 roku były o 43,5% wyższe w porównaniu do roku bazowego;

- dla drobnicy – w 2020 roku koszty transportu były o 8,8% niższe, w 2021 roku były o 2,9% wyższe, a w 2022 roku były o 29,4% wyższe w porównaniu do roku bazowego;
- dla opakowań zwrotnych – w 2020 roku koszty transportu były o 3,4% wyższe, w 2021 roku były o 10,3% wyższe, a w 2022 roku były o 34,5% wyższe w porównaniu do roku bazowego.

Kolejnym wskaźnikiem, który wzięto pod uwagę przy analizie kosztocłonności przewozów, były koszty transportu na tonę przewiezionego ładunku. Jak można zauważyć (rys. 4) koszty transportu osiągnęły najwyższe wartości w 2022 roku dla wszystkich rodzajów przewozów, w porównaniu do poprzednich lat. W 2022 roku koszty przewozu artykułów spożywczych wyniosły 77,5 PLN/t przewiezionego ładunku. Przewiezienie ładunków drobnicowych w tym okresie kosztowało 97,8 PLN/t, a przewóz opakowań zwrotnych wyniósł 117,4 PLN/t.



Rysunek 4. Koszty transportu na tonę dla wybranych rodzajów ładunków w okresie pandemii
Figure 4. Transportation costs per ton for selected cargo types during the pandemic period

Źródło: opracowanie własne.
Source: own study.

Porównanie efektów z poniesionymi nakładami podczas realizacji procesów transportowych jest jednym z kluczowych zadań oceny ich efektywności. Ocena efektywności realizowanych procesów transportowych opierała się przede wszystkim na analizie przejętych wskaźników. Sposób ich obliczenia przedstawiono w metodyce pracy.

W tabeli 4 przedstawiono wydajność realizowanych procesów w czasie rzeczywistym oraz zakładanym w okresie przed, w trakcie i po pandemii COVID-19.

Na podstawie zebranych danych stwierdzono, że wydajność transportu w czasie rzeczywistym dla artykułów spożywczych oraz opakowań zwrotnych w analizowanym okresie była nieco większa, niż wydajność transportu w czasie zakładanym. Z kolei w przypadku przewozu ładunków drobnicowych wydajności te były równe.

Tabela 4. Wydajność transportowa ($t \cdot h^{-1}$) w czasie rzeczywistym (W_{CRZ}) i zakładanym (W_{CZ}) w latach 2019–2022

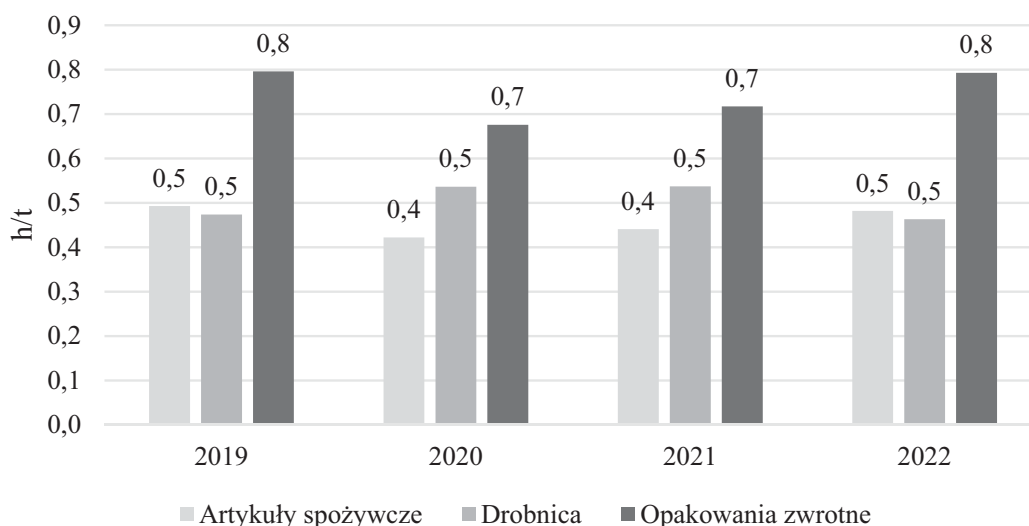
Table 4. Transport capacity ($t \cdot h^{-1}$) in real time (W_{CRZ}) and assumed time (W_{CZ}) in 2019–2022

Rodzaj ładunku	2019		2020		2021		2022	
	W_{CRZ}	W_{CZ}	W_{CRZ}	W_{CZ}	W_{CRZ}	W_{CZ}	W_{CRZ}	W_{CZ}
Artykuły spożywcze	2,1	1,6	2,4	1,7	2,4	1,7	2,1	1,6
Drobnica	2,2	2,2	1,9	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2
Opakowania zwrotne	1,3	0,9	1,5	1,0	1,4	1,0	1,3	0,9

Źródło: opracowanie własne.

Source: own study

Kolejnym wskaźnikiem był wskaźnik transportochłonności przewozów, który określono jako stosunek czasu pracy pojazdów do masy przewiezionego ładunku. Średnie jego wartości przedstawiono na rysunku 5.



Rysunek 5. Wskaźnik transportochłonności na przestrzeni lat 2019–2022

Figure 5. Transport intensity index over the period 2019–2022

Źródło: opracowanie własne.

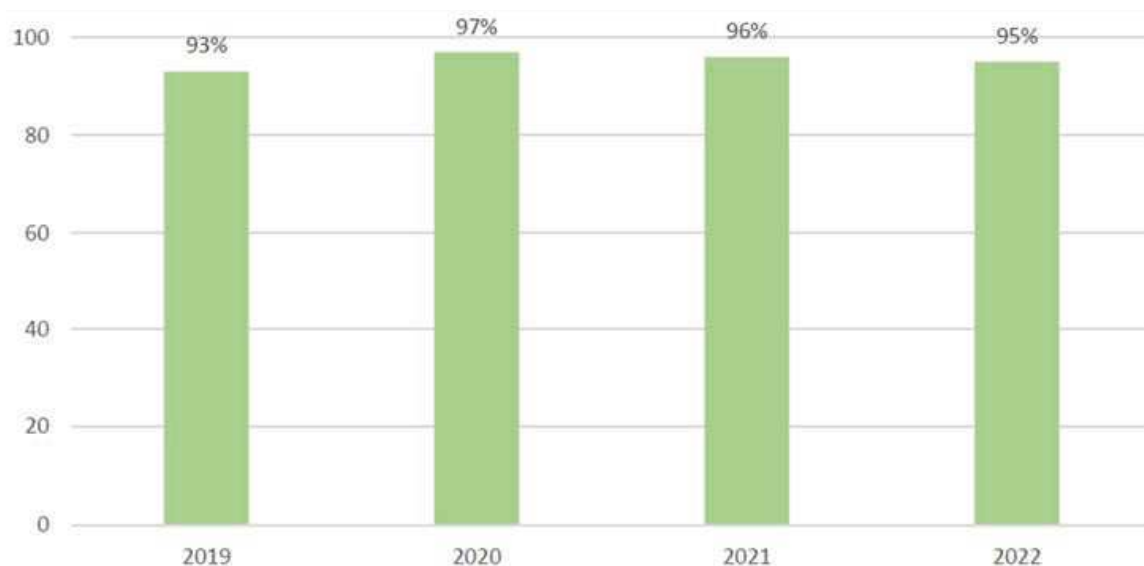
Source: own study.

Stwierdzono, że w latach 2019–2022 wystąpiły niewielkie zmiany w transportochłonności realizowanych przewozów. W trakcie pandemii wskaźnik ten dla wszystkich omawianych towarów różnił się o $0,1 h \cdot t^{-1}$ w porównaniu do lat przed i po pandemii koronawirusa. W przypadku tego wskaźnika pandemia oraz konflikt zbrojny nie miały wpływu na efektywność realizowanych przewozów.

Ostatnim, ale bardzo istotnym wskaźnikiem oceny efektywności realizowanych przewozów była niezawodność transportu. Jest to wskaźnik mający szczególnie znaczenie w ocenie logistycznych łańcuchów dostaw.

Na rysunku 6 przedstawiono średnią wartość wcześniej wymienionego wskaźnika. Na podstawie zebranych danych stwierdzono, że wskaźnik ten w analizowanych latach utrzymywał się na wysokim poziomie – powyżej 90%. Jednak to w 2020 roku

przedsiębiorstwo osiągnęło najlepsze wyniki w kwestii niezawodności transportu, określanej jako stosunek liczby terminowo wykonanych przewozów do liczby wszystkich przewozów, wrazonej w ujęciu procentowym.



Rysunek 6. Niezawodność zrealizowanych procesów transportowych na przestrzeni lat 2019–2022
Figure 6. Reliability of realized transportation processes over the period 2019–2022

Źródło: opracowanie własne.
Source: own study.

W początkowej fazie pandemii COVID-19 wysoki wynik niezawodności zrealizowanych procesów transportowych, wynoszący 97%, można tłumaczyć niepewnością związaną z trudnościami w przewidywaniu zmian popytu na usługi transportowe. Ta niepewność przyczyniła się do mniejszej liczby zleceń od kontrahentów, co z kolei ułatwiło utrzymanie terminowości dostaw do klientów.

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując, należy stwierdzić, że zarówno pandemia COVID-19, jak i rozwijający się konflikt zbrojny miał istotny wpływ na efektywność realizacji procesów transportowych w wybranej firmie. Wpływ ten dotyczył zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio funkcjonowania firmy w czasie pandemii. Czynniki te wymusiły dostosowanie się przedsiębiorstwa do nowych warunków i podjęcia odpowiednich działań w celu utrzymania wysokiej jakości usług transportowych oraz stabilności w realizacji przewozów, pomimo ogromnych trudności związanych z ich realizacją. Na podstawie przeprowadzonej analizy oraz wyliczonych wskaźników logistycznych sformułowano następujące wnioski:

1. **Pandemia wywołana wirusem SARS-CoV-2 oraz rozpoczęty konflikt zbrojny zdecydowanie wpłynęły na czas realizacji zleceń transportowych w wybranej firmie. Nie miał natomiast wpływu na przebieg ładowny oraz masę przewiezionych ładunków.**

2. Pandemia w latach 2020–2021 przyczyniła się do zmiany w kosztach transportu ładunków w analizowanej firmie. Odnotowano wyraźny ich wzrost w analizowanym okresie.
3. Okres pandemii oraz konfliktu zbrojnego miał niewielki wpływ jakością realizowanych usług w wybranej firmie. Świadczy o tym wyższy poziom wskaźnika niezawodności transportu w latach 2021–2022 w porównaniu do 2019 roku, przed pandemią.

Bibliografia

- Al-Awadhi A.M., Alsaifi K., Al-Awadhi A., Alhammadi S., 2020: Death and Contagious Infectious Diseases: Im-pact 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>
- Brach J., Pawłowska M. Wojtowski B., 2021: Wybrane aspekty usprawniania dostaw w logistyce ostatniej mili. Wyzwania dla współczesnych miast, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Brząkała M., 2022. Wpływ pandemii oraz ataku Rosji na Ukrainę na logistykę ostatniej mili z uwzględnieniem rozwoju zachowań konsumenckich oraz globalnych łańcuchów dostaw, [w:] B. Chrapaczyńska, M. Świrad (red.), *Funkcjonowanie biblioteki naukowej w zmieniającym się otoczeniu społecznym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, 25–39.
- 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 Re-search Interdisciplinary Perspectives* 5, 100121, <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100121>
- Drożdż J., Mroczek R., 2020: Przemysł spożywczy – rozwój w warunkach zmian otoczenia zewnętrznego, *Przemysł Spożywczy* 8, 6–13.
- Espitia A., Rocha N., Ruta M., 2020: COVID-19 and Food Protectionism. The Impact of the Pandemic and Export Restrictions on World Food Markets, *World Bank Policy Research Working Paper 9253*, World Bank, Washington.
- 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>
- Fertsch M. (red.), 2006: *Słownik terminologii logistycznej*, Wydawnictwo Instytutu Logistyki i Magazynowania, Poznań.
- Galińska B., Rybińska K., 2014: Istota procesów transportowych w przedsiębiorstwach branży spożywczej. *Logistyka. Tom 3*, Politechnika Łódzka, Wydział Organizacji i Zarządzania, Łódź.

- GUS, 2022: Przewozy ładunków i pasażerów w 2021 roku, [źródło elektroniczne] <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/transport/przewozy-ladunkow-i-pasazerow-w-2021-roku,11,10.html>, [dostęp: 25.04.2023].
- Kłostowska Ż., 2022: UNCTAD: Wojna na Ukrainie zakłóca globalne łańcuchy dostaw, [źródło elektroniczne] <https://www.gospodarkamorska.pl/unctad-wojna-na-ukrainie-zakloca-globalne-lancuchy-dostaw-65105> [dostęp: 25.04.2023].
- Kuczyńska-Chałada M., 2021: Logistyka przedsiębiorstwa w obliczu zmian wywołanych sytuacją kryzysową, *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* (1), 34–40.
- Pakulniewicz M., 2022: Wojna na Ukrainie oznacza nowe problemy w łańcuchach dostaw. Kto ucierpi najbardziej?, [źródło elektroniczne] <https://trans.info/pl/wojna-na-ukrainie-moze-zaklocic-lancuchy-dostaw-276586> [dostęp: 25.04.2023].
- PKO Bank Polski SA, 2021: Trendy Sektorowe [źródło elektroniczne] https://www.pkobp.pl/media_files/abd8c084-f846-4184-81a8-c7f541eebe0d.pdf?srsId=AfmBOor-tCQ9KP7vt-CayCjHDLmPocqKZO-iBaSBd4xwvq1t-upveWo4o [dostęp: 25.04.2023].
- Poliński J., Ochociński K., 2021: Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie pasażerskiego transportu kolejowego, *Problemy Kolejnictwa* 190, s. 31–43.
- Pomykała A., 2021: Zmiany na rynku transportowym w erze COVID-19. Pierwszy rok pandemii, *Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP* 2(123), s. 315–323.
- Smyk S., 2016: Obsługa logistyczna, Wydawnictwo Akademii Obrony Narodowej, Warszawa.
- Spyra Z., 2008: Kanały dystrybucji. Kształtowanie relacji, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa.
- Starkowski D., 2016: Analiza procesu przewozowego na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa transportowo spedycyjnego podczas przewozu truskawek. Część II – teoretyczne zasady planowania operacji przewozowej, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 6, 1547.
- Starkowski D., Bińczak K., Zwierzycki W., 2010: Samochodowy transport krajowy i międzynarodowy. Kompendium wiedzy praktycznej. Tom III. Środowisko pracy kierowcy. Wydawnictwo SYSTHEM TECHNIK, Poznań.
- Strange R., 2020: The 2020 COVID-19 pandemic and global value chains, *Journal of Industrial and Business Economics* 47, 455–465.
- Szczepaniak I., Ambroziak Ł., Drożdż J., Mroczek R., 2020: Przemysł spożywczy w obliczu pandemii COVID-19, *Przemysł Spożywczy* 74(5), 2–7.
- Taleb N., 2014: Czarny łabędź. O skutkach nieprzewidywalnych zdarzeń. Warszawa: Kurhaus.
- Transport i Logistyka Polska [TiLP], SpotData, 2022: Transport drogowy w Polsce 2021+, [źródło elektroniczne] <https://tlp.org.pl/wp-content/uploads/2022/04/raport.pdf> [dostęp: 25.04.2024].
- Twaróg J., 2003: Mierniki i wskaźniki logistyczne. Instytut Logistyki i Magazynowania EAN Polska, Poznań, s. 62–66