

Logistyka wczoraj, dziś i jutro

Nowe wyzwania i kierunki przemian
w logistyce i transporcie



Logistyka wczoraj, dziś i jutro

Nowe wyzwania i kierunki przemian
w logistyce i transporcie

Redakcja naukowa:

Monika Roman
Joanna Domagała
Aleksandra Górecka



Wydawnictwo SGGW
Warszawa 2022

Wydawnictwo SGGW

© Copyright by Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2022

Recenzenci:

prof. dr hab. Lech Bukowski
prof. dr hab. Mirosław Chaberek
prof. dr hab. Sabina Kauf
prof. dr hab. Bogdan Klepacki
prof. dr hab. Tomasz Nowakowski
prof. dr hab. Michał Pietrzak
prof. dr hab. Dariusz Pyza
prof. dr hab. Maciej Stajniak
prof. dr hab. Jacek Szoftysek
prof. dr hab. Maciej Szymczak
dr hab. Piotr Bórawski, prof. UWM
dr hab. Halina Brdulak, prof. SGH
dr hab. Sebastian Jarzębowski, prof. ALK
dr hab. Piotr Gradziuk, prof. IRWiR PAN
dr hab. Joanna Domagała, prof. SGGW
dr hab. Mariusz Jedliński, prof. AM
dr hab. Andrzej Jezierski, prof. UG
dr hab. Arkadiusz Kawa, prof. UEP
dr hab. inż. Ewa Kulińska, prof. PO

dr hab. Aleksandra Laskowska-Rutkowska,
prof. Uczelni Łazarskiego
dr hab. Elżbieta Szymańska, prof. SGGW
dr hab. Michał Roman
dr hab. Ludwik Wicki, prof. SGGW
dr hab. Marcin Wysokiński, prof. SGGW
dr Jakub Doński-Lesiuk
dr Teresa Gądek-Hawlena
dr Magdalena Golonko
dr Aleksandra Górecka
dr Barbara Kusto
dr Aleksandra Lubańska
dr Konrad Michalski
dr Iwo Nowak
dr Luiza Ochnio
dr Piotr Pietrzak
dr Monika Roman
dr Wioleta Sobczak-Malitka
dr Maciej Stawicki
dr Marek Wróbel
dr Maria Zych-Lewandowska

Redaktor merytoryczny: Dominika Cichocka

Redaktor techniczny: Violetta Kaska

ISBN 978-83-8237-110-9 (wersja elektroniczna)

Wydawnictwo SGGW

ul. Nowoursynowska 161, 02-787 Warszawa

tel. 22 593 55 20 (-25, -27 – sprzedaż)

e-mail: wydawnictwo@sggw.edu.pl

www.wydawnictwosggw.pl



Wydawnictwo SGGW



[wydawnictwosggw](https://www.instagram.com/wydawnictwosggw)

Spis treści

Wstęp	5
Rozdział 1. Innowacyjne rozwiązania w systemie transportowym Wiednia (<i>Aleksandra Górecka, Agata Niegardowska</i>)	7
Rozdział 2. Koncepcja <i>Smart City</i> w polskich warunkach na przykładzie Krynicy-Zdroju (<i>Maria Zych-Lewandowska</i>)	28
Rozdział 3. Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie transportu miejskiego w Warszawie (<i>Joanna Domagała</i>)	42
Rozdział 4. Analiza pośrednich emisji pojazdów samochodowych w Polsce (<i>Julia Parchem, Błażej Mach</i>)	55
Rozdział 5. Możliwości zastosowania transportu autonomicznego w transporcie drogowym w opinii studentów i menadżerów logistyki (<i>Volha Amelianchuk, Bogdan Klepacki</i>)	69
Rozdział 6. Bezpieczeństwo transportu drogowego materiałów niebezpiecznych w opinii kierowców (<i>Joanna Domagała, Justyna Gorzkowska</i>)	83
Rozdział 7. Kolej dziś i jutro. Przyszłość transportu kolejowego (<i>Jakub Wężyk, Michał Kosiacki, Anna Belichenko</i>).....	98
Rozdział 8. Modernizacja taboru kolejowego na przykładzie lokomotywy serii ET22 (<i>Antoni Mężyński, Martyna Górna</i>)	108
Rozdział 9. Oddziaływanie sytuacji kryzysowej na stan i rozwój transportu lotniczego (<i>Dominika Socha, Bogdan Klepacki</i>).....	123
Rozdział 10. Determinanty działalności i struktura hubów lotniczych na świecie (<i>Aleksandra Górecka, Piotr Sadowski</i>)	134
Rozdział 11. Logistyka zaopatrzenia linii lotniczej w części zamienne (<i>Michał Roman, Justyna Kędziora</i>)	145

Rozdział 12. Organizacja łańcucha logistycznego na przykładzie maszyn rolniczych firmy Roltop (<i>Monika Roman, Kacper Płatek</i>)	172
Rozdział 13. Zamknięty łańcuch dostaw jako rozwiązanie dla zaburzonych procesów logistycznych (<i>Michał Skrzypek, Błażej Mach</i>)	183
Rozdział 14. Wykorzystanie automatyzacji procesów w logistyce magazynowej firmy wytwórczej (<i>Katarzyna Pyśk, Konrad Michalski</i>)	193
Rozdział 15. Możliwości oraz ograniczenia rozwoju <i>e-commerce</i> w opinii konsumentów (<i>Kamila Serafińska, Bogdan Klepacki</i>)	205
Rozdział 16. Szanse i wyzwania handlu elektronicznego w sektorze owoców i warzyw (<i>Wioleta Sobczak-Malitka</i>)	215
Rozdział 17. Zmiany na rynku pracy w sektorze transportu i magazynowania w Polsce (<i>Luiza Ochnio, Grzegorz Koszela</i>)	226

Wstęp

W świetle dynamicznie zmieniających się uwarunkowań gospodarczych w różnych częściach świata zapewnienie na wystarczająco wysokim poziomie usług logistycznych i transportowych staje się coraz większym wyzwaniem dla branż transport, spedycja i logistyki. Pojawiają się takie problemy, jak przerwane łańcuchy dostaw w wyniku pandemii COVID-19 czy wojny na Ukrainie, wysokie ceny surowców w tym wysokie koszty paliwa czy brak wykwalifikowanych, doświadczonych pracowników. Zmiany, które przyniosły ostatnie lata, niewątpliwie spowodowały przekształcenia w globalnych łańcuchach dostaw i modelach biznesowych przedsiębiorstw. Należy zatem się zastanowić, czy prognozy opierające się na przeszłości będą coraz bardziej traciły na znaczeniu, a teoria chaosu stanie się podstawą działania?

Rozwiązań współczesnych problemów można poszukiwać w innowacyjnych koncepcjach kształtowania elementów systemu logistycznego. Wydaje się, że nowe kierunki działań w logistyce będą dotyczyły widzenia i rozumienia całości procesów w globalnym łańcuchu oraz identyfikowania ryzyka i zarządzania bezpieczeństwem (również tym energetycznym), a także elastyczności i szybkości przystosowania się do zmian. Logistyka przyszłości powinna zatem pozwolić na lepsze, bardziej efektywne i skuteczne zaprojektowanie działań mimo wzrastających czynników zmienności i niepewności. Dlatego też w niniejszej monografii dotyczącej logistyki – wczoraj, dziś i jutro – poruszone zostały różne obszary poczynając od innowacji w systemach transportu miejskiego, ekologicznych i autonomicznych rozwiązań w transporcie drogowym, zmian w transporcie kolejowym i lotniczym, aż do rozwoju e-commerce i właściwego kształtowania łańcuchów dostaw.

Przekazujemy Państwu monografię, która jest owocem dyskusji prowadzonych w ramach Warszawskich Dni Logistyki 2022. Monografia zawiera wyniki badań studentów i naukowców dotyczące trendów oraz wyzwań we współczesnej logistyce i transporcie. Jako redaktorki naukowe pragniemy podziękować Ministerstwu Edukacji i Nauki za objęcie konferencji dofinansowaniem w ramach programu „Doskonała nauka” oraz sponsorom, bez których konferencja nie mogłaby się odbyć: sponsorom złotym: Interlogis Poland Sp. z o.o., C.H. Robinson, ROHLIG SUUS Logistics, Mainfreight Poland Sp. z o.o.; sponsorom srebrnym: cargo-partner, DACHSER, DPD Polska Sp. z o.o., Grupa Eurocash,

FIEGE, Geis PL oraz sponsorom rzeczowym: DB Schenker, Nowoczesne Zarządzanie Biznesem. Składamy serdeczne podziękowania wszystkim współautorom książki za wkład pracy w jej przygotowanie. Dziękujemy Recenzentom za wnikliwe uwagi, które niewątpliwie przyczyniły się do podniesienia jakości monografii.

Redaktorki naukowe:

dr Monika Roman

dr hab. Joanna Domagała, prof. SGGW

dr Aleksandra Górecka

Innowacyjne rozwiązania w systemie transportowym Wiednia

Aleksandra Górecka¹, Agata Niegardowska²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów, Katedra logistyki, <https://orcid.org/0000-0002-2679-561X>

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

Wprowadzenie

W XIX wieku innowacje są jednym z kluczowych elementów, które napędzają rozwój różnych dziedzin działalności w gospodarce. Innowacje są stosowane obecnie w każdej dziedzinie życia, a ich wdrażanie wpływa na usprawnienie funkcjonowania procesów i urządzeń, rozwiązań, pozwalając na uzyskanie szeregu korzyści.

Innowacja to pojęcie, które nie zostało jednoznacznie sprecyzowane i w związku z tym spotyka się określenia, z różnych perspektyw, które są bardziej lub mniej złożone. Ciężko jest wskazać jednoznaczną definicję, która zostanie zaakceptowana przez wszystkich, ponieważ innowacja bywa różnie rozumiana i postrzegana, dlatego jest to termin, który ciągle wraz z pojawieniem się nowych czynników jest uaktualniany oraz uzupełniany [Górka, 2015]. Za autora, który jako pierwszy opisał definicję innowacji i wprowadził ją do literatury uznawany jest Schumpeter [1960], który opisał ją jako pięć występujących przypadków:

- wprowadzenie całkowicie nowego towaru, z którym konsumenci nigdy wcześniej się nie spotkali lub nowego gatunku towaru;
- zastosowanie nowej metody produkcyjnej, takiej która nigdy wcześniej nie została wykorzystana, ani nie opiera się na czymś, co zostało już wdrożone;
- otwarcie nowego rynku, czyli wprowadzenie danej gałęzi przemysłu na rynek, na którym wcześniej nie funkcjonowała lub stworzenie całkowicie nowego rynku;
- zastosowanie nowych surowców lub komponentów, lub wykorzystanie nowych źródeł ich pozyskiwania;
- utworzenie nowej formy organizacji w danej gałęzi.

W założeniu Schumpetera najważniejsze było to, że innowacja to musi być coś kompletnie nowego, musi to być jej pierwsze zastosowanie [Niedzielski i Rychlik, 2006], a innowacje to fundamentalne lub radykalne zmiany, które za każdym razem są czymś niepowtarzalnym i unikalnym, czymś co występuje jednorazowo [Stawasz i Niedbalska, 2011]. Należy zauważyć, że Freeman i Soete [1997] również podchodzą do tego terminu jako do czegoś wcześniej niespotykanego i określają ją jako pierwsze wprowadzenie do użytku nowego produktu, systemu lub urządzenia. Według Druckera [1992, s. 29] innowacja jest „szczególnym narzędziem przedsiębiorców, za pomocą którego ze zmiany czynią oni okazję do podjęcia nowej działalności gospodarczej lub świadczenia nowych usług”. Oznaczało to, że pojęcie należy postrzegać jako narzędzie, które można użyć, by wykorzystać możliwości dostępnych zasobów i nadać im nową użyteczność oraz wartość, a więc ciągłe zmiany zachodzące w gospodarce, powinny mobilizować do działania i do wykorzystywania pojawiających się okazji [Żero, 2018].

Warto też zwrócić uwagę na wyjaśnienie, które określa, że innowacją jest wszystko postrzegane jako nowe, czyli może istnieć od dawna, ale jeśli są dla kogoś nowością, to są dla tej osoby innowacją [Rogers, 1983; Kotler, 2005].

Jeśli chodzi o pojęcie innowacji, to należy również przytoczyć jej definicję z Podręcznika Oslo [GUS 2020, s. 22], według którego innowacja to „nowy lub ulepszony produkt, lub proces (lub ich połączenie), który różni się znacząco od poprzednich w danej jednostce i który został udostępniony potencjalnym użytkownikom (produkt) lub wprowadzony do użytku przez jednostkę (proces)”. Innowacje to nowe oraz ulepszone produkty, procesy, lub metody, co pozwala na uwzględnienie wielu koncepcji jako innowacji, bez różnicy czy chodzi o innowację na skalę światową, czy nowość dla danego rynku, czy tylko dla danej jednostki [Stawasz i Niedbalska, 2011; Miakieła, 2018]. Różnorodność definicji jest duża, jednak tak jak zauważył Baruk [2002], są cechy, które łączą te pojęcia:

- stanowi korzystną zmianę, która ma praktyczne zastosowanie;
- zmiany dotyczą produktów, procesów, metod, rynku, a ich udoskonalenia powinny przynosić korzyści;
- wpływa na rozwój gospodarczy i postęp technologiczny;
- wymagają określonego zasobu wiedzy.

Autorzy, którzy zajmują się zagadnieniem innowacji, dzielą się dwie grupy. Pierwsza przedstawia pojęcie w szerokim ujęciu i opisuje, że innowacje to coś ulepszanego czy poprawionego, a druga grupa – w wąskim ujęciu wskazuje, że stanowi konkretną zmianę coś, co mocno wpłynie na funkcjonowa-

nie danej dziedziny [Žero, 2018]. Jednak cechą wspólną jest to, że zostały wprowadzone na rynek i co się z tym wiąże, przyczyniają się do rozwoju danego obszaru oraz usprawniają funkcjonowanie społeczeństwa i/lub przedsiębiorstwa [Makieła, 2018].

Zagadnienie innowacji w literaturze przedmiotu nie obejmuje wyłącznie wskazania nowoczesnych rozwiązań, które nigdy wcześniej nie wystąpiły, ale dotyczy wszelkich ulepszeń i udogodnień, które pozwalają na poprawę funkcjonowania przedsiębiorstw. Zmiany uznawane za innowacyjne często rozpoczynają się od potrzeby, następnie pomysłu, i dalej rozwiązania stanowiącego kluczową zmianę i powodującego poprawę funkcjonowania firmy, miasta czy gospodarki.

Cele i metody badawcze

Celem głównym rozdziału było rozpoznanie innowacyjnych rozwiązań wykorzystywanych w systemie transportowym miast. Zagadnienie zostało przedstawione na przykładzie Wiednia, które zostało w 2019 roku uznane za najinteligentniejsze miasto na świecie według rankingu „Smart City Strategy Index” [Henzelmann, 2019]. Okres badań to 2021 rok.

Do metod gromadzenia danych do pracy wykorzystano studia literaturowe. Metoda dokumentacyjna, a także wykorzystanie danych statystycznych oraz wyników przeprowadzonych już badań i analiz pomogły w zgłębieniu informacji na temat rozwiązań wdrożonych w systemie transportowym Wiednia. Do przetworzenia zebranych danych została wykorzystana analiza SWOT, za pomocą której oceniono miasto pod względem zastosowanych w nim innowacyjnych rozwiązań transportowych. Jeśli natomiast chodzi o przedstawienie i analizę danych statystycznych, zostało to wykonane za pomocą metod statystyki opisowej.

Znaczenie systemu transportowego w mieście

Transport jest procesem zaspokajania potrzeb związanych z przewozem i przemieszczaniem się, również na terenie miasta [Siedlecka, 2016]. Transport miejski zapewnia zaspokojenie potrzeb komunikacyjnych związanych z przemieszczaniem się osób, które wynikają z odległości między miejscem docelowym a miejscem zamieszkania [Mądział, 2016]. Ludzie przemieszczają się z różnych powodów, jednym z kluczowych jest komunikacja związana z dojazdami do pracy, szkoły, uczelni, czyli taki, który odbywa się regularnie i w stałych porach. Przepływ osób w mieście odbywa się również w innych celach, które są mniej systematyczne,

czyli związane z zakupami, wyjazdami służbowymi, czy wyjazdami rekreacyjnymi [Kusztal, 2013; Mądział, 2016]. Jeśli chodzi o przewóz osób, należy zauważyć, że transport miejski jest tym, co łączy miasto w układzie funkcjonalnym, gdzie miasto uznaje się za system zależności między występującymi tam elementami (tj. praca, mieszkanie, usługi, wypoczynek) [Ejdys, 2014]. Tym samym transport zapewnia powiązania komunikacyjne oraz lepszą dostępność komunikacyjną, co zapobiega wykluczeniu społecznemu, które może wynikać z braku możliwości przemieszczania się [Żmuda-Trzebiatowski, 2016].

W mieście ważne są również przewozy ładunków, w tym dostawy surowców, czy materiałów niezbędnych do procesów produkcyjnych, a także dostawy produktów, które zaopatrują punkty detaliczne, tj. sklepy, hurtownie. Transport odpowiada też za czynności związane z wywozem nieczystości z terenu miasta, co jest kluczowe dla działalności miasta i dbania o odpowiednią jakość życia jego mieszkańców [Szołtysek, 2009].

System transportowy miasta jest różnie rozumiany i interpretowany, jedna z definicji opisuje go jako zespół wszystkich urządzeń, które wykorzystuje się do przemieszczania w danej przestrzeni oraz związaną z tym organizację [Ejdys, 2014]. Podobną definicję przedstawił również Podolski [1991], który ujął ten system jako grupę urządzeń służących do transportu osób i ładunków oraz wszystkie relacje stworzone między tymi urządzeniami. Można zatem określić, że jest to element logistyki miejskiej, który zapewnia realizację powiązań komunikacyjnych w mieście [Szymczak, 2018].

Za elementy tworzące systemem transportowy miasta należy uznać:

- infrastrukturę miasta;
- środki transportu miejskiego;
- organizację przemieszczeń w mieście.

Infrastruktura miasta to zorganizowany system elementów, które umożliwiają transport, oraz przepływ informacji. Infrastrukturę dzielimy na: liniową, punktową, komunikacyjną. Infrastruktura liniowa obejmuje: sieć drogowo-uliczną; torowiska; sieć trakcyjną: tramwajów, trolejbusów, kolei, metra; chodniki; ścieżki rowerowe [Szymczak, 2008]. Czyli należy ująć, że stanowi sieć powiązań, które służą do przemieszczania się po nich. Infrastruktura punktowa w swoim znaczeniu oznacza obiekty lub miejsca służące do wymiany, obsługi pasażerów i/lub do obsługi środków transportowych. W jej skład wchodzi: przystanki komunikacji miejskiej; stacje metra; zajezdnie; dworce i stacje kolejowe; parkingi; punkty wypożyczania rowerów/hulajnóg.

Ważnym elementem jest również infrastruktura komunikacyjna, która zapewnia sprawne funkcjonowanie infrastruktury liniowej i punktowej, dzięki

zapewnieniu niezbędnego przepływu informacji. Infrastruktura komunikacyjna obejmuje głównie sieci telekomunikacyjne, a także inne środki przekazu i wymiany danych, w tym systemy informacji dla podróżnych, które zapewniają łatwy dostęp do informacji aktualizowanych na bieżąco, m.in. o odjazdach i przyjazdach, zmianach w rozkładach, miejscu położenia, kolejnym przystanku, czy też o możliwych utrudnieniach, oraz systemy informacyjne dla kierowców, które informują o bieżących utrudnieniach, ale też o dostępnych miejscach postojowych na danym obszarze.

Środki transportu w systemie komunikacyjnym stanowią wszelkiego rodzaju maszyny i urządzenia, które umożliwiają przemieszczanie osób. Jest to szeroka grupa pojazdów, dlatego by je pogrupować, dzielimy je na [Wyszomirski, 2022]:

- środki transportu indywidualnego, czyli rower, hulajnoga, motocykl, samochód osobowy itp.;
- środki transportu grupowego, czyli samochód osobowy, taksówka, bus, jeśli są używane przez kilka osób;
- środki transportu zbiorowego, czyli autobus, trolejbus, tramwaj, metro, pociąg kolei miejskiej.

Organizacja systemu transportowego ma na celu integrowanie poszczególnych środków transportu, by zapewnić jak najwyższą mobilność dla mieszkańców. Integrację transportu w mieście możemy podzielić na dwa aspekty [Janic, 2001]:

- integracja transportu indywidualnego z transportem zbiorowym, ten rodzaj integracji tworzony jest dzięki budowie infrastruktury łączącej różne formy transportu (np. obiekt typu „parkuj i jedź”, punkty łączące różne środki transportu), a także dzięki systemom dostarczającym informacji i umożliwiającym zarządzanie ruchem;
- integracja transportu zbiorowego, co ma na celu usprawnienie funkcjonowania autobusów, tramwajów, metra i kolei. Działania obejmują integrację sprzętu (np. użytkowanie torów kolejowych przez różne środki transportu), oprogramowanie związane z systemami informacyjnymi, synchronizacja rozkładów jazdy oraz łączenie biletów i systemów taryfowych.

Integracja środków transportu to spore wyzwanie, które wymaga sprawnego zarządzania informacją oraz zadbania o stworzenie odpowiedniej infrastruktury [Jurczak, 2021]. Ważną rolę w kontekście integracji mają także dostępne obecnie systemy informatyczne, które służą m.in. do [Jurczak, 2021]:

- zarządzania i planowania tras, które tworzone są, by zapewnić jak najkrótszy dojazd, a także system dostarcza niezbędnych informacji o przesiadkach, gdzie możliwa jest zmiana środka transportu;
- zarządzania ruchem, by usprawnić przejazd i uniknąć utrudnień;

- zarządzania informacjami o dostępności środka transportu, w przypadku wykorzystywania usług *car-sharingu* czy usług wypożyczania hulajnogi;
- zarządzania płatnościami, by zintegrować również sposób płatności za przejazd.

Elementy systemu transportowego są od siebie zależne i tylko sprawna współpraca między nimi może skutkować uzyskaniem oczekiwanych korzyści. Infrastruktura i środki transportu prawidłowo zarządzane dzięki organizacji powodują [Zamkowska, 2010]: większą dostępność środków transportu, skrócenie czasu podróży, większy komfort i bezpieczeństwo, możliwość wyboru najkrótszej trasy, dostępność usług dodatkowych.

System transportowy Wiednia

Wiedeń jest stolicą Austrii oraz największym miastem w kraju. Położony jest nad Dunajem, w północno-wschodniej części Austrii, między Lasem Wiedeńskim a Kotliną Wiedeńską, na wysokości około 193 m n.p.m. Administracja miasta działa według prawa lokalnego określonego w statucie miejskim, a jednocześnie jednym z dziewięciu krajów związkowych Austrii [AEIOU/Wien, 2010]. Miasto podzielone jest na 23 dzielnice, obejmuje powierzchnię około 414,9 km² i według danych na 1 stycznia 2021 roku liczba ludności wynosiła 1 920 949, co dało gęstość zaludnienia na poziomie 4 630 os./km². Teren miasta to w przeważającej części obszary zielone, czyli parki, ogrody i lasy, które stanowią około 45% powierzchni miasta, kolejne 36% stanowią tereny zabudowane, a wszelkiego rodzaju drogi i ulice, które tworzą obszar ruchu stanowią 14,5% powierzchni miasta [Statistics Vienna, 2021].

Wiedeń jako stolica państwa jest siedzibą głównych organów państwowych (tj. parlamentu i rządu federalnego, prezydenta), a także siedzibą ważnych organizacji międzynarodowych (m.in. organy ONZ, IAEA, OPEC), oraz kluczowych instytucji finansowych, przedsiębiorstw i uczelni. Miasto stanowi ważny ośrodek przemysłowy, handlowy i kulturalny dla całego kraju oraz jest istotnym punktem Austrii ze względów politycznych, gospodarczych czy też kulturalnych, a jednocześnie przyciąga turystów dzięki bogactwu historycznemu, licznym zabytkom oraz dzięki wyjątkowej atmosferze. Wiedeń jest również kluczowym węzłem drogowym i kolejowym w skali całego kraju, ponieważ przechodzą przez niego ważne drogi krajowe oraz linie kolejowe [B2B.Wien, b.d.].

Do prawidłowego funkcjonowania kołowego systemu transportowego niezbędna jest rozbudowana sieć drogowa. W 2019 roku długość dróg i ulic w Wiedniu wynosiła 2787 km, czyli około 672 km na 100 km² powierzchni mia-

sta, długość ścieżek rowerowych natomiast to ponad 1600 km, co przekłada się na zagęszczenie wynoszące około 386 km na każde 100 km².

W ramach transportu publicznego funkcjonowały różne środki transportu, tj. metro, tramwaje, autobusy, które obsługiwane są przez spółkę Wiener Linien, a także kolej miejska, która zarządzana jest przez austriackie przedsiębiorstwo kolejowe Österreichische Bundesbahnen. Sprawne funkcjonowanie systemu transportowego w Wiedniu jest ważne, by wspierać mobilność mieszkańców i realizować cele związane z zwiększeniem wydajności całego systemu, wraz z obniżeniem jego negatywnego oddziaływania na otoczenie oraz z podnoszeniem jakości życia w mieście. Mieszkańcy Wiednia w 2019 roku (tabela 1.1) najczęściej wybierali transport publiczny, który stanowił 38% wszystkich przemieszczeń. Drugim najczęściej wybieranym sposobem lokomocji był ruch pieszy (28%), a z kolei indywidualna komunikacja samochodowa stanowiła 27%. Jeśli chodzi o transport rowerowy, to środek ten stanowił zaledwie 7% podróży w mieście [Statistics Vienna, 2021].

Tabela 1.1. Transport publiczny w Wiedniu w 2019 roku

	Metro	Tramwaje	Autobusy	Razem
Pasażerowie [mln osób]	459,8	304,8	196,1	960,7
Długość sieci [km]	83,0	225,4	860,5	1 168,9
Liczba linii	5,0	28,0	131,0	164,0
Liczba przystanków	109,0	1 076,0	4 291,0	5 476,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Statistisches Jahrbuch..., 2021, s. 46].

W Wiedniu dostępnych jest pięć linii metra (U1, U2, U3, U4, U6), a dodatkowa linia U5 jest w budowie. Sieć metra ma długość 83 km i 109 przystanków, a według danych w 2019 roku na torach operowało 758 zestawów pojazdów kolejowych oraz 124 wagony doczepiane, za pomocą których wiedeńska sieć metra obsłużyła 459,8 mln pasażerów w ciągu roku.

Sieć tramwajowa składa się z 28 linii, które oznaczane są od 1 do 71 z wyjątkiem linii O i D. Długość sieci wynosi ponad 225 km, po których przemieszcza się 478 zestawów pojazdów kolejowych oraz 134 wagony doczepiane. W Wiedniu znajduje się 1076 przystanków tramwajowych. Linie tramwajowe obejmują prawie całe miasto, a w 2019 roku z tramwaju skorzystało prawie 305 mln pasażerów.

Linie autobusowe tworzą sieć o długości 860,5 km z 4291 przystankami, która obsługiwana jest przez 427 autobusów. W mieście funkcjonuje 131 linii autobusowych, które rocznie przewożą około 196 mln pasażerów.

Kolej w obrębie miasta to również ważny środek transportu, w mieście kolejowe linie miejskie korzystają z torów wykorzystywanych również przez linie regionalne. Trasy sieci pociągów *s-bahn*, w obrębie Wiednia są to S1, S2, S3, S4, S7, S40, S45, S50, S60 oraz S80, co stanowi łącznie 10 linii, które w większości wychodzą poza granice Wiednia.

Ważnym elementem transportu kolejowego jest również pociąg CAT (ang. *city airport transport*), czyli linia kolejowa, która łączy bezpośrednio centrum miasta z lotniskiem, jest to połączenie z najkrótszym czasem podróży na tym ważnym kierunku i do tego bez żadnych przystanków pośrednich.

Transport zbiorowy obsługuje rocznie około 961 mln pasażerów, co jest możliwe przy tak rozbudowanej sieci, o łącznej długości 1168,9 km, oraz dzięki różnorodności, a także dzięki sprawnemu i niezawodnemu funkcjonowaniu, które pozwala na przemieszczanie się między obiektami bez częstych opóźnień i długiego oczekiwania.

Transport rowerowy jest ważnym elementem, ponieważ jest drugim najczęściej wybieranym środkiem transportu. Miasto ma rozbudowaną sieć ścieżek rowerowych, które pozwalają na sprawne poruszanie się w mieście. Oferuje wypożyczalnię rowerów miejskich CityBike działająca w obrębie całego miasta. System obsługuje ponad 120 stacji z możliwością wypożyczenia roweru na terenie całego miasta i oferuje ponad 1500 rowerów do wypożyczenia.

Pojazdy świadczące usługi oraz pojazdy zaopatrujące odpowiadają za transport komercyjny na terenie Wiednia. Organizacja zaopatrzenia punktów w obszarze miasta odbywa się przy pomocy mniejszych samochodów dostawczych, które dostarczają produkty z centrów dystrybucyjnych na obrzeżach miasta, dzięki czemu pojazdy ciężarowe nie utrudniają ruchu w centrum miasta. Pojazdy usługowe nie poruszają się według jednego określonego schematu tylko według zapotrzebowania w danym momencie, więc trasy są optymalizowane ze względu na potrzeby klientów. Tak więc pojazdy pocztowe poruszają się między punktami, do których w danym dniu muszą dostarczyć przesyłki, a taksówki jeżdżą między obiektami wyznaczonymi przez klienta. Pojazdy poruszające się w obrębie Wiednia to oprócz środków transportu publicznego i indywidualnego również pojazdy wykorzystywane przez dostawców, kurierów, listonoszy, a także pojazdy służące do wywozu odpadów.

System transportowy Wiednia jest to rozbudowana sieć wykorzystywana przez różne środki transportu, które dzięki organizacji i zarządzaniu sprawnie funkcjonują, zapewniając zaspokojenie występujących potrzeb.

Innowacje systemu transportowego Wiednia

Rozwiązania wdrażane w obszarze infrastruktury mają spowodować wzrost ruchu rowerowego, ruchu pieszego oraz zachęcić do korzystania z transportu publicznego w codziennym przemieszczaniu się po mieście, a także usprawnić dystrybucję na terenie miasta. Wprowadzane innowacje poprawiają funkcjonowanie transportu na terenie miasta oraz przynoszą również dodatkowe korzyści (tabela 1.2).

Tabela 1.2. Korzyści wynikające z wybranych innowacji infrastrukturalnych

Korzyść Innowacja	Poprawa bezpieczeństwa	Obniżenie kosztów	Ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko	Poprawa komfortu i dostępności	Upłynięcie ruchu
Tablice informacyjne				+	
Inteligentne sygnalizacje świetlne	+			+	+
Współdzielone pasy ruchu	+			+	
Wielofunkcyjne pasy ruchu	+			+	+
Węzły komunikacyjne (punkty mobilności)			+	+	+
Miejskie węzły paczkowe/towarowe		+	+		
Parkingi typu P&R; B&R; K&R		+	+	+	+
Stacje do ładowania pojazdów elektrycznych			+	+	

Źródło: opracowanie własne.

Tablice informacyjne na przystankach, stacjach metra i innych punktach przesiadkowych dostarczają podróżnym niezbędnych informacji o planowanych odjazdach czy też o występujących obecnie opóźnieniach, dzięki systemowi, który zapewnia przekazywanie informacji w czasie rzeczywistym.

Inteligentne programowanie sygnalizacji świetlnej określane również jako fazowanie sygnalizacji świetlnej wpływa na podniesienie poziomu bezpieczeństwa, upłynnienie ruchu, a także na poprawę komfortu użytkowników ruchu, w szczególności osób przemieszczających się pieszo i rowerzystów. Najczęściej przy standardowym programowaniu sygnalizacji, priorytet mają pojazdy silnikowe. Inteligentne fazowanie ma na celu zminimalizowanie czasu oczekiwania dla wybranych użytkowników, poprzez korekty czasów konkretnych faz cyklu sygnalizacji, dostosowując tym samym program pracy sygnalizacji do aktualnych potrzeb i wymagań w danej porze dnia z uwzględnieniem takich czynników jak: natężenie ruchu, warunki klimatyczne, informacje z innych części infrastruktury [Vienna City Administration, 2015]. Na kilku skrzyżowaniach sygnalizacja działa nie tylko przy użyciu czujników ruchu wykrywające pieszych, ale analizuje też otoczenie i zbliżających się pieszych, oprogramowanie oblicza prawdopodobną dalszą trasę i przekazuje dane do sygnalizacji, która zmienia się na zieloną, gdy tylko pieszy dotrze do światła. Głównym celem tego rozwiązania jest skrócenie oczekiwania pieszych oraz rowerzystów, a także priorytetowe traktowanie przejazdów środków komunikacji miejskiej, by również dzięki wprowadzeniu specjalnych faz pojazdy te mogły przejeżdżać przez skrzyżowania bez konieczności zatrzymywania się.

Optymalizację czasów cykli pracy sygnalizacji osiąga się również dzięki skróceniu odległości pokonywanej przez pieszych, poprzez wprowadzenie np. pasów wielofunkcyjnych. W określonych przypadkach rozwiązanie to zmienia przeznaczenie pasów ruchu do skręcania czy też pasów do parkowania i udostępnia je dla pieszych, rowerzystów czy dla transportu publicznego. Następuje poprawa jakości wykorzystania przestrzeni publicznej, płynniejsze i bezpieczniejsze poruszanie się przez pieszych i rowerzystów. Pasy parkingowe są reorganizowane w miejscach, w których spada popyt na miejsca parkingowe oraz tam, gdzie powstały wielopoziomowe parkingi kryte [Vienna City Administration, 2015]. Pasy wielofunkcyjne są elastycznym rozwiązaniem, dlatego też mogą być wykorzystywane jako krótkoterminowe strefy załadunku/wyładunku przez mieszkańców czy transport komercyjny. Ze względu na to, że transport komercyjny potrzebuje okresowo dłuższego czasu niż tylko krótkoterminowy postój. W ramach zarządzania miejscami parkingowymi ten rodzaj transportu można okresowo zwolnić z opłat i ograniczonego czasu postojowego, dzięki czemu również wykorzystywać miejsca parkingowe jako strefy przeładunkowe.

Reorganizacja przestrzeni ulicznej odbywa się również dzięki tworzeniu tzw. wspólnych przestrzeni, które są tworzone na obszarach śródmieścia, gdzie występują ulice typowo handlowe oraz tam, gdzie występują ulice mieszkalne. Jest to rozwiązanie, które umożliwia różnorodne wykorzystywanie ulicy, ponieważ każdy uczestnik ruchu może wspólnie z innymi korzystać z tej współdzielonej przestrzeni. Piesi uzyskują dodatkowe uprawnienia, ponieważ w tych strefach mogą oni przechodzić przez ulice w dowolnym miejscu, co naturalnie wpływa na ograniczenie ruchu samochodowego. Działanie tego rozwiązania uczy współistnienia w ruchu i pozwala by wszyscy użytkownicy, w szczególności osoby o ograniczonej sprawności ruchowej czy dzieci, mogli korzystać z tej przestrzeni w bezpieczny i sprawiedliwy sposób.

Węzły komunikacyjne (tzw. punkty mobilności) tworzone są, by ułatwić całonocowy dostęp do mobilności niskoemisyjnej. Powstają w miejscach łatwo dostępnych, w pobliżu przystanków komunikacji miejskiej. Węzły zapewniają dostęp do różnych usług, a także możliwość przesiadki między poszczególnymi środkami transportu publicznego. Punkty mobilności zapewniają dostęp do takich usług jak [Vienna City Administration, 2015]:

- wypożyczalnia rowerów, e-rowerów, skuterów itp.;
- *car sharing*;
- usługi pocztowe oraz kurierskie, np. skrzynki pocztowe, odbiór paczek;
- warsztaty napraw i serwisu;
- stacje ładowania pojazdów elektrycznych.

Dzięki nim użytkownicy mają lepszy i szybszy dostęp do oferowanych usług, co przekłada się na wyższy komfort użytkowania, a także pozwala na wsparcie eko-mobilności.

Przestrzeń w mieście jest mocno ograniczona ze względu na gęstą zabudowę, dlatego też trudno by w centrum miasta powstawały magazyny czy centra dystrybucji, które ułatwiałyby szybkie dostawy finalnym odbiorcom. Ułatwieniem w tej kwestii są miejskie węzły paczkowe, inaczej węzły towarowe, które stanowią bazę przeładunkową, w której przesyłki są rozdzielane, a następnie dostarczane odbiorcom. To rozwiązanie wpływa na ograniczenie emisji spalin oraz obniżenie kosztów dostawy, dzięki temu, że przy transporcie mogą być wykorzystywane elektryczne pojazdy. Przykładem takiego węzła jest węzeł miejski w Aspern Seestadt (część 22. dzielnicy Wiednia), który jest zarządzany przez firmę DPD. Paczki dowożone są do niego za pomocą dostawczych samochodów elektrycznych, a pozostałą część trasy z węzła do odbiorcy pokonują rowerem towarowym [Wirtschaftsagentur Wien, 2021]. Kolejnym przykładem jest innowacyjny projekt stworzony przez zespół kilku spółek – HUBERT. Jest to węzeł

miejski mieszczący się w porcie w Wiedniu, w którym przesyłki są konsolidowane, następnie dostarczane do finalnego odbiorcy przy użyciu pojazdów elektrycznych. Został utworzony, by zmniejszyć ruch towarowy w obrębie miasta [Wirtschaftsagentur Wien, 2021].

Parkingi typu Park&Ride, Bike&Ride oraz Kiss&Ride tworzone są przy węzłach przesiadkowych, dzięki temu można łatwo przesiąść się do różnych środków transportu. Park&Ride jest to miejsce, w którym można zaparkować samochód i w dalszej części podróży korzystać ze środków transportu publicznego. Bike&Ride to miejsca przesiadek z roweru na komunikację miejską. Parkingi Kiss&Ride służą do zatrzymywania się samochodem osobowym, w celu wypuszczenia pasażera.

Wzrost liczby pojazdów elektrycznych na terenie miasta powoduje, że należy zadbać o miejsca ładowania. W Wiedniu tworzona jest infrastruktura w tym zakresie, jednak ze względu na brak miejsca w centrum miasta ogranicza się powstawanie takich punktów do organizacji stref ładowania w punktach mobilności, a także na parkingach, przy postojach taksówek, supermarketach, biurach, czy budynkach mieszkalnych, coraz częściej tworzone są również e-garaże. Dostęp do punktów ładowania ułatwia użytkowanie pojazdów elektrycznych w mieście i wpływa na upowszechnienie tego typu pojazdów.

Następnie należy omówić korzyści wdrożenia wybranych innowacyjnych środków transportu (tabela 1.3). Innowacyjne rozwiązania dotyczące środków transportu w swoim założeniu dążą do zmniejszenia emisji spalin, ponieważ to pojazdy silnikowe napędzane paliwami kopalnymi powodują w mieście część zanieczyszczeń powietrza. Dlatego ważne jest by transport na terenie miasta odbywał się pojazdami niskoemisyjnymi. Autobusy bezzałogowe to w pełni autonomiczne pojazdy, napędzane są silnikiem elektrycznym, w których umieszczone są baterie pozwalające na cały dzień pracy. Ładowanie odbywa się w nocy w zajezdniach. W Wiedniu testowano pojazdy, które mieszczą do 11 pasażerów. Testy miały miejsca na krótkiej trasie od stacji metra U2 do centrum technologicznego [SmartCity Blog, 2017]. Pojazd komunikuje się z sygnalizacją świetlną czy z innymi elementami otoczenia zewnętrznego z wykorzystaniem czujników, które wykrywają pieszych, rowerzystów, inne pojazdy i przeszkody. Rozwiązania te pozwalają im na nawigację i wyznaczanie optymalnych tras. Pojazd był sprawdzany i testowany, by zwiększyć wydajność oraz poprawić bezpieczeństwo [Vienna Municipal Administration, 2019].

Niskoemisyjnymi pojazdami są także autobusy napędzane wodorem, które w porównaniu z autobusami z silnikami elektrycznymi produkują siedmiokrotnie mniej CO² i pokonują większe odległości, jednak mają dwukrotnie niższą wydajność wykorzystania energii [Grendys, 2020]. Pojazdy napędzane wodorem

Tabela 1.3. Korzyści wdrożenia wybranych innowacyjnych środków transportu

Korzyść Innowacja	Poprawa bezpieczeństwa	Obniżenie kosztów	Ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko	Poprawa komfortu i dostępności	Upłynnienie ruchu
Autobusy bezzalogowe	+	+	+		+
Autobusy napędzane ogniwem wodorowym			+		
Autobusy ElectriCitybusse		+	+		
Tramwaje niskopodłogowe	+			+	+
Tramwaje EcoTram	+	+	+	+	
Elektryczne taksówki			+		
Elektryczne pojazdy pocztowe		+	+		
Elektryczne pojazdy dostawcze		+	+		
Elektryczne skutery/hulajnogi towarowe			+		+
Rowery towarowe	+	+	+		+

Źródło: opracowanie własne.

działają na zasadzie przekształcenie wodoru w energię elektryczną, która zasila układ napędowy pojazdu. Montowane są w nich również baterie, które stanowią źródło zapasowej energii. W Wiedniu testowano autobus tego typu marki Solaris, a dokładnie pojazd Solaris Urbino 12 hydrogen, oraz autobus marki Hyundai model H2. Pojazdy napędzane wodorem nie generują szkodliwych substancji, a ich produkty uboczne to ciepło oraz para wodna, więc są rozwiązaniem, które nie powoduje zanieczyszczenia środowiska. Autobusy ElectriCitybusse to pojazdy zasilane elektrycznie, które zostały dostosowane do ładowania na końcowych stacjach, za pomocą podłączenia specjalnego ramienia do tramwajowych

linii energetycznych. Dzięki takiemu rozwiązaniu nie było potrzeby budowania nowych linii energetycznych i stacji ładowania przystosowanych do ładowania autobusów, ponieważ wykorzystano już istniejącą infrastrukturę. Pojazdy napędzane energią elektryczną są droższe w zakupie, jednak koszty ich eksploatacji są zwykle niższe niż pojazdów spalinowych, ponieważ koszt zakupu energii elektrycznej w porównaniu do kosztów zakupu paliw węglowodorowych jest mniejszy. Dodatkowo pojazdy Electricitybusse mają mniejszą baterię niż standardowe autobusy elektryczne, dzięki czemu ważą mniej, co przekłada się na ich większą wydajność. To rozwiązanie, jak wcześniej wymienione, wpływa na ogólne ograniczenie emisji, ale dzięki swojej konstrukcji powoduje również obniżenie kosztów eksploatacji.

Przykładem innowacyjnego środka transportu w Wiedniu są również niskopodłogowe tramwaje (ang. *ultra low floor*). Wysokość wejścia to około 18 cm, dzięki czemu wsiadanie i wysiadanie z tramwaju jest wygodne i pozbawione barier. Jest to spore ułatwienie, które również powoduje, że czas postoju na przystankach został skrócony, a także poprawiła się dostępność do usług komunikacji, w szczególności dla osób starszych i osób niepełnosprawnych. W tramwajach wprowadza się również udoskonalenia w systemach napędowych oraz układach hamulcowych, które poprawiają ich bezpieczeństwo i wydajność.

„EcoTram” jest to projekt związany z tramwajami niskopodłogowymi, który dąży do stworzenia inteligentnego tramwaju, który oferuje pasażerom jeszcze większy komfort podróży oraz powoduje większą oszczędność energii. Tramwaj EcoTram wyposażony jest wewnątrz w różne czujniki mierzące m.in. liczbę pasażerów, dopływ świeżego powietrza, temperaturę. System analizuje dane i w energooszczędny sposób dostosowuje temperaturę w pojeździe, zapobiegając przy tym wychłodzeniu czy przegrzaniu przedziału pasażerskiego [Gries, 2021]. Jest to rozwiązanie poprawiające bezpośrednio jakość podróżowania, ale też wpływające na obniżenie kosztów ich użytkowania.

Transport komercyjny również wprowadza innowacyjne środki transportu, dlatego na ulicach Wiednia można spotkać taksówki, pojazdy pocztowe czy pojazdy dostawcze z elektrycznym silnikiem. Pojazdy tego typu są nieodłącznym elementem funkcjonowania miasta, ze względu na świadczone przez nie usługi, dlatego by nie zaburzać działania miasta, a jednocześnie zmniejszyć emisję CO² pochodzącą od pojazdów z silnikami spalinowymi, tworzone są niskoemisyjne floty pojazdów użytkowych. Dzięki tworzeniu bezemisyjnych flot pojazdów transportu komercyjnego zmniejsza się ślad węglowy, czyli klienci nie ponoszą dodatkowych kosztów związanych z emisją CO², co wpływa na obniżenie cen usług.

Przestrzeń, w szczególności w centrum miasta, jest mocno ograniczona, dlatego rozwiązania typu elektryczny skuter towarowy czy rower towarowy są sposobem na dostawę w mieście, który nie powoduje wzrostu natężenia ruchu drogowego. Są to małe pojazdy, które nie zajmują zbyt dużo przestrzeni oraz nie oddziałują negatywnie na środowisko, a mogą sprawnie i szybko dostarczyć produkty do odbiorcy. W Wiedniu wprowadzone zostało kilka rozwiązań związanych z skuterami oraz rowerami towarowymi. Przykładem jednego z takich rozwiązań jest elektryczny skuter (hulajnoga) towarowy Flyingcarpet. Jest rozpoznawalny ze względu na stojącą pozycję kierowcy, która pozwala na lepszą obserwację otoczenia i szybsze pokonywanie wzniesień. W mieście przykładem roweru towarowego jest cargo e-Bike firmy Gleam [Wirtschaftsagentur Wien, 2021]. Dzięki zastosowanej technologii amortyzowane są wszystkie nierówności, co pozwala na bezpieczne przewożenie ładunku i wpływa pozytywnie na komfort użytkownika.

Innowacyjne środki transportu pozwalają na transport bez emisji spalin i innych zanieczyszczeń, niższy poziom hałasu, a także w przypadku pojazdów elektrycznych na lepszą efektywność, dzięki wyższej wydajności oraz dzięki braku zależności od zmian cen paliw kopalnych [Vienna City Administration, 2016]. Z kolei używanie rowerów i skuterów wpływa również na zmniejszenie natężenia ruchu drogowego.

Innowacje organizacyjne to rozwiązania integrujące środki i elementy transportu oraz ulepszające organizację transportu w mieście. ITS Vienna Region stanowi centrum zarządzania systemami do planowania ruchu na terenie trzech krajów związkowych, w tym na terenie Wiednia [Vienna City Administration, 2010]. Obejmuje zarządzanie ruchem i przekazywanie informacji o ruchu. Podmiot jest odpowiedzialny za zbieranie, przesyłanie i przetwarzanie danych dotyczących ruchu. Dzięki poszczególnym systemom składowym wyznacza trasy, dostarcza informacje w czasie rzeczywistym, m.in. o warunkach drogowych czy atmosferycznych, a także o występujących utrudnieniach. Dostarczanie informacji w czasie rzeczywistym jest możliwe dzięki gromadzeniu *big data* z wielu równoległych źródeł. Informacje dostarczane są m.in. przez taksówki wysyłające lokalizację i prędkość, przez czujniki, w które wyposażone są obiekty infrastrukturalne, dostarczając informację o rodzajach pojazdów i ich liczbie. Dane z pojazdów poddawane są analizie w czasie rzeczywistym i na podstawie wyników obliczeń, również w czasie rzeczywistym informacje są wysyłane do użytkowników transportu np. czas oczekiwania na pojazd.

Produkt stworzony przez ITS Vienna Region, czyli platforma online stanowi usługę transportową, która biorąc pod uwagę czynniki takie jak: cel podróży,

osobiste preferencje, warunki pogodowe i sytuację drogową, tworzy kombinacje sposobów na przemieszczenie się między wyznaczonymi obiektami, porównuje możliwości przejazdu, biorąc pod uwagę wszystkie dostępne środki transportu, możliwości ich łączenia, a także emisję CO², dzięki czemu oferuje przejazd optymalny pod względem czasu, komfortu i oddziaływania na środowisko.

Zarządzanie ruchem 2.0 to projekt, który ma na celu wprowadzenie inteligentnego systemu transportowego, który upłynni ruch, w szczególności ruch środków transportu zbiorowego oraz pieszych i rowerzystów, a także poprawi bezpieczeństwo na szlakach komunikacyjnych. W ramach projektu testowana jest aplikacja, za pomocą której użytkownik ma możliwość dostosowania prędkości do faz zielonych światła na swojej trasie. Aplikacja wspomaga płynne poruszanie się po mieście oraz ogranicza powstawanie kongestii, ponieważ informacje udostępniane użytkownikom wspomagają ruch bez zatrzymywania się, a także wpływają na szybsze reakcje uczestników ruchu podczas ruszania [Treichl, 2021].

Aplikacja stworzona przez Wiener Linen ułatwia korzystanie z transportu w mieście. łączy w sobie różne formy usług transportowych, tj. usługi komunikacji miejskiej, taksówki, rowery, hulajnogi, pojazdy *car-sharing* oraz inne. Oblicza trasy i oferuje środki transportu, z których można skorzystać w różnych kombinacjach, a także pozwala na zakup biletów, rezerwację taksówki czy wypożyczenie pojazdu w usłudze *car-sharing/bike-sharing*. Aplikacja łączy oferty różnych dostawców, zapewniając tym samym szeroki wybór sposobu przemieszczania się.

Organizacja transportu dotyczy działań optymalizujących i wspierających mobilność, a w szczególności ekomobilności, na terenie Wiednia. Jest to możliwe dzięki efektywnemu połączeniu transportu miejskiego, ruchu pieszego i rowerowego, co stanowi kluczowy element w dążeniu do ograniczenia emisji spalin.

Ocena Wiednia pod względem innowacyjnych rozwiązań transportowych

Wiedeń jest miastem dobrze rozwiniętym, a dzięki wprowadzaniu strategii ułatwiających funkcjonowanie różnych elementów miasta ciągle się rozwija i poprawia ogólną jakość życia jego mieszkańców. Ważną funkcję w tej kwestii pełni oczywiście transport, co zostało już omówione we wcześniejszych częściach tego opracowania.

Zastosowane rozwiązania w systemie transportowym wpłynęły na znaczną przewagę mocnych stron miasta nad słabościami pod tym względem (tabela 1.4). Dzięki zmianom funkcjonuje wydajny i zasobooszczędny transport, co wpływa

Tabela 1.4. Ocena innowacyjnych rozwiązań transportowych w Wiedniu – analiza SWOT

Mocne strony (<i>strengths</i>)	Słabe strony (<i>weaknesses</i>)
– koszty mobilności najniższe w Austrii, – dostęp do transportu miejskiego bez barier, – transport publiczny podstawą mobilności, – wysokorozwinięta infrastruktura, – brak opóźnień transportu publicznego, – szeroki dostęp do informacji drogowych, – wysoka jakość usług transportowych, – „miasto małych odległości”, – dobrze rozwinięta sieć rowerowa, – zmniejszenie natężenia ruchu drogowego, – sieć współdzielenia pojazdów, – zmniejszenie liczby zarejestrowanych pojazdów prywatnych na terenie miasta, – ograniczenie hałasu i emisji spalin, – zrównoważona dystrybucja towarów.	– problematyczne działanie administracji publicznej. – ciągłe zmiany w organizacji ruchu. – utrudnienia w ruchu ze względu na rozbudowę infrastruktury. – brak otwartości mieszkańców wobec zmian i nowych technologii.
Szanse (<i>opportunities</i>)	Zagrożenia (<i>threats</i>)
– dofinansowanie działań związanych z automatyzacją transportu, – dotacje państwowe dla mieszkańców przy zakupie pojazdów elektrycznych, – projekty krajowe zachęcające do rezygnacji z posiadania prywatnego samochodu, – inwestycje w rozwój sieci rowerowego transportu miejskiego, – strategię UE dotyczące wymogów rozwoju miast, – uznanie Wiednia za centrum innowacji europejskich.	– wzrost cen pojazdów niskoemisyjnych, – wzrost cen energii elektrycznej, – wykluczenie społecznej pewnych grup użytkowników miasta.

Źródło: opracowanie własne.

na niski koszt mobilności. Rozwój infrastruktury i wprowadzanie usprawnień wpływają na lepszy dostęp do transportu, poprawiają jakość usług transportowych, a także powodują na lepszy przepływ pojazdów. To zredukowało oraz usprawniło informowanie użytkowników o aktualnej sytuacji transportowej w mieście. Korzyści z zastosowanych rozwiązań przyczyniły się do tego, że komunikacja miejska jest najczęściej wybieraną formą przemieszczania się po mieście. Rozwój sieci rowerowej i ułatwień dla pieszych zachęcił do korzystania w większym stopniu z tych form ruchu, a dzięki skracaniu odległości między miejscem zamieszkania a szkołą czy pracą, pokonywanie tych tras pieszo i rowerem jest jeszcze chętniej wybierane, co również wpływa pozytywnie na ograniczenie ruchu drogowego.

Natężenie ruchu drogowego zmalało, ponieważ komunikacja miejska pozwoliła na sprawne przemieszczanie bez konieczności korzystania z samochodu. To zmniejszyło potrzebę posiadania pojazdów prywatnych, więc mieszkańcy coraz

częściej z niego rezygnują. Zmniejszony ruch drogowy, mniejsza liczba pojazdów prywatnych, a także wykorzystywanie w transporcie pojazdów niskoemisyjnych, wpłynęły na obniżenie emisji gazów cieplarnianych i pyłów zawieszonych oraz ograniczenie hałasu, co zdecydowanie poprawia komfort życia w tym mieście [Górecka, 2021].

Miasto wprowadziło rozwiązania w zakresie dystrybucji towarów. Wprowadzono wiele projektów zachęcających przedsiębiorstwa do zmiany flot spaliniowych na bezemisyjne lub do dystrybucji towarów, wykorzystując rowery cargo. Firmy, które decydują się na wprowadzenie zmian, uzyskują wsparcie miasta w postaci ulg podatkowych, obniżek opłat czy darmowego ładowania pojazdów.

Wiedeń inwestując w rozwój transportu miejskiego oraz tras rowerowych, zachęca mieszkańców do korzystania z nich, a każda kolejna pozytywna zmiana pomaga w dążeniu do osiągnięcia w pełni zrównoważonego transportu.

Wprowadzanie zmian wpływa jednak na powstawanie problemów określanych jako słabe strony. Problemy miasta związane z administracją wynikają z występujących tam nieprawidłowości oraz opóźnień. Jest to spory problem, ponieważ około 20% wszystkich procedur kończyło się skargą, jednak władze miasta podejmują działania, które mają na celu, wyeliminują niesprawiedliwości i nieprawidłowości [Severak, 2021].

Dla mieszkańców sporym utrudnieniem są ciągłe reorganizacje ruchu oraz coraz więcej utrudnień związanych z przebudową, oraz rozbudową infrastruktury. Dlatego też część mieszkańców jest negatywnie nastawiona do zmian oraz wprowadzanej nowoczesnej technologii, a dużą grupę przeciwników stanowią osoby, które nie chcą rezygnować z jazdy samochodem czy zamienić swój pojazd na model z niskoemisyjnym napędem.

Zagrożenia to sytuacje, które mogą wpłynąć negatywnie na wdrażane rozwiązania, dlatego, gdy tylko jest to możliwe, podejmowane są działania, które zminimalizują wystąpienie takich sytuacji. W przypadku Wiednia należy ująć możliwość wzrostu cen pojazdów niskoemisyjnych, co spowoduje oczywiście wzrost kosztów, więc i wzrost cen usług, ale również zniechęci mieszkańców do zakupu takich pojazdów. Na wzrost kosztów może również wpłynąć wzrost energii elektrycznej, jednak w tej kwestii podejmowane są obecnie działania, które związane są z zastosowaniem inteligentnych systemów energetycznych. Jest to bezpieczny i efektywny system dostaw energii oparty na odnawialnych źródłach, dzięki czemu miasto nie będzie zależne od cen energii.

Niechęć mieszkańców do zmian, a także szybki postęp, za którym nie każdy nadąży, powoduje, że część społeczeństwa może zostać wykluczona, przez co zmniejszy się ich komfort życia w mieście. Dlatego ważne jest tworzenie kampa-

nii informacyjnych i stosowanie różnych sposobów dofinansowania, co ma zmniejszać wystąpienie wykluczenia.

Analiza SWOT wskazuje, że zdecydowanie mocne strony przeważają nad słabościami, a w przypadku szans i zagrożeń to szanse dominują nad zagrożeniami. Miasto przy realizacji swoich założeń wykorzystuje swoje mocne strony i szanse, co pozwala na dalszy rozwój systemu transportowego i na wyeliminowanie słabości.

Podsumowanie

Stosowanie innowacyjnych rozwiązań w systemie transportowym miasta opiera się głównie na redukcji negatywnych skutków transportu (efektów zewnętrznych) oraz zwiększeniu komfortu podróży i dostępności dla wszystkich potencjalnych użytkowników. Osiągnięcie celów z wykorzystaniem innowacyjnych rozwiązań jest znacznie ułatwione, choć wymaga dużo przygotowań, testów i długiego czasu wdrażania. Ostatecznie jednak rozwiązania i technologie pozwalają na efektywne zarządzanie przepływami ludzi i pasażerów w mieście.

Analiza SWOT wskazała, że wdrażanie innowacyjnych rozwiązań rozbudowuje mocne strony, co wpływa na lepszy rozwój miasta w każdym aspekcie, nie tylko transportu. Rozwiązania często wspierane są przez dofinansowania czy projekty, które stanowią szanse do szybszego osiągnięcia założonego celu tj. pełnej mobilności mieszkańców z uwzględnieniem aspektów środowiskowych.

Uspawnienia w sieci transportowej oraz upłynnienie ruchu, a także ciągły rozwój miasta i dążenie do uzyskania tytułu lidera innowacji, sprawiło, że miasto stało się atrakcyjnym miejscem do mieszkania czy prowadzenia działalności gospodarczej. Konsekwencją poprawy atrakcyjności Wiednia był w 2021 roku między innymi wzrost liczby mieszkańców oraz firm, co jednak również wpłynęło na zwiększenie użytkowania przestrzeni miejskiej oraz wykorzystywanych form transportu (zarówno mieszkańców, jak i towarów). Dlatego zastosowane rozwiązania rozwijają mobilność oraz poprawiają efektywne wykorzystywanie przestrzeni, dzięki czemu jakość życia w mieście się nie pogorszy. Z kolei innowacje wdrażane w transporcie komercyjnym przyczyniły się do poprawy efektywności transportu.

Należy zauważyć, że wdrażanie innowacji w transporcie odbywa się dla obniżenia kosztów, ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko oraz poprawy bezpieczeństwa i efektywności, a przedstawione przykłady wdrożone w systemie transportowym Wiednia, potwierdzają te zasady. Innowacyjne rozwiązania przyczyniły się do realizacji założeń i celów związanych z wprowadzeniem zrównoważonego systemu transportowego.

Bibliografia

- AEIOU/Wien (2010). Landeslexikon Wien, <https://austria-forum.org/af/AEIOU/Wien> [dostęp: 03.04.2022].
- B2B.Wien (b.d.). Daten und fakten, <https://b2b.wien.info/de/daten-fakten-344176> [dostęp: 03.04.2022].
- Baruk, J. (2002). Innowacje, kultura innowacyjna i poziom innowacyjności przedsiębiorstw przemysłowych. *Gospodarka Narodowa* 11–12, 78–94.
- Drucker, P. (1992). *Innowacja i przedsiębiorczość. Praktyka i zasady*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Ejdys, S. (2014). Optymalizacja miejskiego transportu zbiorowego na przykładzie miasta Olsztyna. Białystok: Uniwersytet w Białymstoku [praca doktorska].
- Freeman, Ch. i Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Londyn: Routledge.
- Górecka, A. (2021). Zarządzanie transportem miejskim aglomeracji Warszawy – kontekst środowiskowy. [w:] W. Pizło (red.), *Współczesne obszary zarządzania* (s. 55–70). Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Górka, M. (2015). Wybrane poglądy na temat innowacji jako czynnika konkurencyjności podmiotów gospodarczych. *Prace Naukowo-Dydaktyczne Zakładu Zarządzania PWSZ w Krośnie* 15(68), 31–55.
- Grendys, A. (2020). Wiedeń testuje wodorowe autobusy z Bolechowa, <https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/wieden-testuje-wodorowe-autobusy-z-bolechowa/> [dostęp: 23.04.2022].
- Gries, D. (2021). Energiespar-bim, <https://smartcity.wien.gv.at/ecotram/> [dostęp 24.04.2022].
- GUS (2020). *Podręcznik Oslo 2018. Zalecenia dotyczące pozyskania, prezentowania i wykorzystywania danych dotyczących innowacji*. Wydanie 4. Warszawa.
- Henzelmann, T. (2019). Smart City Strategy Index: Vienna and London Leading in Worldwide Ranking, <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/> [dostęp: 17.12.2021].
- Janic, M. (2001). Integrated transport systems in the European Union: An overview of some recent developments. *Transport Reviews* 21(4), 469–497.
- Jurczak, M. (2021). *Innowacje w transporcie publicznym*. Poznań: Wydawnictwo UEP.
- Kotler, P. (2005). *Marketing*. Warszawa: Wydawnictwo Rebis.
- Kusztal, J. (2013). Przesłanki wdrażania transportu zrównoważonego w miastach. *Studia Ekonomiczne Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach* 143, 217–229.
- Makieła, Z. (2018). *Przedsiębiorczość i innowacyjność – wprowadzenie*. [w:] Z. Makieła, M. Stuss (red.), *Przedsiębiorczość i zarządzanie innowacjami. Wiedza, technologia, konkurencja, przedsiębiorstwo* (s. 15–42). Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- Mądział, M. (2016). Potrzeby transportowe w odniesieniu do systemów komunikacji miejskiej. *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 17(12), 1634–1636.
- Niedzielski, P. i Rychlik, K. (2006). *Innowacje i Kreatywność*. Szczecin: Uniwersytet Szczeciński.
- Rogers, E.M. (1983). *Diffusion of Innovations*. The Free Press. Nowy Jork: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Schumpeter, J.A. (1960). *Teoria rozwoju gospodarczego*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

- Severak, P. (2021). Greco: Missstände bei der MA35 schwächen den Wirtschaftsstandort Wien, https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20211124_OTS0171/greco-missstaende-bei-der-ma35-schwaechen-den-wirtschaftsstandort-wien [dostęp: 27.04.2022].
- Siedlecka, S. (2016). Systemy transportowe w logistyce miejskiej. *Visnik Nacional'nogo Transportnogo Uniwersitetu* 2, 198–203.
- SmartCity Blog (2017). Autobusy bez kierowcy w komunikacji miejskiej w Wiedniu, <https://smartcityblog.pl/autobusy-bez-kierowcy-w-komunikacji-miejskiej-w-wiedniu/> [dostęp: 23.04.2022].
- Statistics Vienna (2021). Vienna in Figures 2021. Wiedeń.
- Statistisches Jahrbuch der Stadt Wien 2021 (2021). Stadt Wien Wirtschaft, Arbeit und Statistik. Wiedeń.
- Stawasz, E. i Niedbalska, G. (2011). Działalność innowacyjna, Innowacje. [w:] K. Matusiak (red.). Innowacje i transfer technologii. Słownik pojęć (s. 54–56; 111–112). Warszawa: Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości.
- Szołtysek, J. (2009). Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach. Katowice: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach.
- Szymczak, M. (2008). Logistyka miejska. Poznań: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
- Treichl, C. (2021). Pilotprojekt: Stadt Wien und Kapsch TrafficCom starten mit Verkehrsmanagement 2.0 und der Smartphone-App „Grüne Welle Wien“, <https://www.businesswire.com/news/home/20211109005794/de/> [dostęp: 26.04.2022].
- Vienna City Administration (2010). Smart Moves. Strategies and Measures of Vienna's Transport Policy. Wiedeń: Municipal Department – Urban Development and Urban Planning.
- Vienna City Administration (2015). Step 2025. Thematic Concept. Urban Mobility Plan Vienna. Wiedeń: Municipal Department – Urban Development and Urban Planning.
- Vienna City Administration (2016). Step 2025. Detail Concept. E-mobility strategy. Wiedeń: Municipal Department - Urban Development and Urban Planning.
- Vienna Municipal Administration (2019). Smart City Wien Framework Strategy 2019–2050. Vienna's Strategy for Sustainable Development. Wiedeń.
- Wirtschaftsagentur Wien (2021). Nachhaltige Urbane Logistik in Wien. Technologie Report. Wiedeń.
- Wyszomirski, O. (2022). Transport miejski. [w:] K. Wojewódzka-Król, E. Załoga (red.), Transport. Tendencje zmian (s. 423–457). Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Zamkowska, S. (2010). Problemy integracji w transporcie pasażerskim. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne problemy usług* 60, 508–519.
- Żero, S. (2018). Różnice w interpretacji pojęć innowacji oraz imitacji przedmiotu. [w:] E. Gruszewska, A. Matel, E. Kuzinko-Ochrymiuk (red.), Współczesne problemy ekonomiczne w badaniach młodych naukowców. Tom 2. Zarządzanie organizacją, finanse i inwestycje (s. 34–47). Białystok: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.
- Żmuda-Trzebiatowski, P. (2016). Dostępność transportowa a partycypacja w aktywnościach, ubóstwo oraz zagrożenie wykluczeniem społecznym. *Autobusy: Technika. Eksploatacja. Systemy transportowe* 12, 754–759.

Koncepcja *Smart City* w polskich warunkach na przykładzie Krynicy-Zdroju

Maria Zych-Lewandowska

Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o., specjalista ds. systemów transportowych,
<https://orcid.org/0000-0003-3814-9647>

Wprowadzenie

Rola miast w ludzkiej cywilizacji staje się coraz ważniejsza. Ludność od wieków dąży do obszarów zurbanizowanych, tym samym wyludniają się coraz bardziej rejony mniej zurbanizowane. Szacuje się, że w 2050 roku ponad 68,4% osób na całym świecie będzie mieszkać właśnie w miastach, co w porównaniu z 29,5% w 1950 roku stanowi znaczącą różnicę [United Nations, 2019]. W ciągu tych 100 lat wzrastała również liczba tzw. megamiast¹, których w 1950 roku było 25, a według różnych opracowań szacuje się, że w 2030 roku będzie ich już 34 [Csomos, 2014], 43 [UN, 2018], czy nawet 48 w 2035 roku [Labbé i Sorensen, 2020]. Z tej przyczyny podejmuje się coraz więcej działań mających na celu optymalne zarządzanie jednostkami miejskimi. Wśród nich wymienić można m.in. takie elementy jak:

- działania zmniejszające zjawisko tzw. rozlewania się miast (ang. *urban sprawl*) – to zjawisko to bardzo istotny problem współczesnych miast powodujący m.in. znaczne pogarszanie się jakości życia mieszkańców zarówno tych mieszkających w centrach, jak i na przedmieściach. Jednym z głównych rozwiązań mających ograniczać rozlewanie miast jest właściwa polityka przestrzenna, a przykładem jej stosowania jest choćby planowanie typu TOD (ang. *transit-oriented development*, rozwój zorientowany na transport), czyli uwzględniające takie cechy przestrzeni jak:
 - mieszanie funkcji miejskich,
 - rozwój w obszarach sąsiednich połączonych transportem publicznym,

¹ Megamiasto (ang. *megacity*) to miasto, które liczy co najmniej 10 mln mieszkańców [UN, 2018] lub według innych autorów spełnia inne, bardziej szczegółowe warunki [Csomos, 2014].

- rozwój nakierowany na wzrost wykorzystania transportu zbiorowego w codziennych podróżach,
 - kompaktowość,
 - konieczność stosowania dróg pieszych i rowerowych,
 - lokowanie przestrzeni publicznych i usług w pobliżu przystanków/stacji transportu zbiorowego,
 - stacje, przystanki itd. projektowane i postrzegane jako węzły przesiadkowe oraz miejsca przyjazne dla społeczności [Galiano i in., 2021].
- poprawę jakości życia ludności miejskiej – właśnie w odniesieniu do tego punktu jednym z rozwiązań jest wdrażanie koncepcji *Smart City*. W założeniu powinna ona bowiem wpływać pozytywnie na wiele aspektów życia codziennego ludności miejskiej, w tym mieszkalnictwo, transport, administrację miejską i in.;
 - działania na rzecz ograniczania napływu nowych mieszkańców do miast – są to np. działania w formie zachęt dla ludności, która pozostanie na obszarach nieurbanizowanych, czyli m.in. wsparcie finansowe takie jak „Premia dla młodego rolnika” [Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, 2022].

Mając na uwadze wpływ, jaki na jakość życia mieszkańców może wywrzeć wdrożenie koncepcji inteligentnego² miasta, podjęto się prezentacji tej koncepcji oraz analizy przypadku z tego zakresu realizowanego w warunkach polskich.

Cel i metodyka badań

Celem badań było zaprezentowanie koncepcji *Smart City* oraz przykładu jej wdrażania w warunkach polskich, a także dyskusja na temat problemów związanych z jej wprowadzaniem. Cel zrealizowano, opierając się na przeglądzie literatury oraz dostępnych danych statystycznych, a także wynikach badań terenowych, badań społecznych oraz wywiadów typu IDI. Omówiono przypadek miasta Krynica-Zdrój, gdzie wdrażana jest strategia *Smart City*. Badania zrealizowano w okresie od listopada 2021 roku do maja 2022 roku, zakres badań zaś dotyczył przedziału czasowego od stycznia 2020 roku do maja 2022 roku.

² Autorka używa pojęcia „miasto inteligentne”, gdyż tak współcześnie pojęcie *Smart City* jest tłumaczone na język polski. Jednak analizując samo słowo *smart*, warto mieć na uwadze, że w rzeczywistości nie oznacza ono tego samego co „inteligencja” użytkowana w języku polskim. W pojęciu *smart* zawierać się mogą również takie przymiotniki jak: mądry, zdolny, bystry, szybki, elegancki [PONS, 2022], sprytny, dowcipny, rozbawiony, cwany, zmyślny, zaradny [PWN-Oxford, 2022] itp. Używając zatem tego pojęcia, warto mieć na uwadze, że samo określenie „inteligentne” może być niewystarczające, a w pewnych ujęciach może się stać wręcz niefortunne.

Wprowadzenie do koncepcji *Smart City*

Według definicji propagowanej przez Unię Europejską *Smart City* to miasto: „w którym tradycyjne sieci i usługi [transportowe i powiązane, przyp. tłum.] stają się bardziej efektywne dzięki wsparciu rozwiązań cyfrowych w celu uzyskania korzyści dla mieszkańców i przedsiębiorców” lub: „miasto, na terenie którego używane są rozwiązania technologiczne mające na celu poprawę zarządzania i efektywności środowiska miejskiego” [European Commission b.d.]. Definicji miasta inteligentnego jest wiele, co wykazali m.in. Albino, Berardi i Dangelico [2015] w swoim opracowaniu porządkującym definicje *Smart City* zaproponowane przez wielu autorów. Jednak większość łączy kwestia użytkowania nowoczesnej technologii w celu poprawy jakości działania danej jednostki osadniczej.

Dość kluczową kwestią w koncepcji miasta inteligentnego jest to, na jakim etapie jej wdrażania w rzeczywistości jest dana jednostka. Cohen [2015] zauważył, że można łatwo wyróżnić trzy generacje (stopnie dojrzałości) *Smart City*:

- 1.0: *Technology Driven* (kierowane przez technologię/firmy) – to miasta, w których przedsiębiorstwa technologiczne za zgodą władz (oraz odpowiednią opłatą) wdrażają różne rozwiązania cyfrowe mające na celu poprawę wybranych parametrów działania miasta. Mogą to być np. systemy akomodacyjnej sygnalizacji świetlnej, oprogramowanie wspierające pracę urzędów lub kontakt urzędów z mieszkańcami, czujniki zanieczyszczenia powietrza itd. Wszystkie te elementy zwykle nie tworzą wspólnej zaplanowanej całości, powiązanej ze sobą i dającej efekt synergii dzięki tym powiązaniom, a jedynie służą punktowemu osiągnięciu pewnej korzyści w przestrzeni miejskiej lub, w skrajnych przypadkach, jedynie korzyści majątkowej dla producenta.
- 2.0: *Technology Enabled, City-Led* (kierowane przez władzę) – to miasta, w których władze zauważyły, że punktowe wdrażanie mniej lub bardziej przypadkowych rozwiązań technologicznych niekoniecznie służy mieszkańcom, a na pewno nie służy im w takiej skali, w jakiej mogłoby. Dlatego samorządy podjęły działania mające na celu z jednej strony koordynację wdrażania technologii z zakresu *Smart City*, z drugiej zaś próbują same wyszukiwać obszary do jej wdrażania, tak, aby jak najlepiej służyły one mieszkańcom.
- 3.0: *Citizen Co-Creation* (współtworzone przez mieszkańców) – w miastach z tej generacji *Smart City* władze zrozumiały już, że to nie one powinny w całości zarządzać wdrażaniem tej koncepcji, bo głównymi jej odbiorcami są mieszkańcy i to oni muszą brać udział w planowaniu dalszego rozwoju. Bez ich udziału żadna koncepcja nie zaspokoi w rzeczywistości najważniejszych potrzeb miasta.

Należy zaznaczyć, że miasto nie musi przechodzić przez każdą z wymienionych generacji ani tym bardziej robić tego w podanej kolejności. Kolejność ta może być dowolna, stopnie dojrzałości mogą się zmieniać w czasie w odwrotnym porządku, występować równolegle, a istnieją również przypadki, w których część z nich jest pomijana – np. według Cohena [2015] Kansas City przeszło z poziomu 1.0 bezpośrednio na poziom 3.0.

Mając na uwadze trzy generacje miast inteligentnych i ich zakładaną kolejność występowania w czasie, widoczne stało się, że kluczową rolę we wdrażaniu *Smart City* odgrywać powinni mieszkańcy i to na nich oraz ich potrzebach należy się skupiać, stosując jakiegokolwiek nowoczesne technologie w przestrzeni miejskiej – zarówno tej rzeczywistej, jak i wirtualnej. Dlatego też w dalszej części rozdziału koncepcja *Smart City* i dyskusja na temat poziomu jej wdrażania w Polsce traktowana jest właśnie przez pryzmat współpracy na styku miasto–technologia–człowiek (mieszkaniec). Ciężenie w tym kierunku widać w porównaniu cech miast klasycznych i miast inteligentnych (tabela 2.1).

Tabela 2.1. Porównanie charakterystycznych cech miast klasycznych i miast inteligentnych

Miasto klasyczne	Miasto inteligentne
Horyzont działań często kończy się na granicach miasta – bezpośrednich strefach oddziaływania.	Uznanie, że otoczenie ma kluczowy wpływ na sytuację miasta. Aktywne inicjowanie wspólnych działań z otoczeniem i partnerami zewnętrznymi.
Myślenie w kategoriach punktowych.	Świadomość powiązań sieciowych i wzajemnych współzależności zjawisk.
Nakierowanie na projekt, inwestycję.	Nakierowanie na rezultat oraz mieszkańców.
Zarządzanie odgórne.	Współzarządzane przez mieszkańców.
Miasto jest sumą niezależnych systemów.	Miasto jest interoperacyjne i spójne.
Podejście silosowe.	Podejście problemowe.
Zarządzane w perspektywie kadencji politycznej.	Realizacja wieloletnich wizji.
Bezsilne wobec szerszych procesów gospodarczych.	Świadome swoich szans wobec istniejących trendów. Zdolność do przeciwdziałania niekorzystnym zjawiskom (także technologicznym).
Wykonujące prace ręcznie.	Zautomatyzowane.
Posługujące się prostą rachunkowością w krótkotrwałej perspektywie	Uwzględniające długotrwałe efekty zewnętrzne

Źródło: [Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o., 2021].

Złożoność zależności docelowo występujących w miastach inteligentnych sprawiła, że tworzenie wszelkich strategii wdrażania tej koncepcji powinno zawierać w sobie wiele obszarów tematycznych, które łącznie dotyczyć będą w jak największym stopniu całości organizmu, jakim jest jednostka miejska wraz z jej otoczeniem. Najpopularniejszy podział, jaki jest współcześnie stosowany w tym zakresie, obejmuje takie obszary jak [Smart City Institute, 2022] :

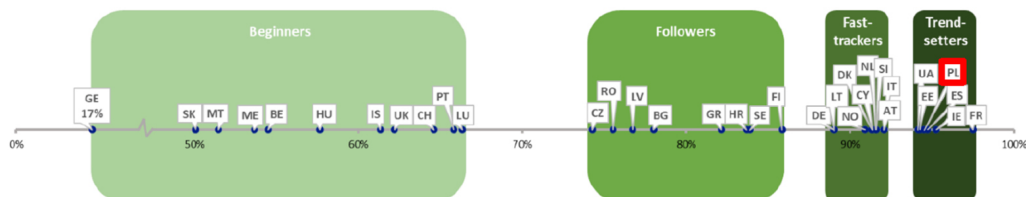
- *smart living* (jakość życia),
- *smart people* (ludność),
- *smart environment and tourism* (środowisko i turystyka),
- *smart mobility* (mobilność),
- *smart governance* (zarządzanie),
- *smart economy* (gospodarka).

Wdrażanie koncepcji *Smart City* jest procesem trudnym i złożonym, a przede wszystkim uzależnionym od właściwego funkcjonowania często wielu różnych technologii cyfrowych. Dlatego też bardzo użyteczne i ułatwiające to zadanie jest tworzenie, udostępnianie i korzystanie z tzw. *open data*, czyli ogólnodostępnych danych, które powinny być „informacjami udostępnianymi lub przekazywanymi w postaci elektronicznej, kompletnymi, aktualnymi, w wersji źródłowej, w otwartym i niezastrzeżonym formacie przeznaczonym do odczytu maszynowego, które są przeznaczone do bezpłatnego ponownego wykorzystywania na tych samych zasadach dla każdego użytkownika, bez konieczności potwierdzania tożsamości przez użytkownika” [Dz.U. 2021 poz. 1641]. Na podstawie tego typu danych łatwiejsze jest zrealizowanie wielu rozwiązań typu *smart*, takich jak np.: aplikacje mobilne informujące o poziomie kongestii na drogach czy położeniu pojazdów transportu zbiorowego. Ale mogą to być także dane dotyczące poziomu zanieczyszczeń powietrza, hałasu i wielu innych aspektów życia mieszkańców, które można poprawiać rozwiązaniami inteligentnymi.

Wdrażanie koncepcji miast inteligentnych w Polsce

Oceniając etap wdrażania koncepcji *Smart City* w polskich miastach, warto wspomnieć, że Polska okazuje się jednym z liderów tworzenia, udostępniania i stosowania *open data* w Europie (rysunek 2.1), co stanowi bardzo dobrą podbudowę pod rozwój obszarów zurbanizowanych w kierunku wdrażania rozwiązań inteligentnych.

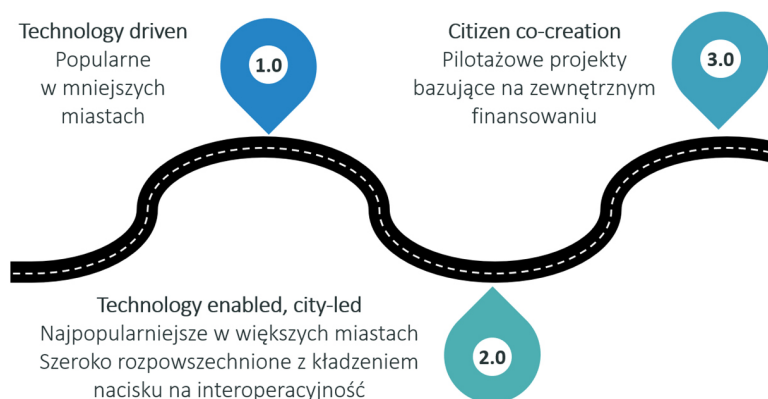
Dostęp do dobrych danych masowych sprawia, że koncepcja *Smart City* w Polsce sprawnie się rozwija. Pierwsza generacja jest wręcz dość popularna, trzecia zaś pojawia się pomału przy wsparciu finansowym ze źródeł



Rysunek 2.1. Poziom dojrzałości krajów europejskich w tworzeniu, udostępnianiu i użytkowaniu otwartych danych w 2021 roku.

Źródło: [European Commission, 2021].

zewnątrznych (rysunek 2.2). Jest to na tyle istotne, że wszelkie nowoczesne technologie, które są podstawą omawianej koncepcji, są zwykle drogie, a czasem również trudno dostępne. Dlatego też, przy większej skali działań, a o takiej często mowa w przypadku miast współzarządzanych przez mieszkańców, dodatkowe źródła finansowania potrafią być kluczowe dla rozpoczęcia całego procesu.



Rysunek 2.2. Koncepcja *Smart City* w polskich miastach

Źródło: opracowanie ZDG TOR Sp. z o.o.

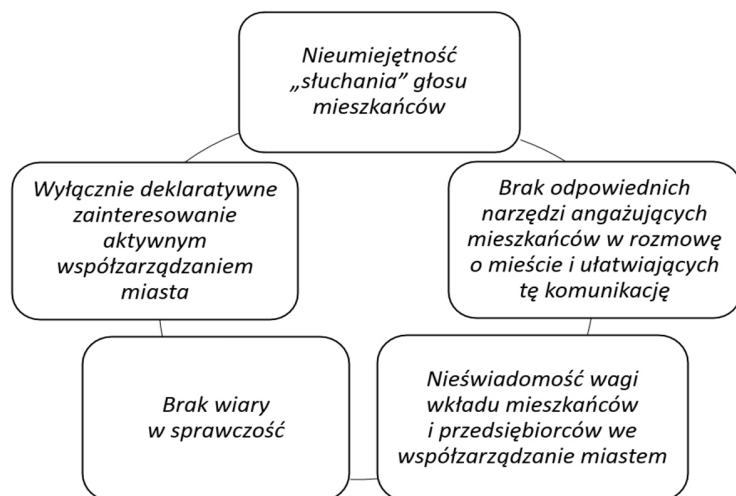
Koncepcja *Smart City* w Krynicy-Zdroju

Pomysł zmiany Krynicy-Zdroju w miasto inteligentne powstał na kanwie dwóch dokumentów strategicznych: „Planu Rozwoju Uzdrowiska Krynica-Zdrój na lata 2016–2023” oraz „Gminnego Programu rewitalizacji na lata 2016–2023”. W ramach badań przeprowadzonych podczas realizacji tych opracowań ustalono, że kluczowymi problemami obszaru jest brak współpracy z mieszkańcami

i wsłuchiwanie się w ich rzeczywiste potrzeby, a jednocześnie brak wiary mieszkańców, że ich zdanie zostanie wysłuchane (rysunek 2.3).

Taka diagnoza skłoniła władze miasta do zastanowienia się nad możliwościami zmiany tej sytuacji, a rozwiązaniem, które umożliwia uzupełnienie zidentyfikowanych luk jest koncepcja *Smart City*, szczególnie jej trzecia generacja. Miasto zgłoszono do konkursu "Human Smart Cities. Inteligentne miasta współtworzone przez mieszkańców" z projektem: „D I A L O G – Działanie Innowacja Aktywność Ludzie Otwartość Gotowość”, a na podstawie uzyskanych wyników postanowiono wykonać:

- opracowanie strategii obejmującej sześć obszarów tematycznych *Smart City*,
- utworzenie wizji *smart* Krynicy – na podstawie warsztatów z mieszkańcami,
- upowszechnienie strategii wśród mieszkańców.



Rysunek 2.3. Kluczowe problemy Krynicy-Zdroju zidentyfikowane w ramach analiz strategicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Krynica Zdrój, b.d.].

W opisie projektu uwzględniono kluczowe aspekty stanowiące o jakości zakładanej strategii *Smart City* (tabela 2.2). Jej głównym celem miało być rzeczywiste włączenie mieszkańców w procedury zarządzania miastem, co w efekcie powinno przynieść sukces wdrożeniowy i realnie wpłynąć na poprawę jakości życia ludności, dzięki zastosowaniu celowanych rozwiązań, na które zidentyfikowano istotne zapotrzebowanie. Stało się to możliwe dzięki przeprowadzeniu rzetelnych badań z udziałem mieszkańców Krynicy-Zdroju oraz głównych inte-

Tabela 2.2. Główne założenia zawarte w opisie projektu, w ramach którego realizowana była „Strategia *Smart City* dla Krynicy-Zdroju”

Założenie 1	Założenie 2	Założenie 3
Stworzenie podstaw do budowy inteligentnego miasta – miasta, które jest realnie współzarządzane przez mieszkańców . Podstawą podejmowanych decyzji i zgłaszanych opinii (zarówno przez samorząd, jak i mieszkańców) będą maksymalnie zobiektywizowane dane. Dane te będą opisywać dzisiejszą pozycję rozwojową miasta oraz prognozy kierunków jego rozwoju, wynikające z analizy danych.	Wykorzystanie potencjału lokalnej społeczności dla kreowania rozwoju miasta. Ponadto celem jest stworzenie trwałych podstaw współdziałania wszystkich sektorów, tj. obywatelskiego, administracji, biznesu i nauki dla współzarządzania Krynica-Zdrój.	Utworzenie laboratorium dialogu , które miałyby być miejscem współpracy i innowacji społecznych.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Projekt pn. „DIALOG...].

resariuszy mających istotny wpływ na analizowany obszar. Badania te, wraz z dokładnym opracowaniem wniosków, zostały wykonane w ramach projektu DIALOG i na bazie ich zrealizowano w następnej kolejności „Strategię *Smart City* dla Krynicy-Zdroju”.

Następnie, w ramach opracowanej strategii *Smart City* przeprowadzono diagnozę stanu obecnego (na podstawie wspomnianego projektu DIALOG oraz własnych badań terenowych i prac analitycznych ZDG TOR Sp. z o.o.), po czym zaproponowano zestaw rozwiązań mających na celu wdrożenie koncepcji na obszarze Krynicy-Zdroju i w jej najbliższym otoczeniu. Wśród wybranych głównych wniosków z diagnozy, można wymienić:

1. Osoby zadowolone z życia stanowią 95% mieszkańców Krynicy-Zdroju, a w całej gminie procent ten wynosi nawet 98%.
2. Jednymi z głównych zidentyfikowanych problemów są: zanieczyszczenie powietrza oraz kwestia niewłaściwej gospodarki odpadami, a także zarządzanie miastem i poziom edukacji cyfrowej mieszkańców.
3. Ukształtowanie terenu i walory przyrodnicze obszaru są z jednej strony największym atutem miasta, z drugiej strony zaś stanowią o jego problemach, m.in. nadmiernym natężeniu ruchu na drogach. Aspekty geograficzne stanowią wyzwanie przy poszukiwaniu alternatyw dla aktualnej, przeciążonej sieci drogowej.
4. Transport zbiorowy na analizowanym obszarze jest słabo rozwinięty, niezintegrowany, nieskoordynowany i niedostosowany do potrzeb mieszkańców.
5. Transport kolejowy stanowi znikomy udział w podziale zadań przewozowych i tym samym nie jest konkurencyjny względem innych środków transportu zarówno w podróżach wewnętrznych, jak i międzyregionalnych.

6. Transport rowerowy jest głównie domeną turystów i w małym stopniu traktowany jest jako środek transportu, raczej jako narzędzie rekreacji. Pomimo dobrej infrastruktury liniowej brak jest systemu rowerów publicznych.
7. Wynikową wcześniejszych problemów jest problem z systemem parkingowym, dostępnością, zajętością i rotacją miejsc parkingowych oraz egzekwowaniem prawa w tym zakresie.

Opierając się na przeprowadzonej diagnozie i wnioskach z niej, opracowano koncepcję *Smart City* dopasowaną do potrzeb Krynicy-Zdroju. Poza częścią opisową zaproponowano również 15 projektów, które należy wdrażać w zakładanych perspektywach czasowych. Zawarto w nich szczegółowe rozwiązania z każdego obszaru tematycznego łącznie z zaleceniami, jak te rozwiązania można wdrażać, propozycjami dobrych praktyk, na których można się wzorować oraz zakładanymi korzyściami, które zostaną uzyskane dzięki poszczególnym projektom. Całość podsumowana została zaleceniami dotyczącymi procedury wdrażania całej koncepcji, sugerowanymi źródłami finansowania projektów, proponowaną priorytetyzacją zadań oraz zestawem sugerowanych wskaźników mających służyć monitorowaniu postępów. Całość opracowania dostępne będzie w przyszłości w Biuletynie Informacji Publicznej Krynicy-Zdroju.

Niestety aktualna sytuacja miasta (codzienne problemy i poziom rozwoju, w tym cyfrowego) była przyczynkiem do sformułowania również zaleceń dotyczących podstaw, jakie należy wypracować, aby móc sprawnie dążyć w Krynicy-Zdroju do osiągnięcia statusu *Smart City* (tabela 2.3).

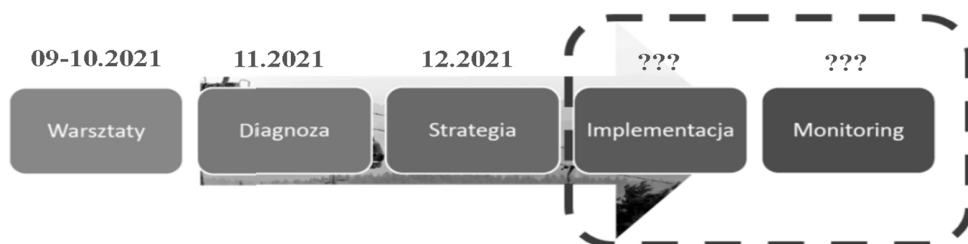
W rzeczywistości, aby w Krynicy-Zdroju zrealizować większość z proponowanych rozwiązań zawartych w strategii *Smart City*, władze powinny najpierw rozwiązać podstawowe problemy, które uniemożliwiają sprawną realizację omawianego procesu. Można uznać, że rozwiązanie bieżących problemów miasta stanowi w tym przypadku etap zerowy wdrażania strategii inteligentnego miasta. Jednak poza tą kwestią w analizowanym temacie istnieją również inne problemy. Efektem ich oddziaływania jest to, że harmonogram wdrażania jest aktualnie opóźniony. Po pierwszych wzmiankach w mediach (styczeń 2020 roku), przeprowadzeniu warsztatów (wrzesień–październik 2021 roku) oraz opracowaniu i złożeniu gotowej strategii (grudzień 2021 roku) do dziś (31 maja 2022 roku) dokument nie został upubliczniony, ani nie zmienił się w żaden sposób status projektu. Zważywszy, że dla rzeczywistej poprawy jakości życia mieszkańców kluczowe są ostatnie etapy procesu, tj. implementacja i monitoring, na ten moment projekt nie zakończył się sukcesem (rysunek 2.4).

Tabela 2.3. Przykładowe smart propozycje oraz odpowiadające im priorytetowe problemy, które należy rozwiązać w pierwszej kolejności

	<i>Smart living, smart people</i>	<i>Smart environment and tourism</i>	<i>Smart mobility</i>	<i>Smart governance, smart economy</i>
Smart propozycja	wdrożenie systemów BMS*	ochrona środowiska i poprawa atrakcyjności turystycznej przy użyciu nowoczesnych technologii	rozwój zrównoważonej mobilności opartej na nowoczesnych technologiach	partycypacja społeczna na podstawie nowoczesnych technologii (cyfrowe mapy, geoankiety itd.)
Priorytetowy problem	termomodernizacja budynków, wymiana źródeł ciepła	wymiana źródeł ciepła, ograniczenie zużycia paliw niskiej jakości oraz zmniejszenie ruchu drogowego, edukacja społeczeństwa w zakresie cyfryzacji oraz zrównoważonej mobilności	ograniczenie ruchu drogowego w mieście, edukacja społeczeństwa w zakresie cyfryzacji oraz zrównoważonej mobilności	braki w dostępie do Internetu
Smart propozycja	technologie cyfrowe wspierające życie codzienne	czujniki wypełnienia koszy i kontenerów na odpady	nowoczesny, zintegrowany, wygodny i dostępny transport	cyfrowa platforma do zarządzania miastem oraz komunikacji z mieszkańcami
Priorytetowy problem	braki w dostępie do Internetu	poprawa dostępności do koszy i kontenerów na odpady	jakkolwiek zintegrowany jakkolwiek transport zbiorowy	dobry samorządowy portal internetowy

*BMS (ang. *Building Management System*) – systemy automatyki stosowanej w budynkach mieszkalnych, użyteczności publicznej i innej poprawiające ich energooszczędność oraz umożliwiające wdrażać pewien poziom autonomii w funkcjonowaniu systemów obsługi.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o., 2021].



Rysunek 2.4. Realizacja harmonogramu „Strategii Smart City dla Krynicy-Zdroju”

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o., 2021].

Identyfikacja problemów we wdrażaniu inteligentnych rozwiązań miejskich w Krynicy-Zdroju

Opierając się na dotychczasowych doświadczeniach z pracy w projekcie „Strategia *Smart City* dla Krynicy-Zdroju” zidentyfikowano cztery kluczowe problemy rzutujące na cały proces wdrażania koncepcji inteligentnego miasta na tym obszarze:

- nadmiar bieżących problemów i różnego rodzaju luk w istniejącej infrastrukturze, edukacji i innych elementach miasta,
- paradoksalny nadmiar środków finansowych do wykorzystania oraz presja projektów, programów i otoczenia,
- zmiana władz,
- niechęć (nowych) władz do wdrażania zmian.

Trudności te pojawiły się w trakcie analizowanego projektu, ale mogą one być również istotne w analogicznych działaniach w innych jednostkach administracyjnych. Dlatego warto je szczegółowo przeanalizować.

Pierwszy problem to sytuacja zastana. Miejscowości, w których z różnych przyczyn istotne elementy przestrzeni miejskiej nie są odpowiednio zarządzane, mogą mieć trudność w rozwoju w kierunku *smart city*. Ponieważ jednak, jak omawiano wcześniej, kluczowym w tej koncepcji powinno być współtworzenie miasta przez mieszkańców, to już sam fakt podejmowania tego typu działań mających w przyszłości przynieść wymierne pozytywne efekty sprawia, że dana jednostka może być uważana, za miasto inteligentne.

Druga kwestia występuje często w Polsce, nie tylko w odniesieniu do projektów z zakresu *smart city*. W wielu podmiotach (publicznych, prywatnych, miejskich, badawczych i wszelkich innych) potrzeba znalezienia pasujących dla danej działalności wydatków, implikowana pozostającą na koniec roku budżetowego nadwyżką finansową, potrafi przyczynić się do rozpoczęcia projektów, które niekoniecznie należałoby podejmować. Ogólnokrajowe rozwiązania prawne regulujące zarządzanie środkami finansowymi w taki sposób, że uzyskanie oszczędności na koniec roku może skutkować mniejszym budżetem na rok kolejny – sprawiają, że takie sytuacje są powszechne i cyklicznie się powtarzają. Podobny efekt potrafi dać także presja otoczenia (gospodarczego, społecznego itd.) wymuszająca na organizacjach, przedsiębiorcach i innych podmiotach branie udziału w projektach, dzięki którym cała działalność nabiera prestiżu, ale też nie jest traktowana jak gorsza – niepodejmująca działań proaktywnych. Jeśli jednak efekty takich działań mają być wymuszone, niedopasowane do potrzeb, przerysowane i używane na wyrost, to ich podejmowanie może przynieść więcej szkód niż korzyści,

a przynajmniej wiązać się z niepotrzebnym wydatkowaniem środków finansowych (i pozafinansowych). Przy podejmowaniu decyzji o braniu udziału w jakichkolwiek projektach należy dokonać głębokiej analizy ich zasadności, istotności i dopasowania do danych warunków i miejsca, a następnie wybierać te, które rzeczywiście mogą skutkować rozwojem, a nie te, które będą realizowane „na pokaz” lub tylko by zniwelować nadwyżkę finansową.

Trzecim i czwartym problemem były specyficzne dla projektu krynickiego (w trakcie realizacji zmieniły się władze miasta), ale mogą wystąpić także na innych terenach. W tym przypadku jednak znacząco wpłynęły na cały projekt, właściwie zawieszając jego realizację. Przed zmianą władze samorządowe wyrażały chęć wdrażania tego typu strategii, widziały potrzebę partycypowania w nim i chciały rzeczywiście nawiązywać współpracę z mieszkańcami i starać się odpowiadać lepiej na ich potrzeby. Po zmianie władzy projekt przestał być istotny i obecnie trudno ocenić czy, a jeśli to kiedy, zaproponowane rozwiązania zostaną w jakimkolwiek stopniu wdrożone, a następnie monitorowane. Aspekty polityczne niejednokrotnie mają wpływ (często negatywny) na rozwój poszczególnych jednostek osadniczych. Miejscowości zarządzane w tych samych lub podobnych warunkach potrafią rozkwiąć, inne zaś przeżywają stagnację lub w skrajnych przypadkach regres. Dlatego też, podejmując wszelkie projekty, również te z zakresu wdrażania koncepcji *Smart City*, należy uwzględniać potencjalny wpływ polityki na ich realizację.

Podsumowanie i wnioski

Koncepcja *Smart City* staje się coraz bardziej popularna i widoczna w ośrodkach miejskich na całym świecie i w Polsce. Choć w mniejszych miejscowościach obecnie zwykle jest ona wprowadzana na pierwszym stopniu dojrzałości, to jednak rozwija się i powinna przynosić coraz więcej pozytywnych efektów dla ludności. Po przeanalizowaniu założeń miast inteligentnych oraz studium przypadku *Smart Krynicy-Zdroju* sformułowano kilka wniosków podsumowujących:

1. Polska, jako jeden z liderów *open data* w Europie powinna kontynuować rozwój w tym kierunku, w szczególności skupiając się na rozwiązaniach inteligentnych trzeciej generacji.
2. Warto mieć na uwadze, że miasta nie są w żadnej mierze zobligowane, aby przechodzić przez każdy etap dojrzałości *smart city*. Właściwie każda jednostka, w każdej chwili może zacząć podejmować działania, które sprawią, że stanie się ona miastem typu *smart* trzeciej generacji. Kluczowe jest podejmowanie działań na styku miasto–technologia w ścisłej współpracy z mieszkańcami.

3. Każde miasto ma własną specyfikę, która sprawia, że nie da się stworzyć uniwersalnej strategii *Smart City*. Musi być ona dopasowana do potrzeb poszczególnych jednostek (szyta na miarę).
4. Kluczowa we wdrażaniu koncepcji miasta inteligentnego jest otwartość władz samorządowych na zmiany i współpracę z ludnością oraz sumienność w zaspakajaniu rzeczywistych potrzeb ludności i ograniczenie dążenia do wdrażania rozwiązań mało- lub nieistotnych, ale prestiżowych.
5. Miejscowości nie muszą spełniać jakichś szczególnych wymagań, aby rozpocząć wdrażanie koncepcji *Smart City*. Jedynym wymaganiem jest chęć wprowadzania korzystnych zmian, otwartość na nie i na współpracę na każdym poziomie.
6. Przewidywalne lub nieprzewidywalne oddziaływania wewnętrzne i zewnętrzne mogą mieć istotny wpływ na realizację projektu. Warto przygotować plan działań na wypadek wystąpienia różnych trudności (w szczególności tych, wymienionych w niniejszym opracowaniu) mogących się pojawić na poszczególnych etapach wdrażania.
7. Ważne jest, aby wdrażanie koncepcji *Smart City* było nakierowane na docelowe ograniczanie kosztów i uzyskiwanie oszczędności, nie zaś na ponoszenie coraz wyższych kosztów nowoczesnych technologii, które potrafią się okazać niedopasowane do rzeczywistych potrzeb mieszkańców lub przeskalowane. Koncepcja *Smart City* w założeniu powinna właśnie przynosić oszczędności na wielu polach i tym samym ograniczać kosztochłonność obszaru, również w ujęciu kosztów zewnętrznych.
8. Można uznać, że najkorzystniejsze i pożądane jest dążenie do osiągnięcia przez jednostki miejskie trzeciej generacji *Smart City*. Dla mieszkańców oznacza to bowiem wieloaspektowe podniesienie jakości życia (m.in. w zakresie mobilności, mieszkalnictwa, zarządzania przestrzenią miejską itd.), dla miasta zaś m.in. poprawę jakości zarządzania miastem oraz ułatwienie wielu procesów, zwłaszcza decyzyjnych m.in. dzięki przekazaniu odpowiedzialności mieszkańcom, a także otwarciu się na ich kreatywność, która sumarycznie zawsze będzie większa niż kreatywność ograniczonej liczby urzędników miejskich.

Bibliografia

- Albino, V., Berardi, U. i Dangelico, R.M. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives, *Journal of Urban Technology* 22(1), 3–21.
- Csomós, G. (2014). *Identification of Megacities and their Vertical and Horizontal Classification in the Period from 1950 to 2050*. [w:] Economic and Social Development, 7th International Scientific Conference. Nowy Jork: Varazdin Development and Entrepreneurship Agency.

- Cohen, B. (2015). The Three Generations of Smart Cities. Inside the development of the technology driven city, <https://www.fastcompany.com/3047795/the-3-generations-of-smart-cities> [dostęp: 31.05.2022].
- Krynica Zdrój (b.d.). DIALOG Działanie Innowacja Aktywność Ludzie Otwartość Gotowość, <http://dialogkrynica.pl/o-projekcie/> [dostęp: 31.05.2022].
- European Commission. (2022). Open data maturity report 2021. Luksemburg, <https://doi.org/10.2830/394148>
- Galiano G., Forestieri G. i Moretti L. (2021). Urban Sprawl and MObility. WIT Transactions on the Built Environment 204, 10, 248, <https://doi.org/10.2495/UT210201>
- Labbé, D. i Sorensen, A. (2020). Handbook of Megacities and Megacity-Regions. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (2022). Plan Strategiczny dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023–2027 – projekt, 167.
- United Nations (2018). The World's Cities in 2018 – Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/417), (pp. 2). New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- United Nations (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). (pp. 9). New York: Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- European Commision (b.d.). Smart cities, https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en [dostęp: 30.05.2022].
- Projekt pn. „DIALOG Działanie Innowacje Aktywność Ludzie Otwartość Gotowość” współfinansowany ze środków Unii Europejskiej, w ramach Funduszu Spójności w ramach Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2014–2020 [materiały wewnętrzne Zespołu Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o.].
- PWN-Oxford. (2022). Smart, <https://translatika.pl/slowniki/po-polsku/smart> [dostęp: 30.05.2022].
- Smart City Institute, University of Liège. (2022). The Smart City in 6 dimensions, https://www.smart-city.uliege.be/cms/c_6946640/en/the-smart-city-in-6-dimensions [dostęp: 31.05.2022].
- Zespół Doradców Gospodarczych TOR Sp. z o.o. (2021). Strategia Smart City dla Krynicy-Zdroju.
- Ustawa z dnia 11 sierpnia 2021 r. o otwartych danych i ponownym wykorzystywaniu informacji sektora publicznego (Dz.U. 2021 poz. 1641, 2. art. 2. pkt. 11).

Wpływ pandemii COVID-19 na funkcjonowanie transportu miejskiego w Warszawie

Joanna Domagała

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0001-9801-4344>

Wprowadzenie

Pandemia COVID-19 wpłynęła na funkcjonowanie światowej gospodarki. Jednym z sektorów, które bardzo boleśnie odczuły skutki pandemii, jest transport. Znaczące ograniczenia w przemieszczaniu się osób, zamknięcia granic dotknęły zarówno transport międzynarodowy, krajowy, jak i komunikację miejską. Rozwój pracy hybrydowej, pracy zdalnej oraz e-commerce spowodowały zmiany w mobilności mieszkańców miast, które przynajmniej częściowo pozostaną również po zakończeniu pandemii. Trendy w mobilności widoczne przed pandemią wskazywały, chociażby na coraz większe zainteresowanie mobilnością współdzieloną. Jednak ze względu na obawę przed zakażeniem współdzielona mobilność również straciła na popularności. Z badań przeprowadzonych przez spółkę doradczą McKinsey „Global COVID-19 Automotive Consumer Survey” wynika, że tylko 5–8% respondentów uważało, iż *car-sharing*, *ride-sharing* lub współdzielona mikromobilność są bezpieczne dla zdrowia w kontekście wirusa SARS-CoV-2. Z kolei 7% pytanых twierdziło, że transport publiczny jest bezpieczny, podczas gdy 81% było zdania, iż to prywatne pojazdy są najbezpieczniejsze [Andersson i in., 2020].

W 2019 roku na rynku krajowym środkami transportu publicznego przewieziono 620,2 mln pasażerów, a w 2020 roku – 354 mln pasażerów, co świadczy o spadku o 42,9% [Bryniarska i Kuza, 2021, s. 18]. Rozprzestrzenianie się wirusa SARS-CoV-2 oraz zmiany w mobilności mieszkańców miast przełożyły się na zmiany w zarządzaniu transportem miejskim. Wprowadzono ograniczenia co do liczby pasażerów w pojazdach. Pojawiły się także zalecenia mające

na celu ochronę kierowców autobusów. W pojazdach komunikacji miejskiej powstały „strefy wydzielone” dostępne wyłącznie dla osoby kierującej autobusem. Dodatkowo zostały wyłączone z użycia pierwsze drzwi, również ze względu na ryzyko kontaktu kierowcy z osobą zakażoną. Przez okres pandemii usunięto także funkcję „ciepłego guzika”, a otwieranie drzwi pojazdu leżało w gestii kierowcy. W odpowiedzi na mniejszą liczbę pasażerów (spadek zapotrzebowania na transport miejski o 60–90% [Wolański i in., 2021]) władze miast oraz operatorzy transportu publicznego zmniejszyli częstotliwość świadczenia usług [Orro i in., 2020]. Przy ograniczeniu przewozów pasażerskich przez miasta część samorządów jednocześnie podniosła ceny biletów, gdyż wpływy ze sprzedaży spadły. Przykładowo w Poznaniu i Wrocławiu ceny biletów komunikacji miejskiej zostały podwyższone [Łukasiewicz, 2022]. Pandemia spowodowała również rezygnację Wrocławia z planu budowy zajezdni tramwajowej Nowe Żerniki, na której koncepcję ogłoszono już wcześniej konkurs [Woźniak, 2021].

Wprowadzone obostrzenia, a także zmiana trybu nauki i pracy spowodowały, że użytkownicy komunikacji miejskiej mieli wiele powodów, aby ograniczyć swoją mobilność. W dobie pandemii nastąpił powrót do podróży samochodem prywatnym, co kłóci się z założeniami zrównoważonego rozwoju. Wiele osób z komunikacji miejskiej zaczęło korzystać z innych prywatnych środków transportu (roweru, hulajnogi czy urządzeń transportu osobistego – UTO). Jak podali Kraus i Koch [2020], w czasie *lockdownu* w 2020 roku miasta europejskie (zbadano 106 z nich) wdrożyły średnio 11,5 km tymczasowych rowerowych pasów ruchu. W Paryżu zamieniono 50 km pasów dla samochodów na ścieżki rowerowe, w Brukseli przekształcono 40 km, a w Mediolanie rozpoczęto realizację planu, który zakłada przebudowę 35 km pasów ruchu samochodowego w 35 km infrastruktury dla pieszych i rowerzystów. Z kolei władze Montrealu ogłosiły utworzenie ponad 320 km nowych ścieżek dla pieszych i rowerów w całym mieście [Łukasiewicz, 2022].

Wyniki badań różnych autorów potwierdzają istnienie silnego związku między wprowadzanymi przez rząd restrykcjami a aktywnością społeczeństwa w podróżowaniu środkami transportu miejskiego [Rodrigue i in., 2016]. Niewątpliwie zamiany wywołane COVID-19 są niekorzystne dla sektora transportu pasażerskiego, w tym transportu miejskiego i sektor ten czeka wiele wyzwań, aby ponownie zachęcić do podróży komunikacją publiczną [Heineke i in., 2020].

Celem rozdziału jest zatem określenie wpływu pandemii COVID-19 na zmianę zachowań transportowych mieszkańców Warszawy. W ramach badań zakłada się także wskazanie czynników, które mogą zmienić zachowania mieszkańców Warszawy i zachęcić ich do ponownego korzystania z transportu miejskiego.

Materiał i metody badawcze

Materiały badawcze miały charakter wtórny i pierwotny. W ramach gromadzenia materiałów zastosowano metodę studiów literaturowych – obejmując studia polskiej i zagranicznej literatury ekonomicznej na temat transportu pasażerskiego, a także studia literatury branżowej. Zastosowano także metodę dokumentacyjną – wykorzystano informacje zgromadzone wcześniej dla innych celów i utrwalone w formie dokumentów w tym m.in. raporty roczne Zarządu Transportu Miejskiego w Warszawie, bazy Google na temat zmian w trendach dotyczących przemieszczania się.

W ramach gromadzenia materiałów pierwotnych zastosowano sondaż diagnostyczny z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety – przebadano pasażerów komunikacji miejskiej w Warszawie w zakresie zmian zachowań transportowych wywołanych pandemią COVID-19. Kwestionariusz ankiety w sposób elektroniczny wypełniło 210 osób. Próba była zróżnicowana pod względem płci, wieku oraz statusu społecznego. Badanie przeprowadzono w kwietniu 2022 roku. Do prezentacji wyników badań w pracy zastosowano metodę opisową oraz metody tabelaryczne i graficzne.

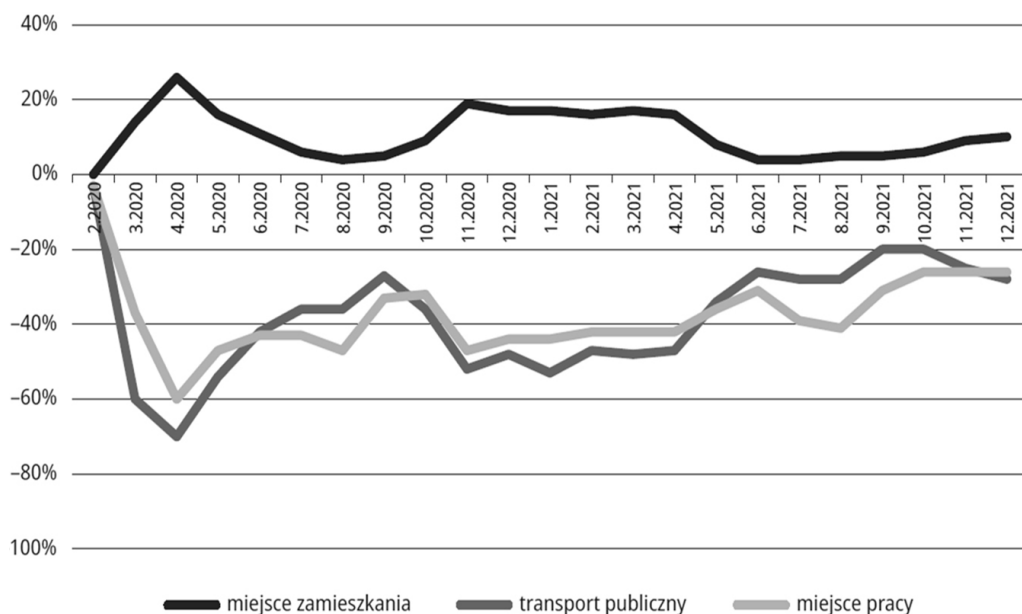
Wyniki badań

Obszar miasta stołecznego Warszawy obejmuje 517,2 km², co stanowi ponad 14% powierzchni województwa mazowieckiego. Liczba ludności miasta wynosi 1,791 mln, co stanowi 33% ogółu ludności województwa. Warszawa jest liczącym się ośrodkiem pracy i nauki, a prawidłowe funkcjonowanie miasta zapewnia m.in. sprawnie działający system komunikacji miejskiej. Tabor komunikacji miejskiej składa się z 1,5 tys. autobusów, 417 składów tramwajowych, 54 pociągów metra, 20 jednostek SKM. Sieć komunikacyjna Warszawy liczy 3,6 tys. km.

Pojęcie „mobilność” pochodzi od łacińskiego słowa *mobilis* i najogólniej oznacza zdolność do poruszania. W terminologii transportowej „mobilność” rozumiana jest jako skłonność do zmiany miejsca przebywania i jest ściśle związana z pokonywaniem przestrzeni oraz podjęciem decyzji o czasie i celu podróży. Z pojęciem mobilności ściśle powiązane są zachowania transportowe pasażerów, które dotyczą m.in. wyboru środka transportu. W wyniku pandemii w Warszawie, tak jak w innych miastach, nastąpił spadek codziennej mobilności mieszkańców. Potwierdza to procentowy wskaźnik mobilności mieszkańców Warszawy opracowany na podstawie danych z telefonów komórkowych.

Dane te sklasyfikowano według miejsca przebywania użytkowników do sześciu kategorii: drogerie i apteki, sklepy i rozrywka, miejsce zamieszkania, transport publiczny, miejsce pracy, parki. Dane obejmowały okres od 15 lutego 2020 roku do 7 grudnia 2021 roku. Poziomem odniesienia była wartość mediany dla odpowiedniego dnia tygodnia w pięciotygodniowym okresie: od 3 stycznia do 6 lutego 2020 roku (tj. przed wprowadzeniem ograniczeń związanych z COVID-19 w marcu 2020 roku). Trendy były szacowane na podstawie danych pochodzących od użytkowników, którzy mają na swoich kontach Google włączoną historię lokalizacji [Google, 2021].

W Warszawie w czasie pierwszego *lockdownu* (rysunek 3.1) maksima odchyień wskaźników oszacowano odpowiednio na poziomie: 26% dla miejsca zamieszkania, -60% dla miejsca pracy, -70% dla transportu publicznego. Pomimo powolnej stabilizacji w grudniu 2021 roku wskaźniki nadal utrzymywały się na poziomie istotnie odbiegającym od stanu sprzed pandemii (10% dla miejsca zamieszkania, -26% dla miejsca pracy, -28% dla transportu publicznego). We wrześniu 2021 roku korzystanie z komunikacji miejskiej powoli wracało do stanu sprzed pandemii, ale na przełomie października i listopada uderzyła czwarta

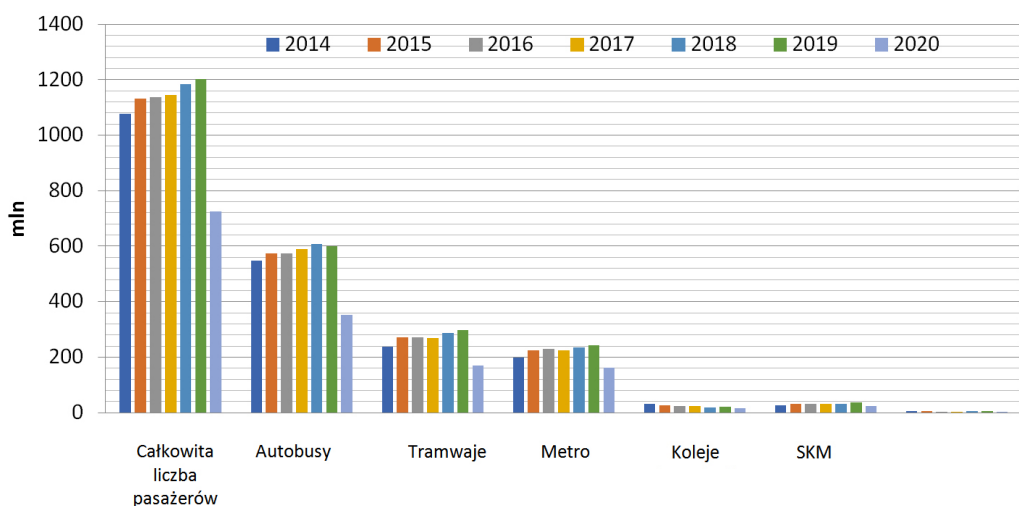


Rysunek 3.1. Wskaźniki aktywności dla mieszkańców Warszawy w okresie od 01.02.2020 do 07.12.2021

Źródło: na podstawie [Google Inc., 2021].

fala pandemii. Powolne znoszenie pracy zdalnej i przywrócenie pracy stacjonarnej powinno mieć odzwierciedlenie w większym korzystaniu z transportu publicznego. Można jednak przyjąć, że część osób zmieniła formę wykonywania pracy na pracę zdalną czy w systemach hybrydowych, dlatego wskaźniki te mogą nie wrócić do poziomu z okresu przed pandemicznego.

W ramach zgromadzonych danych można zauważyć, że w 2020 roku odnotowano bardzo znaczące spadki w obsłudze ruchu pasażerskiego we wszystkich środkach transportu miejskiego w Warszawie (rysunek 3.2). Największe spadki odnotowano w przypadku przewozów WKD (47,1%) a najmniejsze w przypadku przewozów SKM (32,3%). W 2020 roku w porównaniu z rokiem poprzednim obsłużono o 246,5 mln pasażerów mniej w ramach komunikacji autobusowej, 127,6 mln pasażerów mniej w transporcie tramwajowym oraz o 79,6 mln mniej za pomocą przewozów realizowanych metrem. Z powodu pandemii Koleje Mazowieckie przewiozły o ponad 12 mln mniej pasażerów, a WDK — 2,4 mln mniej pasażerów (tabela 3.1).



Rysunek 3.2. Liczba przewiezionych pasażerów komunikacji miejskiej w Warszawie w latach 2014–2020 [mln osób]

Źródło: [ZTM, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019].

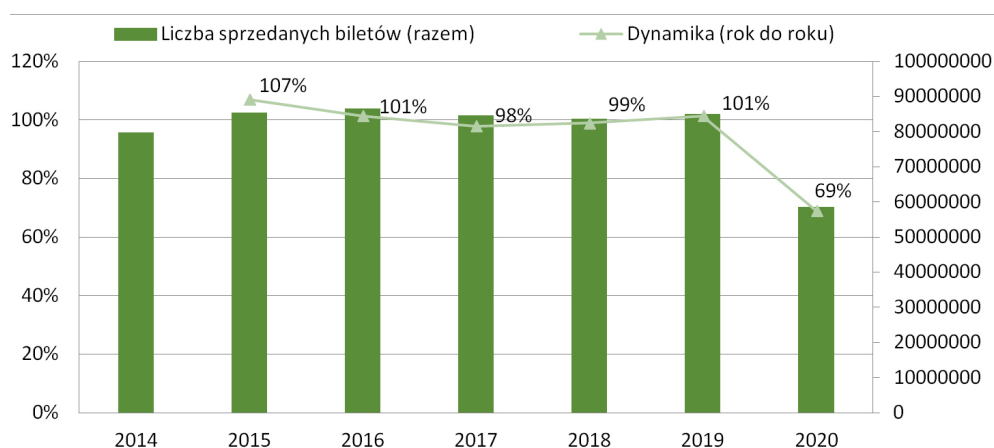
Spadek zapotrzebowania na przewozy komunikacją miejską znajduje odzwierciedlenie w statystyce sprzedaży biletów (rysunek 3.3, tabela 3.2). W 2020 roku sprzedano łącznie 58,5 mln szt. biletów, co stanowiło ponad 30-procentowy spadek w porównaniu z 2019 rokiem (85 mln). Całkowite wpływy ze sprzedaży biletów

Tabela 3.1. Zmiany w liczbie przewiezionych pasażerów komunikacji miejskiej 2020/2019

Wyszczególnienie	2019 rok [mln]	2020 rok [mln]	Spadek [mln]	Spadek [%]
Całkowita liczba pasażerów	1 201,7	726,2	475,50	39,6
Autobusy	598,9	352,4	246,50	41,2
Tramwaje	296,5	168,9	127,60	43,0
Metro	241,8	162,2	79,60	32,9
SKM	22	14,9	7,10	32,3
Koleje Mazowieckie	37,2	25	12,20	32,8
WKD	5,1	2,7	2,40	47,1

Źródło: obliczenia własne na podstawie: [ZTM, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019].

wyniosły 553,3 mln zł i były niższe o 321,5 mln w porównaniu z 2019 rokiem. Pasażerowie, jeśli odbywali podróże, to głównie preferowali zakup biletów czasowych i jednorazowych, w przypadku których spadek popytu kształtował się w granicach 29–30%. Dla porównania spadek zapotrzebowania na bilety długookresowe przekroczył 40%, a w przypadku biletów krótkookresowych — ponad 50% (tabela 3.2). W konsekwencji w 2019 roku sprzedaż biletów pokrywała 30% kosztów usług przewozowych, a w 2020 roku tylko 22%. Dlatego procentowe pokrycie wydatków na zakup usług przewozowych z budżetu m. st. Warszawy wzrosło z 61,50% w 2019 roku do 74,68% w 2020 roku [Świtała, 2021].

**Rysunek 3.3. Zmiany w sprzedaży biletów w Warszawie w latach 2014–2020**

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [ZTM, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019].

Tabela 3.2. Sprzedaż biletów według rodzaju

Typ biletu	2019 rok [szt.]	2020 rok [szt.]	Spadek [%]
Bilety czasowe	44 830 114	31 163 569	30
Bilety jednorazowe	32 450 955	23 022 728	29
Bilety długookresowe	2 445 729	1 214 699	50
Bilety krótkookresowe	5 295 441	3 147 045	41
RAZEM	85 022 239	58 548 041	31

Źródło: obliczenia własne na podstawie: [ZTM, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019].

Dane z raportów ZTM uzupełniono własnymi badaniami empirycznymi. W przeprowadzonym badaniu ankietowym udział wzięło 210 respondentów, w tym 65% stanowiły kobiety i 35% mężczyźni. Najlicniejszą grupę respondentów stanowiły osoby w wieku 25–35 lat, najmniej liczną zaś osoby w wieku powyżej 55 lat. W próbie badawczej wystąpiła silna reprezentacja osób pracujących (64%). Najmniej liczną grupę stanowili emeryci i renciści (4%) – tabela 3.3.

W pierwszym etapie badań rozpoznano, jakie są powody korzystania z komunikacji miejskiej w Warszawie. Z rozkładu odpowiedzi wynika, że 1/3 respondentów wskazała, że korzysta z komunikacji miejskiej, bo ma blisko przystanek, kolejne 21% ze względu na niższe koszty w porównaniu do pozostałych środków transportu, a 18% ze względu na szybkość przemieszczania się komunikacją miejską (tabela 3.4).

Tabela 3.3. Struktura badanej próby pod względem cech społeczno-demograficznych

Wyszczególnienie		Rozkład odpowiedzi			
Płeć	Kobiety (65%)		Mężczyźni (35%)		
Wiek	18–25 lat (25%)	25–35 lat (35%)	35–45 lat (21%)	45–55 lat (11%)	Powyżej 55 lat (8%)
Status	Uczący się (21%)		Pracujący (64%)	Pracujący i uczący się (11%)	Emeryci i renciści (4%)

Źródło: badania własne.

W kolejnym etapie badań ankietowani wskazali, które cechy jakości usług komunikacji miejskiej są dla nich kluczowe. Z otrzymanych odpowiedzi wynika, że dla użytkowników transportu miejskiego w Warszawie kluczowa jest częstotliwość kursowania pojazdów, punktualność oraz czas podróży (tabela 3.5). Najmniej znaczące dla respondentów cechy to dostępność informacji oraz ułatwienia dla osób niepełnosprawnych.

Tabela 3.4. Powody korzystania z komunikacji miejskiej wskazane przez respondentów

Powody korzystania z komunikacji miejskiej	Razem [% ogółu osób]
Bliskość przystanku	28
Koszty (taniej niż własnym samochodem)	21
Szybciej niż własnym samochodem	18
Brak innej możliwości dojazdu	13
Optymalna sieć połączeń	12
Brak miejsc parkingowych w okolicy mojej pracy/uczelni	11
Podczas dojazdu mogę pracować/uczyć się/czytać... itp.	9
Transport publiczny jest bardziej ekologiczny	7
Kongestia podczas jazdy własnym samochodem	5
W komunikacji czuję się bezpiecznie	4
Wysoki komfort podróży	1

Źródło: badania własne.

Tabela 3.5. Preferencje respondentów w zakresie cech jakości transportu miejskiego

Cecha jakości	Ocena preferencji (5 – najważniejsze, 1 – najmniej ważne) [% wskazań]					Średnia ocen
	5	4	3	2	1	
Częstotliwość kursowania	65	26	7	2	–	4,53
Punktualność	61	27	9	3	–	4,45
Czas podróży	48	31	15	5	1	4,20
Integracja transportu	44	34	17	4	1	4,17
Dostępność przystanków	40	40	16	4	–	4,16
Cena biletów	39	30	16	10	5	3,88
Komfort podróżowania	27	34	29	9	1	3,77
Stan techniczny pojazdów	24	37	24	12	2	3,68
Bezpieczeństwo podróży	26	31	28	10	5	3,63
Bezpośredniość podróży	29	30	19	13	10	3,55
Profesjonalizm kierowców	18	30	27	19	6	3,36
Dostępność informacji	24	23	22	20	11	3,29
Ułatwienia dla osób niepełnosprawnych	10	17	23	16	34	2,53

Źródło: badania własne.

Chcąc ocenić wpływ pandemii COVID-19 na mobilność transportową mieszkańców Warszawy, ankietowanych poproszono o udzielenie odpowiedzi na pytanie dotyczące częstotliwości odbywania podróży w warunkach pandemii oraz przed jej wystąpieniem. Analiza wyników badań pozwoliła na zidentyfikowanie kilku istotnych zmian, które zaszły w zachowaniach mieszkańców związanych z ich mobilnością. Po pierwsze, w okresie przed pandemią 84% respondentów realizowało podróże komunikacją miejską codziennie. W okresie pandemii niepełna 50% respondentów deklarowało, że podróżowało codziennie (tabela 3.6). Z kolei ponad 1/3 badanych wskazała, że pracowała/uczyła się zdalnie. Rozwój nauki i pracy zdalnej spowodował, że częstotliwość korzystania z transportu miejskiego spadła do kilku lub 1–2 razy w tygodniu. W warunkach pandemii najbardziej popularne okazały się przemieszczenia piesze, które wskazało ponad 80% respondentów, a także przejazdy komunikacją autobusową, które zadeklarowało ponad 56% ankietowanych. Większość respondentów korzystała również z usług komunikacji tramwajowej (52%) oraz przemieszczała się po mieście z użyciem samochodu prywatnego (54%). Jeśli chodzi o transport indywidualny, to przejazdy rowerem prywatnym wskazało 36% ankietowanych, a własną hulajnogą elektryczną – 5%.

Tabela 3.6. Częstotliwość dojazdów do pracy lub szkoły przed pandemią i w czasie pandemii COVID-19

Częstotliwość dojazdów	Osoby uczące się (44 osoby)		Osoby pracujące (134 osoby)		Osoby uczące się i pracujące (23 osoby)		Emeryci i renciści (8 osób)		Razem [%]	
	przed pandemią	w czasie pandemii	przed pandemią	w czasie pandemii	przed pandemią	w czasie pandemii	przed pandemią	w czasie pandemii	przed pandemią	w czasie pandemii
Codziennie	37	1	125	95	14	6	1	0	84	49
Kilka razy w tygodniu	7	2	4	14	4	2	4	2	7	9
1–2 razy w tygodniu	0	2	5	3	2	2	3	5	3	3
Raz na dwa tygodnie	0	0	0	0	3	1	0	1	1	0
Raz w miesiącu	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1
Pracuję/uczę się zdalnie	0	39	0	22	0	9	0	0	0	33

Źródło: badania własne.

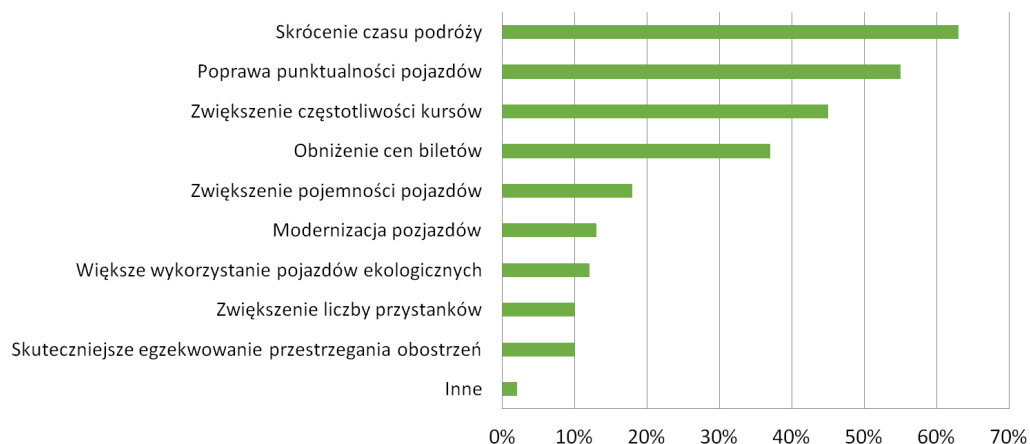
Biorąc pod uwagę zmniejszoną mobilność respondentów w czasie pandemii, postanowiono rozpoznać, jaki był poziom preferencji i satysfakcji ankietowanych z wprowadzonych przez miasto i ZTM obostrzeń. Z rozkładu odpowiedzi wynika, że większość wprowadzonych zmian była ważna dla pasażerów, jednak sposób ich realizacji oraz egzekwowania w środkach transportu miejskiego w Warszawie był niesatysfakcjonujący (tabela 3.7). Największe niezadowolenie respondenci wskazali w zakresie liczby pojazdów w godzinach szczytu, weryfikacji obowiązku noszenia maseczek oraz weryfikacji liczby pasażerów podróżujących danym pojazdem.

Tabela 3.7. Preferencje i satysfakcja z wprowadzonych obostrzeń z powodu pandemii

Wyszczególnienie	Ważność (preferencje)	Satysfakcja	Luka
Zwiększenie liczby pojazdów w godzinach szczytu	4,4	2,8	−1,6
Weryfikacja obowiązku noszenia maseczek	4,5	3,5	−1
Weryfikacja liczby pasażerów podróżujących danym autobusem/wagonem (w związku z ograniczeniami liczby pasażerów w pojazdach)	4,2	3,3	−0,9
Dostępność środków dezynfekcji	2,8	2,2	−0,6
Zauważalna dezynfekcja środków transportu	3,6	3,8	0,2
Czystość środków transportu	3,8	4,1	0,3
Informacja o podstawowych zasadach bezpieczeństwa w trakcie pandemii na nośnikach informacyjnych w autobusach (np. ekrany, plakaty/ulotki informacyjne na oknach pojazdu)	2,3	3,2	0,9

Źródło: badania własne.

W ostatnim etapie badań poproszono respondentów o wskazanie czynników, które wpłynęłyby na wzrost poziomu ich mobilności. Ankietowani najczęściej wskazywali, że wzrost popytu na transport miejski mógłby być stymulowany skróceniem czasu podróży (63% wskazań), poprawą punktualności pojazdów (55% wskazań) oraz zwiększeniem częstotliwości kursów (45% wskazań) – rysunek 3.4. Biorąc powyższe pod uwagę, należy założyć, że skrócenie czasu jazdy może nastąpić w wyniku zwiększenia stopnia uprzywilejowania komunikacji autobusowej, m.in. poprzez organizację dodatkowych pasów autobusowych. Z kolei zwiększenie częstotliwości kursów wiąże się z uruchomieniem dodatkowych kursów i jednocześnie zwiększeniem podaży miejsc. Zarządzający transportem miejskim powinni także rozważyć przygotowanie i przeprowadzenie kampanii informacyjno-edukacyjnej dotyczących właściwych zachowań pasażerów w środkach komunikacji miejskiej.



Rysunek 3.4. Czynniki, które zachęciłyby respondentów do większego popytu na usługi transportu miejskiego

Źródło: badania własne.

Podsumowanie

Pandemia COVID-19 miała wpływ na zmianę mobilności mieszkańców Warszawy. Mieszkańcy, którzy nie przeszli na pracę zdalną i zrezygnowali z transportu publicznego, wybierali przede wszystkim indywidualny sposób podróżowania – samochodem osobowym, rowerem lub na piechotę. W 2020 roku odnotowano spadek liczby pasażerów komunikacji miejskiej w Warszawie (o 40%) oraz spadek sprzedaży biletów (o 31%). Zarówno przed władzami miasta, jak i zarządzającymi transportem miejskim pojawia się zatem wiele wyzwań w zakresie ponownego zachęcenia mieszkańców do korzystania z transportu miejskiego. Według opinii respondentów działania, które mogą zachęcić do powrotu do mobilności na poziomie sprzed pandemii to m.in.: skrócenie czasu jazdy, zwiększenie podaży miejsc poprzez zwiększenie częstotliwości kursów, a także egzekwowanie przestrzegania obostrzeń przez pasażerów.

Inicjowanie zmian może odbywać się w formule *top-down* lub *bottom-up*. W pierwszym przypadku inicjatorem (odgórnym) zmian społeczno-gospodarczych jest zazwyczaj państwo.

Biorąc pod uwagę aktualne cele UE w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i osiągnięcia neutralności klimatycznej w 2050 roku, prawdopodobnym wydaje się, że po pandemii rządy wielu krajów (w tym Polski) zaostrzą polityki w zakresie dekarbonizacji transportu (wprowadzą zakazy dotyczące rejestracji określonych kategorii pojazdów, zmiany podatkowe zwiększające obciążenie

nia dla pojazdów niezeroemisyjnych, wprowadzą strefy „czystego transportu”). Jednocześnie konieczne jest uruchomienie dofinansowania zakupu pojazdów zeroemisyjnych i przede wszystkim inwestowanie w zeroemisyjny transport publiczny.

W odniesieniu do zmian oddolnych inicjatorem zmian jest społeczeństwo. Można przypuszczać, że użytkownicy pojazdów zmienią zachowania, ograniczą używanie prywatnych pojazdów i przesiądą się do transportu publicznego lub postawią na mikromobilność. Jest to możliwe, jeśli odbudowane zostanie zaufanie do transportu publicznego np. poprzez kampanie edukacyjne, częste dezynfekcje, innowacje w zakresie wykorzystywanych antybakteryjnych materiałów itp. W kontekście zmian oddolnych może jednak pojawić się również taki scenariusz, gdzie brak zaufania do transportu publicznego w czasie pandemii oraz okresu po niej może skutkować decyzjami o zakupie kolejnego samochodu, a przy braku ambitnej polityki w tym zakresie będą to przede wszystkim auta niezeroemisyjne.

Podsumowując, można przyjąć, że odpowiedzialny transport wymaga stworzenia przez państwo odpowiednich warunków. W odniesieniu do transportu publicznego jest to odpowiednia dostępność połączeń, cena, jakość świadczonych usług, stan taboru itp., jak również inne działania takie jak: stworzenie ścieżek rowerowych, czy też zeroemisyjnego *carsharingu* i mikromobilności. W takiej sytuacji prawdopodobne jest, że zdecydowanie więcej osób świadomie zrezygnuje z własnego pojazdu i wybierze bardziej zrównoważone środki transportu.

Bibliografia

- Andersson, L., Gläcke, A., Möller, T. i Schneiderbauer, T. (2020). Why Shared Mobility is Poised to Make a Comeback after the Crisis. McKinsey & Company, [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive and Assembly/Our Insights/Why shared mobility is poised to make a comeback after the crisis/Why-shared-mobility-is-poised-to-make--a-comeback-after-the-crisis-vF.pdf?shouldIndex=false](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Why%20shared%20mobility%20is%20poised%20to%20make%20a%20comeback%20after%20the%20crisis/vF.pdf?shouldIndex=false) [dostęp: 29.07.2022].
- Bryniarska, Z. i Kuza, A. (2021). Analiza wpływu COVID-19 na funkcjonowanie transportu pasażerskiego, *Transport Miejski i Regionalny* 10, 3–18.
- Google Inc. (2021). COVID-19 a zmiany w trendach dotyczących przemieszczania się, <https://www.google.com/COVID19/mobility/?hl=pl> [dostęp: 18.07.2022].
- Heineke, K., Kloss, B. i Scurtu, D. (2020). The Future of Micromobility: Ridership and Revenue After a Crisis. McKinsey Center for Future Mobility, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-micromobility-ridership-and-revenue-after-a-crisis> [dostęp: 18.07.2022].

- Kraus, S. i Koch, N. (2020). Effect of Pop-up Bike Lanes on Cycling in European Cities, arXiv pre-print 05883, <https://arxiv.org/pdf/2008.05883> [dostęp: 18.07.2022].
- Łukasiewicz, A. (2022). Konsekwencje ograniczeń związanych z pandemią COVID-19 dla transportu pasażerskiego. *Studia BAS* 1(69), 85–108.
- Orro, A., Novales, M., Monteagudo, Á., Pérez-López, J.-B. i Bugarín, M.R. (2020). Impact on City Bus Transit Services of the COVID-19 Lockdown and Return to the New Normal: The Case of A Coruña (Spain). *Sustainability* 12(17), 7206.
- ZTM (2013). Raport 2014. Warszawa.
- ZTM (2014). Raport 2015. Warszawa.
- ZTM (2015). Raport 2016. Warszawa.
- ZTM (2016). Raport 2017. Warszawa.
- ZTM (2017). Raport 2018. Warszawa.
- ZTM (2018). Raport 2019. Warszawa.
- ZTM (2019). Raport 2020. Warszawa.
- Rodrigue, J.P., Comtois, C. i Black, S. (2016). *The geography of transport systems*. London: Routledge.
- Świtła, M. (2021). Wpływ pandemii COVID-19 na codzienną mobilność mieszkańców Warszawy. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* 78(9), 19–31.
- Wolański, M., Czerliński, M. i Kozłowska, P., Paczek, B., Makurat, D., Kaczorowski, J. (2021). Analiza wpływu COVID-19 na transport publiczny w miastach, Centrum Unijnych Projektów Transportowych, https://www.cupt.gov.pl/images/Analiza_wplywu_COVID-19_na_transport_publiczny_w_miastach_Raport_koncowy_7.12.2021.pdf [dostęp: 19.07.2022].
- Woźniak, A. (2021). Komunikacja w miastach cierpi przez wirusa. *Rzeczpospolita*, 11.02.2021, <https://www.rp.pl/transport/art280331-komunikacja-w-miastach-cierpi-przez-wirusa> [dostęp: 18.12.2021].

Analiza pośrednich emisji pojazdów samochodowych w Polsce

Julia Parchem, Błażej Mach

Uniwersytet Morski w Gdyni, Koło Naukowe Innowacyjnych Systemów
Transportowo- Logistycznych

Wstęp

W ostatnich latach znacząco wzrosła świadomość ekologiczna oraz próba zahamowania zmian klimatycznych wywołanych działalnością człowieka. Unia Europejska także zwiększa nacisk na kontrolowanie oraz zmniejszanie emisji generowanych przez państwa członkowskie, oraz przedsiębiorstwa działające na terytorium wspólnoty [Igarska, 2013].

Jednym z obszarów, który mógłby znacząco wpłynąć na zmniejszenie śladu węglowego oraz poprawę jakości życia mieszkańców miast jest sektor transportowy. Strategia dotycząca przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym wynikającym z przemieszczania się ludzi opiera się między innymi na zastąpieniu spalinowych pojazdów elektrycznymi. Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej zaangażowała się w próbę rozwiązania problemu nadmiernych emisji przez pojazdy samochodowe [Radovic, 2018]. Zauważono rosnący wpływ elektromobilności na rynek samochodów osobowych. Zjawisko to występuje zarówno w trendach konsumenckich, jak i wśród producentów. Według danych Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych na koniec 2020 roku w Polsce zarejestrowanych było 9751 samochodów elektrycznych, co stanowi liczbę dwukrotnie większą w porównaniu z rokiem poprzednim [Zieliński, 2021]. Warto także zwrócić uwagę na fakt, że producenci pojazdów samochodowych zwiększają liczbę modeli z napędem elektrycznym.

Pojazdy elektryczne reklamowane są jako rozwiązanie, które nie emituje szkodliwych związków do atmosfery, co samo w sobie jest faktem, należy jednak uwzględnić źródło pochodzenia energii elektrycznej wykorzystywanej do

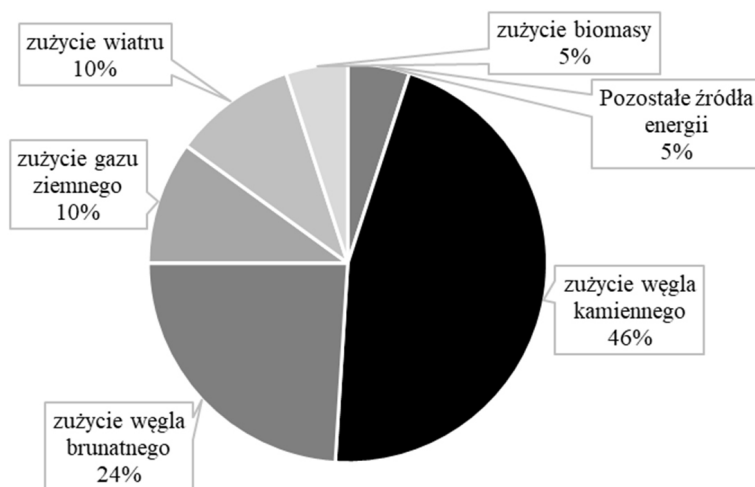
ładowania pojazdów osobowych. Zgodnie z danymi GUS energia elektryczna pozyskana z węgla kamiennego stanowiła 46% całkowitego bilansu energetycznego Polski w 2020 roku. Węgiel brunatny oraz gaz ziemny stanowiły kolejno 24 i 10% wyżej wspomnianego zestawienia [GUS, 2021]. Zgodnie z tymi danymi zasadne jest rozważenie, czy w kraju takim jak Polska, który w znacznej mierze opiera się na paliwach kopalnych, rozwój elektromobilności rzeczywiście rozwiązuje problem emisji spalin do atmosfery, czy jest jedynie przeniesieniem ciężaru na zakłady energetyczne. W związku z powyższym, autorzy rozdziału opierając się na oficjalnych danych publikowanych przez koncerny motoryzacyjne oraz instytucje państwowe porównali emisje pojazdów spalinowych i elektrycznych, a także poddali krytycznej analizie stan oraz prognozy rozwoju elektromobilności pojazdów osobowych w Polsce. W dalszej części rozdziału autorzy przeanalizowali dostępną literaturę związaną z omawianym zagadnieniem, która posłużyła jako tło do analizy wykonanej na podstawie norm emisji Euro 6, wskaźników emisyjności Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) oraz danych udostępnionych przez producentów pojazdów. Kolejnym krokiem było przedstawienie oraz dyskusja uzyskanych wyników.

Przegląd literatury

Rosnąca liczba pojazdów elektrycznych w Polsce wpływa nie tylko na zmiany w sektorze transportowym, ale także na gospodarkę energetyczną kraju. Wzrost popytu na samochody zasilane prądem jest równoznaczny ze wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną. Według Rządowego Planu Rozwoju Elektromobilności, w ciągu najbliższych kilku lat, liczba samochodów elektrycznych wzrośnie do miliona, czego skutkiem będzie konieczność zwiększenia produkcji energii elektrycznej na potrzeby działalności transportowej [KOBiZE, 2021]. Przy założeniach zgodnych z rządowymi programami rozwoju transportu elektrycznego Centrum Analiz Klimatyczno-Energetycznych prognozuje, że konsumpcja prądu przez osobowe pojazdy zelektryfikowane wyniesie 4,4 TWh w 2030 roku i około 24,2 TWh w 2050 roku [Gorzałczyński i in., 2022]. Biorąc tym samym pod uwagę dotychczasową politykę energetyczną, a także jej zaplecze infrastrukturalne w Polsce można spostrzec, że krajowy przemysł energetyczny nie jest gotowy na tak znaczącą zmianę. Jednym z powodów, dla których prognozowana transformacja może okazać się problematyczna do przeprowadzenia, jest fakt, że energia elektryczna w Polsce generowana jest poprzez wykorzystanie elektrowni, których znacząca część funkcjonuje już od 25 do 30 lat [Denis i Kuczyński,

2017]. Szacuje się, że sprawność polskich elektrowni w 2015 roku wynosiła zaledwie 34%. Elektrownie zasilane przez paliwa kopalne wciąż stanowią zasadniczą część „miksu” energetycznego Polski. Zgodnie z danymi prezentowanymi przez GUS spalanie węgla kamiennego oraz brunatnego zaspokaja łącznie około 70% zapotrzebowania na energię elektryczną. Wartość ta pośrednio przekłada się na emisje związane z eksploatacją pojazdów elektrycznych. W związku z powyższymi faktami ekologiczny aspekt elektromobilności w Polsce staje się wątpliwy z powodu ograniczeń technologicznych sektora elektrycznego w Polsce. A zatem istnieje uzasadniona obawa, że rozwój elektromobilności w Polsce nie zmniejszy emisji gazów cieplarnianych związanych z transportem, a jedynie przeniesie ciężar z użytkowników na producentów energii.

Ze względu na stan techniczny infrastruktury energetycznej w Polsce zapewnienie źródła zasilania, które będzie przyjazne dla środowiska, musi zostać poprzedzone gruntownymi zmianami polityki energetycznej. Polska nie dysponuje elektrownią atomową, dlatego na tę chwilę jedynym rozwiązaniem, które może zmniejszyć emisję substancji szkodliwych do atmosfery, jest wykorzystanie odnawialnych źródeł energii [Sobol i Dyjakon, 2020]. Jednak infrastruktura umożliwiająca to przedsięwzięcie jest w Polsce na niewystarczającym poziomie [Łuszczuk i in., 2021]. Udział odnawialnych źródeł energii stanowił w 2020 roku 5% całkowitego zapotrzebowania energetycznego [GUS, 2020]. Całkowity bilans energetyczny Polski został przedstawiony na rysunku 4.1.



Rysunek 4.1. Bilans energetyczny Polski w 2020 roku

Źródło: [GUS, 2021].

W związku z tym w Polsce zakładanie rozwoju ekologicznego transportu elektrycznego bez jednoczesnego planu rozwoju energetyki bezemisyjnej jest skazane na niepowodzenie. Tezę tę potwierdzają wyniki badań przeprowadzonych przez zespół Zamasza, który uwzględniając emisję gazów cieplarnianych generowanych podczas produkcji energii elektrycznej w Polsce, ustalił pośrednie emisje CO₂ generowane przez pojazdy zelektryfikowane. Z zestawienia uzyskanych wartości z danymi dotyczącymi samochodów konwencjonalnych wynika, że eksploatacja obu typu pojazdów wiąże się z podobnymi emisjami gazów cieplarnianych [Zamasz i in., 2021].

Chcąc jednak bezpośrednio porównać emisje samochodów elektrycznych oraz spalinowych, należy zwrócić uwagę fakt, iż ostateczny wynik zależy od warunków środowiskowych oraz sposobu przeprowadzania badania. Warunki takie jak temperatura, rodzaj trasy częstość zatrzymywania pojazdu, średnia prędkość oraz dynamika samej jazdy mają wpływ na uzyskane wyniki, co potwierdzają badania zespołu Adamiaka, a także Pielechów [Adamiak i in., 2020; Pielecha i Pielecha, 2020]. Ponadto znacząca liczba pojazdów na drogach oraz ich zróżnicowany stan techniczny powodują, że dokładna ocena emisji generowanych w ruchu drogowym przez samochody osobowe jest niemożliwa do ustalenia [Denis i Kuczyński, 2017]. Aktualne opracowania opierają się jedynie na oszacowaniach. Ten sam autor podkreśla także, że w przypadku pośrednich emisji związanych z eksploatacją aut elektrycznych możliwa jest dokładniejsza kontrola emitowanych substancji. Mimo to również tutaj występują niepewności. Ze względu na zróżnicowany sposób ładowania pojazdu, jak chociażby możliwość wykorzystania przydomowych instalacji fotowoltaicznych, rzeczywista emisja generowana pośrednio przez pojazdy napędzane prądem będzie różniła się od stanu rzeczywistego, co wykazują badania przeprowadzone przez zespół Tausa [2020]. W związku z tym, w trakcie prowadzenia wyliczeń dotyczących emisyjności pojazdów osobowych przyjmuje się założenia modelowe, które mogą znacząco wpłynąć na ostateczne wyniki badań.

Chcąc móc odnieść przytoczone tezy do wartości rzeczywistych, autorzy rozdziału postanowili przeprowadzić analizę dotyczącą pośrednich emisji pojazdów elektrycznych na podstawie ogólnodostępnych danych oraz norm. W związku z różnicami występującymi w źródłach autorzy rozdziału postanowili porównać pośrednie emisje pojazdów elektrycznych do norm spalania Euro 6, a w przypadku emisji CO₂ wykorzystano dane udostępnione przez producentów pojazdów spalinowych.

Wyniki

Najważniejszym czynnikiem determinującym czy dane rozwiązanie można uznać za ekologiczne, jest jego całkowity wpływ na środowisko naturalne. Mając na uwadze fakt, że znaczna część energii elektrycznej w Polsce pochodzi ze źródeł spalanych, postanowiono zbadać emisję generowaną przy produkcji prądu, która jest pośrednią emisją pojazdów elektrycznych. W tym celu wybrano 10 popularnych samochodów elektrycznych i porównano je z 10 równie popularnymi autami z silnikiem spalinowym. W związku z różnicami występującymi w materiałach poświęconych pomiarom emisyjności silników spalinowych autorzy rozdziału postanowili odnieść pośrednie emisje pojazdów elektrycznych do norm spalania Euro 6, a w przypadku emisji CO₂ wykorzystano dane udostępnione przez producentów pojazdów spalinowych. Dane dotyczące zużycia energii przez poszczególne modele wykorzystujące napęd elektryczny zostały zaczerpnięte z oficjalnych stron producentów pojazdów. Wartości te zostały wykorzystane do przeliczenia pośrednich emisji wynikających z eksploatacji pojazdów elektrycznych. Zanieczyszczenia te zostały wygenerowane na drodze produkcji energii elektrycznej przez elektrownie zasilane paliwami kopalnymi. Wykorzystując wskaźniki emisyjności za 2020 rok udostępnione przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, autorzy rozdziału dokonali przeliczenia wartości z raportu na pośrednie emisje pojazdów elektrycznych. W tabeli 4.1. przedstawiono dane z raportu KOBiZE, a także przeliczenie wartości emisji z kg/MWh na g/MWh zostały przedstawione wskaźniki emisyjności podczas produkcji energii elektrycznej.

Następnym krokiem było wyznaczenie zużycia energii elektrycznej przez pojazdy uwzględnione w badaniu. W tym celu posłużono się danymi przedstawionymi przez producentów pojazdów samochodowych (Skoda, Nissan, Renault, Mazda, Kia, Hyundai, BMW, Mercedes, Volkswagen, Opel). Zasięg katalogowy został przeliczony na zużycie energii potrzebnej do przejechania 1 kilometra. Ostatecznie, zużycie energii zostało przedstawione w tabeli 4.2, a za jednostkę przyjęto MWh/km.

Tabela 4.1. Wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej

	[kg/MWh]		[g/MWh]
(CO ₂)	745		745000
(SO _x /SO ₂)	0,544	→	544
(NO _x /NO ₂)	0,557		557
(CO)	0,217		217
Pył całkowity	0,028		28

Źródło: [KOBiZE, 2021].

Tabela 4.2. Zużycie energii przez pojazdy elektryczne

Model	Poj. akumulatora [kWh]	Zasięg [km]	[kWh/km]	[MWh/km]
Skoda Citigo-e IV	36,8	260	0,1415	0,0001
Nissan Leaf	40	270	0,1481	0,0002
Renault Zoe	52	395	0,1316	0,0001
Mazda MX-30	35,5	200	0,1775	0,0002
Kia e-Niro	64	455	0,1407	0,0001
Hyundai Kona	64	484	0,1322	0,0001
BMW i3	42,2	284	0,1486	0,0002
Mercedes EQC	80	432	0,1852	0,0002
Volkswagen ID.3	58	417	0,1391	0,0001
Opel Corsa-e	50	352	0,1420	0,0001

Źródło: [Zieliński, 2021].

Uwzględniając wskaźniki emisyjności z tabeli 4.1 oraz zużycie energii przez pojazdy elektryczne przedstawione w tabeli 4.2, autorzy rozdziału dokonali obliczeń polegających na przemnożeniu wartości ze wspomnianych tabel. Wyniki wyliczeń zostały zaprezentowane w tabeli 4.3 i przedstawiają emisje, które są pośrednio generowane w wyniku eksploatacji pojazdów elektrycznych.

Tabela 4.3. Pośrednie emisje pojazdów elektrycznych

model/emisja [gm/km]	[CO ₂]	[Sox/SO ₂]	[NO _x /NO ₂]	[CO]	pył całkowity
Skoda Citigo-e IV	105,4462	0,0770	0,0788	0,0307	0,0040
Nissan Leaf	110,3704	0,0806	0,0825	0,0321	0,0041
Renault Zoe	98,0759	0,0716	0,0733	0,0286	0,0037
Mazda MX-30	132,2375	0,0966	0,0989	0,0385	0,0050
Kia e-Niro	104,7912	0,0765	0,0783	0,0305	0,0039
Hyundai Kona	98,5124	0,0719	0,0737	0,0287	0,0037
BMW i3	110,7007	0,0808	0,0828	0,0322	0,0042
Mercedes EQC	137,9630	0,1007	0,1031	0,0402	0,0052
Volkswagen ID.3	103,6211	0,0757	0,0775	0,0302	0,0039
Opel Corsa-e	105,8239	0,0773	0,0791	0,0308	0,0040

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [KOBiZE, 2021].

W tabeli 4.4 zawarto wartości dotyczące dopuszczalnych emisji zgodnych z normą Euro 6. Parametry te posłużyły na późniejszym etapie do zestawienia pośrednich emisji generowanych przez samochody elektryczne z dopuszczalnymi normami. Zdaniem autorów rozdziału wykorzystanie norm Euro 6 umożliwia zweryfikować, czy pojazdy napędzane za pomocą prądu spełniają wymagania stawiane przez Unię Europejską.

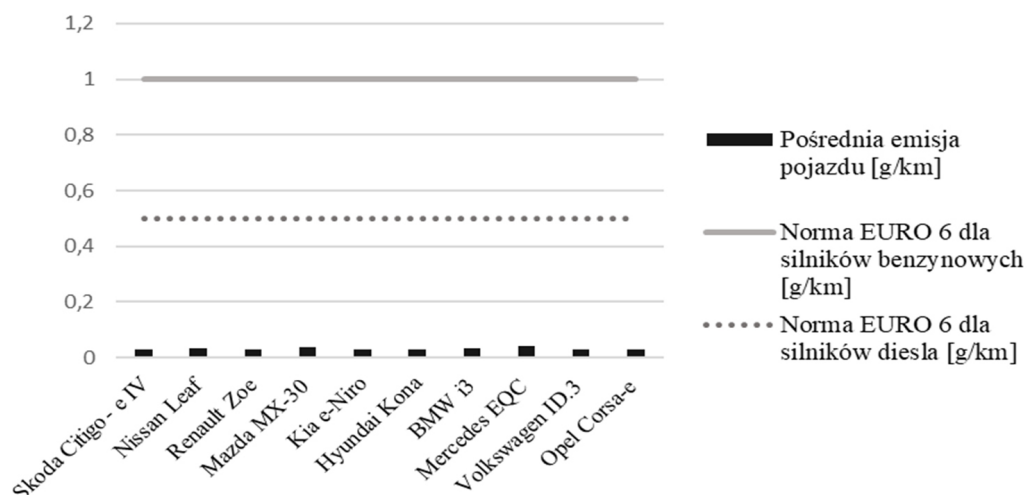
Zestawienie to jest zasadne, biorąc pod uwagę, że produkcja energii elektrycznej w Polsce w dużym stopniu opiera się na spalaniu paliw kopalnych, co z natury generuje uwolnienie substancji szkodliwych do atmosfery.

Korzystając z danych zawartych w tabeli 4.2 oraz tabeli 4.3, autorzy rozdziału dokonali zestawienia substancji chemicznych pośrednio emitowanych przez pojazdy elektryczne na tle norm Euro 6. Z powodu różnic między danymi dotyczącymi norm spalania oraz emisji wynikających z produkcji energii elektrycznej, autorzy rozdziału porównali emisje CO (rysunek 4.2) oraz NO (rysunek 4.3), a także pyłu zawieszonego (rysunek 4.4).

Tabela 4.4. Europejskie normy spalania dla silników benzynowych i wysokoprężnych

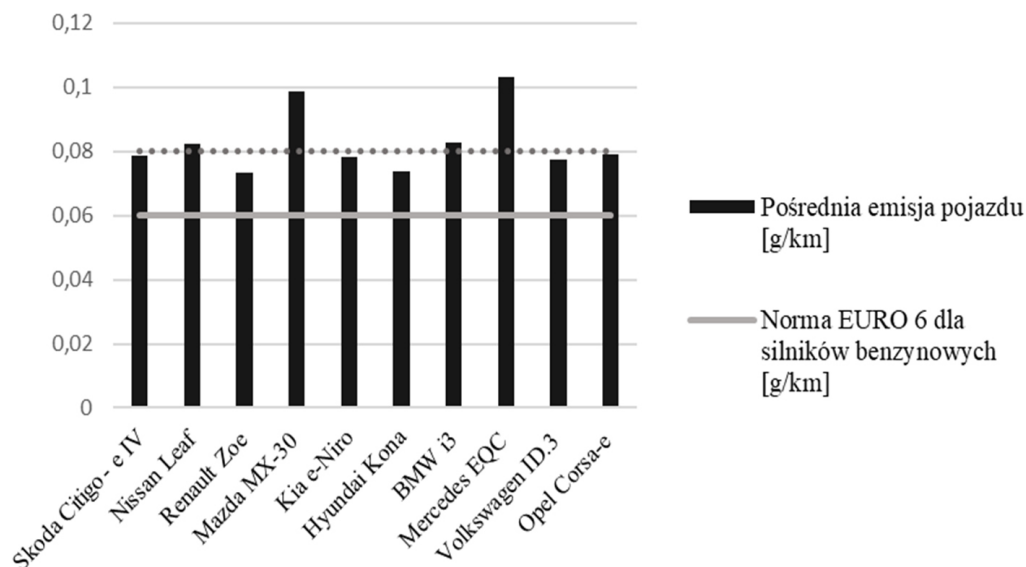
Benzyna	Euro 6	Diesel	Euro 6
CO [g/km]	1	CO [g/km]	0,5
HC [g/km]	0,1	HC [g/km]	0,05
NO _x [g/km]	0,06	NO _x [g/km]	0,08
HC + NO _x [g/km]	–	HC + NO _x [g/km]	0,17
PM [g/km]	0,005	PM [g/km]	0,005

Źródło: [Unia Europejska, 2012].



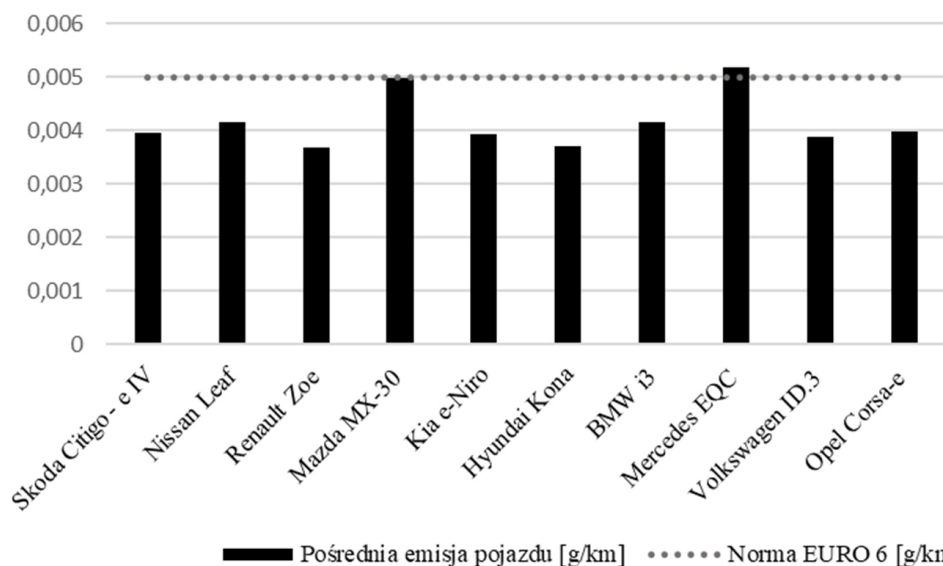
Rysunek 4.2. Zestawienie pośrednich emisji CO pojazdów elektrycznych na tle norm Euro 6

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [KOBiZE, 2021].



Rysunek 4.3. Zestawienie pośrednich emisji NO_x pojazdów elektrycznych na tle norm Euro 6

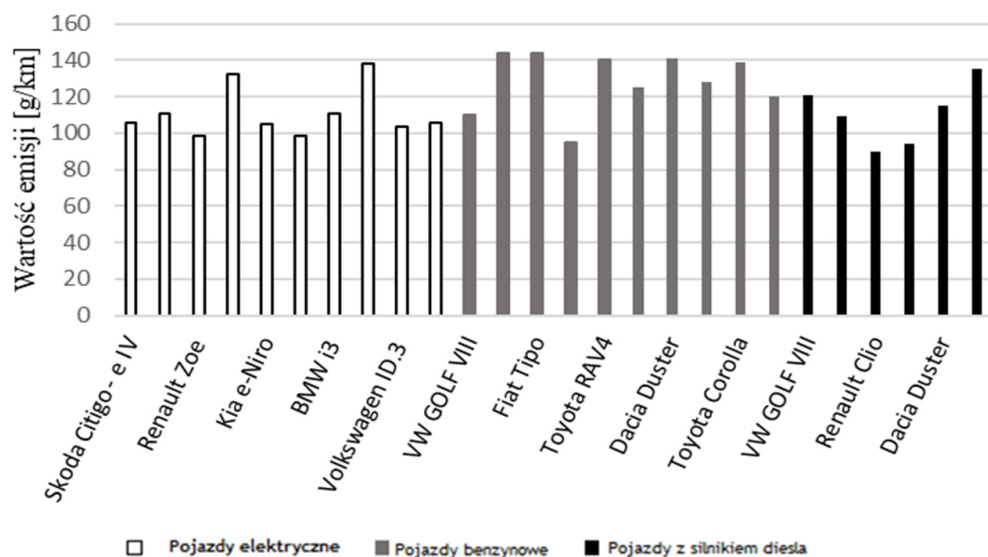
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [KOBiZE, 2021].



Rysunek 4.4. Zestawienie pośrednich emisji pyłu całkowitego pojazdów elektrycznych na tle normy Euro 6

Źródło: opracowanie własne, na podstawie: [KOBiZE, 2021].

Opierając się na danych opublikowanych przez producentów pojazdów spalinowych odnośnie do emisji CO₂, autorzy rozdziału dokonali porównania pomiędzy emisjami wybranych pojazdów napędzanych przez jednostki diesla, benzynowe oraz silniki elektryczne. Wyniki zestawienia przedstawiono w formie graficznej (rysunek 4.5).



Rysunek 4.5. Porównanie emisji CO₂

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Zieliński, 2021].

Dyskusja wyników

Na podstawie danych przedstawionych w badaniu można stwierdzić, że przy uwzględnieniu surowców oraz sposobów do produkcji energii elektrycznej w Polsce elektromobilność nie jest jednoznacznie ekologiczna. W przypadku pośredniej emisji CO odnotowano niskie wartości w stosunku do normy Euro 6 zarówno dla silników benzynowych, jak i wysokoprężnych. Wszystkie analizowane pojazdy elektryczne generują pośrednie emisje NO_x przekraczające normy Euro 6 dla samochodów benzynowych, a w przypadku norm dla silników wysokoprężnych normy nie zostały przekroczone z wyjątkiem Mazdy MX-30 oraz Mercedesa EQC. Modele te charakteryzują się znacząco wyższymi emisjami (do 20%) pośrednimi w porównaniu do analizowanych pojazdów. Ponadto, ilości CO₂ uwalniane do atmosfery w wyniku zasilania samochodów prądem elektrycznym osiągają wartości zbliżone w porównaniu z silnikami spalinowymi.

Pomimo powyższych danych należy jednak uwzględnić, że wykorzystanie samochodu elektrycznego w ośrodku miejskim pozytywnie wpływa na jakość powietrza na obszarze zurbanizowanym. Ma to bezpośredni wpływ na jakość życia i zdrowie mieszkańców. Mimo to, problem emisji substancji szkodliwych wciąż występuje – jedyną różnicą jest przeniesienie go na ośrodki przemysłowe. Konsekwencją tego zjawiska jest sumaryczne zwiększenie emisji gazów szkodzących środowisku. Zdaniem autorów rozdziału, aby móc zdefiniować elektromobilność jako w pełni ekologiczne rozwiązanie, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na zmniejszenie wykorzystania paliw kopalnych i rozpocząć bezemisyjną produkcję energii elektrycznej w Polsce. Za potwierdzenie tej hipotezy mogą posłużyć przedstawione w niniejszym rozdziale wykresy oraz tabele, z których wynika, że pojazdy elektryczne przy uwzględnieniu „miksu” energetycznego Polski nie zmniejszają w sposób znaczący sumarycznych emisji związanych z gospodarką transportową. Zdaniem autorów producenci pojazdów elektrycznych, a także komisje nadzorcze powinny uświadamiać kierowców o całkowitym wpływie elektromobilności na środowisko naturalne. Dobrą praktyką mogłoby być dodanie narzędzia w pojazdach elektrycznych przedstawiającego ekwiwalent emisji spalin przy aktualnym trybie jazdy, biorąc pod uwagę rosnące zachowania proekologiczne wśród konsumentów, jest to aspekt, który mógłby pozytywnie wpłynąć na oszczędniejszy energetycznie tryb jazdy.

Autorzy rozdziału mają także świadomość ograniczeń zastosowanej metody badawczej. Dokonanie obliczeń na podstawie ogólnodostępnych materiałów oraz norm nie przedstawia wyników tak dokładnych, jakie można by uzyskać, wykorzystując specjalistyczną aparaturę pomiarową. Warto jednak zaznaczyć, że na pomiar emisyjności pojazdów spalinowych ma wpływ na bardzo wiele czynników, takich jak rodzaj nawierzchni, warunki atmosferyczne, natężenie ruchu, średnia prędkość czy stopień zużycia opon [Pielecha i Pielecha, 2020]. W związku z tym, w rozdziale postanowiono odnieść się do jasno określonych norm emisyjności. Jak zauważają Engelmann i inni [2021], zmieniające się warunki drogowe mają wpływ na generowane emisje, w związku z tym niemożliwe jest dokładne kontrolowanie związków emitowanych przez pojazdy spalinowe. Rozwój elektromobilności otwiera jednak większe możliwości zarówno przed kierowcami, jak i urzędami statystycznymi oraz badaczami. Pojazdy elektryczne, ze względu na zaawansowanie technologiczne, wyposażone są w znaczną liczbę czujników. W związku z tym autorzy pracy sugerują prowadzenie testów związanych z emisją oraz zużyciem energii nie tylko w trakcie procesu homologacyjnego, ale przez dłuższy okres, który można dowolnie wydłużać. Energochłonność pojazdów

elektrycznych na podstawie danych uzyskanych od faktycznie poruszających się po drogach pojazdów można wykorzystać do obliczenia dokładniejszych danych związanych z pośrednimi emisjami. Pod tym względem elektromobilność może poprawić kontrolę nad emisjami substancji szkodliwych do atmosfery.

Podsumowanie

Wykorzystanie energii elektrycznej staje się popularne w różnych sektorach gospodarki, w tym także w sektorze transportowym. Oprócz inwestowania i rozwijania elektromobilności pod kątem zwiększenia zasięgu pojazdów elektrycznych należy także zwrócić uwagę na to, w jaki sposób produkowana jest energia elektryczna, ponieważ to ten aspekt stanowi klucz do rozwiązań ekologicznych w transporcie.

Warto jednak zwrócić uwagę, że emisję związane z podróżowaniem pojazdami elektrycznymi można zmniejszyć bez konieczności modyfikowania samego pojazdu. W badaniu opisanym przez Gutschego i Muślewskiego do wytworzenia energii elektrycznej zostało wykorzystane biopaliwo w postaci słomy [2021]. W opisanym przypadku emisja CO₂ spadła niemalże do zera. Podobny efekt można uzyskać, wykorzystując przydomowe panele fotowoltaiczne [Taus i in., 2020]. Kluczowymi pytaniami powinny stać się: skąd pochodzi źródło energii w punktach ładowania; czy jest to gospodarstwo domowe z dostępem do fotowoltaiki; czy dom czerpiący energię bezpośrednio od przedsiębiorstw energetycznych? Są to kluczowe pytania, ponieważ kierowcy mogą mieć wpływ na emisyjność związaną z eksploatacją pojazdów elektrycznych dzięki zainstalowaniu odpowiedniej infrastruktury w obrębie gospodarstwa domowego.

Zgodnie z dostępną wiedzą, problem wpływu elektromobilności na zwiększenie emisji gazów cieplarnianych jest powszechnie znany w źródłach poświęconych temu tematowi, a także łatwo dostępny, mimo to jednak powszechnie wciąż promuje się pojazdy elektryczne jako źródło w pełni ekologiczne [Denis i Kuczyński, 2017; Sobol i Dyjakon, 2020; Neugebauer i in., 2022]. Jako przykład takiego działania można podać raport opublikowany wspólnie przez PSPA oraz koncern Volkswagen, w którym nie wspomniano o problemie spalania paliw kopalnych w ramach produkcji energii elektrycznej w Polsce. Zgodnie z deklaracją marki Volkswagen produkcja pojazdów elektrycznych jest zeroemisyjna i odbywa się w specjalnie przygotowanych do tego zakładach. Jest to bez wątpienia krok w dobrą stronę, jednak należy pamiętać także o problemie emisyjności występującym w całym procesie produkcyjno-eksploatacyjnym pojazdu, a także w procesie jego utylizacji.

Ze względu na to, że problem jest złożony, autorzy rozdziału skupili się w głównej mierze na zainicjowaniu tematu pośredniej emisji spalin w samochodach elektrycznych oraz na zorientowaniu się, czy rozwój elektromobilności rozwiązuje problem emisji szkodliwych związków chemicznych do atmosfery. Powyższy rozdział pomija także zagrożenie, jakie niesie ze sobą niewłaściwa utylizacja akumulatorów samochodowych czy emisje generowane przez zakłady produkcyjne. Aby móc jednoznacznie określić wpływ pojazdów elektrycznych na środowisko naturalne w bilansie energetycznym w Polsce, autorzy rozdziału zalecają wprowadzenie ujednoliconego sposobu pomiaru konsumpcji energii elektrycznej w zależności od zmiennych środowiskowych. Badania takie można porównać z wynikami kampanii badawczych wykorzystujących specjalistyczne aparatury do mierzenia poziomu emisji spalin samochodów konwencjonalnych, dzięki czemu możliwe jest bezpośrednie zestawienie samochodów spalinowych i ich elektrycznych odpowiedników. Ponadto, w celu pełniejszego zbadania problemu pośrednich emisji, należy także uwzględnić przydomowe instalacje fotowoltaiczne, które umożliwiają zmniejszenie wpływu na środowisko naturalne dzięki wytwarzaniu energii elektrycznej z promieni słonecznych. Mimo swoich ograniczeń rozdział ten umożliwia ogólne porównanie wpływu na środowisko eksploatacji pojazdów elektrycznych na tle ich spalinowych odpowiedników w odniesieniu do polityki energetycznej w Polsce.

Bibliografia

- Adamiak, B., Puchalka, B., Woodburn, J., Szczotka, A. i Bielaczyc, P. (2020). An Analysis of Emissions at Low Ambient Temperature from Diesel Passenger Cars Using the WLTP Test Procedure. SAE Technical Paper 2020-01-2186, <https://doi.org/10.4271/2020-01-2186>
- Brzozowski, S. (2018). Samochody elektryczne – rewolucja czy powtórka z historii? *Energia Elektryczna* 1, 1–8.
- Denis, A. i Kuczyński, W. (2017). Analiza porównawcza wpływu na środowisko aut elektrycznych zasilanych z elektrowni węglowych oraz aut spalinowych. *Autobusy*, 18, 61–64.
- Dyr, T. (2013). Europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych. *Autobusy* 14(11), 16–21.
- Engelmann, D., Zimmerli, Y., Czerwinski, J. i Bonsack, P. (2021). Real Driving Emissions in Extended Driving Conditions. *Energies*, 14, 7310.
- GUS (2021). Zużycie paliw i nośników energii w 2020 r. Warszawa.
- Gorzałczyński, A., Jeszke, R., Mzyk, P., Pyrka, M., Rabięga, W. i Tobiasz, J. (2022). Polska Net-zero 2050: Rola transportu publicznego w świetle pakietu „FIT FOR 55” i perspektywy roku 2050. Warszawa: Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

- Gutsche, J. i Muślewski, Ł. (2021). Ocena emisyjności zasilania pojazdu elektrycznego w aspekcie odnawialnych źródeł energii. *Developments in Mechanical Engineering* 17(9), 111–119.
- Hennek, K. (2018). Perspektywy rozwoju i wykorzystania pojazdów elektrycznych. *Autobusy* 19(6), 458–462.
- Jacyna, M., Sobota, A., Wasiak, M. i Zochowska, R., (2021). Scenario Analyses of Exhaust Emissions Reduction through the Introduction of Electric Vehicles into the City. *Energies*, 14, 2030.
- Judzińska-Kłodawska, A. (2014). Zużycie energii w samochodach elektrycznych a środowisko. *Autobusy* 15(6), 149–151.
- Kłos, M., Marchel, P., Paska, J., Bielas, R., Błędzińska, M., Michalski, Ł., Wróblewski, K. i Zagrajek, K. (2019). Forecast and impact of electromobility development on the Polish Electric Power System. *E3S Web of Conferences* 84, 01005.
- KOBiZE (2015). Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw. Warszawa.
- KOBiZE (2020). Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO₂ (WE) w roku 2018 do raportowania w ramach Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2021. Warszawa.
- KOBiZE (2021). Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej. Warszawa.
- Łuszczuk, M., Siuta-Tokarska, B., Sulich, A., Their, A. i Zema, T. (2021). The Development of Electromobility in the European Union: Evidence from Poland and Cross-Country Comparisons. *Energies*, 14, 8247.
- Merkisz, J. i Pielecha, I. (2006), Alternatywne napędy pojazdów. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- Neugebauer, M., Żebrowski, A. i Esmer, O. (2022). Cumulative Emissions of CO₂ for Electric and Combustion Cars: A Case Study on Specific Models. *Energies* 15(7), 2703.
- Pielecha, J. i Pielecha, I. (2020). Simulation analysis of electric vehicles energy consumption in driving tests. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability* 22(1), 130–137.
- PSPA (2020). Kompendium elektromobilności. Warszawa.
- Radović, U. (2018). Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* 104, 69–84.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 459/2012 z dnia 29 maja 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 692/2008 w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 6) Tekst mający znaczenie dla EOG (Dz.UE L142/16).
- Sobol, Ł. i Dyjakon, A. (2020). The Influence of Power Sources for Charging the Batteries of Electric Cars on CO₂ Emissions during Daily Driving: A Case Study from Poland. *Energies* 13(16), 4267.
- Stala-Szlugaj, K. (2011). Spalanie węgla kamiennego w sektorze komunalno-bytowym – wpływ na wielkość „niskiej emisji”. *Rocznik Ochrony Środowiska*, 13, 1877–1889.
- Wiślański, M. (2017). Pojazdy elektryczne jako rozproszone magazyny energii – potencjał magazynowania energii w kontekście rozwoju elektromobilności. *Europa Regionum* 32, 3, 133–145.

- Zamasz, K., Stęchły, J., Komorowska, A. i Kaszyński, P. (2021). The Impact of Fleet Electrification on Carbon Emissions: A Case Study from Poland. *Energies* 14, 6595.
- Zieliński, M. (2021). 5 najpopularniejszych elektryków w Polsce. Po 2020 roku pojawił się nowy lider, <https://e.autokult.pl/40008,najpopularniejsze-auta-elektryczne-w-polsce-top-5-po-2020-roku> [dostęp: 21.03.2022].
- Żeliński J., Matuszek K., Sobolewski A., Hrycko P. i Telenga- Kopczyńska J. (2017), Wskaźniki emisji zanieczyszczeń powietrza emitowanych z indywidualnych źródeł ciepła. Zabrze: Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla.

Możliwości zastosowania transportu autonomicznego w transporcie drogowym w opinii studentów i menadżerów logistyki

Volha Amelianchuk¹, Bogdan Klepacki²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-3483-7530>

Wprowadzenie

W ostatnich latach tematy związane z rozwojem pojazdów autonomicznych odgrywają ważną rolę. Stają się one coraz częściej przedmiotem badań i prac mających na celu udoskonalanie tej technologii.

Transport spełnia ważną funkcję w światowej gospodarce. Jego ciągły rozwój wywołuje wiele trudności gospodarczych, społecznych i środowiskowych. Dlatego też istnieje koncepcja zrównoważonego transportu obejmująca wzrost gospodarczy przy równoczesnym zapewnieniu ochrony środowiska i społeczeństwa w zakresie dostępności środków transportu i komfortu. Ze względu na potencjał transportu autonomicznego może on być odpowiedzią na wyzwania współczesnego transportu [Neumann, 2018, s. 787].

Celem badań było rozpoznanie możliwości zastosowania jednostek autonomicznych w transporcie drogowym, wskazanie najważniejszych ich wad i zalet, określenie szans i barier dla rozwoju, poznanie opinii studentów kierunku logistyka oraz menadżerów firm logistycznych o możliwości zastosowania transportu autonomicznego.

W badaniach zostały wykorzystane następujące źródła: literatura przedmiotu, dane statystyki masowej oraz badania ankietowe. Badanie to przeprowadzono w 2022 roku, wzięło w nim udział 45 osób, w tym 31 studentów kierunku logistyka i 14 menadżerów firm logistycznych. Badania przeprowadzono

z wykorzystaniem kwestionariuszu za pomocą formularzy Google. Anketowani oceniali swoją wiedzę na temat pojazdów autonomicznych w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza bardzo małą wiedzę, a 5 bardzo dużą.

Podstawowe pojęcia oraz charakterystyka samochodu autonomicznego

W polskim systemie prawnym występuje definicja pojazdu autonomicznego zawarta w ustawie z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym, zgodnie z którą za autonomiczny uważa się pojazd samochodowy wyposażony w systemy sprawujące kontrolę nad ruchem tego pojazdu i umożliwiające jego ruch bez ingerencji kierującego, który w każdej chwili może przejąć kontrolę nad tym pojazdem.

Pojazd autonomiczny (ang. *autonomous vehicle* – AV) nazywany jest również pojazdem zdalnie połączonym i zautomatyzowanym (ang. *connected and automated vehicle* – CAV), samochodem samojezdnym (ang. *self-driving car*) lub samochodem bez kierowcy (ang. *driverless vehicle*), a także bezzałogowym pojazdem lądowym (ang. *unmanned land vehicle*).

Istnieją różnice między pojazdem zautomatyzowanym a autonomicznym. Automatyczne opierają się na technologii, która pozwala kierowcy na delegowanie pewnych czynności na rzecz systemu. Pojazd autonomiczny jest w pełni zautomatyzowany i wykorzystuje technologię, która pozwala na prowadzenie pojazdu bez interwencji człowieka [Neumann, 2018].

Opracowano wiele metod klasyfikacji pojazdów automatycznych, przypisujących pojazdom określony poziom autonomiczności w zależności od ich zaawansowania technologicznego. Zgodnie z metodyką opracowaną przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Inżynierów Motoryzacji w 2014 roku wyróżnia się sześć poziomów autonomiczności pojazdów [SAE J3016, 2014]:

1. Poziom 0 (ang. *no automation* – niezautomatyzowany) – pojazd prowadzony wyłącznie przez kierowcę.
2. Poziom 1 (ang. *driver assistance* – wspomaganie kierowcy) – polega na zastosowaniu w pojeździe systemu wspomagającego (np. wspomaganie kierowcy lub układu kierowniczego), który wykorzystuje informacje o ruchu drogowym (wszystkie pozostałe funkcje wykonuje kierowca).
3. Poziom 2 (ang. *partial automation* – częściowa automatyzacja) – pojazd jest wyposażony w jeden lub więcej systemów wspomagania z wykorzystaniem informacji o otoczeniu w danym momencie (rodzaj nawierzchni, natężenie

ruchu), od kierowcy oczekuje się wykonywania wszystkich innych funkcji związanych z prowadzeniem pojazdu.

4. Poziom 3 (ang. *conditional automation* – warunkowa automatyzacja) – zintegrowane systemy pokładowe w pełni kontrolują wszystkie aspekty jazdy, zakładając, że kierowca jest gotowy do interwencji i przejęcia kontroli nad pojazdem w dowolnym momencie.
5. Poziom 4 (ang. *high automation* – wysoki poziom automatyzacji) – pojazd zaopatrzony w zautomatyzowany system kontroli wszystkich aspektów prowadzenia pojazdu również wtedy, gdy kierowca nie zareaguje na prośbę o interwencję.
6. Poziom 5 (ang. *full automation* – pełna automatyzacja) – system, który automatyzuje wszystkie aspekty prowadzenia pojazdu w każdych warunkach drogowych. Kierowca nie wykonuje żadnych funkcji i pojazd może poruszać się bez kierowcy.

Oszczędności związane z poprawą bezpieczeństwa ruchu drogowego

Według danych Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego dotyczących 2018 roku koszt wszystkich zdarzeń drogowych, które miały miejsce na polskich drogach, wyniósł około 56,6 mld PLN, w tym [KRBRD, 2019]:

- koszty wypadków drogowych wyniosły 44,9 mld PLN, stanowiąc 79% wartości wszystkich zdarzeń;
- wartość kolizji drogowych stanowiła 11,7 mld PLN, czyli 21% wartości wszystkich zdarzeń.

Do głównych celów automatyzacji pojazdów należy poprawa bezpieczeństwa ruchu drogowego. Za pomocą zastosowania kamer, radarów, lidarów i urządzeń do interakcji z innymi użytkownikami dróg i infrastrukturą drogową pojazdy autonomiczne mogą rozpoznawać sytuację w otoczeniu skuteczniej niż człowiek. Przyjmuje się, że około 90% wypadków drogowych jest powodowanych przez błędy człowieka. Na podstawie danych z 2018 roku można założyć, że zmniejszenie o 90% liczby takich wypadków przyniesie oszczędności w wysokości około 8 mld PLN. Wprowadzenie pojazdów autonomicznych pozwoli na wielokrotne zmniejszenie liczby ofiar wypadków drogowych [Gora, 2020].

Przyczyną wypadków drogowych jest też rozproszenie uwagi lub nieprzestrzeganie przepisów ruchu drogowego. Inteligentne znaki drogowe pozwalają wyeliminować te przyczyny. Aktualne znaki te dostarczają kierowcom głównie

informacje wizualne, w przyszłości będą mogły komunikować się bezpośrednio z pojazdami autonomicznymi i zapewnią pożądaną reakcję [Gora, 2020].

Kolejną korzyścią w zastosowaniu pojazdów autonomicznych jest ograniczenie wydatków związanych z emisją CO₂. Źródłem prawie 30% wszystkich emisji CO₂ w UE jest sektor transportu, przy czym 72% z nich pochodzi z transportu drogowego. Skrajnie nieekologiczny i niewystarczająco efektywny silnik spalinowy powoduje emisję znaczącej ilości substancji szkodliwych do atmosfery, w tym zanieczyszczenia pyłowe (PM10 i PM2,5), tlenki azotu, siarki, węgla czy metale ciężkie, jak również niespalone węglowodory [Polakowski, 2017].

Wykorzystywane w pojazdach silniki elektryczne charakteryzują się wieloma zaletami [Polakowski, 2017]:

- mają szeroki zakres zmian prędkości obrotowej;
- umożliwiają szybkie przyspieszanie i hamowanie pojazdów;
- zapewniają wysoki moment obrotowy przy ruszaniu z miejsca, przy niskich prędkościach i podczas jazdy pod górę;
- potrafią często zatrzymywać się i ruszać bez przeszkód oraz bez znacznych strat energii;
- dysponują wystarczającą i stałą mocą w szerokim zakresie prędkości, co zapewnia dynamiczną i bezpieczną jazdę;
- działają cicho i nie emitują żadnych szkodliwych substancji.

Ponadto rozwój nowego ekosystemu obejmującego wykorzystanie pojazdów autonomicznych jest pozytywnym aspektem, który będzie miał ogromne znaczenie pod względem zmniejszenia kosztu przejechanego kilometra, poprawy bezpieczeństwa na drogach, redukcji zapotrzebowania na miejsca parkingowe, zmniejszenia liczby wykroczeń drogowych, znacznej poprawy oddziaływania na środowisko i wielu innych czynników [Corwin i in., 2015].

Pod względem ekonomicznym korzyści wynikające z rozwoju technologii autonomicznych obejmują trzy obszary [Darowska i in., 2020]:

- zwiększenie wydajności już istniejących sektorów przemysłu poprzez zastosowanie nowych technologii;
- rozwój nowych modeli biznesowych przy pomocy nowych technologii autonomicznych;
- tworzenie nowych sektorów przemysłowych gotowych do eksportu technologii autonomicznych.

Poprawa wydajności istniejących sektorów przemysłu związana jest przede wszystkim z oszczędnościami kosztów pracy, usprawnieniem planowania działań transportowych oraz oszczędnościami kosztów surowców [Darowska i in., 2020].

Powstawanie nowych modeli biznesowych opartych na szerokim zastosowaniu inteligentnego systemu transportowego umożliwia powstawanie nowych firm zajmujących się zarządzaniem systemami operacyjnymi oraz analizą danych [Darowska i in., 2020].

Trudności i wyzwania wynikające z wprowadzenia pojazdów autonomicznych

Wprowadzenie pojazdów autonomicznych do codziennego użytku wymaga dokonania zmian organizacyjnych w wielu obszarach. Głównym wyzwaniem jest współużytkowanie infrastruktury drogowej przez samochody autonomiczne i pojazdy konwencjonalne. W szczególności istotny jest różny sposób postrzegania infrastruktury. Uwaga kierowców koncentruje się przede wszystkim wokół tego, co widać. W przeciwieństwie do nich pojazdy autonomiczne opierają się na informacjach pochodzących z otoczenia i poddają je analizie zgodnie z przyjętymi zasadami. Takie sytuacje mogą być przyczyną konfliktów przy jednoczesnym korzystaniu z tych samych dróg [Neumann, 2018].

Do prowadzenia pojazdów autonomicznych niezbędna jest odpowiednia infrastruktura wyposażona w czujniki komunikujące się między sobą i z pojazdami oraz wspomagana przez technologię V2I (tzw. V2I – ang. *vehicle-to-infrastructure*). Zastosowanie technologii V2I powoduje potrzebę nakładów finansowych związanych z systemami instalowanymi zarówno w pojazdach, jak i w elementach infrastruktury drogowej [Darowska i in., 2020]. Istotne jest, aby dane telematyczne były jednolicie sformatowane, tak aby można je było łatwo wykorzystać w sądzie. Dostęp do danych będzie odgrywał kluczową rolę, dlatego powinna istnieć możliwość wymiany danych między producentami i ubezpieczycielami [House of Lords, 2016].

Ze względu na stałe połączenie z siecią samochody i inne pojazdy autonomiczne stanowią bardzo podatny obiekt ataków hakerów. Technologie, takie jak systemy komunikacji między pojazdami V2V (ang. *vehicle-to-vehicle*) ułatwiają jazdę i zapobiegają wypadkom, jednak powodują wzrost podatności samochodów na zagrożenia cyfrowe. Dla zabezpieczenia komunikacji i przekazywania informacji w pojazdach autonomicznych zaleca się stosowanie uwierzytelniania biometrycznego, takiego jak odciski palców, tęczęwka oka, głos, twarz, siatkówka oka lub geometria dłoni [Darowska i in., 2020].

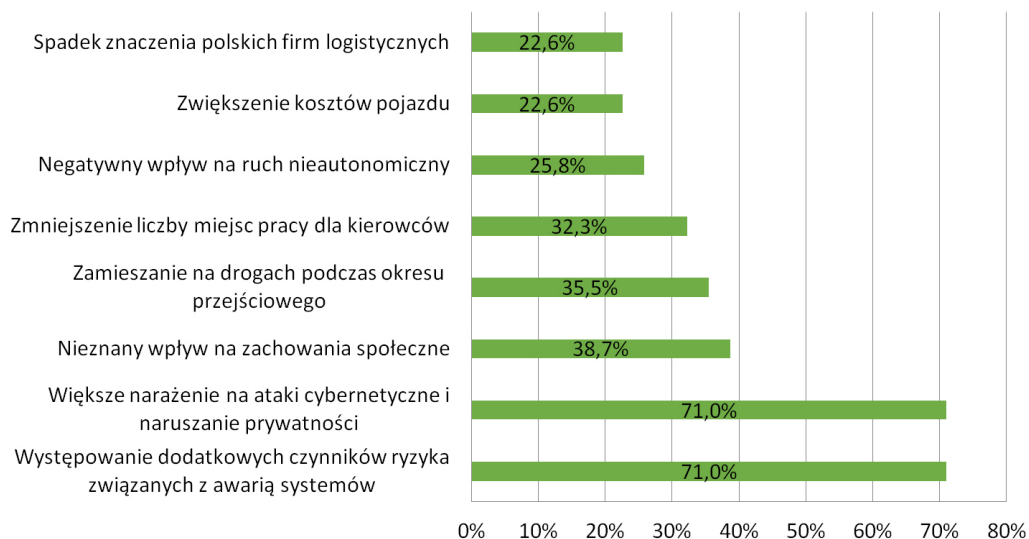
Warunkiem pojawienia się pojazdów autonomicznych na polskich drogach jest zmiana wielu przepisów prawa, w tym cywilnego, zwłaszcza zasady odpowiedzialności za ruch pojazdów [Neumann, 2018].

Wyniki badań

Możliwości zastosowania transportu autonomicznego w opinii studentów

W ankiecie przeprowadzonej ze studentami kierunku logistyka wzięło udział 31 respondentów. Zdecydowaną większość ankietowanych uczniów stanowiły kobiety – 61,3%. Wśród studentów kierunku logistyka 87,1% słyszało o pojazdach autonomicznych, a pozostali nie mieli z nimi styczności. Około połowy (48,4%) respondentów było w pełni przekonanych do ich znaczenia, a 7% nie wykazywało zainteresowania i nie chciałoby mieć takiego samochodu. Prawie 41,9% respondentów popiera wprowadzenie samochodów autonomicznych, ale tylko wtedy, gdy będą mogli sami decydować o działaniu automatycznych systemów. Ponadto 6,5% respondentów jest za wprowadzeniem samochodów autonomicznych wtedy, gdy będą mogły same je prowadzić. Prawie 13% nie ma zdania na ten temat. Fakt ten jest zastanawiający, gdyż może świadczyć o braku świadomości, czym są pojazdy autonomiczne oraz o braku zainteresowania tematem.

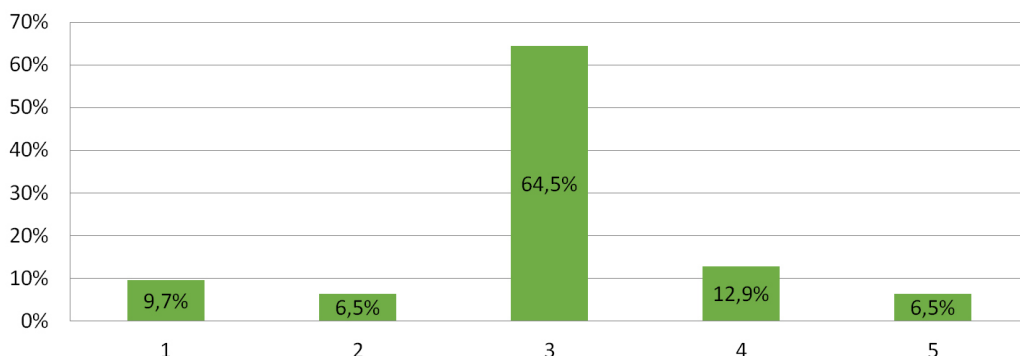
Połowa respondentów jako najważniejsze niedogodności wskazywała ryzyko związane z awarią systemu oraz większe narażenie na ataki cybernetyczne i naruszenie prywatności (rysunek 5.1). Jako najmniej istotne niedogodności związane z użytkowaniem pojazdów autonomicznych respondenci wymieniali zmniejszenie znaczenia polskich firm logistycznych oraz wzrost kosztów pojazdów.



Rysunek 5.1. Najważniejsze niedogodności wynikające z użytkowania pojazdów autonomicznych

Źródło: wyniki badań własnych.

Kolejnym kryterium, które respondenci oceniali, była ich własna wiedza na temat pojazdów autonomicznych w skali od 1 do 5 (rysunek 5.2). Większość respondentów stwierdziła, że ich wiedza na temat autonomicznych środków transportu jest na średnim poziomie, a jedynie 6,5% określiło jej poziom jako wysoki.



Rysunek 5.2. Ocena posiadanej wiedzy na temat autonomicznych środków transportu

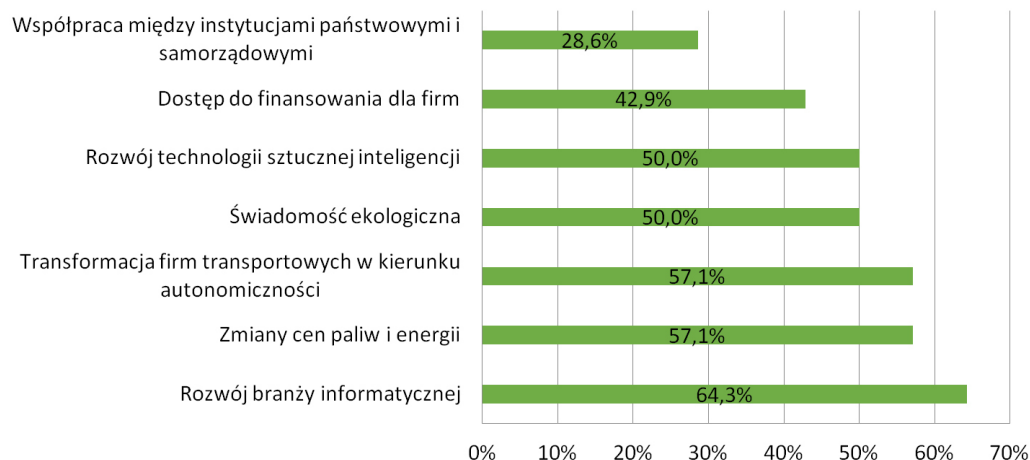
Źródło: wyniki badań własnych.

Możliwości zastosowania transportu autonomicznego w opinii menadżerów firm logistycznych

Respondenci zostali zapytani o główne warunki wprowadzenia autonomii w transporcie. Okazało się, że najważniejszym jest dostępność infrastruktury do testowania i wdrażania (78,6%), następnie regulacje prawne (71,4%) i standaryzacja (64,3%), a najmniej istotnym – akceptacja społeczna (42,9%).

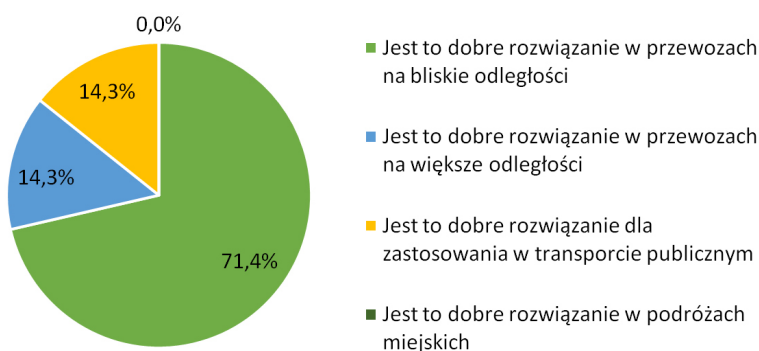
Według opinii respondentów, do głównych czynników wpływających na rozwój transportu autonomicznego w Polsce należą: rozwój branży IT (64,3%), transformacja firm transportowych w kierunku autonomii (57,1%) oraz zmiany cen paliw i energii (57,1%). Wśród najmniej ważnych czynników znalazły się dostęp do finansowania dla firm (42,9%) oraz współpraca między władzami państwowymi i samorządowymi (28,6%) (rysunek 5.3).

Ponad połowa respondentów, których udział wynosi 71,4%, uważa, że jest to dobre rozwiązanie dla transportu na krótkich dystansach. Nieco mniej niż 15% uważa, że jest to dobre rozwiązanie w przypadku dłuższych dystansów i korzystania z transportu publicznego (rysunek 5.4).



Rysunek 5.3. Główne czynniki wpływające na rozwój autonomicznego transportu w Polsce

Źródło: wyniki badań własnych.

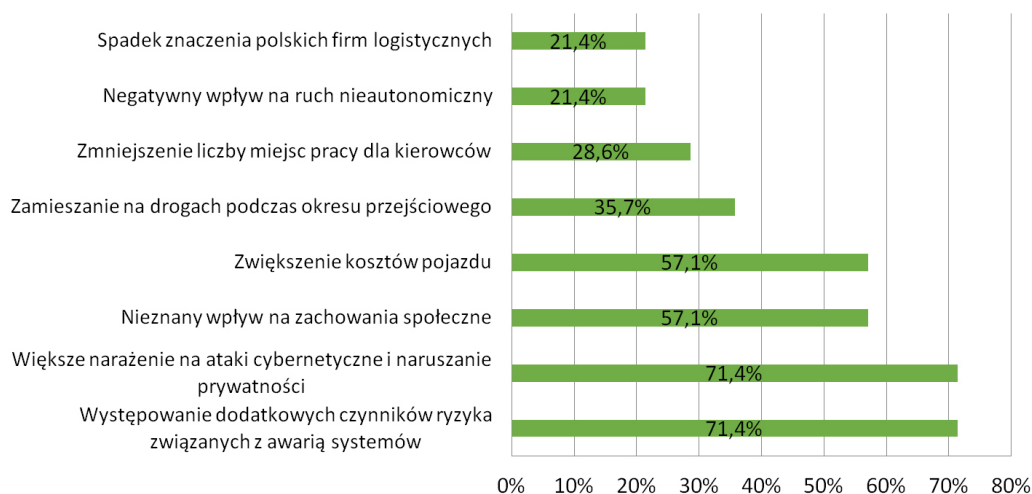


Rysunek 5.4. Potencjalne zastosowania pojazdów autonomicznych

Źródło: wyniki badań własnych.

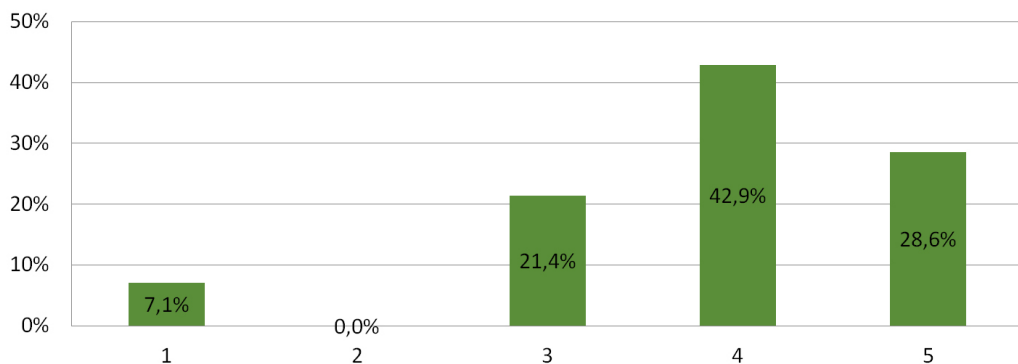
Wśród największych zagrożeń wynikających ze stosowania pojazdów autonomicznych większość badanych wskazała na występowanie dodatkowych czynników ryzyka związanych z awarią systemów oraz zwiększoną możliwość wystąpienia ataków cybernetycznych i naruszania prywatności (po 71,4% odpowiedzi; rysunek 5.5). Za najmniej istotne zagrożenia związane z użytkowaniem tych pojazdów respondenci uznali zmniejszenie liczby miejsc pracy dla kierowców oraz negatywny wpływ na ruch pojazdów nieautonomicznych (21,4%).

Respondenci oceniali również swoją wiedzę na temat pojazdów autonomicznych w skali od 1 do 5 (rysunek 5.6). Warto zauważyć, że 42,9% respondentów uznało, że ich wiedza na ten temat jest na wysokim poziomie. Wynik ten można



Rysunek 5.5. Najważniejsze zagrożenia wynikające ze stosowania pojazdów autonomicznych

Źródło: wyniki badań własnych.



Rysunek 5.6. Ocena wiedzy na temat autonomicznych środków transportu

Źródło: wyniki badań własnych.

określić jako bardzo dobry, a nawet zaskakujący. Jedynie 7,1% respondentów stwierdziło, że nie ma dobrej wiedzy na temat autonomiczności.

W tabeli 5.1 przedstawiono przykłady zaleceń respondentów dotyczących skutecznego wprowadzenia pojazdów autonomicznych.

Można zauważyć, że respondenci najczęściej wymieniali wprowadzenie odpowiednich przepisów prawnych i działań mających na celu ochronę przed zagrożeniami cybernetycznymi. Niektórzy podkreślali również, że ważnym czynnikiem skutecznego wprowadzenia pojazdów autonomicznych jest odpowiednia przebudowa infrastruktury.

Tabela 5.1. Rekomendacje dotyczące efektywnego wprowadzenia pojazdów autonomicznych

Rodzaj rekomendacji menadżerów firm logistycznych	
1.	Zapewnienie odpowiednich warunków do testowania autonomicznych technologii.
2.	Szczegółowa analiza ryzyka związanego z cyberbezpieczeństwem.
3.	Konieczna jest kooperacja z sektorem prywatnym, wprowadzenie odpowiednich przepisów prawnych. Niezbędna jest też reorganizacja instytucji normalizacyjnych i certyfikujących. Należy zapewnić użytkownikom pojazdów zachowanie prywatności.
4.	Przeprowadzenie dogłębnego badania opinii publicznej na temat autonomicznych środków transportu w celu zrozumienia jej stosunku do autonomii transportu. Należy dążyć do intensywniejszej wymiany najlepszych praktyk między krajami. Jak najlepsze dostosowanie systemów prawnych.
5.	Ścisła koordynacja działań na rzecz wypracowania jednolitej strategii dotyczącej wdrożenia pojazdów autonomicznych.
6.	Przebudowa infrastruktury, która ma być wyposażona w niezbędne czujniki i wspierana technologicznie. Działania w zakresie ochrony przed zagrożeniami cybernetycznymi oraz zachowanie prywatności informacji o uczestnikach ruchu.
7.	Testowanie, poprawa infrastruktury i regulacji prawnych.
8.	Opracowanie nowego rozporządzenia w sprawie ogólnego bezpieczeństwa pojazdów, wprowadzenie systemów bezpieczeństwa jeszcze na etapie przejściowym, zapewnienie wysokiej jakości infrastruktury drogowej, ustalenie właściwych kryteriów odpowiedzialności.

Źródło: wyniki badań własnych.

Analiza pola sił (ang. *force-field theory*)

Analiza pola sił (analiza czynników przeciwstawnych) jest metodą oceny szans na wprowadzenie zmian. W ramach tej metody uwzględnia się aspekty psychologiczne i motywacyjne. Pozwala to ustalić czynniki przeciwstawiające się pożądanym zmianom [Żuchowski i Łagowski, 2004]: pobudzające – oddziałujące pozytywnie na działanie oraz hamujące – wywierające wpływ negatywny. Tabela 5.2 przedstawia analizę pola sił w zakresie wykorzystania transportu automatycznego.

Każda z sił ma inny stopień wpływu na oczekiwany wynik. Aby to uwzględnić, należy ocenić każdą siłę ograniczającą i pobudzającą od jednego (najsłabsza) do pięciu (najsilniejsza), aby pokazać, które z nich mają największe znaczenie (tabela 5.3).

Po dokonaniu oceny każdej z sił uzyskano wynik pozytywny, co oznacza, że siły napędzające inicjatywę zmian przeważają nad negatywnymi siłami ją odrzucającymi.

Tabela 5.2. Analiza pola sił

Siły pobudzające	Siły ograniczające
Poprawa bezpieczeństwa na drogach.	Zwiększona podatność na ataki cybernetyczne i naruszanie prywatności.
Zwiększenie przepustowości dróg.	Powodowanie dodatkowych przejazdów samochodem i wzrost kosztów zewnętrznych.
Poprawa efektywności energetycznej i redukcja zanieczyszczeń.	Brak koncentracji na planowaniu.
Ograniczenie obciążeń dla kierowcy.	Zmniejszenie liczby miejsc pracy i działalności gospodarczej.
Redukcja kosztów transportu.	Zwiększenie kosztów pojazdu.
Potencjał wspólnego użytkowania pojazdów.	Negatywny wpływ na ruch nieautonomiczny.
Poprawa ładu i estetyki przestrzeni publicznej.	Nieznany wpływ na zachowania społeczne.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5.3. Analiza pola sił z punktacją

Siły pobudzające	Punktacja (1–5)	Cel –działanie	Siły ograniczające	Punktacja (1–5)
Poprawa bezpieczeństwa na drogach	5	wprowadzenie i eksploatacja pojazdów autonomicznych	zwiększona podatność na ataki cybernetyczne i naruszanie prywatności oraz dodatkowe zagrożenia	5
Zwiększenie przepustowości dróg	5		powodowanie dodatkowych przejazdów samochodem i wzrost kosztów zewnętrznych	3
Poprawa efektywności energetycznej i redukcja zanieczyszczeń	5		brak koncentracji na planowaniu	3
Ograniczenie obciążeń dla kierowcy	4		zmniejszenie liczby miejsc pracy i działalności gospodarczej	4
Redukcja kosztów transportu	4		zwiększenie kosztów pojazdu	4
Potencjał wspólnego użytkowania pojazdów	4		negatywny wpływ na ruch nieautonomiczny	3
Poprawa jakości życia	4		nieznany wpływ na zachowania społeczne	3
Suma punktów	31		Suma punktów	25

Źródło: opracowanie własne.

Silne i słabe strony Polski w kontekście autonomizacji transportu

Pod względem rozwoju autonomii transportu Polska charakteryzuje się zarówno swoimi mocnymi, jak i słabymi stronami. Do najważniejszych mocnych stron należą:

1. Dobrze rozwinięta gałąź przemysłu transportowego zatrudniająca 658,2 tys. osób pracowników na koniec 2020 roku i wykazująca tendencję do zwiększania zatrudnienia i dalszego rozwoju [GUS, 2021].
2. Silna branża IT będąca w stanie zapewnić ważną rolę na rynku transportowym [Darowska i in., 2020].
3. Doskonale rozwinięty przemysł motoryzacyjny zapewniający gęstą sieć połączeń transgranicznych. Sektor motoryzacyjny w Polsce odgrywa istotną rolę w gospodarce, przynosząc rocznie wzrost PKB o około 8% [Korolec i in., 2018].
4. Utrzymane sieci tramwajowe i trolejbusowe w głównych miastach Polski. O wiele prostsze do autonomizacji są pojazdy obsługujące stałe trasy [Darowska i in., 2020].
5. Szeroko rozbudowana sieć łączności mobilnej, która stanowi podstawę rozwoju łączności między pojazdami na podstawie sieci mobilnych [Darowska i in., 2020].

Do słabych strony można zaliczyć:

1. Polskie firmy nie dysponują odpowiednią technologią do produkcji akumulatorów (produkt chemiczny, a nie mechaniczny), ponadto działając jako podwykonawcy dużych korporacji, nie mają wystarczającego kapitału, aby inwestować w ten sektor [Korolec i in., 2018, s. 51].
2. Brak własnego, autonomicznego przemysłu [Darowska i in., 2020].
3. Niski poziom wiedzy społeczeństwa na temat autonomizacji transportu [Darowska i in., 2020].
4. Niewystarczające zapewnienie bezpieczeństwa na drogach [Darowska i in., 2020].
5. Niedostateczne przygotowanie organów administrujących, w tym w zakresie norm i przepisów prawnych oraz odpowiedzialności cywilnej [Darowska i in., 2020].

Wnioski

Po przeanalizowaniu wyników badań można sformułować kilka wniosków:

1. Znajomość autonomicznych środków transportu i poziom wiedzy na ten temat wśród studentów są znacznie niższe niż wśród menedżerów.

2. Większość respondentów uważa, że najszerze zastosowanie urządzeń autonomicznych może mieć miejsce w przypadku transportu na bliskie odległości.
3. Respondenci oczekują głównie zwiększenia bezpieczeństwa w zakresie ruchu drogowego oraz zmniejszenia kongestii na drogach, a także redukcji związanych z nią kosztów.
4. Jako największe zagrożenia związane z użytkowaniem pojazdów autonomicznych znaczna część respondentów wskazuje na czynniki dodatkowego ryzyka związane z awarią systemu oraz większym narażeniem na ataki cybernetyczne i naruszanie prywatności.
5. Przy pomocy analizy pola sił została dokonana ocena, w której uzyskano wynik pozytywny, co oznacza, że siły napędzające inicjatywę zmian przeważają nad negatywnymi siłami ją odrzucającymi (przeciwstawnymi).
6. Pod względem rozwoju autonomii transportu Polskę charakteryzują zarówno mocne, jak i słabe strony. Do najważniejszych atutów należą dobrze rozwinięta gałąź przemysłu transportowego, silna branża IT, rozwinięty przemysł motoryzacyjny oraz rozbudowana sieć łączności mobilnej. Jako słabe strony można wymienić brak odpowiednich technologii do produkcji akumulatorów, brak własnego przemysłu autonomicznego, niski poziom wiedzy społeczeństwa na temat transportu autonomicznego, niewystarczające bezpieczeństwo ruchu drogowego oraz niedostateczne przygotowanie organów administrujących.

Bibliografia

- Amelanchuk, V. (2022). Możliwości zastosowania transportu autonomicznego w transporcie drogowym. Warszawa: Katedra Logistyki, Instytut Ekonomii i Finansów, Szkoła Główna Gospodarstw Wiejskiego w Warszawie [praca magisterska].
- Corwin, S., Vitale, J., Kelly, E., i Cathles, E. (2015). The future of mobility. W jaki sposób techniki transportowe i trendy społeczne tworzą nowe ekosystemy gospodarcze. Deloitte University Press, https://www.telix.pl/images/sprawozdania/deloitte_Future_of_mobility.pdf [dostęp: 15.04.2021].
- Darowska, M., Grzeszak, J., i Sipiński, D. (2020). Autonomiczny transport przyszłości. Warszawa: Polski Instytut Ekonomiczny, Ministerstwo Infrastruktury.
- Gora, P. (2020). O nadjeżdżającej rewolucji w transporcie. Pismo PG 6(249), 21–24.
- GUS (2021). Transport – wyniki działalności w 2020 roku. Warszawa.
- House of Lords (2016). Science and technology select committee. Connected and Autonomous Vehicles: The future? Oral and written evidence, <https://www.parliament.uk/globalassets/documents/lords-committees/science-technology/autonomous-vehicles/autonomous-vehicles-evidence.pdf> [dostęp: 17.04.2022].

- Korolec, M., Bolesta, K., i Stenning, J. (2018). *rEVolucja za kulisami: jak elektromobilność zmieni rynek dostawców sektora samochodowego*. Warszawa: Polityka Insight.
- KRBRD (2019). Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2018, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej, https://www.krbrd.gov.pl/files/file_add/download/509_wycena-kosztow-wypadkow-i-kolizji-drogowych-2018.pdf [dostęp: 15.04.2021].
- Neumann, T. (2018). Perspektywy wykorzystania pojazdów autonomicznych w transporcie drogowym w Polsce. *Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe* 12, 787–793, <https://doi.org/10.24136/atest.2018.499>
- Polakowski, K. (2017). Kierunki rozwoju rynku pojazdów elektrycznych. *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*. Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, https://www.efcongress.com/wp-content/uploads/2020/02/publikacje07__e-mobilnosc.pdf [dostęp: 15.12.2021].
- SAE (2014). *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*, http://standards.sae.org/j3016_201609 [dostęp: 15.12.2021].
- Żuchowski, J. i Łagowski, E. (2004). *Narzędzia i metody doskonalenia jakości*. Radom: Wydawnictwo Politechniki Radomskiej.

Bezpieczeństwo transportu drogowego materiałów niebezpiecznych w opinii kierowców

Joanna Domagała¹, Justyna Gorzkowska²

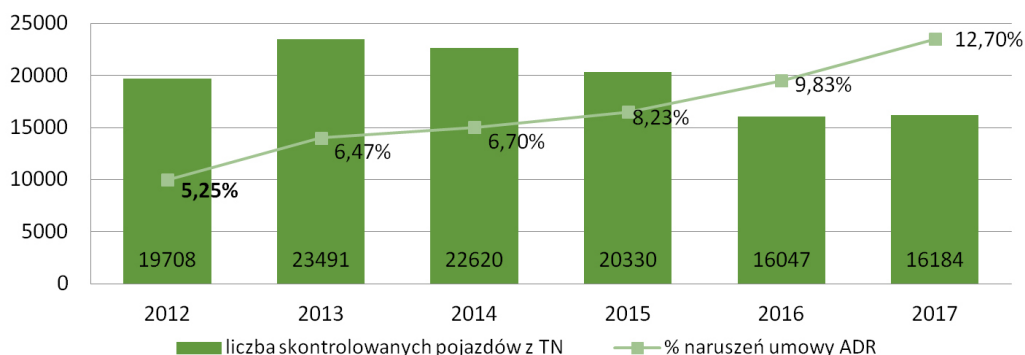
¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0001-9801-4344>

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

Wprowadzenie

Transport materiałów niebezpiecznych w Polsce odgrywa coraz większą rolę, stanowiąc około 10–15% ogólnej wielkości przewozów [Salomon, 2014]. Szacuje się, że codziennie po polskich drogach porusza się ponad 20 tys. pojazdów przewożących towary niebezpieczne, tj. materiały łatwopalne, wybuchowe, żrące, trujące i inne. Przewóz towarów niebezpiecznych ze względu na posiadane przez wyroby właściwości fizykochemiczne i biologiczne może być niebezpieczny zarówno dla ludzi, jak i dla środowiska naturalnego, dlatego jego organizacja wymaga specjalistycznej wiedzy od wszystkich uczestników procesu [Różycki, 2012; Baran, Kuczyński, 2016].

Mimo licznych uregulowań prawnych przewozu towarów niebezpiecznych zdarza się wiele wypadków i awarii [Kołodys i in., 2017]. Jednym z narzędzi poprawiających bezpieczeństwo są kontrole tego transportu przez odpowiednie instytucje [Pusty, 2009; Domagała i Rymsha, 2021]. Na podstawie informacji zawartych w raporcie NIK [2018] na temat realizacji przez organy państwa i samorządu terytorialnego zadań w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych można stwierdzić, że w latach 2012–2017 ponad dwukrotnie wzrosła liczba ujawnionych naruszeń międzynarodowej umowy dotyczącej przewozu towarów niebezpiecznych przez przewoźników (rysunek 6.1). Państwowa Straż Pożarna ponad dwukrotnie częściej musiała usuwać skutki zdarzeń drogowych z udziałem towarów niebezpiecznych. Rocznie Państwowa Straż Pożarna likwidowała skutki zdarzeń (wycieki, kolizje) z udziałem ok. 500 różnych materiałów, a 30% zdarzeń dotyczyło substancji szczególnie groźnych [Nowacki i in., 2015; NIK, 2018].



Rysunek 6.1. Kontrole drogowe pojazdów przewożących towary niebezpieczne – TN z ujawnionymi naruszeniami umowy ADR

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [NIK, 2018].

Rogalski oraz Pyza [2018], a także Michalik i inni [2009, s. 17] określili główne powody wypadków i są to między innymi:

- nadmierna szybkość i niedostosowanie jej do warunków pogodowych na jezdni,
- nieprawidłowe wymijanie, wyprzedzanie czy „manewrowanie” w czasie jazdy,
- wymuszanie pierwszeństwa przejazdu i nieprzestrzeganie przepisów w tym zakresie,
- niedostosowanie bezpiecznego odstępu od poprzedzającego pojazdu,
- niestosowanie odpowiedniej sygnalizacji przy zmianie pasa jezdni czy kierunku skrętu,
- nieprzestrzeganie znaków drogowych oraz sygnalizacji służb drogowych,
- niedostosowanie się do przepisów regulujących sygnalizację świetlną na jezdni,
- jazda nocą na światłach drogowych i oślepianie innych uczestników ruchu drogowego,
- brak dbałości o urządzenia bezpieczeństwa pojazdu (hamulce, oświetlenie, konserwacja).

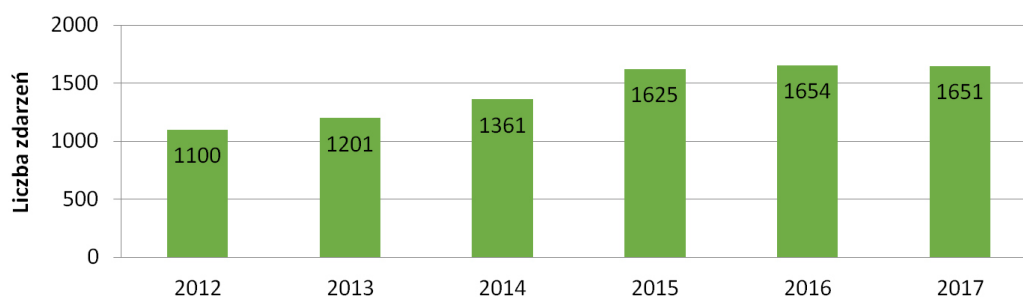
Naruszenia w ramach poszczególnych operacji procesu transportowego towarów niebezpiecznych ujawnione przez Inspekcję Transportu Drogowego w latach 2012–2017 przedstawiono w tabeli 6.1. Aż 37% naruszeń dotyczyło braków w wyposażeniu pojazdów, 14% dotyczyło nieprawidłowego oznakowania przesyłki, a 16% nieprawidłowości w dokumentach przewozowych.

Tabela 6.1. Naruszenia Umowy ADR ujawnione przez ITD w latach 2012–2017

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

Źródło: [NIK, 2018].

Realizowane transporty ADR były nienależycie przygotowane, załadowane i oznakowane w nieprawidłowo przystosowanych do tego typu przewozu pojazdach. Niepoprawne oznaczenia utrudniają lub uniemożliwiają służbom ratowniczym podjęcie odpowiednich działań w szczególności, że w Polsce nie istnieje żaden zintegrowany system bieżącego monitorowania, który pozwalałby kontrolować w czasie rzeczywistym ruch transportu drogowego towarów niebezpiecznych. Rysunek 6.2 przedstawia liczbę zdarzeń drogowych z udziałem pojazdów przewożących towary niebezpieczne.

**Rysunek 6.2. Liczba zdarzeń drogowych z udziałem pojazdów przewożących TN**

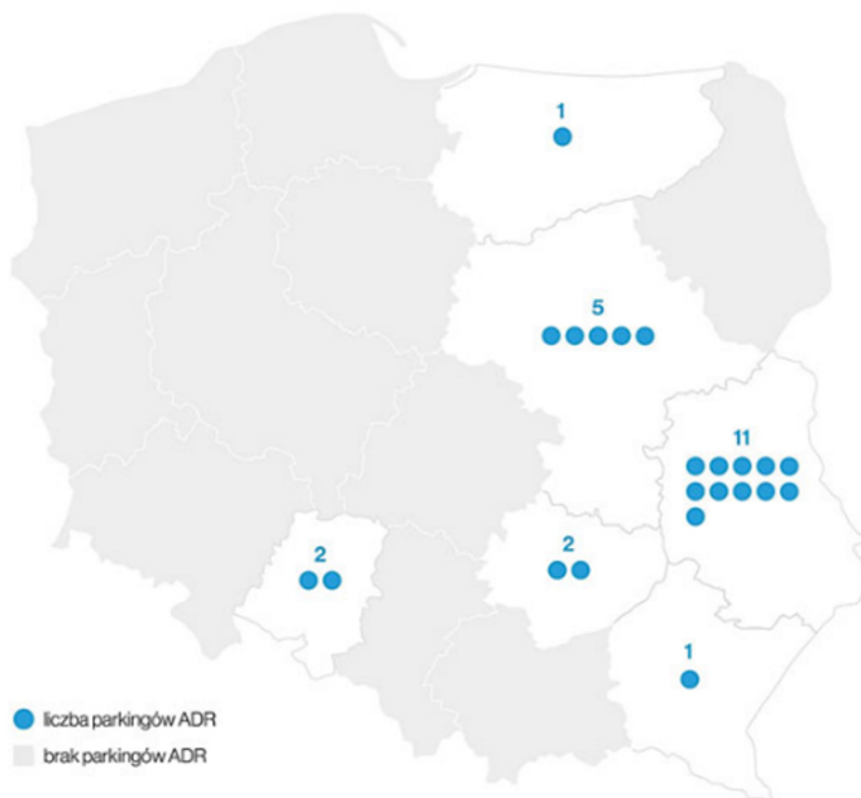
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [NIK, 2018].

Skutkami wypadków z towarami niebezpiecznymi jest skażenie i degradacja środowiska, zniszczenie mienia, a także uszczerbek na zdrowiu lub śmierć uczestników zdarzenia. W latach 2012–2017 odnotowano prawie 6 tys. ofiar, w tym 188 ofiar śmiertelnych [NIK, 2018; Domagała i Rymsha, 2021].

Inspekcja Transportu Drogowego kontrolując przedsiębiorstwa w latach 2012–2017, ujawniła 812 naruszeń, w tym najważniejsze dotyczyły: niewyznaczenia doradcy do spraw bezpieczeństwa przewozu towarów niebezpiecznych – TN (90 przypadków), niesporządzenia lub sporządzenia niezgodnie z wymaganiami planu ochrony bezpieczeństwa (12 przypadków), nieprzesłania w wymaganym terminie rocznego sprawozdania z działalności uczestnika przewozu TN (572 przypadki), realizacji przewozu TN z dokumentem przewozowym, który nie zawierał wymaganych danych albo bez dokumentu przewozowego (123 przypadki). Pozostałe nieprawidłowości dotyczyły dopuszczenia do przewozu TN kierowcy, który nie uzyskał wymaganego zaświadczenia ADR lub przewozu pojazdem bez świadectwa dopuszczenia pojazdu ADR (4 przypadki), nieprzeszkolenia osób wykonujących czynności związane z przewozem TN (7 przypadków).

Znaczącym problemem w Polsce jest także zbyt mała liczba parkingów przystosowanych do pojazdów ADR według wymagań Unii Europejskiej (rysunek 6.3). Zgodnie z tymi wymaganiami parkingi powinny obejmować pięć kategorii, począwszy od najniższego poziomu bezpieczeństwa – kategoria 1, do najwyższego poziomu bezpieczeństwa – kategoria 5 [Różycki, 2015, s. 6]. Wykaz miejsc postojowych w ramach MOP (miejsc obsługi podróżnych) wraz z informacją o infrastrukturze z 2022 roku wskazuje, że na 365 istniejących parkingów przy drogach szybkiego ruchu i autostrad, tylko 191 jest wyposażonych w miejsca przeznaczone dla aut ciężarowych przewożących wrażliwe dla bezpieczeństwa towary. Tylko 120 z nich ma monitoring, 53 ochronę, a w 24 możliwy jest nocleg [Różycki, 2015].

W ocenie NIK konieczne jest wprowadzenie rozwiązań systemowych, zarówno w sferze organizacyjnej, jak i prawnej. W związku z powyższym Izba wnioskuje do Ministra Infrastruktury o utworzenie centralnego systemu monitorowania przewozów TN zawierającego – dla odcinków dróg poszczególnych kategorii, po których realizowany jest przewóz tych towarów – informacji o liczbie i rodzaju (numerów UN) przewożonych w skali roku TN. Wnioskuje także o wykonanie na poziomie wojewódzkim i krajowym oceny ryzyka, opracowanie rekomendacji mających na celu ograniczenie przewozu TN wysokiego ryzyka przez obszary o dużej gęstości zaludnienia oraz wyznaczenie – w celu wprowadzenia odpowiedniej organizacji ruchu – odpowiednich ograniczeń ruchu, a także o kompleksowe uregulowanie kwestii związanej z zapewnieniem odpowiedniej liczby parkingów, na które powinny być usuwane pojazdy przewożące TN.



Rysunek 6.3. Parkingi do awaryjnego odstawiania pojazdów przewożących TN

Źródło: [NIK, 2018].

Mając na uwadze, że z roku na rok wzrasta ilość przewożonych towarów niebezpiecznych, a skutki wypadków związane z tym transportem mają poważne konsekwencje dla środowiska naturalnego i ludzi, celem niniejszych badań było rozpoznanie opinii kierowców na temat bezpieczeństwa przewozu towarów niebezpiecznych w Polsce i wskazania rozwiązań zapewniających poprawę tego bezpieczeństwa.

Metody badawcze

W ramach gromadzenia materiałów zastosowano metodę studiów literaturowych – obejmującą studia literatury na temat bezpieczeństwa transportu towarów niebezpiecznych. Zastosowano także metodę dokumentacyjną – wykorzystano informacje zgromadzone wcześniej dla innych celów i utrwalone w formie dokumentów w tym m.in. raporty Najwyższej Izby Kontroli (NIK) na temat

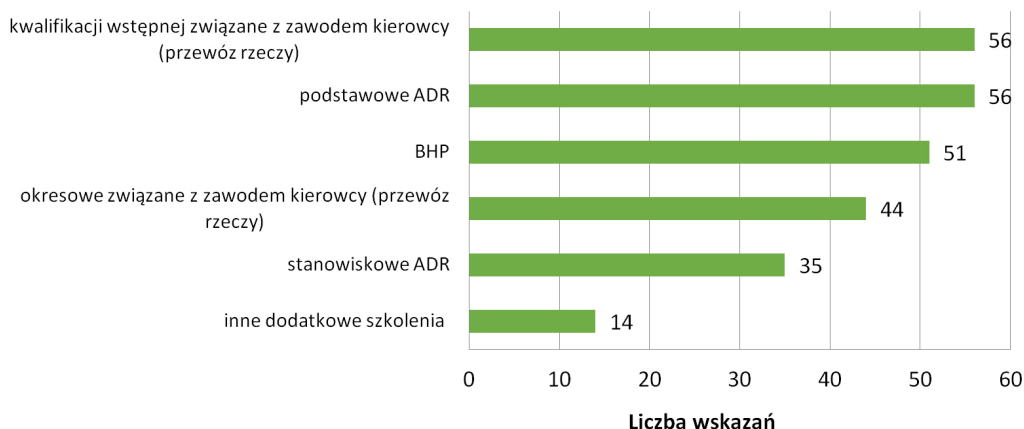
realizacji przez organy państwa i samorządu terytorialnego zadań w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych.

Materiały badawcze miały charakter wtórny i pierwotny. W ramach zgromadzenia materiałów pierwotnych zastosowano sondaż diagnostyczny z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety – przebadano kierowców transportujących materiały niebezpieczne. W badaniu ankietowym udział wzięło 56 osób. Respondenci zostali wybrani w sposób celowy. Kryterium doboru respondentów był fakt, że ankietowany był kierowcą i miał uprawnienia na przewóz towarów niebezpiecznych. Badanie przeprowadzono z wykorzystaniem Internetu od stycznia do kwietnia 2022 roku.

Do prezentacji wyników badań w pracy zastosowano metodę opisową oraz metody tabelaryczne i graficzne.

Wyniki badań

Większość badanych kierowców (96%) często lub bardzo często uczestniczyło w procesach transportu materiałów niebezpiecznych. Jedynie 4% ankietowanych miało mniejszy kontakt z transportem TN. Kierowcy pojazdów przewożących towary niebezpieczne powinni mieć zaświadczenie wydane przez właściwą władzę stwierdzające, że przeszli oni kurs i zdali egzamin w zakresie przewozu TN. Wśród badanych respondentów wszyscy odbyli kurs kwalifikacji wstępnej związanej z zawodem kierowcy (przewóz rzeczy) oraz podstawowy kurs ADR (rysunek 6.4). Szkolenie BHP przeszło 91% ankietowanych, a okresowy kurs związany z zawo-

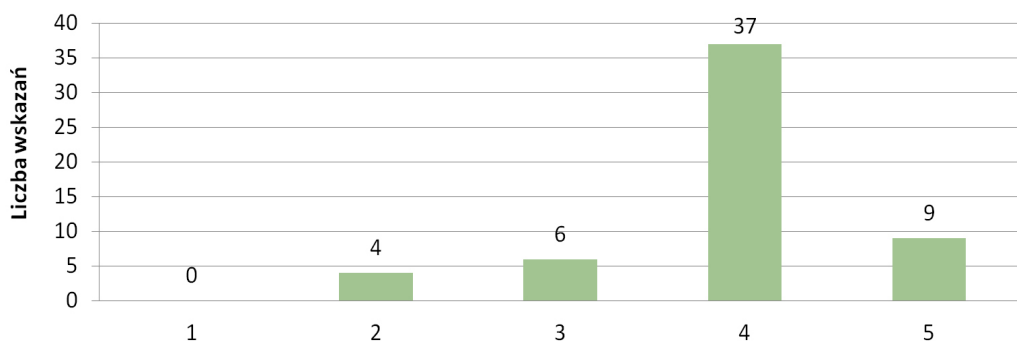


Rysunek 6.4. Struktura respondentów według odbytych szkoleń

Źródło: badania własne.

dem kierowcy (przewóz rzeczy) 79% ankietowanych. Trzydziestu pięciu kierowców przeszło szkolenie stanowiskowe ADR, które jest przeznaczone dla osób uczestniczących w procesach logistycznych na przykład podczas ich magazynowania, a 1/4 wszystkich badanych kierowców uczestniczyła w innych dodatkowych szkoleniach takich jak na przykład kurs specjalistyczny ADR w zakresie cystern, czy przewóz klasy 1 – materiały wybuchowe.

Biorąc powyższe pod uwagę, respondenci powinni mieć aktualną wiedzę na temat obowiązujących przepisów prawa w zakresie ADR. Uczestników badania poproszono zatem o ocenę w skali od 1 do 5 znajomości obowiązującego prawa w zakresie transportu drogowego materiałów niebezpiecznych. Aż 2/3 ankietowanych oceniło posiadaną wiedzę na temat prawa regulującego przewóz towarów niebezpiecznych na poziomie dobrym, 16% wskazało na ocenę bardzo dobrą, a 7% respondentów stwierdziło, że poziom ich wiedzy w tym zakresie jest niewielki (rysunek 6.5). Odpowiedzi ankietowanych mogą wskazywać na potrzebę przeprowadzania dodatkowych lub uzupełniających szkoleń, dlatego w kolejnym pytaniu poproszono o wskazanie przyczyn słabej znajomości przepisów prawnych związanych z transportem ADR. Głównym aspektem wskazywanym przez respondentów było to, że prawo za szybko się zmienia, przepisów jest za dużo oraz że są za bardzo skomplikowane.



*1– bardzo słaba, 5– bardzo dobra

Rysunek 6.5. Ocena znajomości przepisów prawnych dotyczących przewozu TN

Źródło: badania własne.

Większość badanych kierowców (99%) zadeklarowała, że przestrzega przepisów prawnych dotyczących przewozu TN (20 wskazań – zdecydowanie tak i 35 wskazań – raczej tak). Jeden uczestnik badania stwierdził, że raczej nie przestrzega przepisów umowy ADR, argumentując tym, że są dla niego niezrozumiałe.

Transport materiałów niebezpiecznych regulowany jest wytycznymi dotyczącymi nie tylko samego przewozu, ale także zatrzymywania się lub parkowania pojazdu. Kierowca zobowiązany jest zatrzymywać się na parkingach strzeżonych znajdujących się z dala od miejsc publicznych. Badania wykazały, że 84% ankietowanych zdarzyło się dokonać postoju w miejscu do tego nieprzystosowanym.

Istotnym elementem każdego przewozu towarów, a w szczególności towarów zakwalifikowanych jako niebezpieczne jest obowiązkowa, odpowiednio uzupełniona dokumentacja, która powinna znaleźć się w każdej eksploatowanej jednostce transportowej. Zapytano zatem respondentów, jakie dokumenty znajdują się w użytkowanych przez nich pojazdach (tabela 6.2). Wszyscy respondenci wskazali na dokument przewozowy i zaświadczenie o przeszkoleniu kierowcy (ADR). Zaledwie 89% uczestników badania wskazało instrukcje pisemne dla kierowcy oraz świadectwo dopuszczenia dla jednostki transportowej lub pojazdu wchodzącego w jej skład. Warto podkreślić, że zgodnie z przepisami ADR w kabinie pojazdu przewożącego towary niebezpieczne powinna znajdować się obowiązkowo pisemna instrukcja dla kierowcy w zrozumiałym przez niego języku, zawierająca sposób postępowania w trakcie awarii/wypadku. Dokument tożsamości członków załogi pojazdu znajduje się u 88% ankietowanych. Ponad połowa respondentów (58%) zadeklarowała inne dokumenty znajdujące się w eksploatowanym pojeździe np. licencje.

Tabela 6.2. Dokumenty znajdujące się w pojeździe wskazane przez kierowców

Dokumenty znajdujące się w pojeździe podczas przewozu towarów niebezpiecznych	Odpowiedzi [%]	
	tak	nie
Instrukcje pisemne dla kierowcy*	89	11
Dokument przewozowy*	100	0
Dokumenty tożsamości członków załogi pojazdu*	88	12
Zaświadczenie o przeszkoleniu kierowcy (ADR)*	100	0
Świadectwo dopuszczenia dla jednostki transportowej lub pojazdu wchodzącego w jej skład	89	11
Inne	58	42

*dokumenty obowiązkowe w każdym pojeździe przewożącym ADR

Źródło: badania własne.

Kolejnym badanym zagadnieniem było wyposażenie awaryjne i środki ochrony indywidualnej osób znajdujących się w pojeździe. Ponad połowa ankietowanych uznała, że często sprawdza wyposażenie awaryjne pojazdu przed wykonywanym

przewozem, 1/4 pytaných natomiast zadeklarowała, że zawsze dokonuje kontroli sprzętu awaryjnego. Tylko czasami przeglądu wyposażenia awaryjnego eksploatowanego pojazdu dokonuje 16% respondentów, do rzadkiej kontroli przyznało się 5% badanych kierowców, a 2% ankietowanych nigdy nie sprawdza wyposażenia awaryjnego.

Wyposażenie ADR jest bardzo ważne dla pojazdów transportowych, które przewożą różnego rodzaju TN. Bardzo często są to substancje chemiczne, które mogą stwarzać zagrożenie nie tylko dla ludzi, ale też dla środowiska naturalnego. Zderzenie czy jakiegokolwiek inny wypadek takiego pojazdu może spowodować poważne skutki. Wśród badanych kierowców 100% ma na wyposażeniu kamizelkę ostrzegawczą, parę rękawic oraz gaśnicę. Dwa stojące znaki ostrzegawcze (np. pachołki odblaskowe, trójkąty ostrzegawcze) są obowiązkowym wyposażeniem, które powinien mieć kierowca, jednak ich posiadanie zadeklarowało 98,2% badanych. Klin pod koła oraz okulary ochronne lub inna ochrona oczu znalazły się w pojeździe wśród 94,6% ankietowanych. Nieco mniej respondentów (89,3%) wskazało na obowiązkową obecność w jednostce transportowej przenośnego urządzenia oświetleniowego (np. latarki), a 87,5% respondentów ma w pojeździe łopatę lub szufłę (tabela 6.3). Wyposażenie środka transportu w pojemnik do zbierania pozostałości uznało za obowiązkowe 82,1% badanych kierowców. Najmniej respondentów (64,3%) zadeklarowało jako obowiązek mieć na wyposażeniu osłony otworów kanalizacyjnych oraz płynu do płukania oczu. Struktura odpowiedzi badanych kierowców dotycząca wyposażenia awaryjnego pojazdu jest niepokojąca. Spora część ankietowanych nie miała w eksploatowanej jednostce transportowej wymaganych przez przepisy środków ochrony indywidualnej i wyposażenia awaryjnego. Niektórzy ankietowani nie mieli nawet świadomości, czy w ogóle wybrane elementy wyposażenia znajdują się/powinny się znajdować w ich pojeździe.

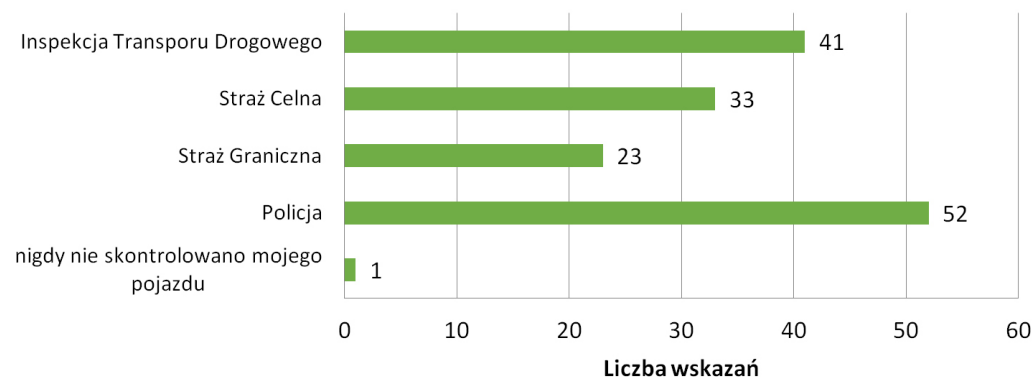
Kierowcy również zostali zapytani, które organy przeprowadzały kontrolę pojazdu podczas przewozu materiałów niebezpiecznych (rysunek 6.6). Ankietowani wskazali, że najczęściej podlegali kontroli policji (52 wskazania), ITD kontrolowała 41 uczestników badania, a 23 osoby kontrolowane były przez służbę graniczną. Ponad połowa respondentów wskazała straż celną jako organ, przeprowadzający kontrolę ich pojazdu podczas przewozu TN. Jeden z respondentów nigdy nie miał kontrolowanego pojazdu przez organy do tego uprawnione.

Ponad połowa (52%) respondentów wskazała, że organy kontrolne stwierdziły wyraźne nieprawidłowości podczas przewozu (tabela 6.4), dlatego poproszono dodatkowo o udzielenie odpowiedzi dotyczącej, jakiego rodzaju były to naruszenia bądź braki. Ponad 1/3 (36%) respondentów wskazała, że najczęstszym

Tabela 6.3. Wymagane wyposażenie awaryjne i środki ochrony indywidualnej w pojeździe

Posiadane wyposażenie awaryjne i środki ochrony indywidualnej	Odpowiedzi [%]		
	tak	nie	nie wiem
Klin pod koła dla każdego pojazdu	94,6	0	5,4
Dwa stojące znaki ostrzegawcze (np. pachołki odblaskowe, trójkąty ostrzegawcze)	98,2	1,8	0
Płyn do płukania oczu	64,3	33,9	1,8
Łopata lub szufla	87,5	10,7	1,8
Pojemnik do zbierania pozostałości	82,1	12,5	2,4
Ostłona otworów kanalizacyjnych	64,3	32,1	3,6
Kamizelka ostrzegawcza	100	0	0
Para rękawic ochronnych	100	0	0
Okulary ochronne lub inna ochrona oczu	94,6	5,4	0
Przenośne urządzenie oświetleniowe (np. latarka)	89,3	5,4	5,3
Gaśnica	100	0	0

Źródło: badania własne.

**Rysunek 6.6. Organy przeprowadzające kontrolę pojazdów badanych kierowców**

Źródło: badania własne.

naruszeniem stwierdzanym podczas kontroli pojazdu były niewłaściwe wymiary tablic, napisów, nalepek lub znaków, z kolei 34% badanych kierowców wskazało na niewłaściwe zamocowanie ładunku w pojeździe. Nieco mniej respondentów wskazało niewłaściwe zapakowanie TN (13 wskazań) oraz brak wymaganego wyposażenia awaryjnego (11 wskazań). U pięciu kierowców zdarzył się przewóz

TN niedopuszczonego do transportu, brak wymaganego świadectwa dopuszczenia pojazdu ADR oraz brak wymaganego świadectwa dopuszczenia przedziału ładunkowego lub osłony. Podczas kontroli tylko u jednego respondenta nastąpiło uwolnienie TN z opakowania, jednostki transportowej, cysterny lub kontenera.

Tabela 6.4. Naruszenia i braki stwierdzane podczas kontroli pojazdów

Naruszenia i braki stwierdzane podczas kontroli	Liczba wskazań
Niewłaściwe wymiary tablic, napisów, nalepek lub znaków	20
Niewłaściwe zamocowanie ładunku w pojeździe	19
Niewłaściwe zapakowanie towarów niebezpiecznych	13
Brak wymaganego wyposażenia awaryjnego	11
Przewóz towaru niebezpiecznego w sposób uniemożliwiający jego identyfikację	9
Niewłaściwe oznakowanie sztuk przesyłki lub opakowania zbiorczego	7
Brak wymaganego wyposażenia przeciwpożarowego	7
Niewłaściwe oznakowanie jednostki transportowej, kontenera lub cysterny	6
Przekroczenie dopuszczalnego stopnia napełnienia cysterny lub opakowania	6
Brak wymaganego zaświadczenia ADR	6
Brak wymaganego świadectwa dopuszczenia pojazdu ADR	5
Przewóz towaru niebezpiecznego niedopuszczonego do przewozu	5
Brak wymaganego świadectwa dopuszczenia przedziału ładunkowego lub osłony	5
Brak wymaganego zezwolenia na wykonywanie operacji transportowej	2
Uwolnienie towaru niebezpiecznego z opakowania, jed. transportowej, cysterny, kontenera	1

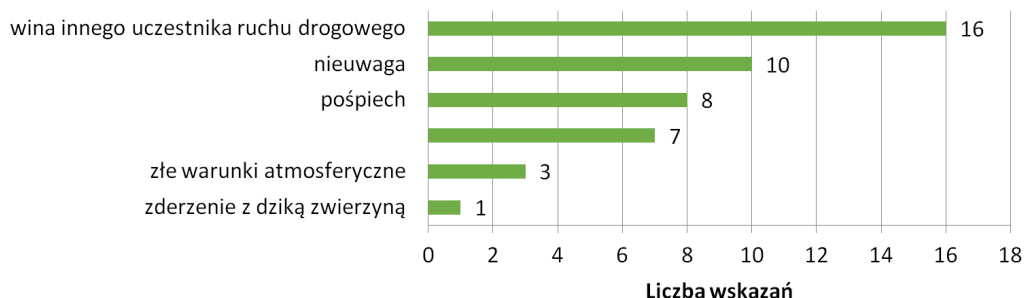
Źródło: badania własne.

Ponad 60% badanych kierowców stwierdziło, że brało udział w wypadku z udziałem TN bądź było świadkiem takiego wypadku. Ankietowanych poproszono o podanie, jaka to była klasa TN. Najwięcej respondentów wskazało materiały ciekłe zapalne (13 odpowiedzi) oraz gazy (9 odpowiedzi). Materiały żrące zadeklarowało 7 ankietowanych, a inne materiały i przedmioty niebezpieczne 3 respondentów. Najmniej uczestników badania wskazało na materiały i przedmioty wybuchowe (2 wskazania) i materiały stałe zapalne (1 wskazanie).

Wśród kierowców, którzy uczestniczyli w kolizji lub wypadku podczas wykonywania operacji logistycznych, zapytano dodatkowo o przyczynę zdarzenia (rysunek 6.7). Najwięcej ankietowanych (16 wskazań) wskazywało na winę innego

uczestnika ruchu drogowego. Następnymi przyczynami były nieuwaga (10 wskazań), pośpiech (8 wskazań), niedostosowanie prędkości do panujących warunków atmosferycznych (7 wskazań), a także złe warunki atmosferyczne (3 wskazania). Jeden kierowca wskazał również inną przyczynę – zderzenie z dziką zwierzyzną. Powyższe odpowiedzi pozwalają na wyciągnięcie wniosku, że najczęstszą przyczyną kolizji bądź wypadków podczas transportu towarów niebezpiecznych jest czynnik ludzki.

W kolejnym etapie badań poproszono ankietowanych o wskazanie skutków wypadku podczas transportu TN. Najwięcej ankietowanych wskazało uszkodzenie pojazdu (30 wskazań) oraz zamknięcie drogi (21 wskazań). Na wyciek substancji wskazało 17 respondentów, a uszczerbek na zdrowiu 13 pytanym. Dwóch kierowców wskazało inny skutek – przedostanie się substancji niebezpiecznej do środowiska naturalnego.



Rysunek 6.7. Przyczyny kolizji lub wypadków podczas transportu w opinii kierowców

Źródło: badania własne.

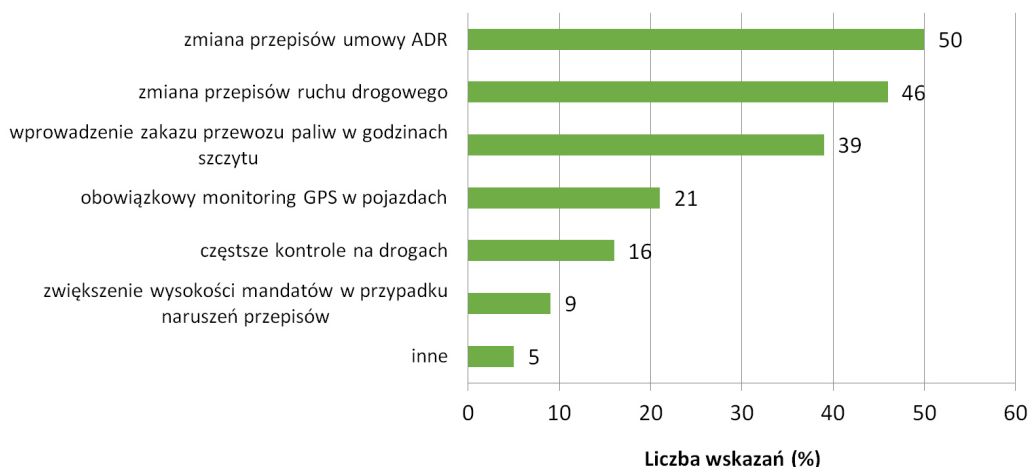
Badani kierowcy zostali poproszeni o ocenę w pięciostopniowej skali, gdzie: 1 – najniższa ocena; 5 – najwyższa ocena najczęstszych przyczyn niebezpieczeństw w procesie przewozu materiałów niebezpiecznych (tabela 6.5). Przyczyną z największą średnią ocen (4,39) było niewłaściwe zapakowanie TN, a także pośpiech (4,32). Według respondentów brawura innych uczestników ruchu drogowego (4,27), lekkomyślność (4,25) oraz nieprzestrzeganie procedur (4,09) także były wysoko ocenianymi przyczynami. Przyczyny niebezpieczeństw z najmniejszą średnią ocen według badanych kierowców to zmęczenie (3,20), niewłaściwa klasyfikacja TN (3,33), złe warunki atmosferyczne (3,45) oraz niewłaściwe zamocowanie ładunku na pojeździe (3,53).

W ostatnim etapie badań poproszono ankietowanych o wskazanie usprawnień mogących przyczynić się do poprawy stanu bezpieczeństwa w przewozie drogowym towarów niebezpiecznych. Połowa badanych kierowców wskazała na

Tabela 6.5. Przyczyny niebezpieczeństw w procesie przewozu TN w opinii kierowców

Przyczyny niebezpieczeństw w procesie przewozu towarów niebezpiecznych	Średnia ocena
Niewłaściwe zapakowanie towarów niebezpiecznych	4,39
Pośpiech	4,32
Brawura innych uczestników ruchu drogowego	4,27
Lekkomyślność	4,25
Nieprzestrzeganie procedur	4,09
Przekraczanie dopuszczalnej prędkości	3,84
Zły stan techniczny pojazdów	3,84
Lenistwo	3,84
Zmęczenie	3,75
Zły stan techniczny infrastruktury	3,71
Brak wymaganej znajomości procedur	3,55
Niewłaściwe zamocowanie ładunku na pojeździe	3,53
Złe warunki atmosferyczne	3,45
Niewłaściwa klasyfikacja towarów niebezpiecznych	3,33
Roztargnienie	3,20

Źródło: badania własne.



Rysunek 6.8. Propozycje dotyczące poprawy stanu bezpieczeństwa w transporcie drogowym w opinii badanych (możliwość wskazania kilku odpowiedzi)

Źródło: badania własne.

zmianę przepisów umowy ADR, a 46% na zmianę przepisów ruchu drogowego (rysunek 6.8). Nieco mniej respondentów (39%) jest zdania, że wprowadzenie zakazu przewozu paliw w godzinach szczytu może doprowadzić do zwiększenia bezpieczeństwa w przewozie drogowym TN. Ponad 1/5 badanej próby opowiedziało się za potrzebą obowiązkowego monitoringu GPS w pojazdach, a 16% badanych uczestników za częstszymi kontrolami na drogach, z kolei 9% ankietowanych opowiedziało się za zwiększeniem wysokości mandatów za naruszenia przepisów. Trzech uczestników badania zaproponowało budowę specjalnych parkingów dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne oraz poprawę stanu technicznego infrastruktury drogowej.

Podsumowanie

Transport drogowy materiałów niebezpiecznych stwarza liczne zagrożenia, dlatego wymaga on szczególnych uwarunkowań prawnych i technologicznych. Bezpieczeństwo transportu TN uzależnione jest od wielu czynników, nie tylko ludzkich, ale także eksploatowanych pojazdów, czy infrastruktury transportowej. Pomimo odpowiednich uwarunkowań i nowoczesnych technologii organizacji przewozu nadal mają miejsce awarie i wypadki z tragicznymi skutkami.

W głównej mierze to kierowca obciążony jest odpowiedzialnością za prawidłowy przewóz, przede wszystkim musi zarówno mieć odpowiednie uprawnienia, jak i pełną dokumentację dotyczącą przewożonego ładunku oraz pojazdu. Niezwykle ważne jest też odpowiednie wyposażenie awaryjne pojazdu, które obligatoryjnie powinno znajdować się w każdej jednostce transportowej oraz oznakowanie, które jako pierwsze daje możliwość zidentyfikowania rodzaju zagrożenia i udzielenia stosownej pomocy przez odpowiednie służby.

Badani kierowcy transportujący TN nie zawsze stosują się do obowiązujących przepisów prawa, a ich pośpiech i nieuwaga często są przyczyną wypadków. Ponadto badani kierowcy nie zawsze kontrolują czy mają niezbędne wyposażenie awaryjne w pojeździe, a jeśli nawet takie mają, to nie zawsze potrafią je prawidłowo użyć.

W celu ograniczenia liczby wypadków lub awarii należałoby zwiększyć kontrolę w początkowym etapie przewozu, wszyscy uczestnicy biorący udział w TN powinni zostać zobowiązani do odbycia odpowiednich szkoleń. Na poprawę bezpieczeństwa transportu TN mogłoby także wpłynąć wprowadzenie obowiązkowego monitoringu GPS w pojazdach oraz wprowadzenie zakazu przewozu paliw w godzinach szczytu, a także zwiększenie liczby specjalnych parkingów dla pojazdów przewożących materiały niebezpieczne.

Pewnym ograniczeniem przeprowadzonych badań może być zbyt mała próba badawcza, która uniemożliwia wyciągnięcie wiarygodnych wniosków. Badania miały również głównie charakter jakościowy. Warto byłoby je uzupełnić analizami ilościowymi opierającymi się np. na sprawozdaniach powypadkowych z udziałem pojazdów przewożących towary niebezpieczne. Niestety dostęp do takich danych jest utrudniony.

Bibliografia

- Baran, J. i Kuczyński, D. (2016). Bezpieczeństwo transportu drogowego paliw płynnych w opinii kierowców, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 1(4), 5–15.
- Domagała, J. i Rymsha, A. (2021). Organizacja przewozu towarów niebezpiecznych w opinii kierowców z Polski i Białorusi, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Ekonomika i Organizacja Logistyki* 6(1), 15–28.
- Kołodys, K., Czech, P., Filipczyk, J., Turoń, K. i Urbańczyk, R. (2017). Regulacje prawne w zakresie przewozu towarów niebezpiecznych różnymi środkami transportu. *Autobusy* 6, 257–261.
- Michalik, J., Gajek, A., Grzegorzczak, K., Gredecki, S., Piękniewski, M., Słomka, L., Janik, P., Dziwulski, D. i Zajac, S. (2009). Przyczyny zagrożeń w transporcie drogowym niebezpiecznych chemikaliów w Polsce. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka* 10, 14–17.
- NIK (2018). Realizacja przez organy państwa i samorządu terytorialnego zadań w zakresie przewozu drogowego towarów niebezpiecznych. Warszawa.
- Nowacki, G., Krysiuk, C. i Olejnik, K. (2015). Zagrożenia i ratownictwo związane z przewozem towarów niebezpiecznych w Polsce. *Logistyka* 4, 8053–8062.
- Pusty, T. (2009). Przewóz towarów niebezpiecznych. Poradnik kierowcy. Warszawa: Wydawnictwo Komunikacji i Łączności sp. z o.o.
- Rogański, G. i Pyza, D. (2018). Zagrożenia w transporcie drogowym towarów niebezpiecznych. *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej* 120, 351–363.
- Różycki, M. (2012) Towary niebezpieczne w praktyce. Bezpieczne operacje transportowe towarów niebezpiecznych. Podręcznik praktyka i kierowcy, tom I, Mikołów: Redakcja „Towary Niebezpieczne” Emerpress.
- Różycki, M. (2015). Parkingi dla przewożących towary niebezpieczne – raport z całej Polski. *TSL Manager* 2, 1–16.
- Salomon, A. (2014). Przewóz substancji niebezpiecznych z punktu widzenia wymagań spedycyjno-transportowych. *Logistyka* 4, 3247–3262.

Kolej dziś i jutro. Przyszłość transportu kolejowego

Jakub Wężyk, Michał Kosiacki, Anna Belichenko

Międzynarodowa Wyższa Szkoła Logistyki i Transportu we Wrocławiu,
Studenckie Koło Naukowe LOGISTIQUA

Wstęp

Kolej w Polsce w obecnych granicach rozpoczęła swoją pracę w 1842 roku. Polska kolej po zmianie struktury państwa w 1989 roku osiągnęła liczbę pasażerów korzystających z transportu kolejowego wynoszącą 951,5 mln. Ten rok pomimo tak wysokiego wyniku rozpoczął tendencję spadkową, która utrzymywała się do 2005 roku. Powodem tego był wzrost poziomu zamożności, a tym samym powszechności samochodów wśród obywateli Rzeczypospolitej. Regres użytkowania kolei wynikał również z coraz gorszego stanu technicznego pociągów i braku zauważalnych zmian jakości usługi. Samo państwo polskie od lat 80. XX wieku zdemonstrowało według Trammiera 1/4 swojej linii kolejowej. Zauważalna poprawa nastąpiła w 2006 roku, gdzie osobowy transport kolejowy zaczął odzyskiwać popularność. Według kolejowych danych statystycznych na 2020 rok długość działających linii kolejowych wynosiła 19 461 km, z czego 12 101 km zelektryfikowanych. Umiejscawia to państwo polskie na piętnastym miejscu względem reszty świata.

Historia kolei na ziemiach polskich

Już na początku swojej historii kolej była ważnym narzędziem cywilnym, a przez dekady symbolizowała postęp cywilizacyjny. Początek historii kolei na terenie obecnej Polski datuje się na 1842 rok, w którym to powstało szynowe połączenie Wrocławia i Oławy na terenie zaboru pruskiego. W 1845 roku powstał odcinek Warszawa–Grodzisk Mazowiecki w zaborze rosyjskim, a następnie w 1847 roku w zaborze austro-węgierskim powstało połączenie Kraków–

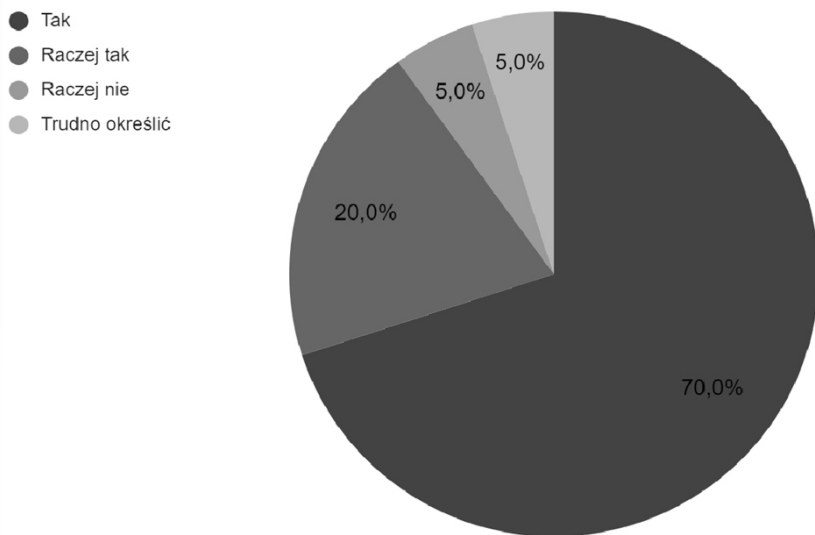
–Zagłębie Górnośląskie. Kolej odegrała kluczową rolę w przebiegu I wojny światowej, w wyniku której Polska odzyskała niepodległość.

Po zakończeniu I wojny światowej powstała niepodległa Polska, która przejęła 15 947 km dróg żelaznych (7362 km od Rosji, 4357 km od Austro-Węgier i 4228 km od Prus). Na początku władzę nad koleją sprawowało Ministerstwo Przemysłu i Handlu. W październiku 1918 roku powołano Ministerstwo Komunikacji z Sekcją Kolejową. Taktyka wojenna zakładała niszczenie torów kolejowych, aby spowolnić wroga przejmującego teren, z którego armia się wycofywała; z tej przyczyny duża część infrastruktury była niezdadna do użytku. Od 1919 roku kolejnictwem zarządzało Ministerstwo Kolei Żelaznych, które w 1924 roku przekształcono w Ministerstwo Kolei (1924–1926). O wadze i znaczeniu kolei dla ówczesnych władz państwowych świadczy fakt, że koncesje na koleje żelazne miał nadawać sam prezydent Rzeczypospolitej na podstawie uchwały Rady Ministrów powziętej na wniosek Ministra Kolei Żelaznych przedstawiony w porozumieniu z Ministrami Skarbu oraz Przemysłu i Handlu. Ustawa z 2 grudnia 1960 roku zdefiniowała kolej jako drogi szynowe wraz z przeznaczonymi do ich eksploatacji i utrzymania budowlami, urządzeniami oraz poruszającym się po tych drogach taborem, służące do przewozu osób, przesyłek oraz ładunków. Koleje podzielono na koleje użytku publicznego i koleje użytku niepublicznego. W tym samym dokumencie unormowano zasady funkcjonowania Polskich Kolei Państwowych [Wilczek-Karczevska, 2015].

Najważniejsze problemy w osobowym transporcie kolejowym

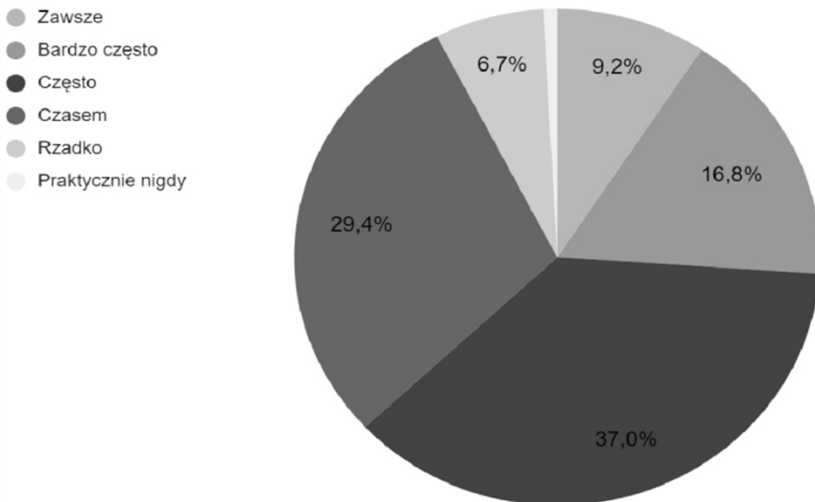
Niewątpliwie istotnym problem zarówno dla kolei, jak i dla Polski jest brak zastępowalności pracowników. Dane, które zostały przedstawione w sprawozdaniu z funkcjonowania rynku transportu kolejowego na 2019 rok, wykazały, że większość pracowników, bo aż 43,6% to osoby w przedziale wiekowym 30–50 lat, jednak drugą największą grupą liczącą 41,8% to osoby mające 50 lat bądź więcej, a osoby poniżej 30 lat to już tylko 14,6%. Wskazuje to, że personel się starzeje i nie zostanie wymieniony przez nowych rekrutów. Potwierdzają to też wyniki przeprowadzonych badań wśród personelu kolei, które jednogłośnie wskazały zapotrzebowanie na pracowników kolei (rysunek 7.1).

Obecnie najczęstszym zarzutem wobec polskich kolei są występujące opóźnienia. Pośród badanej grupy 456 osób (53,8%) ankietowanych narzeka na co najmniej częste opóźnienia (rysunek 7.2). Najczęstszym powodem spóźnienia jest wydłużony czas zarówno wsiadania, jak i wysiadania z pociągu przez pasażerów, jednak nie wolno zapomnieć też o usterkach technicznych pociągów lub



Rysunek 7.1. Odpowiedzi pracowników kolei na pytanie – „Czy sądzi pan/pani, że obecnie istnieje zapotrzebowanie na pracowników kolei?”

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

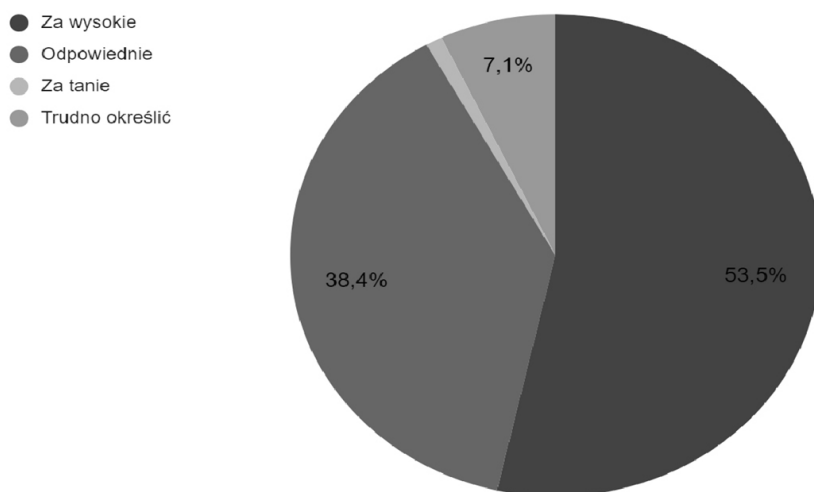


Rysunek 7.2. Częstotliwość występowania opóźnień według badanej grupy

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

samej trakcji. Ważną rolę odgrywa również długość podróży. Przejazdy regionalne cieszą się większym uznaniem niż te ogólnopolskie, które najbardziej narażone są na powyższy problem.

Równie częstym problemem, na który zwracali uwagę ankietowani, była cena przejazdu. Większość, bo aż 53,5% badanych uznała kwotę, jaką należy zapłacić za usługę transportową za zbyt wysoką, a 38,4% respondentów określiła ją jako odpowiednią. Opinie badanych mówiły o kwotach podstawowych bez żadnych upustów (rysunek 7.3.).



Rysunek 7.3. Stosunek ankietowanych do ceny biletów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Charakterystyka transportu kolejowego w Polsce w latach 2016–2023

Transport kolejowy w Polsce po wstąpieniu do Unii Europejskiej zwiększył swoją dynamikę rozwoju; było to zauważalne zwłaszcza po 2016 roku, gdy Polska otrzymała dofinansowanie unijne w wysokości 3 658 648,8 PLN (wartość podawana w tys.) i zwiększyło wydatki państwowe na działalność inwestycyjną na kolei o 1 259 837,8 PLN. Można zatem przyjąć, iż 2016 rok był przełomowy dla rozwoju tego rodzaju transportu i był on pierwszym krokiem w drodze do nowoczesnej i zmodernizowanej kolei. Dane zaprezentowane w ustawie o Krajowym Programie Kolejowym do 2023 roku wskazują na kontynuację wysokich funduszy wydatkowanych na unowocześnianie tej gałęzi transportu (rysunek 7.4). Kluczową zmianą w dynamice rozwoju kolei była pandemia COVID-19, która dotarła do Polski w 2020 roku. Wprowadzone zostały nowe zmiany, ale i ograniczono liczbę miejsc dla osób, które mogą podróżować kolejami o 50%. Powołując się na dane z Urzędu Transportu Kolejowego (utk.gov.pl) same Koleje Dolnośląskie

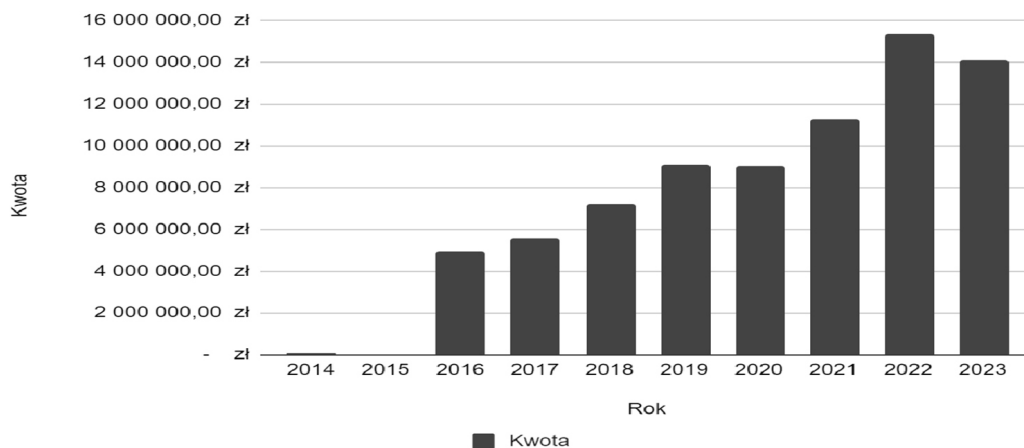
zaliczyły spadek w liczbie pasażerów względem lat 2020–2019 o 41%. Takie notowania są podobne dla każdego województwa (tabela 7.1). Późniejsze lata (2021–2022) pozwoliły na zwiększenie wydatków inwestycyjnych najpierw o 2 mld – osiągając poziom 11 288 442,00 PLN, a później o kolejne cztery przyjmując wartość 1 359 590,80 PLN. Wyasygnowane środki zostały pozyskane ze źródeł projektów unijnych, które stanowią 90% wszystkich funduszy przeznaczonych na rozwój kolei w 2022 roku.

Tabela 7.1. Wskaźnik wykorzystania kolei [liczba pasażerów/liczba mieszkańców]

Województwo	Wskaźnik wykorzystania kolei w 2019 roku	Wskaźnik wykorzystania kolei w 2020 roku
Pomorskie	26,14	15,91
Mazowieckie	19,42	12,42
Dolnośląskie	11,23	6,63
Wielkopolskie	9,06	5,41
Łódzkie	6,41	4,05
Śląskie	5,86	3,59
Zachodniopomorskie	5,78	3,73
Opolskie	5,45	3,13
Małopolskie	4,7	2,94
Kujawsko-pomorskie	4,34	2,83
Lubuskie	3,63	2,32
Warmińsko-mazurskie	3,49	2,28
Świętokrzyskie	2,48	1,76
Podkarpackie	2,28	1,34
Podlaskie	2,07	1,34
Lubelskie	1,93	1,37

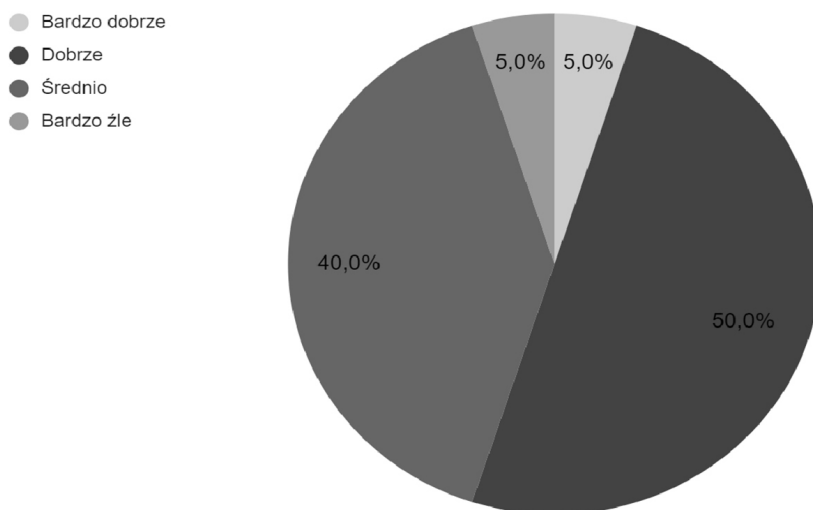
Źródło: [UTK, 2021b].

W przeprowadzonym badaniu pracownicy kolei wypowiadali się w większości pozytywnie o obecnym stanie kolei (rysunek 7.5), jednak pośród osób cywilnych korzystających z tego rodzaju transportu zdania były podzielone. Ponad połowa (56,5%) ankietowanych wyraża pogląd, że ten rodzaj transportu jest co najmniej w złym stanie, jednak 43,5% badanych była zadowolona z obecnego stanu usług świadczonych przez przewoźników kolejowych (rysunek 7.6.). Pokazuje to, że opinie na ten temat są podzielone.



Rysunek 7.4. Wydatki na rozwój kolei na przestrzeni lat

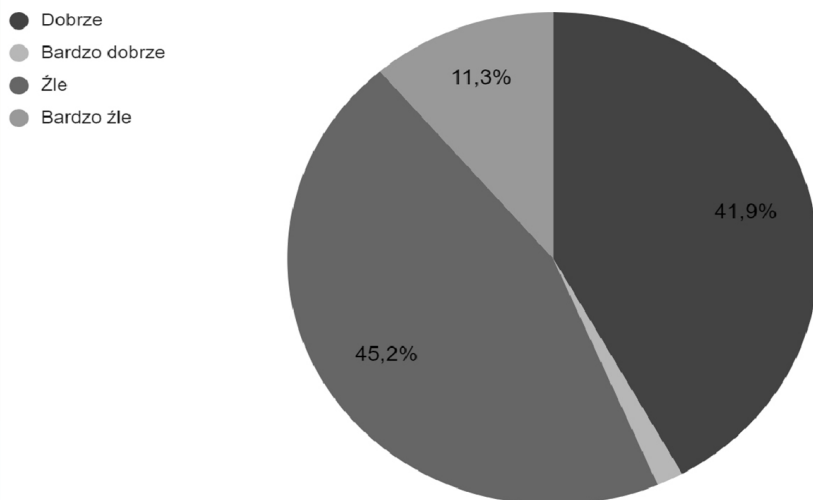
Źródło: [Ministerstwo Transportu, 2021].



Rysunek 7.5. Ocena stanu kolei według jej pracowników

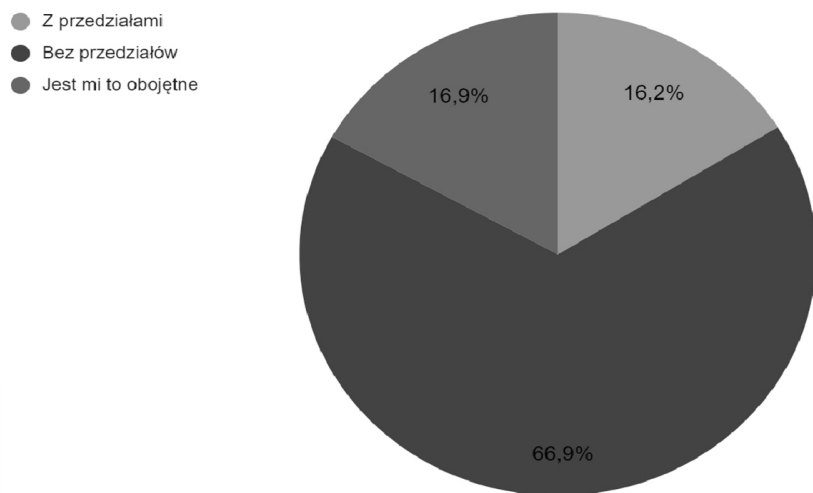
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Przeprowadzone wśród użytkowników kolei badania wskazują na preferowanie wagonów bezprzedziałowych ponad te z przedziałami. Pasażerowie w 66,9% wolą podróżować w modelu niemającym podziałów, 16,9% opowiedziało się za wagonami przedziałowymi, a 16,2% wyraziła brak preferencji w tym zakresie (rysunek 7.7). Pokazuje to stanowisko w kontekście oczekiwanych zmian w najbliższych latach.



Rysunek 7.6. Ocena stanu kolei według jej użytkowników

Źródła: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.



Rysunek 7.7. Preferencje badanej grupy pasażerów w wyborze typu wagonu

Źródła: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonej ankiety.

Przyszłość polskiej kolei

Najbliższe plany na rozwój kolei uwzględniają lata 2022–2025. Okres ten ma przynieść dużo nowych inwestycji – takie jak zakup elektrycznych zespołów trakcyjnych jedno pokładowych oraz piętrowych w liczbie 148 (tabela 7.2), 290 nowych oraz 5 wcześniej używanych wagonów pasażerskich, przy czym 266 z nich miałyby

Tabela 7.2. Plany inwestycyjne przewoźników pasażerskich w latach 2022–2025

Rodzaj pojazdu trakcyjnego	Zakup nowych pojazdów	Modernizacja posiadanych pojazdów
Elektryczne zespoły trakcyjne	138	38
Elektryczne piętrowe zespoły trakcyjne	10	–
Spalinowe zespoły trakcyjne	2	–
Dwunapędowe zespoły trakcyjne	9	–
Lokomotywy elektryczne	60	30
Lokomotywy spalinowe	–	13

Źródło: [UTK, 2021c].

Tabela 7.3. Inwestycje w obszarze rozwoju taboru doczepnego na lata 2022–2025 w transporcie kolejowym pasażerskim

Rodzaj wagonu	Zakup nowych pojazdów	Zakup używanych pojazdów	Modernizacja posiadanych pojazdów
Wagon z miejscami do siedzenia	24	5	463
Wagon piętrowy z miejscami do siedzenia	266	–	–

Źródło: [UTK, 2021c].

Tabela 7.4. Plany inwestycyjne przewoźników pasażerskich w latach 2026–2030

Rodzaj pojazdu trakcyjnego	Zakup nowych pojazdów	Modernizacja posiadanych pojazdów
Elektryczne zespoły trakcyjne	41	6
Elektryczne piętrowe zespoły trakcyjne	15	–
Elektryczne zespoły trakcyjne dużych prędkości	23	–
Wodorowe zespoły trakcyjne	12	–
Dwunapędowe zespoły trakcyjne	30	–

Źródło: [UTK, 2021c].

stanowiąc wagony piętrowe. Nie wolno zapomnieć także o decyzji zmierzającej do zmodernizowania blisko 463 wagonów z miejscami do siedzenia (tabela 7.3).

Okres od 2026 do 2030 roku ma przynieść w Polsce nowe rozwiązania i technologie dla przewozów kolejowych. W tym czasie mają pojawić się 23 składy, które będą mogły osiągać prędkość do 250 km/h. Zastosowanie takiej kolei miałyby znacznie przyspieszyć podróż pociągiem i zwiększyć komfort przejazdu. Rozważa

się też zakup nowoczesnych wodorowych zespołów trakcyjnych, które będą bardziej przyjazne środowisku ze względu na alternatywne źródła napędu. Wśród pojazdów zakupionych ma pojawić się 30 dwunapędowych zespołów trakcyjnych, które będą przystosowane do realizacji połączeń wojewódzkich. Planowane jest też zmodernizowane kolejnych 6 elektrycznych zespołów trakcyjnych (tabela 7.4).

Podsumowanie i wnioski

Dostępne informacje oraz przeprowadzone badania wskazują, iż w polskiej kolei z roku na rok przeprowadzane są reformy i prace modernizacyjne. Pomimo tego, że na początku XXI wieku transport pasażerski kolejowy miał liczne problemy i wady, to obecnie wszystko zmierza do standardów krajów zachodnich. Polska kolej zdaje sobie sprawę z licznych problemów i stara się im przeciwdziałać. Dużo nowych przedsięwzięć inwestycyjnych w tabor i modernizacji linii kolejowych ma usprawnić i zapobiec problemom, jakie zostały poruszone w tym rozdziale. Należy mieć nadzieję, że najbliższe lata będą korzystne dla rozwoju transportu kolejowego i pozwolą jego użytkownikom na zmianę niektórych elementów oceny jakości usług świadczonych przez krajowych przewoźników pasażerskich.

Bibliografia

- GUS (2007). Transport – Wyniki działalności w 2006 r, https://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/transport_wyniki_dzialalnosci_2006.pdf [dostęp: 25.06.2022].
- GUS (2014). Polska 1989–2014, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/inne-opracowania/inne-opracowania-zbiorcze/polska-19892014,13,1.html#:~:text=W%20bie%C5%BC%C4%85cy m%20roku%20mija%2025,prawa%20i%20rozwoju%20gospodarki%20rynkowej> [dostęp: 25.06.2022].
- Ministerstwo Infrastruktury (2018). Obwieszczenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 marca 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie planu zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w zakresie sieci komunikacyjnej w międzywojewódzkich i międzynarodowych przewozach pasażerskich w transporcie kolejowym (Dz.U. z 2018 r. poz. 874).
- Ministerstwo Transportu (2021). Uchwała nr 156/2021 Rady Ministrów z dnia 26 listopada 2021 r. zmieniająca uchwałę w sprawie ustanowienia Krajowego Programu Kolejowego do 2023 roku, <https://www.gov.pl/attachment/692adc6f-baf6-49a6-8ef8-4771c146a2f8> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2017). Przewozy pasażerskie w 2016 r., <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/dane-archiwalne/12577,Przewozy-pasazerskie-w-2016-r.html> [dostęp: 25.06.2022].

- UTK (2018). Przewozy pasażerskie w 2017 r., <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/dane-archiwalne/13893,Przewozy-pasazerskie-w-2017-r.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2019). Przewozy pasażerskie w 2018 r., <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/dane-archiwalne/14765,Przewozy-pasazerskie-w-2018-r.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2020a). Zestawienie roczne 2000–2019. UTK., <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-pa/15772,Dane-podstawowe.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2020b). Dane eksploatacyjne w 2019r., <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-to/dane-archiwalne/15679,Przewozy-towarowe-w-2019-r.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2020c). Sprawozdanie z funkcjonowania rynku transportu kolejowego na rok 2019., <https://utk.gov.pl/pl/dokumenty-i-formularze/opracowania-urzedu-tran/16190,Sprawozdanie-z-funkcjonowania-ryнку-transportu-kolejowego-w-2019-r.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2021a). Dane eksploatacyjne w 2020 r., <https://utk.gov.pl/pl/raporty-i-analizy/analizy-i-monitoring/statystyka-przewozow-to/16644,Dane-eksploatacyjne-w-2020-rMonthly-Statistics-2020.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2021b). Przewozy pasażerskie 2010-2020, <https://dane.utk.gov.pl/sts/przewozy-pasazerskie/wskaznik-wykorzystania/18556,Wskaznik-wykorzystania-kolei.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2021c). Plany inwestycyjne przewoźników pasażerskich 2022–2030, <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/17795,Plany-inwestycyjne-przewoznikow-pasazerskich-2022-2030.html> [dostęp: 25.06.2022].
- UTK (2022). Dane eksploatacyjne w 2022 r. za styczeń, <https://utk.gov.pl/pl/aktualnosci/18520,Wyniki-przewozowe-w-styczniu-2022-r-aktualizacja-1032022.html> [dostęp: 25.06.2022].
- Wilczek-Karczewska, M. (2015). Rozwój kolei żelaznych na ziemiach polskich w ujęciu historycznoprawnym. *Kwartalnik Antymonopolowy i Regulacyjny* 1(4), 100–124, <https://ikar.wz.uw.edu.pl/images/numery/24/pdf/100.pdf> [dostęp: 25.06.2022].

Modernizacja taboru kolejowego na przykładzie lokomotywy serii ET22

Antoni Mężyński¹, Martyna Górna²

¹Koło Naukowe ISTL, Uniwersytet Morski w Gdyni, <https://orcid.org/0000-0002-8596-3492>

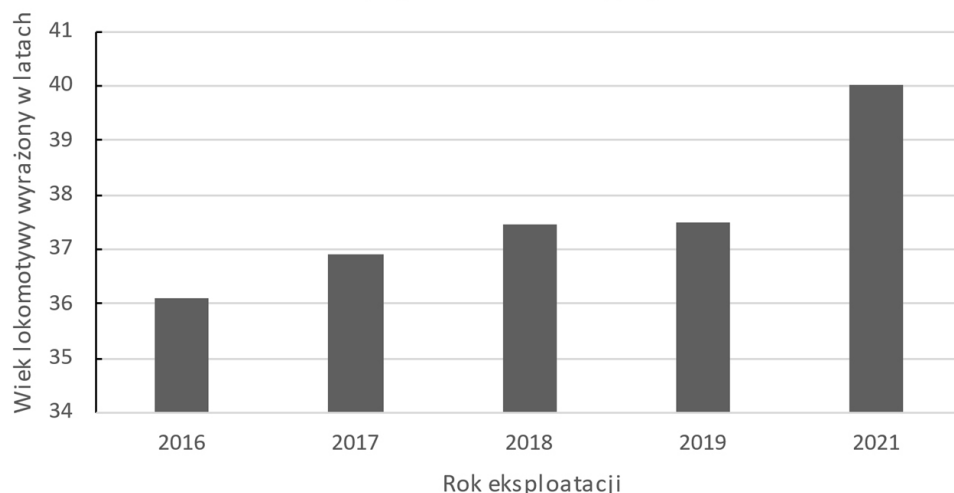
²Koło Naukowe ISTL, Uniwersytet Morski w Gdyni, <https://orcid.org/0000-0002-7191-2563>

Wprowadzenie

Według danych gromadzonych przez Urząd Transportu Kolejowego wynika, że rok do roku średni wiek pojazdów trakcyjnych w Polsce wzrasta. W strukturze większości polskich, towarowych przewoźników kolejowych dominują lokomotywy produkowane za czasów PRL. Z jednej strony z ekonomicznego oraz eksploatacyjnego punktu widzenia nie jest możliwa gwałtowna, jednorazowa, pokoleniowa wymiana taboru. Z drugiej strony infrastrukturalny rozwój technologiczny wymusił na przewoźnikach konieczność dostosowania wiekowego i wyeksploatowanego taboru do współczesnych wymagań eksploatacyjnych oraz obowiązujących systemów bezpieczeństwa. Na rysunku 8.1 przedstawiono wykres obrazujący średni wiek lokomotyw należących do kolejowych przewoźników towarowych.

Odpowiedzią na to najważniejsze współcześnie wyzwanie polskiej kolei stały się programy modernizacyjne, które wydłużają okres możliwego wykorzystania posiadanego taboru o kolejne kilkadziesiąt lat, dzięki którym przewoźnicy mogą racjonalnie i długofalowo zaplanować wymianę taboru [UTK, 2019].

W ciągu ostatnich lat polskie przedsiębiorstwa zajmujące się naprawą i modernizacją taboru kolejowego opracowały wiele programów modernizacyjnych skierowanych do przewoźników kolejowych mających w swojej flocie wiekowe lokomotywy. W tabeli 8.1 przedstawiono wybrane programy modernizacyjne realizowane w Polsce w ciągu ostatnich lat.



Rysunek 8.1. Średni wiek lokomotyw należących do przewoźników towarowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [UTK, 2016–2022].

Tabela 8.1. Wybrane programy modernizacyjne realizowane przez polskie zakłady naprawy i modernizacji taboru kolejowego

Typ pojazdu	Typ po modernizacji	Zakład wykonujący modernizację	Liczba zmodernizowanych pojazdów	Lata wykonywania modernizacji
ET22	201Em/201Ek	ZNLE Gliwice	47	2004–2011
ET22	201El	ZNLE Gliwice	17	2012
ET22	201Eo	ZNLE Gliwice	14	2012–2015
ST44	M62Ko	PESA Bydgoszcz	<140	2005–obecnie
ST44	311D	NEWAG Nowy Sącz	49	2008–2018
SM42	6Dg	PESA Bydgoszcz	<150	2009–obecnie
SM48	ST48	NEWAG Nowy Sącz	<100	2013–obecnie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Forum Kolejowe, b.d.].

Jak wynika z powyższej tabeli, polskie wiodące zakłady naprawy i modernizacji taboru przygotowały szeroką ofertę usprawnień wystużonych lokomotyw. Głównym celem modernizacji jest poprawa właściwości trakcyjnej lokomotywy przy jednoczesnym zmniejszeniu kosztów jej eksploatacji oraz podniesieniu komfortu i bezpieczeństwa pracy drużyny trakcyjnej. Najszerszą ofertę modernizacji pojazdów oferują zakłady PESA Bydgoszcz oraz NEWAG Nowy Sącz. Bydgoski zakład przoduje

w naprawach czwartego i piątego poziomu utrzymania lokomotyw M62/ST44. Podczas modernizacji tego pojazdu wymieniany jest przestarzały, dwusurowy silnik spalinowy 14D40 i zastępowany jest nowym, wydajniejszym, czterosuwowym napędem 12CzN26/26 [Marciniak, 2005]. Na taką naprawę decydują się zarówno przewoźnicy prywatni, jak i najwięksi gracze z grupy PKP. Zakład z Nowego Sącza wyspecjalizował się w modernizacjach najpopularniejszych w Polsce lokomotyw manewrowych, które po modernizacji mogą być wykorzystywane pełnoprawnie do jazdy pociągowej. Lokomotywy serii SM42 są poddawane gruntownej modernizacji, a z oryginalnej wersji pozostają tylko zestawy kołowe. W przypadku lokomotyw SM48 podnoszona jest moc z 800 do 1480 kW dzięki zastosowaniu nowoczesnego silnika spalinowego marki CATERPILLAR [Terczyński, 2014].

Analizując wnikliwie raport UTK z 2019 roku odnoszący się do stanu taboru kolejowego w Polsce warto podkreślić, że średni wiek lokomotyw przeznaczonych do obsługi ruchu towarowego w Polsce w 2019 roku wynosił około 36 lat w przypadku lokomotyw elektrycznych i około 39 lat w przypadku lokomotyw spalinowych [UTK, 2019]. Porównując dane dotyczące wieku pojazdów trakcyjnych w 2019 roku do 2018 roku, widoczny jest minimalny spadek średniego wieku eksploatowanych lokomotyw elektrycznych i wzrost średniego wieku eksploatowanych lokomotyw spalinowych.

Trend dotyczący spadku średniego wieku lokomotyw elektrycznych spowodowany jest pozyskaniem przez przewoźników nowoczesnych maszyn tego typu. Przedsiębiorstwa najchętniej wybierały lokomotywy zagranicznych producentów serii: Siemens Vectron X4EC, Siemens EuroSprinter 189, Bombardier Traxx E186. Mniejszym zainteresowaniem cieszyły się polskie projekty nowych lokomotyw: Dragon oraz Gamma w różnych konfiguracjach. W dalszym ciągu jednak średni wiek pojazdów trakcyjnych w Polsce jest bardzo wysoki. Struktura eksploatowanych ciężkich, towarowych lokomotyw elektrycznych zdominowana jest przez lokomotywy serii ET22, które produkowane były od początku lat 60. XX wieku aż do początku lat 90. XX wieku.

Według słownika języka polskiego modernizacja to „unowocześnienie, uwspółcześnienie czegoś” [PWN, 1979]. Definicję tą w odniesieniu do podejmowanego w rozdziale zagadnienia należy rozumieć jako unowocześnienie przestarzałego taboru do współczesnych wymagań eksploatacyjnych oraz usprawnienie go w taki sposób, aby wyeliminować często pojawiające się błędy podczas użytkowania w ruchu kolejowym.

Każdy włączony do eksploatacji pojazd kolejowy podlega pod zatwierdzoną dokumentację systemu utrzymania (DSU). Dokument ten sporządza przewoźnik, oddzielnie dla każdego typu eksploatowanej lokomotywy. Zawarte są w nim

wszystkie wytyczne odnośnie do przeglądów okresowych: ich zakresie oraz interwałach między naprawczych. Dokumentacje systemu utrzymania zatwierdza przewoźnik na podstawie dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) poszczególnych podzespołów pojazdu trakcyjnego. Prawidłowo sporządzona DSU gwarantuje bezpieczne i trwałe użytkowanie pojazdu kolejowego na sieciach kolejowych. Dla lokomotywy ET22 wyróżnia się pięć poziomów utrzymania [PKP PLK, 2016]:

- P1 – przegląd kontrolny,
- P2 – przegląd kontrolny rozszerzony,
- P3 – przegląd okresowy,
- P4 – naprawa rewizyjna,
- P5 – naprawa główna.

Trzy pierwsze poziomy utrzymania odbywają się bez konieczności demontażu poszczególnych elementów z pojazdu, poziom czwarty i piąty natomiast nakazują przewoźnikowi demontaż podzespołów oraz ich przegląd według obowiązującej dla nich DTR. Naprawa rewizyjna i główna może być wykonywana jedynie w zakładach naprawy taboru kolejowego, które mają odpowiednie urządzenia oraz przeszkolony personel. Dokładne wytyczne w tej kwestii określa DSU. Aby pojazd kolejowy mógł być eksploatowany, musi mieć ważne świadectwo sprawności technicznej. Jest to dokument wydawany okresowo na czas pomiędzy naprawami okresowymi czwartego i piątego poziomu utrzymania.

Do dziś nie zostały przeprowadzone dokładne badania świadczące jednoznacznie o opłacalności modernizacji taboru. Do oceny opłacalności i skuteczności przeprowadzania takich napraw możemy posłużyć się danymi eksploatacyjnymi oraz ilościami czynnych pojazdów przedmiotowej serii.

Celem rozdziału jest ocena racjonalnej modernizacji pojazdów trakcyjnych należących do polskich, kolejowych przewoźników towarowych na przykładzie lokomotywy ET22. W celu jak najlepszego zobrazowania tematu rozdziału wykorzystano metodę studium przypadku. Analizując literaturę, opisy techniczne oraz dostępne badania dokonano oceny poszczególnych wersji modernizacji lokomotywy ET22. W rozdziale użyto autorskich, autentycznych zdjęć opisywanych pojazdów trakcyjnych.

Geneza i opis techniczny oryginalnej wersji lokomotywy ET22

Filarem obsługi przewozów towarowych w Polsce od lat 80. XX wieku po dziś są lokomotywy serii ET22. Jest to typ ciężkich, elektrycznych lokomotyw z założenia przystosowanych do obsługi pociągów towarowych. Pojazdy te były produkowane w latach 1969–1989 w zakładach Pafawagu we Wrocławiu. Łącznie

wyprodukowano ponad 1200 lokomotyw serii ET22; 1184 elektrowozy wcielono do służby w PKP [Kurpaniuk i Mazurek, 2006]. Dwadzieścia trzy wyprodukowane egzemplarze trafiły do marokańskiego narodowego przewoźnika ONCF. Obecnie niezmodernizowanych i włączonych do eksploatacji lokomotyw serii ET22 jest w Polsce około 330. Zdecydowana większość pojazdów należy do PKP Cargo. Producent pojazdu trakcyjnego oznaczył go jako 201E, jednak według obowiązującej od 1 lipca 1959 roku normy resortowej RN-58/MK-00001 pojazd przez PKP został oznaczony jako seria ET22. Litera E charakteryzuje trakcję elektryczną, a litera T przeznaczenie lokomotywy do prowadzenia pociągów towarowych. Liczba 22 wskazuje na lokomotywę sześćoosiową zasilaną prądem stałym o napięciu 3kV. Na rysunku 8.2 przedstawiono oryginalną, niezmodernizowaną lokomotywę ET22-654 w barwach PKP Cargo.



Rysunek 8.2. Lokomotywa ET22-654

Źródło: Antoni Mężyński – zbiory własne autora.

Lokomotywa ET22 ma dwa trzyosiowe wózki z indywidualnym napędem na wszystkie osie. Pudło lokomotywy stanowi spawana konstrukcja samonośna, która jest oparta na wózkach za pomocą wieszaków i belek poprzecznych. Dach lokomotywy jest demontowany nad przedziałami maszynowymi oraz wysokiego napięcia w celu ułatwienia prac utrzymaniowo-naprawczych na urządzeniach elektrycznych. Na dachu znajdują się dwa pantografy służące do odbierania prądu stałego o napięciu 3kV z sieci trakcyjnej. Wnętrze lokomotywy ET22 podzielone jest na pięć przedziałów. Na czołach znajdują się dwie identycznie

wyposażone kabiny maszynisty. Po jednej stronie kabina A, a po przeciwnej – kabina B. Za kabinami maszynistów zlokalizowany jest przedział z drzwiami wejściowymi do lokomotywy, w którym znajduje się przetwornica, wentylatory, sprężarki oraz inne urządzenia elektryczne. Następnie zlokalizowany jest korytarz, którym można przejść do kabiny B, a równolegle do niego znajduje się szafa wysokiego napięcia (WN), w której znajdują się obwody wysokiego napięcia. Ze względów bezpieczeństwa drzwi do szafy WN powinny być zaplombowane, ponieważ wejście do niej jest możliwe tylko w przypadkach wyjątkowych z wymaganą podwójną obsadą oraz opuszczonymi odbierakami prądu. W lokomotywie ET22 zastosowano zespolony system hamulca Oerlikona z trzystopniową regulacją siły hamowania zależną od rodzaju prowadzonego pociągu: towarowy, osobowy, pasażerski. Układ napędowy opisywanego pojazdu trakcyjnego jest konstrukcyjnie bardzo zbliżony do lokomotywy EU07 produkowanej w podobnym okresie. Na wózkach lokomotywy zainstalowano sześć silników trakcyjnych EE541. Ich łączna moc wynosi blisko 3MW. Przetwornica na lokomotywie służy do przetwarzania prądu wysokiego napięcia 3kV na prąd niskiego napięcia 110V, którym zasilane są wszelkie styczniki liniowe, za pomocą których odbywa się sterowanie lokomotywy [Piątek, Węclewski i Żałopa, 1991, Kurpaniuk i Mazurek, 2006].

Eksplatacja lokomotywy ET22

Lokomotywa serii ET22 jest zasadniczo przeznaczona do prowadzenia pociągów towarowych, jednak ze względu na jej prędkość konstrukcyjną wynoszącą 125 km/h oraz sprzęg elektryczny umożliwiający ogrzewanie wagonów pasażerskich była w przeszłości wykorzystywana również do obsługi pociągów pośpiesznych i osobowych. Pojazdy od początku eksploatacji w PKP były użytkowane na terenie całego kraju, z wyłączeniem linii górskich o małych promieniach łuków [Markowiak, 2004]. Obecnie największym w Polsce dysponentem czynnych lokomotyw ET22 jest spółka PKP Cargo, która obecnie ma około 330 egzemplarzy. Poza narodowym przewoźnikiem niezmodyfikowane wersje lokomotywy ET22 eksploatuje: CTL Logistics – 5 szt., Tabor Rail Dębica – 3 szt., oraz Lotos Kolej – 1 szt. (dzierżawa od spółki Wiskol; właściciel oznaczył lokomotywę symbolem producenta – 201E) [Forum Kolejowe, b.d.]. W zależności od profilu linii kolejowej pojazdy serii ET22 są w stanie prowadzić pociągi o masie brutto do 3600 t. Na rysunku 8.3 przedstawiono lokomotywę 201E-277 podczas prowadzenia pociągu towarowego spółki Lotos Kolej na szlaku Pelplin – Subkowy.

Modernizacje lokomotywy ET22 do standardu 201Em i 201Ek

Wykonawcą pierwszej prototypowej modernizacji lokomotywy ET22 zostały Zakłady Naprawcze Lokomotyw Elektrycznych S.A. w Gliwicach, a dokumentację projektową wraz z niezbędnymi badaniami wykonał Instytut Pojazdów Szynowych „Tabor” w Poznaniu. Zakres modernizacji obejmował między innymi (DSU zmodernizowanej lokomotywy ET22):

- zmianę układów biegowych lokomotywy;
- wymianę podstawowych urządzeń obwodów elektrycznych na nowe charakteryzujące się lepszymi właściwościami użytkowymi;
- zabudowanie nowych, ergonomicznych kabin maszynisty;
- zastosowanie mikroprocesorowej techniki sterowania.



Rysunek 8.3. Lokomotywa 201E-277

Źródło: Antoni Mężyński – zbiory własne autora.

Lokomotywa po skończonej modernizacji w 2004 roku została oznaczona jako ET22-2001 i była eksploatowana przez dolnośląski zakład PKP Cargo we Wrocławiu, aż do wygaśnięcia jej świadectwa sprawności technicznej w 2011 roku. Według DSU (lokomotywy ET22-2001) lokomotywa została odstawiona we Wrocławiu, oczekując na wykonanie naprawy rewizyjnej. Pomimo nieudanego

pierwszego projektu modernizacyjnego ZNLE Gliwice postanowiło wyeliminować błędy z prototypu i opracować ulepszony projekt naprawy lokomotyw serii ET22. Tym sposobem na zlecenie PKP Cargo w latach 2009–2010 w dwóch partiach zmodernizowano 46 pojazdów, nadając im numery inwentarzowe od 2002 do 2047. Pierwsza część zamówienia objęła modernizację 26 pojazdów (numery inwentarzowe od 2002 do 2027) do oznaczonego przez wykonawcę modernizacji standardu 201Em. Pozostałe 20 lokomotyw oznaczono jako 201Ek i nieznacznie zmodyfikowano mikroprocesorową procedurę rozruchu pociągu [Gawłowski, 2004]. Pojazdy były eksploatowane na terenie całego kraju, lecz nie cieszyły się pozytywną opinią wśród maszynistów. Najczęściej zgłaszane były problemy ze zbyt rozbudowaną elektroniką oraz brak możliwości samodzielnego usuwania nawet podstawowych usterek w lokomotywie. Dużym problemem okazał się również zainstalowany mikroprocesorowy układ rozruchu. Po ustawieniu przez maszynistę pozycji „jazda” na nastawniku, komputer samodzielnie dobierał parametry rozruchu i dawkował wyliczoną moc. W momencie, gdy sprzęgi między lokomotywą a wagonem nie były dostatecznie naprężone, komputer potrafił zadać od razu za szybki poziom rozruchu, co niejednokrotnie kończyło się rozerwaniem pociągu. Na lokomotywy typu 201E, 201Em, 201Ek obowiązywała oddzielna autoryzacja, co sprawiało problemy przy planowaniu pracy tych lokomotyw, bowiem nie we wszystkich sekcjach w kraju maszyniści mogli je prowadzić. Powodowało to konieczność częstej zmiany traktacji na stacjach węzłowych. Wszystkie zmodernizowane przez ZNLE Gliwice pojazdy zgodnie z obowiązującą dla nich DSU po wygaśnięciu świadectwa sprawności technicznej do 2019 roku zostały odstawione ze statusem OR – oczekujące wykonania naprawy rewizyjnej. Do dziś naprawę rewizyjną pozwalającą na powrót do eksploatacji przeszedł jedynie jeden egzemplarz tej wersji lokomotywy – ET22-2029. Należy pamiętać, że w założeniach modernizacji czas eksploatacji pojazdu powinien być wydłużony o około 30 lat. W tym przypadku lokomotywy zostały odstawione już po niecałych 10. Jest to skutek braku wcześniejszych testów nowego modelu, bo przed rozpoczęciem masowej produkcji nie zbudowano prototypu, który można by było wypróbować w warunkach codziennej eksploatacji, tylko od razu zlecono wykonanie modernizacji aż 46 lokomotyw. W rezultacie zmodernizowane pojazdy zostają wycofywane z eksploatacji szybciej niż oryginalne, wysłużone, kilkudziesięcioletnie egzemplarze [Durzyński i Marciniak, 2004]. Na rysunku 8.4 przedstawiono zmodernizowaną lokomotywę ET22-2008 (typ 201Em). Na rysunku 8.5 przedstawiono zmodernizowaną lokomotywę ET22-2028 (typ 201Ek).



Rysunek 8.4. Lokomotywa ET22-2008

Źródło: Antoni Mężyński – zbiory własne autora.



Rysunek 8.5. Lokomotywa ET22-2028

Źródło: Antoni Mężyński – zbiory własne autora.

Modernizacje lokomotywy ET22 do standardu 201EI i 201Eo

Zakończony niepowodzeniem, pierwszy program przebudowy lokomotyw ET22 wymusił poszukiwanie nowych rozwiązań na osiągnięcie założeń modernizacji. Spółka PKP Cargo w dalszym ciągu chciała modernizować posiadany tabor, aby wydłużyć czas jego eksploatacji. W 2012 roku po raz kolejny ZNLE Gliwice zrealizowało kontrakt dla narodowego przewoźnika na naprawę główną piątego poziomu utrzymania wraz z modernizacją lokomotyw ET22. Tym razem jednak nie zdecydowano się na tak radykalne zmiany w napędzie lokomotywy. Skupiono się przede wszystkim na poprawie komfortu pracy i bezpieczeństwa drużyny trakcyjnej oraz wykonano szczegółowo naprawę główną podzespołów lokomotywy lub w przypadku znacznego zużycia ich wymianę na komponent zamienny. Zabudowano dwie nowe kabiny maszynisty wyposażone w klimatyzację, programator świateł LED, pneumatyczny fotel oraz ergonomiczny pulpit. Zastosowano nowoczesne elektroniczne prędkościomierze rejestrujące oraz wymieniono przestarzałe radiotelefony Radmor 3006 na radiotelefony Koliber z modułem GSM [Kurpaniuk i Mazurek, 2006]. Znacznie poprawiono izolację akustyczną między kabiną a przedziałem maszynowym, co wpłynęło na zmniejszenie hałasu odczuwanego przez drużynę trakcyjną podczas prowadzenia lokomotywy. Mając na uwadze poprzedni, nieudany projekt oraz dalszą niezawodność wersji niezmodyfikowanej, zasada działania oraz charakterystyka trakcyjna lokomotywy została praktycznie tożsama z oryginałem. Finalnie gliwickie zakłady zmodernizowały 17 lokomotyw do standardu 201EI dla spółki PKP Cargo. Przewoźnik nadał im numery inwentarzowe od 1201 do 1217. Maszyny wśród maszynistów cieszą się bardzo pozytywną opinią. Drużyny trakcyjne doceniają przede wszystkim wysoki komfort pracy, niezawodność oraz łatwość eliminacji podstawowych usterek bez konieczności odstawiania lokomotyw do warsztatu. Na lokomotywy typu 201EI nie jest wymagana oddzielna autoryzacja, a więc maszyniści, którzy na co dzień prowadzą oryginalne wersje lokomotywy ET22, mogą pracować również na zmodernizowanym pojeździe [Forum Kolejowe, b.d.]. Na rysunku 8.6 przedstawiono zmodernizowaną lokomotywę ET22-1216 (typ 201EI).

W 2012 roku Zakłady Naprawy Taboru Kolejowego w Oleśnicy sprowadziły z Maroka do Polski 8 lokomotyw ET22 wycofanych z tamtejszej sieci kolejowej. Aby włączyć do eksploatacji kupione, używane pojazdy właściciel musiał przeprowadzić naprawę główną oraz polonizację, czyli przystosowanie pojazdu do ruchu na sieciach PKP PLK. W tym przypadku w lokomotywie zainstalowano wymagane urządzenia bezpieczeństwa takie jak: system czuwaka aktywnego, system samoczynnego hamowania pociągu oraz system radio stop. Pozostały zakres modernizacji



Rysunek 8.6. Lokomotywa ET22-1216

Źródło: Antoni Mężyński – zbiory własne autora.



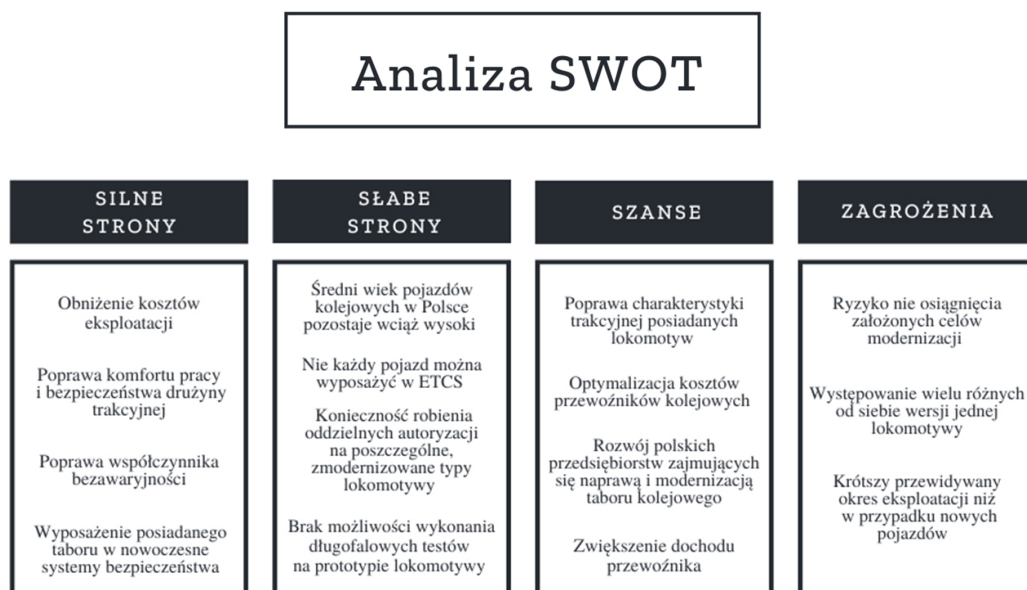
Rysunek 8.7. Lokomotywa 201Eo-008

Źródło: Antoni Mężyński – zbiory własne autora.

był bardzo zbliżony do standardu 201E1. Skupiono się przede wszystkim na poprawie komfortu i bezpieczeństwa pracy drużyny trakcyjnej. Pozostałe komponenty lokomotywy zostały poddane naprawie głównej piątego poziomu utrzymania zgodnie z obowiązującą dla nich DTR. Po ukończeniu modernizacji i oznaczeniu jako 201E0 przewoźnik sprzedał wszystkie 8 lokomotyw prywatnym przewoźnikom – sześć z nich kupiła spółka Rail Polska (numery inwentarzowe od 001 do 006), a dwie pozostałe P.H.U. Lokomotiv (numery inwentarzowe 007 i 008) [Forum Kolejowe, b.d.]. W latach 2013–2015 oleśnickie zakłady zmodernizowały w tym samym standardzie kolejne sześć pojazdów dla P.H.U. Lokomotiv (numery inwentarzowe od 009 do 014). Za bazę do przebudowy posłużyły przeznaczone do złomowania lokomotywy ET22 odkupione od PKP Cargo [ZNTK Oleśnica, b.d.]. Na rysunku 8.7 przedstawiono zmodernizowaną lokomotywę 201E0-008.

Analiza SWOT programów modernizacyjnych

Na rysunku 8.8 przedstawiono analizę SWOT modernizacji pojazdów trakcyjnych.



Rysunek 8.8. Analiza SWOT

Źródło: opracowanie własne.

Podstawowym założeniem wykonywanych modernizacji, niezależnie od serii lokomotywy jest poprawa charakterystyki trakcyjnej przy jednoczesnym obniżeniu kosztów jej eksploatacji oraz poprawie komfortu i bezpieczeństwa pracy dru-

żyny trakcyjnej. Unowocześnione lokomotywy są również mniej zawodne, przez co mają wyższy współczynnik bezawaryjności, a wyposażenie ich w nowoczesne systemy bezpieczeństwa zwiększa ogólne bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego. Korzystanie przez przewoźników z dostępnych programów modernizacyjnych wpływa pozytywnie na rozwój polskich zakładów naprawy i modernizacji taboru. W przypadku modernizacji lokomotyw spalinowych dochodzi do wymiany przestarzałych silników spalinowych na nowoczesne, które nie wpływają już w tak negatywny sposób na środowisko. Należy jednak pamiętać, że modernizacja nie wpływa na zmniejszenie średniego wieku eksploatowanych pojazdów. Daje ona jedynie możliwość wydłużenia czasu wykorzystywania taboru, dzięki czemu przewoźnicy mogą racjonalnie zaplanować wymianę pojazdów trakcyjnych.

Nie da się jednoznacznie stwierdzić, czy programy modernizacyjne mają uzasadnienie techniczne i ekonomiczne. Oceny należy dokonywać indywidualnie, rozpatrując każdy program oddzielnie. W rozpatrywanym w tym rozdziale przypadku modernizacji lokomotywy ET22 zasadność wyboru poszczególnych programów przejrzysto obrazuje ilostan czynnych egzemplarzy przedstawiony w tabeli 8.2.

Tabela 8.2. Ilostan czynnych, zmodernizowanych lokomotyw ET22

Typ zmodernizowanej lokomotywy	Właściciel lokomotywy	Ilość czynnych pojazdów
201EI	PKP Cargo	17
201Em	PKP Cargo	0
201Ek	PKP Cargo	2
201Eo	Rail Polska/Industrial Division	14

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Forum Kolejowe, b.d.].

Z przedstawionej tabeli 8.2 wywnioskować można, który z programów modernizacyjnych odniósł sukces, a który porażkę. Wszystkie lokomotywy zmodernizowane do standardu 201EI oraz 201Eo są włączone do eksploatacji. Wszystkie egzemplarze lokomotyw 201Em oraz prawie 90% lokomotyw 201Ek pozostają wyłączone z eksploatacji i oczekują naprawy rewizyjnej czwartego poziomu utrzymania. W związku z ich niedopracowaniem oraz trudnością w obsłudze przewoźnik nie decyduje się na przywrócenie pojazdów do ruchu. Świadczy to jednoznacznie o nieosiągnięciu zakładanych celów modernizacji.

Podsumowanie

Bardzo duża liczba eksploatowanych w Polsce lokomotyw serii ET22 oraz ich parametry trakcyjne dały możliwość do opracowywania modernizacji służących przystosowaniu pojazdów do współczesnych wymagań technologicznych przy jednoczesnej poprawie komfortu pracy drużyn trakcyjnych, oraz zmniejszeniu kosztów eksploatacji. Niewątpliwą wadą eksploatacji oryginalnych, niezmodyfikowanych lokomotyw serii ET22 jest wysoki poziom hałasu w kabinie maszynisty oraz brak ogólnego komfortu pracy drużyny trakcyjnej.

Planowanie eksploatacji posiadanego taboru jest procesem, który należy rozpatrywać długofalowo. Koszty włożone w modernizację lokomotywy mogą zwrócić się jedynie w perspektywie kilkuletniej, ciągłej eksploatacji. Unowocześnienie pojazdu powinno nieść za sobą zwiększenie jego efektywności i dostępności oraz pozwalać oszczędzić fundusze przeznaczone na eksploatację lub naprawy awaryjne.

Jak wynika z przeprowadzonych analiz, nie we wszystkich przypadkach modernizacja może zastąpić kupno nowego pojazdu trakcyjnego. Przede wszystkim powinno się przeprowadzać testy danego typu przed realizacją kontraktu na ich budowę. Pozwoliłoby to na wyeliminowanie większości błędów, które wystąpiły np. w lokomotywach typu 201Em i 201Ek.

Program modernizacji do standardu 201El i 201Eo można uznać za sukces, gdyż zakładane cele zostały osiągnięte.

Bibliografia

- Durzyński, Z., i Marciniak, Z. (2004). Nowe rozwiązania konstrukcyjne w zmodernizowanej lokomotywie elektrycznej ET22-2000. *Technika Transportu Szynowego* 12, 33–40.
- Forum Kolejowe (b.d.)a., Ilostan pojazdów kolejowych. Tabor trakcyjny. Lokomotywy elektryczne. ET22, <https://ilostan.forumkolejowe.pl/index.php?nav=serie&typ=1&serie=4&title=ET22> [dostęp: 12.08.2022].
- Forum Kolejowe (b.d.)b., Ilostan pojazdów kolejowych. Tabor trakcyjny. Lokomotywy elektryczne. 201Eo, <https://ilostan.forumkolejowe.pl/index.php?nav=serie&typ=1&serie=142&title=201Eo> [dostęp: 12.08.2022].
- Forum Kolejowe (b.d.)c., Ilostan pojazdów kolejowych <https://ilostan.forumkolejowe.pl/index.php?nav=szukaj> [dostęp: 11.09.2022].
- Gawłowski, K. (2004). Założenia i koncepcja modernizacji lokomotywy elektrycznej serii ET22. *Technika Transportu Szynowego* 11, 22–26.

- Kurpaniuk, B. i Mazurek, S. (2006). Podstawy obsługi lokomotywy elektrycznej serii ET22, www.zzmgliwice.pl [dostęp: 26.06.2022].
- Marciniak, Z. (2005). Projekt modernizacji lokomotyw spalinowych serii ST44. *Technika Transportu Szynowego* 9, 13–28.
- Markowiak, M. (2004). Instrukcja obsługi lokomotywy ET22 [maszynopis].
- Piątek, S., Węclewski, J., i Żałopa, J. (1991). Lokomotywy elektryczne serii ET22. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności.
- PKP PLK (2016). Instrukcja utrzymania pojazdów kolejowych ITW-4. Warszawa.
- PWN (1979). Słownik języka polskiego. Warszawa.
- Terczyński, P. (2014). Lokomotywa spalinowa ST48. *Świat Kolei* 9, 12–14.
- UTK (2017). Sprawozdanie z funkcjonowania rynku taboru kolejowego w 2017 r. Warszawa.
- UTK (2019). Tabor kolejowy 2019. Warszawa.
- ZNTKOleśnica(b.d.).Modernizacja201Eo(ET22),<https://web.archive.org/web/20160619235444/http://zntkolesnica.com.pl/zntk/o-firmie/nasz-realizacje/Modernizacja201eo.html> [dostęp: 28.04.2022].

Oddziaływanie sytuacji kryzysowej na stan i rozwój transportu lotniczego

Dominika Socha¹, Bogdan Klepacki²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-3483-7530>

Wprowadzenie

Transport lotniczy jest najmłodszym środkiem transportu, który bardzo szybko się rozwija. W znaczący sposób przyczynia się do rozwoju globalizacji gospodarki światowej, wzrostu innowacyjności, a także do postępu technologicznego. Jest to jedyny środek transportu, który umożliwia przedostanie się do dowolnego punktu na ziemi w dobę. Stanowi istotny element funkcjonowania logistyki międzynarodowej, a także odgrywa kluczową rolę w rozwoju turystyki.

W ostatnich latach gospodarka światowa zmagająca się z problemami, które powstały w wyniku wybuchu pandemii COVID-19. Należy zwrócić uwagę, iż niewątpliwie transport lotniczy spośród wszystkich gałęzi transportu był najbardziej narażony na jej skutki, które okazały się szczególnie rozległe.

Głównym celem opracowania było rozpoznanie, w jaki sposób światowe kryzysy, w tym pandemia COVID-19, oddziałują na transport lotniczy. Ponadto przyjęto jako cel przegląd sposobów radzenia sobie z kryzysem w transporcie lotniczym w okresie pandemii COVID-19 oraz rozpoznanie, jakie zmiany spowodowała pandemia COVID-19 w nawykach pasażerów i ich poczuciu bezpieczeństwa podczas lotów samolotem.

Do przeprowadzenia badań wykorzystano literaturę przedmiotu, dane statystyki masowej oraz wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w 2022 roku z pasażerami linii lotniczych. Badanie zostało przeprowadzone metodą sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem techniki kwestionariusza ankiety na próbie

100 respondentów. W próbie było 50 mężczyzn i 50 kobiet. Kwestionariusz został utworzony za pomocą narzędzi Google i znajdował się na dysku. W ten sposób respondenci przesyłali odpowiedzi drogą elektroniczną.

Światowe kryzysy transportu lotniczego

Transport lotniczy silnie reaguje na pojawiające się na świecie kryzysy. Na jego funkcjonowanie oddziałuje wiele czynników, między innymi: klęski żywiołowe, zmiany cen ropy naftowej, wahania koniunktury, zagrożenie terroryzmem, wojny i epidemie [Pisarek, 2009, s. 247].

Zamach na World Trade Center, który miał miejsce 11 września 2001 roku, przyczynił się do zmian politycznych i ekonomicznych na całym świecie [Baczwarow i Napierała, 2002, s. 76–77]. Jedną z nich były zmiany w obszarze ubezpieczeń od terroryzmu. Przedtem takie ubezpieczenie było włączane do normalnej polisy ubezpieczeniowej linii lotniczych za niewielką lub zerową opłatą. Po 11 września składka na ochronę ubezpieczeniową przed terroryzmem wzrosła z około 2 mln USD do 150 mln USD rocznie. Dodatkowym obciążeniem dla linii lotniczych był też nowy podatek od bezpieczeństwa nałożony przez rząd federalny, który oznaczał 15% wzrostu w ciągu pięciu lat [Ghobrial i Irvin, 2004, s. 70].

W 2001 roku odnotowano spadek liczby pasażerów. Przed zamachem na World Trade Center przyrost pasażerów w 2000 roku wynosił aż 6,69% względem poprzedniego. W 2001 roku nastąpił spadek o – 1,1%. Rok później sytuacja przedstawiała się jeszcze gorzej, ponieważ odnotowano spadek o 2,9% pasażerów. Dopiero w 2003 roku sytuacja zaczęła się poprawiać [World Bank Open Data, 2022].

Jedną z przyczyn ograniczenia podróży międzynarodowych było zamknięcie przestrzeni powietrznej w USA na tydzień po ataku. Ponadto podatki od biletów wzrosły, co spowodowało zwiększenie kosztu przelotu nawet od 25 do 40%. Spadek popytu na podróże lotnicze wynikał także z obawy podróżnych przed atakami [Ghobrial i Irvin, 2004, s. 76].

Wydarzenia z 2001 roku uzmysłowiły, jak groźną bronią może stać się samolot. Okazało się, że dotychczasowe systemy bezpieczeństwa w tamtej chwili były już niepraktyczne i wymagały aktualizacji. Dlatego też opracowano nowe akty prawne, które miały za zadanie zwiększyć skuteczność walki z terroryzmem w lotnictwie. Między innymi zostały wprowadzone systemy pobierania odcisków palca obcokrajowcom przylatującym do USA. Nowe procedury mocniej ingerowały w prywatność pasażerów, co powodowało niechęć do podróżowania samolotem [Węgliński, 2010, s. 213].

W 2007 roku wybuchł światowy kryzys finansowy spowodowany załamaniem się rynku pożyczek hipotecznych w USA. Kryzysy ekonomiczne odczuwalne są w wielu sektorach gospodarki ze względu na wrażliwość układu wspólnych powiązań funkcjonalnych i systemowych światowego systemu gospodarczego. Wzrost PKB oznacza zwiększenie dochodów, a co za tym idzie wzrost popytu na przewozy lotnicze. Dlatego też spadek światowego PKB i wyraźne spowolnienie gospodarki, które miało miejsce podczas kryzysu ekonomicznego, przedkłada się na popyt na usługi pasażerskiego transportu lotniczego [Pisarek, 2009, s. 248–250].

Kryzys ekonomiczny spowodował także zmiany w wykonywanych trasach przewoźników lotniczych. Oprócz zlikwidowania nierentownych połączeń rezygnowano także z długodystansowych połączeń. Przyczyniło się to do silnego rozwoju linii lotniczych typu *low-cost* [Rettinger i Staszak, 2011, s. 133]. Takie linie lotnicze stały się groźną konkurencją dla istniejących przewoźników narodowych. Rozpoczęła się wojna cenowa wewnątrz sektora. Przewoźnicy narodowi zmuszeni byli obniżyć ceny biletów, co przy wysokich cenach za paliwo skutkowało zagrożeniem bankructwa. W latach 2007–2010 zbankrutowało 23 przewoźników [Rettinger i Staszak, 2011, s. 133].

W 2010 roku w transport lotniczy napotkał kolejny problem związany z popiołem wulkanicznym. W kwietniu miała miejsce erupcja wulkanu Eyfjallajökull na Islandii, która spowodowała awarię lotnictwa cywilnego. Powstała po wybuchu chmura pyłu składała się z różnych elementów zagrażających silnikom samolotów odrzutowych. Większość europejskich krajów musiała zamknąć przestrzeń powietrzną na kilka dni [Pisarek-Bartoszewska, 2020, s. 148–151]. W ciągu tygodnia odwołano ok. 100 tys. lotów, a koszty światowej gospodarki tego tygodnia obliczono na 4,7 mld USD. Oszacowano, że około 10 mln pasażerów nie została obsłużona [Seligson, 2013, s. 4].

Oddziaływanie pandemii COVID-19 na transport lotniczy³

Ze wszystkich kryzysów największym wyzwaniem dla transportu lotniczego okazała się pandemia COVID-19. Wraz z jej rozwojem poszczególne kraje zaczęły zamykać granice. Sektor lotniczy się zatrzymał, a samoloty zostały uziemione. Niemal 7 tys. szlaków europejskich zostało zamkniętych. Obostrzenia ograniczające podróżowanie samolotami nie były jedyną przyczyną zatrzymania się popytu na podróże. Miało to także związek z obawą przed zarażeniem się pasażerów oraz przed brakiem możliwości powrotu do swojego kraju w przypadku zamknięcia

³ Szerzej: [Jakościowa analiza..., 2021].

granic [Europejski Trybunał Obrachunkowy, 2021]. Oprócz ograniczeń w operacjach lotniczych nałożonych na lotniska odgórnie przez rządy danego państwa, linie lotnicze także podejmowały decyzje o zawieszeniu lub ograniczeniu działalności. Lufthansa, która jest jednym z największych przewoźników w Europie, ograniczyła zdolność przewozową na dalekie dystanse o 90%, a trasy na europejskie o 20% [Zając, 2020, s. 14–15]. Zgodnie z literaturą oszacowano, że ogólna liczba miejsc oferowanych przez linie lotnicze w 2020 roku została zredukowana od 39 do 53% w stosunku do 2019 roku [Jakościowa analiza ..., 2021].

Podjęcie różnych działań przeciw pandemii doprowadziło do drastycznego spadku liczby pasażerów. W 2019 roku na świecie obsłużono ponad 4,5 mln osób, a w 2020 roku było to już tylko 1,8 mln pasażerów, co stanowi 60-procentowy spadek. Ponadto, w styczniu 2021 roku odnotowano o ponad 70% mniej rezerwacji na przyszłe loty w porównaniu do poprzedniego roku [World Bank, b.d.].

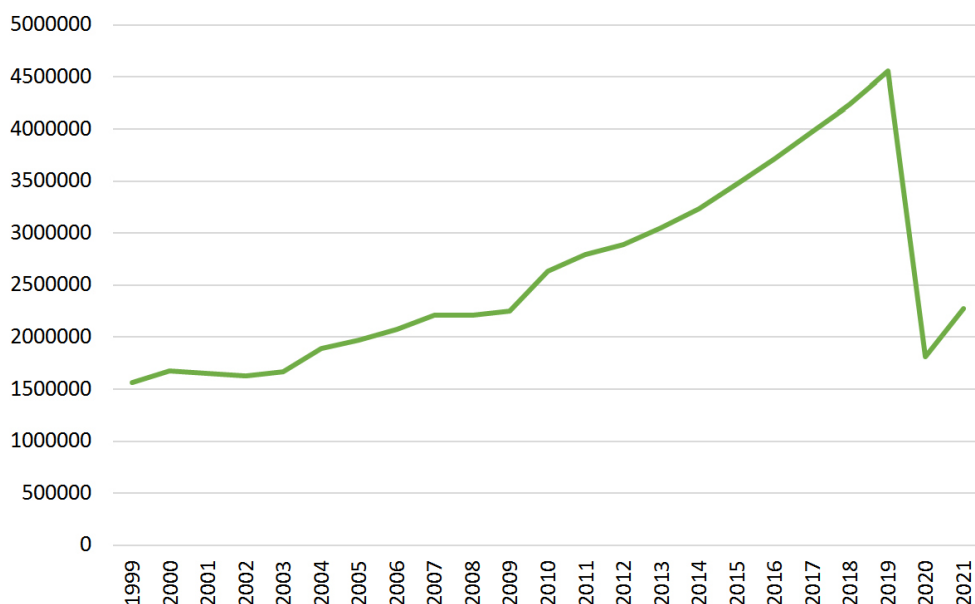
Na początku 2021 roku sytuacja nie poprawiała się ze względu na obostrzenia spowodowane wzrostem zakażeń. W styczniu ruch pasażerski odnotowano na poziomie –64% w porównaniu do 2019 roku. Poprawa sytuacji nastąpiła dopiero w drugiej połowie 2021 roku, do czego przyczynił się wysoki wskaźnik szczepień oraz wprowadzenie unijnego certyfikatu covidowego, który umożliwiał podróżowanie samolotem. Biorąc więc pod uwagę cały 2021 rok, ruch pasażerski był na poziomie –44% względem 2019 roku. W okresie dwóch lat od początku pandemii odnotowano straty w wysokości 11 mln lotów [Eurocontrol, 2021]. Analogicznie, wzrost został zauważony także w liczbie pasażerów. W 2021 roku liczba pasażerów wzrosła o 20,6% względem 2020 roku [World Bank, b.d.].

Znaczny spadek liczby pasażerów skutkował tym, że linie lotnicze zaczęły mieć problemy z płynnością finansową. Brak nowych rezerwacji lotów, a także koszty związane z odszkodowaniem dla pasażerów za odwołane loty doprowadziły do zagrożenia niewypłacalności. ICAO podaje, że w 2020 roku, biorąc pod uwagę sam okres od stycznia do kwietnia, w transporcie lotniczym odnotowało aż 84 mld USD utraconych przychodów z przewozu pasażerów [Walków, 2022].

Sytuacja przewozów lotniczych cargo była łagodniejsza w porównaniu do przewozów pasażerskich. Na transport towarowy nie zostały nałożone obostrzenia, ponieważ poprzez taki transport rozprzestrzenienie się pandemii jest niemożliwe, dlatego też przewoźnicy nie byli zmuszeni do zawieszenia swojej działalności. Ponadto pojawił się nowy popyt na transport samolotem środków potrzebnych do walki z wirusem takich jak środki ochrony, szczepionki lub sprzęt medyczny. Mimo to zdolność przewozowa spadła, ponieważ na rynku dużą część przewozów towarowych wykonywane były samolotami pasażerskimi (przewozy typu

belly cargo), które podczas trwania pandemii zostały uziemione, a same frachtowce nie podołały przejęcia całego rynku cargo [Kubas, 2020, s. 173–175].

Pandemia COVID-19 była przyczyną zmiany transportu lotniczego na ogromną skalę pod względem rozległości skutków i czasu trwania. W porównaniu do innych kryzysów odnawianie się transportu lotniczego po kryzysie spowodowanym pandemią COVID-19 będzie potrzebowało najwięcej czasu. Ponadto pandemia spowodowała nieporównywalnie największy spadek liczby pasażerów oraz wykonanych operacji lotniczych na tle innych wydarzeń, co prezentuje rysunek 9.1.



Rysunek 9.1. Liczba obsłużonych pasażerów przez linie lotnicze na świecie w latach 1999–2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie [World Bank, b.d.].

Działania światowych przedsiębiorstw lotniczych przeciw COVID-19⁴

Pojawienie się pandemii COVID-19, która swoim zasięgiem objęła cały świat, postawiła przedsiębiorstwa lotnicze w ciężkiej sytuacji. Jedną z najszybszych reakcji było wymontowanie w samolotach foteli pasażerskich w celu wykorzystania go do przewozów cargo. W ten sposób linie lotnicze mogły generować

⁴ Szerzej: [Avonics International, 2020].

dodatkowy przychód. Przewoźnicy lotniczy, aby uchronić się przed bankructwem, podjęli także wiele innych działań mających na celu jak najszybsze obniżenie kosztów takich jak odraczanie obsługi technicznych, odraczanie dostaw nowych samolotów, wstrzymanie się z inwestycjami, zwracanie wynajętych statków powietrznych, uziemianie flot, czy też anulowanie dokonanych zamówień. Wraz z rozwojem pandemii COVID-19 jasne stało się, że sytuacja szybko się nie poprawi. W związku z tym przedsiębiorstwa zobligowane zostały do stworzenia długoterminowych planów i przejść z postawy reaktywnej na aktywną i przygotować się na przyszłość. Dlatego też przedsiębiorstwa zaczęły tworzyć nowe rozwiązania [Amankwah-Amoah, 2021, s. 1–2].

W obszarze lotnictwa pojawiło się wiele więcej innowacji, zarówno na obszarze lotniska, jak i na pokładzie samolotu, które miały zapewnić sprawne i efektywne funkcjonowanie podczas pandemii COVID-19. Priorytetem było chronienie zdrowia i zachowanie higieny. Jednym z rozwiązań była dezynfekcja samolotu światłem ultrafioletowym, które wykazuje właściwości bakterio- i wirusobójcze. Innym przykładem zapewnienia bezpieczeństwa pasażerom i maksymalizację dystansu społecznego było blokowanie środkowych miejsc siedzących w samolocie, a w małych samolotach także przy przejściach [Amankwah-Amoah, 2021, s. 3–4]. Na lotnisku Heathrow testowane są rozwiązania z użyciem technologii termicznych z rozpoznawaniem twarzy. W terminalu umieszczone zostały kamery, które miały na celu monitorować temperaturę ciała pasażerów. W ten sposób łatwiej i szybciej można było zidentyfikować osoby o podwyższonej temperaturze. Pandemia przyspieszyła także prace wprowadzania technologii bezdotykowych odpraw na lotniskach [Bellamy, 2020].

Chcąc zachęcić pasażerów do podróży podczas pandemii, niektóre linie lotnicze przyjęły inicjatywę o wprowadzeniu bezpłatnego ubezpieczenia podróżnego i ochrony medycznej dla niektórych klientów przeciwko COVID-19 [Amankwah-Amoah, 2021, s. 4]. Ponadto porty oraz linie lotnicze na stronach internetowych zamieszczały informacje dotyczące nowoczesnych technologii i innowacji, jakie zostały przez nie wdrożone w celu przełamania strachu podróżnych przed lataniem [Konieczny, 2021, s. 62].

Oddziaływanie kryzysów na pasażerów transportu lotniczego

Badanie obejmowało respondentów korzystających z transportu lotniczego z różnych przedziałów wiekowych: 66% z przedziału 18–25 lat; 12% z przedziału 26–35 lat; 11% z przedziału 36–45 lat oraz 11% powyżej 45 lat. Objęto nimi 50 mężczyzn i 50 kobiet [Socha, 2022, s. 54–64]. Największą część responden-

tów stanowiła grupa o wyższym wykształceniu (65%). Uczestnicy to przedstawiciele różnych miejsc zamieszkania pod względem liczby ludności. Najliczniejszą grupę stanowiły osoby pochodzące z miast o ponad 500 tys. mieszkańców (39%). Próba dobierana była w sposób celowy.

Ponad połowa respondentów (55%) za najbezpieczniejszy środek transportu uznała transport lotniczy, 35% transport kolejowy, a pozostałe 10% wybrało transport samochodowy. Jako najczęstszą przyczynę katastrof lotniczych wskazywali awarie techniczne (75%), na drugim miejscu postawiono złą pogodę (42%).

Zdecydowana większość respondentów była zdania, że transport lotniczy jest bezpieczną formą podróży, bo za zdecydowanie bezpieczny uznało go 18% badanych, a za bezpieczny 47% osób. Zdaniem 18% badanych transport lotniczy jest w miarę bezpieczny, a dla 4% jest on niebezpieczny.

Tabela 9.1 przedstawia opinie dotyczące obaw przed podróżą samolotem wraz z podziałem na wiek. Respondenci z każdej grupy wiekowej najczęściej wskazywali na katastrofę samolotu. Osoby z młodszej grupy wiekowej (18–25 lat oraz 26–35 lat) wskazywali także na awarię samolotu. Spora część osób w tych dwóch grupach nie odczuwała żadnych obaw. Pandemia COVID-19 czy też sabotaż i działania terrorystyczne są przyczyną obaw w większym stopniu osób ze starszej grupy wiekowej (powyżej 36 lat).

Tabela 9.1. Opinie respondentów dotyczące obaw przed podróżą samolotem

Źródło obawy	Udział odpowiedzi w grupach wiekowych w latach (%)				Razem
	18–25	26–35	36–45	powyżej 45	
Katastrofa samolotu	47	8	5	6	66
Pandemia COVID–19	3	0	5	5	13
Sabotaż i działania terrorystyczne	6	2	5	6	19
Awaria samolotu	37	5	2	2	46
Kradzież bagażu	13	2	1	2	18
Brak obaw	13	4	0	1	18

Źródło: opracowanie własne.

Według 62% respondentów działania terrorystyczne, które zdarzyły się w przeszłości, nie wpłynęły na ich poczucie bezpieczeństwa względem podróży samolotem, a dla 16% było to ciężkie do określenia. Terroryzm w większym stopniu wpłynął na osoby w starszej grupie wiekowej niż w młodszej.

Zdaniem 54% respondentów środki ochrony bezpieczeństwa stosowane na portach lotniczych są wystarczające, a 23% twierdziło, że są zdecydowanie wystarczające, a 2%, że są niewystarczające. Zdaniem 36% respondentów środki ochrony bezpieczeństwa przeciw COVID-19 stosowane na lotniskach oraz podczas lotu są zdecydowanie wystarczające, a dla 48% są wystarczające. Odpowiedzi „niewystarczające” udzieliło 6% osób, a 2% uważa je za zdecydowanie niewystarczające.

Najczęstsze przyczyny ograniczenia podróżowania samolotem podczas pandemii COVID-19 wskazywane przez respondentów to: ograniczenia lotów i zamknięcie portów (45%), zamknięcie ośrodków turystycznych (36%), konieczność zaszczepienia się (25%) oraz wysokie koszty wymaganych badań COVID-19 (25%). Tabela 9.2 prezentuje jakie czynniki wskazywali respondenci.

Tabela 9.2. Czynniki mające wpływ na ograniczenie częstotliwości podróży według pasażerów

Grupa czynników	Udział odpowiedzi w grupach wiekowych w latach (%)				Razem
	18–25	26–35	36–45	powyżej 45 lat	
Ograniczenia lotów i zamknięcie portów	35	3	3	4	45
Strach przed zakażeniem COVID-19	4	3	2	4	13
Wysokie koszty wymaganych badań COVID-19	16	3	4	2	25
Zamknięcie ośrodków turystycznych	24	5	2	1	32
Brak chęci/czasu na dodatkowe formalności	6	5	5	3	19
Konieczność zaszczepienia się	16	2	3	4	25
Ograniczenie możliwości finansowych spowodowane pandemią	7	1	1	2	11
Restrykcje sanitarne, które obniżają komfort podróży	3	3	1	3	20
Brak zainteresowania podróżami w czasie pandemii COVID-19	11	3	2	2	18
Nie wpłynęły	12	2	0	1	15

Źródło: opracowanie własne.

Większość respondentów (72%) zadeklarowała, że pandemia COVID-19 nie wpłynęła negatywnie na poczucie bezpieczeństwa podróży samolotem, a 20% uważało, że dana sytuacja miała miejsce. Negatywny wpływ podkreślali zwłaszcza respondenci z najstarszej grupy wiekowej.

Kolejny obszar, który został zbadany to dostępność informacji na temat ograniczeń i obostrzeń obowiązujących podczas lotu i na lotniskach związanych z pandemią COVID-19 dla pasażerów. Większość respondentów (54%) twierdziła, że takie informacje są łatwo dostępne, a 21% było przeciwnego zdania.

Zdecydowana większość respondentów (73%) zadeklarowała, że nie było potrzeby wyboru innego środka transportu niż lotniczy podczas pandemii COVID-19. Z powodu pandemii COVID-19 18% osób wybrało transport samochodowy, a 8% kolejowy.

Wnioski

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie kilku wniosków.

1. Kryzysy w transporcie lotniczym objawiały się spowolnieniem jego rozwoju, a także były przyczyną spadku ruchu lotniczego. Konsekwencje tego to straty finansowe wszystkich podmiotów tego. Niektóre wydarzenia, takie jak zamach na World Trade Center lub pojawienie się pandemii COVID-19, spowodowały zmiany w prawnych regulacjach międzynarodowych.
2. Porównując kryzysy w transporcie lotniczym, można stwierdzić, że pandemia COVID-19 miała największe konsekwencje, biorąc pod uwagę rozległość skutków i czas trwania.
3. Mimo iż kryzysy negatywnie oddziałują na transport lotniczy, stymulują one podmioty transportu lotniczego do innowacji. Niektóre z nich okazały się korzystnym rozwiązaniem nie tylko na czas kryzysu i przyczyniły się do usprawnienia funkcjonowania transportu lotniczego w szerszej perspektywie.
4. Transport lotniczy określany jest jako najbezpieczniejszy środek transportu, choć znaczna część respondentów uważa inaczej. Dla respondentów większe zagrożenie stanowiła katastrofa lub awaria samolotu niż zagrożenie ze strony terrorystów czy pandemii COVID-19. Większość użytkowników transportu lotniczego uważa, że środki ochrony bezpieczeństwa stosowane na portach lotniczych oraz podczas lotu przeciw zagrożeniom ze strony COVID-19 bądź terroryzmu są wystarczające. Również upływ czasu od początku pandemii do okresu przeprowadzenia badań mógł spowodować oswojenie się pasażerów z zagrożeniem i obniżyć poziom strachu przed zarażeniem się wirusem. Jednakże, dla osób ze starszych przedziałów wiekowych pandemia COVID-19 oraz działania terrorystyczne nadal stanowią ważne zagrożenie.
5. Pandemia COVID-19 wpłynęła na częstotliwość podróży transportem lotniczym przez pasażerów. Jednakże strach przed zarażeniem się wirusem nie był głównym tego motywem. Zmniejszony popyt na podróże był spowodowany

zamknięciem portów, zawieszeniem działalności linii lotniczych, a także ośrodków turystycznych. Podróżni ograniczyli podróże ze względu na konieczność zaszczepienia się, restrykcje sanitarne oraz wysokie koszty badań na COVID-19. Część osób zastąpiło transport lotniczy innymi środkami transportu.

6. Większość respondentów nie odczuwała już strachu przed pandemią COVID-19, stąd popyt na usługi transportu lotniczego może szybko się zregenerować, jeśli wszystkie restrykcje i ograniczenia będą znoszone, gdyż można wywnioskować, że stanowią one główną barierę dla pasażerów. Zagrożenie ze strony pandemii odczuwają osoby ze starszych grup wiekowych.

Bibliografia

- Amankwah-Amoah, J. (2021). COVID-19 pandemic and innovation activities in the global airline industry: A review. *Environment International* 156, 106719, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106719>
- Avionics International (2020). 10 New Concepts, Technologies Developed to Address COVID-19 in Aviation, <https://interactive.aviationtoday.com/avionicsmagazine/august-september-2020/10-new-concepts-technologies-developed-to-address-COVID-19-in-aviation/> [dostęp: 09.04.2022].
- Baczwarow, M. i Napierała, T. (2002). Wpływ wydarzeń 11 września 2001 r. na turystykę światową. *Turystyka i Hotelarstwo* 1, 75–90.
- Eurocontrol (2021). Charting the European Aviation recovery: 2021 COVID19 impacts and 2022 outlook, https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2022-01/eurocontrol-think-paper-15-2021-review-2022-outlook_0.pdf [dostęp: 15.03.2022].
- Europejski Trybunał Obrachunkowy (2021). Prawa pasażerów lotniczych w czasie pandemii COVID-19 – pomimo wysiłków podejmowanych przez Komisję nie zapewniono ochrony najważniejszych praw, <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/passenger-rights-15-2021/pl/> [dostęp: 15.03.2022].
- Ghobrial, A. i Irvin, W.A. (2004). Combating air terrorism: Some implications to the aviation industry. *Journal of Air Transportation* 9(3), 67–86.
- Jakościowa analiza rynku lotniczego w Polsce w okresie pandemii (2021). <http://rada-przemyslu-lot-kos.pl/resources/2021/11/2021-11-18-raport-jakosciowa-analiza-ryнку-lotniczego-w-polsce-w-okresie-pandemii.pdf> [dostęp: 16.04.2022].
- Konieczny, C. (2021). COVID-19 jako nowa determinanta bezpieczeństwa w komunikacji lotniczej. *Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka* 43(2), 53–68.
- Kubas, K. (2020). Wpływ pandemii na rynek transportu lotniczego. *Journal of TransLogistics* 6(1), 169–177.
- Pisarek, R. (2009). Pasażerski transport lotniczy na świecie w dobie kryzysu gospodarczego. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Ekonomiczne Problemy Usług* (46), 247–256.
- Pisarek-Bartoszewska, R. (2020). Pasażerski transport lotniczy w Unii Europejskiej: wyzwania rynkowe. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.

- Rettinger, R., i Staszak, P. (2011). Wpływ kryzysu na wielkość pasażerskiego ruchu lotniczego na świecie na podstawie wybranych przykładów. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego* 18, 129–138.
- Seligson, D. (2013). *Civil aviation and its changing world of work*. Geneva: ILO.
- Socha, D. (2022). *Oddziaływanie kryzysów na transport lotniczy*. Warszawa: Katedra Logistyki Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie [praca magisterska].
- Walków, M. (2020). W tym roku upadło ponad 40 linii lotniczych, <https://businessinsider.com.pl/firmy/zarzadzanie/linie-lotnicze-ktore-upadly-w-czasie-epidemii-koronawirusa-w-2020-roku/chevcrv> [dostęp: 15.02.2022].
- Węgliński, B. (2010). Wybrane aspekty ewolucji systemu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w latach 1968–2009. *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 4, 205–219.
- World Bank (b.d.). Air transport, passengers carried, <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR> [dostęp: 23.02.2022].
- Zajac, G. (2020). Kryzys lotniczy w związku z Coronawirusem. *Przegląd Komunikacyjny* 11, 13–18.

Determinanty działalności i struktura hubów lotniczych na świecie

Aleksandra Górecka¹, Piotr Sadowski²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów, Katedra logistyki, <https://orcid.org/0000-0002-2679-561X>

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

Wprowadzenie

Transport lotniczy to gałąź, którą najprościej zdefiniować można jako przemieszczenie ludzi oraz ładunków drogą powietrzną z punktu A do punktu B, za pomocą statków powietrznych oraz z wykorzystaniem odpowiedniej infrastruktury. Sumeer Chakuu [2012] wskazuje transport lotniczy jako jeden z fundamentalnych elementów, które determinują działanie nowoczesnych gospodarek i społeczeństw, dodając, że jest to istotny element ekonomiczny, który porównać można do sektora bankowego, ponieważ ma znaczący wpływ na rozwój gospodarki globalnej, dzięki swojemu działaniu umożliwiając przepływ ludzi i towarów. Dodatkowo, transport lotniczy w porównaniu do innych rodzajów transportu jest bardzo nowoczesny i opierający się na innowacjach od początków istnienia tj. od 1903 roku rozwijał się najbardziej dynamicznie.

Wykonywanie lotów odbywa się dzięki specjalnie do tego celu przystosowanej infrastrukturze. W ujęciu technicznym dzieli się ją na dwie grupy: grupę elementów punktowych oraz grupę elementów liniowych. Infrastrukturę liniową stanowią drogi lotnicze w przestrzeni powietrznej na wysokości między 900 m a 12 000 m. W przypadku, gdy mowa o locie krajowym, drogi powietrzne mają szerokość 10 mil morskich, a w przypadku lotu międzynarodowego korytarz poszerza się do wartości 20 mil morskich. Jeśli chodzi o infrastrukturę punktową, to jest zdecydowanie bardziej złożona. W jej skład wchodzi lądowiska, lotniska, porty lotnicze, drogi powietrzne wokół lotniska wykorzystywane do kołowania

samolotów, pasy startowe oraz wszelkie urządzenia wchodzące w skład infrastruktury lotniska. Ze względu na charakter rozdziału, kolejne rozważania dotyczyć będą portów lotniczych, a więc obiektów użytku publicznego wykorzystywanych do lotów handlowych [Dz.U. 2022 poz. 1235]. Na podstawie wielkości ruchu lotniczego oraz destynacji lotów, które wykonywane są z portów lotniczych, obiekty te dzieli się na: lotniska regionalne, centralne porty krajowe oraz międzynarodowe huby lotnicze (tabela 10.1).

Tabela 10.1. Definicje kategorii portów lotniczych

Rodzaj portu lotniczego	Definicja
Międzynarodowy hub lotniczy	Węzłowe lotniska przesiadkowe. Porty lotnicze typu hub znajdują się w aglomeracjach o dużym natężeniu ruchu pasażerów. Obsługują dalekodystansowe loty, a także umożliwiają dotarcie do portu przesiadkowego z portów regionalnych, gdzie pasażerowie uzyskują połączenia na inne loty międzynarodowe.
Centralne porty krajowe	Duże charakterystyczne lotniska na terenie kraju. Oferują dużą liczbę połączeń krajowych i międzynarodowych.
Lotniska regionalne	Są punktami rozpoczęcia lub zakończenia lotu dla pasażera. Oferują ograniczoną liczbę połączeń krajowych i międzynarodowych.

Źródło: opracowanie na podstawie: [Chou, 1990; Button i in., 2004; Tłoczyński, 2013].

Cele i metody

Celem rozdziału było wskazanie czynników rozwoju hubów lotniczych oraz określenie zmian na światowym runku hubów lotniczych w czasie pandemii COVID-19.

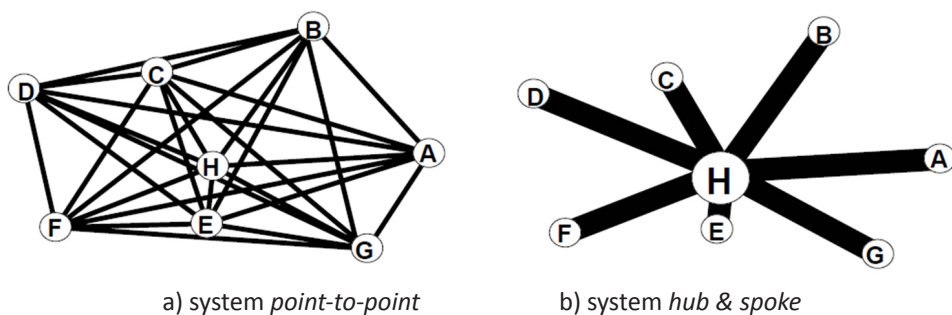
Do gromadzenia danych wykorzystano studium literatury oraz metodę dokumentacyjną. Na podstawie literatury przedmiotu i z wykorzystaniem analizy PEST dokonano klasyfikacji czynników rozwoju hubów lotniczych na egzo- i endogeniczne, a statystyka opisowa pozwoliła przedstawić różnice wielkości obiektów na świecie i w Europie.

Historia rozwoju hubów lotniczych

Pierwszym wydarzeniem po II wojnie światowej, które miało ścisły związek z międzynarodowym transportem lotniczym było podpisanie w 1945 roku Konwencji o międzynarodowym transporcie lotniczym tzw. konwencji chicagowskiej, której zapisy obowiązywały od 4 kwietnia 1947 roku. Początkowo została podpisana przez 52 państwa. W jej treści można wyczytać zapisy mówiące między innymi o zwierzchnictwie w przestrzeni powietrznej, zasadach rejestracji statków powietrznych, zakazie używania broni wobec samolotów cywilnych oraz

wszelkie szczegółowe zapisy dotyczące prawa w państwach, które konwencję podpisały. Miała ona w założeniach utrzymanie pokoju na świecie oraz promowanie kooperacji połączeń lotniczych między państwami całego świata [ICAO, 2022]. W konwencji określono również wolności lotnicze, na podstawie których miał funkcjonować ruch lotniczy. Zasady te były bardzo szczegółowe, a lotnictwo funkcjonowało na podstawie umów bilateralnych, co wynikało z powojennego i niespokojnego politycznie okresu sporządzenia dokumentu. Liberalizacja rynku lotniczego w USA miała miejsce w 1978 roku poprzez podpisanie Aktu deregulacji dla lotnictwa. Od tego momentu linie lotnicze były zmuszone do walki konkurencyjnej na rynku przewozów lotniczych i tym samym do poszukiwania nowych rozwiązań organizacyjnych i operacyjnych swojej działalności.

W tym czasie istniały już porty lotnicze, które obsługiwały przewoźników narodowych czy czarterowych, jednak po deregulacji również te musiały przekształcić model swojej działalności i przystosować się do zmiany działania linii lotniczych, traktując je jako swoich klientów. Linie lotnicze poszukując optymalizacji działalności operacyjnej, zaczęły działać w systemie *hub & spoke* (H&S), który zakładał korzystanie z głównego węzła transportowego (hubu lotniczego), portów regionalnych oraz współgrających z nim liniami transportowymi. System H&S funkcjonuje tak, że pasażerowie najpierw docierają do hubu z portów regionalnych lotami krótkodystansowymi, a następnie, po niedługim czasie oczekiwania, z hubu odbywają podróż na trasie długodystansowej (transkontynentalnej).



Rysunek 10.1. Różnica w systemie *point-to-point* (a) i *hub&spoke* (b)

Źródło: [Devriendt i in., 2007].

Optymalizacja wyglądała następująco. Linia lotnicza organizująca sieć połączeń w modelu *point-to-point* (rysunek 10.1a), potrzebowała łącznie $[N \times (N - 1)]/2$ tras, aby połączyć wszystkie węzły w sieci. W przypadku rysunku 10.1a linia musiałaby obsłużyć łącznie 28 tras. Liczba tras znacznie spadła z wykorzystaniem modelu H&S. Jeśli ustanowiono by hub i zapewniono bezpośrednie loty między

hubem i wszystkimi węzłami w sieci, obsługiwane byłyby trasy N-1 (Shaw, 1993). Na rysunku 10.1b wskazano, że w systemie H&S wystarcza 7 tras do połączenia wszystkich węzłów w sieci.

W praktyce struktura połączeń głównych linii lotniczych wykazuje mieszankę obu form organizacyjnych, z bezpośrednimi połączeniami między głównymi portami lotniczymi oraz siecią typu H&S, aby każdy węzeł był połączony z całą siecią.

Główną zaletą systemu H&S jest więc możliwość łączenia pasażerów lotów krótkodystansowych z portów regionalnych na loty dalekodystansowe, wykonywane dużymi statkami powietrznymi, dzięki czemu usługa transportowa może być oferowana na trasie, która sama w sobie mogłaby nie być wystarczająco dochodowa. Z punktu widzenia pasażerów, założeniem działania H&S jest tworzenie płynnych połączeń przylotowo-odlotowych w węzle, jak najbardziej minimalizując przy tym czas przesiadki [CPK, 2017].

Ciekawym jest fakt, że nie ma jednoznacznej definicji hubu lotniczego w kontekście liczby obsługiwanych pasażerów czy wykonanych operacji lotniczych. Huby lotnicze określa się jako składowa pasażerów odprawionych w ruchu tranzytowym oraz liczbie lotów dalekodystansowych z danego portu lotniczego w ciągu jednego tygodnia [Lee i in., 2007].

Czynniki wpływające na rozwój hubów lotniczych

Poza pojawieniem w liniach lotniczych się modelu operacyjnego H&S, który przyczynił się do przekształcania portów lotniczych w huby (czynnik zewnętrzny), istnieje wiele innych czynników wewnętrznych i zewnętrznych, które umożliwiają działanie i rozwój tych obiektów. Kolejnymi czynnikami wewnętrznymi są te zależne od organizacji samego portu lotniczego. Nowak oraz Huderek-Glapska [2019] definiują rozwój portu lotniczego jako wiele zmian zachodzących w czasie. Inaczej można określić to jako ilościową i jakościową różnicę o charakterze postępowym w stosunku do stanu poprzedniego. Za część rozwoju portu lotniczego odpowiedzialni są menadżerowie oraz zarząd ds. rozwoju, jednakże oczywiście działania nie są możliwe bez inwestorów oraz odpowiednich nakładów finansowych. Podjęte decyzje oraz wybrane rozwiązania, które spoczywają na barkach menadżerów, mają wpływ na intensywność rozwoju lotnisk (tabela 10.2).

Wśród czynników zewnętrznych wymienić należy: polityczne, ekonomiczno-przestrzenne, społeczno-kulturowe i technologiczne (Button i in., 1999; Berry i in., 1997, O'Kelly, 1992). Na podstawie literatury przedmiotu dokonano analizy PEST czynników egzogenicznych (tabela 10.3).

Tabela 10.2. Wewnętrzne mierniki rozwoju hubu lotniczego

Cele strategiczne portu lotniczego	Typ miernika
Wzrost wielkości operacyjnych obiektu	– liczba przewiezionych pasażerów lub ładunków, – liczba wykonanych operacji lotniczych, – liczba dostępnych połączeń transferowych, – liczba przewoźników lotniczych w porcie, – liczba lotów dalekodystansowych z portu
Wzrost wielkości finansowych	– wzrost wielkości przychodów, – wzrost zysków
Rozwój infrastruktury portu lotniczego	– wszelkie aspekty infrastrukturalne, np. liczba oraz przepustowość dróg startowych, wielkość oraz przepustowość terminala pasażerskiego lub cargo
Umocnienie pozycji konkurencyjnej	– wzrost udziału portu lotniczego w rynku w skali co najmniej kontynentu

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Veldhuis, 1997; Nowak i Huderek-Glapska, 2019].

Tabela 10.3. Analiza PEST rozwoju hubów lotniczych

Polityczne	Ekonomiczno-przestrzenne	Społeczno-kulturowe	Technologiczne
– poziom liberalizacji rynku lotniczego, – strategia rozwoju transportu lotniczego w kraju, – decyzje inwestycyjne nieuwjęte w strategii, – wewnętrzne przepisy prawne kraju, – przepisy regionu (np. UE) dotyczące lotnictwa komercyjnego, – przepisy dot. ochrony środowiska, – kierunki współpracy międzynarodowej w zakresie biznesu, edukacji itp.	– położenie geograficzne kraju względem ruchu tranzytowego w regionie, – lokalizacja portu lotniczego względem infrastruktury pozostałych gałęzi transportu, – dostępność portu lotniczego, – poziom rozwoju gospodarczego kraju, – poziom dochodów mieszkańców kraju i regionu stanowiących popyt na rynku lotów długodystansowych, – położenie względem miast, które generują ruch pasażerski, – wysokość inflacji, – wysokość kosztów utrzymania hubu lotniczego, – możliwość otrzymania subwencji i dopłat do prowadzenia działalności.	– liczebność populacji kraju i regionu, – mobilność mieszkańców, – liczba dni wolnych od pracy w ciągu roku, – nawyki turystyczne społeczeństwa, – cele odbywania podróży lotniczych, – otwartość społeczeństwa na świat i nowe doświadczenia kulturowe.	– rozwój technologii statków powietrznych, – nowe rozwiązania technologiczne terminali pasażerskich, – nowe technologie poprawiające poziom bezpieczeństwa.

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie analizy PEST wskazać należy, że czynniki ekonomiczno-przestrzenne są najliczniejsze, jeśli chodzi o rozwój hubów lotniczych.

Światowy i europejski stan hubów lotniczych

Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że w 2004 roku w pierwszej dziesiątce największych hubów na świecie uplasowało się 6 portów w USA, tj. Atlanta, Chicago, Dallas, Houston, St. Luis i Nowy Jork oraz 4 porty europejskie: Paryż, Londyn, Amsterdam i Frankfurt (rysunek 10.2).



Rysunek 10.2. Najważniejsze huby w regionach świata w 2004 roku

Źródło: [Derudder i in., 2007, s. 10].

Pod koniec 2019 roku, tj. do momentu wybuchu pandemii COVID-19, największym hubem lotniczym na świecie był wciąż port w Atlancie w USA (Roman i in., 2021), jednak w roku 2020 ze względu na restrykcje skutkujące drastycznym spadkiem pasażerów lotniczych na świecie, ranking wielkości portów lotniczych uległ zmianie (tabela 10.4).

W 2020 roku największym portem lotniczym pod względem liczby pasażerów był hub Hong Kong Airport, który obsłużył ponad 71,5 mln osób i 417 tys. operacji lotniczych. W pierwszej piętnastce rankingu znalazło się 11 portów azjatyckich, 3 porty zlokalizowane w USA oraz jeden port na Bliskim Wschodzie. W trzeciej dwudziestce wskazano 3 porty europejskie: w Istambule, Paryżu i Londynie (tabela 10.4). Można wnioskować, że najlepsza sytuacja była w hubach, które obsługiwały loty krajowe (Chiny, Japonia, USA), natomiast huby europejskie nie mogły dorównać działalnością w czasie tak daleko posuniętych ograniczeń podróżowania między krajami.

Tabela 10.4. Ranking portów lotniczych na świecie w 2020 roku

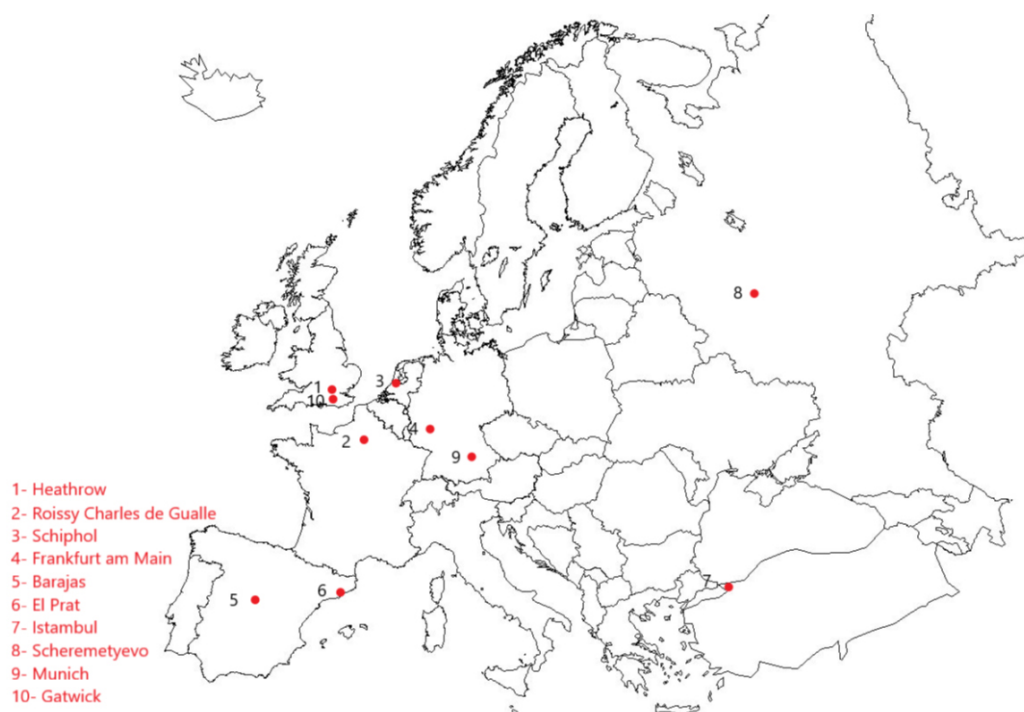
Lp.	Port lotniczy (kraj)	Kod IATA	Liczba pasażerów (mln)	Liczba operacji lotniczych (tys.)	Liczba linii lotniczych
1	Hong Kong Airport (Hong Kong)	HKG	71,54	416,9	83
2	Incheon Airport (Korea Południowa)	ICN	71,17	211,4	66
3	Singapore Changi Airport (Singapur)	SIN	68,3	301,7	83
4	Taiwan Taoyuan Airport (Tajwan)	TPE	48,69	194,24	50
5	Narita Airport (Japonia)	NRT	44,34	190,126	66
6	Guangzhou Baiyun Airport (Chiny)	CAN	43,76	37,342	56
7	Atlanta Airport (USA)	ATL	42,92	548,016	37
8	Chengdu Shuangliu Airport (Chiny)	CTU	40,47	222,4	39
9	Dallas Fort Worth Airport (USA)	DFW	39,36	514,702	33
10	Shenzhen Bao'an Airport (Chiny)	SZX	37,92	257,5	31
11	Hamad Airport (Katar)	DIA	37,28	—	41
12	Chongqing Jiangbei Airport (Chiny)	CKG	34,94	214,574	39
13	Beijing Capital Airport (Chiny)	PEK	34,51	594,329	81
14	Denver Airport (USA)	DEN	33,74	436,971	24
15	Kunming Changshui Airport (Chiny)	KMG	32,99	255,546	36
....					
26	Atatürk Airport (Turcja)	IST	23,409	460,785	68
27	Charles de Gaulle Airport (Francja)	CDG	22,258	482,676	108
....					
29	London Heathrow Airport (W. Bryt.)	LHR	22,109	478,002	86

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Statista oraz ULC.

Według danych z 2020 roku (Eurostat, 2020), w Europie działało 248 komercyjnych portów lotniczych. 78% europejskiego ruchu lotniczego odbywało się z większych lotnisk, których roczna liczba pasażerów wynosiła powyżej 5 mln osób rocznie. Znacznie mniej, bo tylko 18% lotów obsługiwały mniejsze porty lotnicze, których przepustowość wynosiła 1–5 mln pasażerów rocznie. Ostatecznie tylko 4% transportu pasażerskiego obsługiwano w małych portach regionalnych, z których korzystało poniżej miliona osób rocznie.

Ze względu na liczbę wykonywanych lotów dalekiego zasięgu, na europejskim rynku portów lotniczych wyodrębniono 10 hubów lotniczych (rysunek 10.3).

Zmiana na europejskim rynku to przede wszystkim rozwój lotów transferowych przez port lotniczy w Istambule, który w czasie pandemii obsłużył najwięcej pasażerów, co osłabiło nieco pozycję lotniska w Paryżu, Londynie czy Amsterdamie. Porównując wskazane na rysunku 10.2 huby europejskie z 2004 roku, warto wskazać, że rozwinęły się również obiekty w Monachium i Barcelonie (tabela 10.5).



Rysunek 10.3. Najważniejsze huby lotnicze w Europie

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 10.5. Liczba pasażerów w największych hubach europejskich w 2020 roku

Lp.	Port lotniczy (kraj)	Kod IATA	Liczba pasażerów (mln)
1	Atatürk Airport (Turcja)	IST	23,409
2	Charles de Gaulle Airport (Francja)	CDG	22,258
3	Heathrow Airport (Anglia)	LHR	22,109
4	Amsterdam Airport Schiphol (Niderlandy)	AMS	20,887
5	Sheremetyevo International Airport (Rosja)	SVO	19,566

cd. tabeli 10.5

Lp.	Port lotniczy (kraj)	Kod IATA	Liczba pasażerów (mln)
6	Frankfurt am Main Airport (Niemcy)	FRA	18,768
7	Madrid-Barajas Airport (Hiszpania)	MAD	17,112
8	Barcelona–El Prat Airport (Hiszpania)	BAR	12,739
9	Munich Airport (Niemcy)	MUC	11,120
10	Gatwick Airport (W. Bryt.)	LGW	10,171
....			
30	Lotnisko Chopina (Polska)	WAW	5,482

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych portów lotniczych.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań, można wskazać następujące wnioski dotyczące działania hubów lotniczych na świecie:

1. Czynniki powstawania hubów lotniczych w sieci transportu lotniczego mają charakter endo- i egzogeniczny. Do czynników endogenicznych zaliczono w opracowaniu model operacyjny linii lotniczych oparty na systemie Hub&Spoke oraz wewnętrzne cele strategiczne portu lotniczego. Czynniki egzogeniczne to sytuacja ekonomiczno-geograficzna regionu, następnie czynniki polityczne, społeczno-kulturowe i technologiczne.
2. Od roku 2004 nastąpił wzrost liczby hubów lotniczych, na świecie jednak, obiekty, które na początku 21. wieku dominowały pod względem przewiezionych pasażerów, również obecnie są w czołówce.
3. W roku 2020 będącym specyficznym ze względu na ograniczenia przemieszczania się osób ze względu na pandemię COVID-19 na światowym runku lotniczym dominowały huby, które obsługiwały ruch krajowy (porty w Chinach i USA), natomiast europejskie porty w rankingach światowych straciły swoją wysoką pozycję.

Huby lotnicze to niewątpliwie istotne obiekty w systemie światowego transportu lotniczego. Należy jednak mieć na uwadze fakt, że ich działanie opiera się przede wszystkim na operacjach tranzytowych regularnych linii lotniczych, które w hubach mają swoje bazy. Wzrost znaczenia przewoźników niskokosztowych, szczególnie na rynku europejskim, nie będzie sprzyjał powstawaniu nowych

hubów (czynnik egzogeniczny). Dodatkowym hamulcem są sytuacje nadzwyczajne, z którymi rynek światowy mierzył się w roku 2020 oraz czynniki ekonomiczne (kryzysy ekonomiczne, szoki energetyczne itp.) czy czynniki polityczne (np. konflikty zbrojne, embargo), które ograniczą możliwości przemieszczania się osób. Huby to również obiekty wysoko kapitałochłonne, więc wszelkie wahania ekonomiczne są dużym zagrożeniem dla ich działania.

W warunkach europejskich należy też mieć na uwadze, że to obiekty miejscowe, których strefa działania wykracza poza obszar samego portu lotniczego, głównie przez hałas lotniczy i emisje gazów cieplarnianych ze statków powietrznych. Duży nacisk na ochronę środowiska powoduje potrzebę oddalania tych obiektów od stref zamieszkałych, to również nie sprzyja rozwojowi.

W przyszłości rozwój hubów lotniczych będzie nierównomierny w różnych regionach świata, co daje duże możliwości dalszych badań naukowych i poszukiwań szczegółowych czynników, które wpływają na działalność tych obiektów.

Bibliografia

- Berry, S., Carnall, M. i Spiller, P.T. (1997). Airline Hubs: costs, markups and the implications of customer heterogeneity. Working Paper 5561, 1–38.
- Button, K., Lall, S., Stough, R., i Trice, M. (1999). High-technology employment and hub airports. *Journal of Air Transport Management* 5(1), 53–59.
- Button, K. J., Hensher, D. A., Haynes, K. E. i Stopher, P.R. (2004) Economic Development and Transport Hubs. *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems* 5(6), 77–95.
- Chakuu, S., Kozłowski, P. i Nędza, M. (2012). Podstawy transportu lotniczego. Rzeszów: Konsorcjum Akademickie WSiIZ w Rzeszowie.
- Chou, Y.-H. (1990) The Hierarchical-Hub Model for Airline Networks. *Transportation Planning and Technology* 14, 243–258.
- CPK, (2017). Koncepcja przygotowania i realizacji inwestycji Port Solidarność – Centralny Port Komunikacyjny dla Rzeczypospolitej Polskiej, <https://www.obiektywna.pl/Portals/0/Materialy/CPK/Koncepcja-CentralnyPortKomunikacyjny.pdf> [dostęp: 01.09.2022].
- Devriendt, L., Derudder, B., Wets, G. i Witlox, F. (2016). Identifying hubs in airline networks: overcoming some data problems, https://www.researchgate.net/publication/228355176_Identifying_hubs_in_airline_networks_overcoming_some_data_problems [dostęp: 05.09.2022].
- Eurostat, (2020). Transport, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database> [dostęp: 07.09.2022].
- Huderek-Gląpska, S. i Nowak, H. (red.). (2019). Zarządzanie rozwojem portów lotniczych. Warszawa: Wydawnictwo C.H. Beck.
- ICAO (2022). Convention of International Civil Aviation 7300, <https://www.icao.int/publications/pages/doc7300.aspx> [dostęp: 28.05.2022].

- Lee, Y.H., Yoo, K.E., i Park, C.-H. (2007). Airport Design and Development. Transportation engineering and planning, vol. 1, <https://www.eolss.net/sample-chapters/c05/E6-40-02-07.pdf> [dostęp: 08.09.2022].
- O'Kelly, M.E. (1992). A Clustering Approach to the Planar Hub Location Problem. *Annals of Operations Research* 40, 339–353.
- Roman, M., Górecka, A., i Roman, M. (2019). Wykorzystanie transportu pasażerskiego w rozwoju turystyki. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Shaw, S.-L. (1993). Hub structures of major US passenger airlines. *Journal of Transport Geography* 1(1), 47–58.
- Tłoczyński, D. (2013). Kierunki rozwoju transportu lotniczego. *Studia Ekonomiczne* 143, 381–398.
- Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r., Prawo lotnicze (Dz.U. 2022 poz. 1235).
- Veldhuis, J. (1997). The competitive position of airline networks. *Journal of Air Transport Management* 3(4), 181–188.

Logistyka zaopatrzenia linii lotniczej w części zamienne

Michał Roman¹, Justyna Kędziora²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-3596-2587>

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
Studenckie Koło Naukowe „Public Relations”

Wprowadzenie

Logistyka jest bardzo szybko rozwijającą się interdyscyplinarną dziedziną wiedzy, jak również działalnością gospodarczą. Nastąpiło to na skutek konieczności sprostanienia wymaganiom stawianym przez potrzebę realizacji efektywnych i sprawnych przepływów zarówno produktów gotowych, podzespołów, surowców, jak i usług oraz informacji. Wiele przedsiębiorstw, aby skupić się tylko na swojej podstawowej działalności, korzysta z usług wyspecjalizowanych firm w zakresie logistyki. Przedsiębiorstwa, które działania logistyczne realizują we własnym zakresie, mają przed sobą wiele wyzwań, aby zachodzące w nich procesy były efektywne, wydajne oraz były źródłem wartości dodanej.

Logistyka zaopatrzenia stanowi bardzo ważny aspekt działalności przedsiębiorstw. Sposób i specyfika jej organizacji zależy przede wszystkim od profilu oraz działalności organizacji. Logistyka zaopatrzenia określana jest jako „logistyczny podsystem oparty na zintegrowanej koncepcji pozyskiwania potrzebnych materiałów, surowców, części, komponentów itp. we właściwej ilości i asortymencie, we właściwym czasie, właściwej jakości i po właściwej cenie oraz właściwym miejscu celem zagwarantowania możliwości osiągnięcia określonych zamierzeń przedsiębiorstwa” [Pisz i in., 2013]. Sprawny, odpowiedni system zaopatrzenia przedsiębiorstwa w m.in. materiały, półprodukty, komponenty ma ogromny wpływ na sprawny przepływ pozostałych elementów działalności przedsiębiorstwa.

Dla linii lotniczych dwoma kluczowymi aspektami prawidłowego funkcjonowania są czas oraz bezpieczeństwo, gdzie za nadrzędny aspekt uznawane jest bezpieczeństwo. Logistyka zaopatrzenia w części zamienne ma bardzo duże znaczenie w działaniu linii lotniczej. Niezmiernie ważne jest zapewnienie niezbędnych komponentów w odpowiednim czasie tak, aby nie miały miejsca sytuacje powodujące opóźnienia lotów. Stowarzyszenie Europejskich Linii Lotniczych AEA przeprowadziło badania, z których wynika, że każda minuta opóźnienia rejsu powyżej 15 min, zwiększa koszty przewoźnika o 80 EUR [Mikosz, 2011]. Na problemy z punktualnością wpływa całe mnóstwo elementów, jednak to zadaniem logistyki zaopatrzenia jest wyeliminowanie opóźnień z powodu błędów powstałych w systemie dostaw komponentów. Z tego powodu niezmiernie istotny jest efektywny przebieg każdego procesu zachodzącego w linii lotniczej w ramach podsystemu logistyki zaopatrzenia.

Zaopatrzenie linii lotniczej w części zamienne jest bardzo złożonym i skomplikowanym procesem. Podczas planowania zapasów dział zajmujący się pozyskiwaniem komponentów ma przed sobą wiele wyzwań oraz decyzji do podjęcia. Statki powietrzne charakteryzują się tym, że są złożone z ogromnej liczby części, które są najczęściej kosztownymi, złożonymi modułami wysokiego poziomu technologii. Tradycyjne linie lotnicze mają to do siebie, że ich flota samolotowa jest bardzo zróżnicowana. Powoduje to każdego dnia powstawanie zapotrzebowania na wiele różnych komponentów. Zespół logistyków każde zgłoszenie zaopatrzeniowe rozpatruje indywidualnie, biorąc pod uwagę szeroki wachlarz aspektów, takich jak np.: stan części, certyfikaty, lokalizacja dostawcy, cenę i wiele innych. Efektywne zarządzanie częściami zamiennymi w linii lotniczej może przynieść ogromne oszczędności. Dlatego tak ważne jest analizowanie procesów zachodzących w ramach logistyki zaopatrzenia oraz wprowadzenia do nich ciągłych usprawnień.

Autorzy opracowania postawili następujące hipotezy badawcze:

1. Brak skoordynowanych systemów informatycznych powoduje błędy w logistyce zaopatrzenia w liniach lotniczych.
2. Duża różnorodność części zamiennych utrudnia efektywne planowanie stanów magazynowych oraz powoduje dodatkowe koszty przy realizacji zamówień zaopatrzeniowych.

Obiektem badań był dział obsługi technicznej statków powietrznych w linii lotniczej. Z powodów występowania w opracowaniu informacji *know-how*, omawiana firma jest określana jako linia lotnicza XYZ. Przedmiotem opracowania była logistyka części zamiennych w omawianym przedsiębiorstwie, a dokładnie

procesy zachodzące przy koordynacji zaopatrzenia. Dane wykorzystane w analizie pochodziły z 2018 roku i obejmowały dwanaście miesięcy.

Do analizy procesów zachodzących w linii lotniczej wykorzystano metodę 5W, model SIPOC i graficzną notację BPMN – *Business Process Model and Notation*, a do tego skorzystano z oprogramowania Bizagi Modeler.

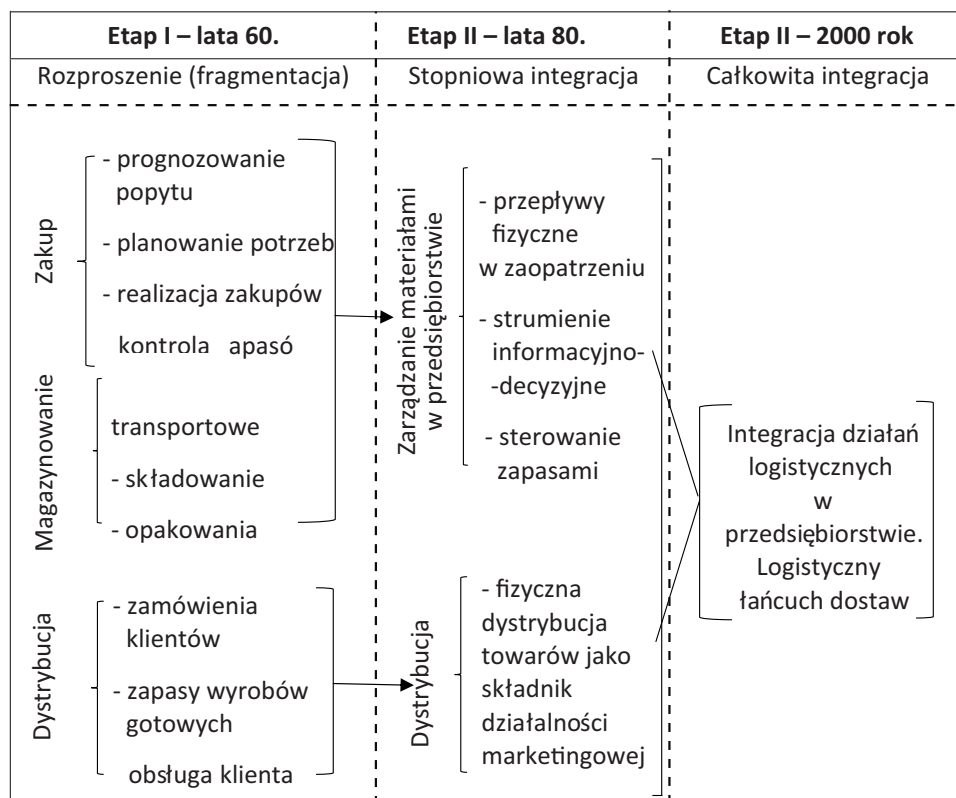
Istota współczesnej logistyki w literaturze przedmiotu

Logistyka pomimo dynamicznego rozwoju nadal jest w fazie tzw. określania swego miejsca w praktyce i teorii, stąd też w literaturze nie ma jednolitej definicji akceptowanej przez wszystkich. Ciesielski podaje, że istnieje ponad 100 różnych definicji logistyki [Ciesielski, 2006]. Analizując poszczególne z nich, można wyodrębnić trzy najważniejsze aspekty logistyki, które są związane m.in. z procesem przepływu fizycznego dóbr materialnych, koncepcją zarządzania procesami przepływu dóbr oraz postrzeganiem logistyki jako dziedziny wiedzy ekonomicznej [Słowiński 2008].

We współczesnej gospodarce fizyczne przepływy towarów są szczególnie złożone, a odpowiednie sterowanie procesami przepływów wymaga zarówno odpowiednich informacji, jak i ich odpowiedniego przetwarzania, co ma na celu decyzyjne wspomaganie menadżerów [Skowronek i Sarjusz-Wolski, 2003]. Krawczyk w swej rozbudowanej definicji logistyki podkreśla występowanie przepływu informacji podczas fizycznych przepływów towarów. Według niego „logistyka obejmuje planowanie, koordynację i sterowanie przebiegiem zarówno w aspekcie czasu, jak i przestrzeni, realnych procesów realizujących przyjęte cele. W szczególności dotyczy to przestrzennego i czasowego: rozmieszczenia, stanu i przepływu dóbr będących podmiotami tych procesów, a więc ludzi, dóbr materialnych, informacji i środków finansowych. W przypadku, gdy organizacją jest przedsiębiorstwo produkcyjne, logistyka obejmuje planowanie, kształtowanie, sterowanie i kontrolowanie przepływów materiałów (surowców i części) i produktów (półproduktów i produktów końcowych) oraz związanych z nimi przepływów informacji od dostawców do przedsiębiorstwa, wewnątrz przedsiębiorstwa i od przedsiębiorstwa do klientów” [Krawczyk, 2001, s. 15].

Do gospodarki pojęcie logistyki wprowadzone zostało w latach 50. XX wieku. Jednak procesy i zjawiska typowe dla logistyki występowały w gospodarce przed tym okresem. Dopiero na przełomie lat 80. i 90. XX wieku termin „logistyka” został upowszechniony w polskiej literaturze ekonomicznej. Jednak wiele elementów logistyki poruszano w literaturze znacznie wcześniej. Problem sterowania

zapasami był często poruszany przez autorów. Już na początku lat 70. XX wieku zdefiniowano pojęcie kosztów zapasów oraz badanie ich poziomu wraz ze strukturą [Skowronek i Sarjusz-Wolski, 2003]. Przykładem jest książka z 1970 roku poruszająca problem przepływu materiałów w przedsiębiorstwie – „Zarządzanie gospodarką materiałową” [Kwejta, 1970]. W rozwoju logistyki wyróżniane są trzy charakterystyczne etapy ważne dla rozumienia istoty oraz teorii logistyki (rysunek 11.1) [Pisz i in., 2013].



Rysunek 11.1. Etapy rozwoju logistyki

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Pisz i in. 2013].

Rozwój logistyki po 2000 roku w warunkach gospodarki rynkowej występuje nie tylko w pojedynczych organizacjach. Powstały oraz rozwinęły się wielkie centra usług logistycznych. Na obszarach wielu kilometrów kwadratowych powstają magazyny, w których funkcjonuje nawet kilkadziesiąt firm. Przedsiębiorstwa te silnie współpracują oraz wykorzystują swoją specjalizację, dzięki czemu rozwijają się oraz tworzą nowe produkty. Rozwój logistyki obejmuje także procesy

przepływu w skali krajowej oraz w skali globalnej [Skowronek i Sarjusz-Wolski, 2003]. Powstają nowe koncepcje oraz sposoby praktycznego wykorzystania ich w przedsiębiorstwach.

Logistyka w celu spełnienia wyżej wymienionych funkcji wykorzystuje i integruje przede wszystkim nauki trzech dziedzin przedstawionych na rysunku 11.2. W głównej mierze korzysta z dorobku ekonomii, posiłkując się wiedzą z zakresu organizacji i zarządzania, ekonometrii oraz bardzo istotnym dla każdego przedsiębiorstwa rachunku kosztów, który wykorzystuje w kontroli swoich finansów. Logistyka z pewnością nie rozwinęłaby się tak szybko bez silnego wsparcia informatyki. Obecnie warunkiem koniecznym funkcjonowania systemu logistycznego w organizacji oraz pomiędzy organizacjami jest zastosowanie w nich informatyki. Wykorzystywane są przede wszystkim sieci komputerowe, systemy sterowania oraz metody identyfikacji. Stosowane systemy informatyczne przyczyniają się do minimalizowania nakładów, jakie są ponoszone na działalność, za pomocą efektywnej gospodarki magazynowej. Omawiane systemy informatyczne stwarzają również możliwość zarządzania procesami, zachodzącymi w wyniku współpracy w celu realizacji zamówień. Przykładami takich systemów są np. System WMS (*Warehouse Management System*), System MRP (*Material Requirements Planning*), System SCM (*Supply Chain Management*), technologia EDI (*Electronic Data Interchange*) oraz wiele innych [Ciszewski i Wojciechowski 2012]. Logistyka opiera się również na technice, wykorzystując m.in.: badania operacyjne, teorię systemów i techniki symulacyjne. Logistyka korzysta również z innych dziedzin i dyscyplin naukowych takich jak: matematyka, transport, komunikacja, towaroznawstwo, materiałoznawstwo czy inżynieria produkcji [Sułkowski, 2013].

Założenia współczesnej koncepcji logistyki opierają się na zasługach innowacji teleinformatycznych. To właśnie kompleksowe, odpowiednio dostosowane do działalności systemy informatyczne wnoszą ogromną wartość dodaną. Systemy informatyczne gromadzą informację z wielu źródeł, przetwarzają je oraz wspomagają pracę logistyki.

Zarządzając współczesną logistyką, należy równocześnie uwzględniać strategiczne i taktyczne płaszczyzny działań logistycznych. Logistyka powinna być koncepcją ukierunkowaną zarówno na rozwiązywanie problemów taktycznych, które polegają na zapewnieniu odpowiedniej ilości surowców potrzebnych do dalszych procesów, jak i problemów strategicznych związanych m.in. z wyborem odbiorców i dostawców. Ze względu na komplementarność realizacji procesów logistycznych oraz poziomów decydowania niedocенienie jednego z ujęć, strategicznego lub taktycznego może mieć negatywny wpływ dla całego procesu

gospodarowania w firmie. Dwa wyżej wymienione obszary zainteresowań współczesnej logistyki oraz zarządzania logistycznego przedstawiono na rysunku 11.2.

Podsumowując, można stwierdzić, że zarówno procesy taktyczne, jak i strategiczne uzależnione są od sprawnie działającego systemu logistycznego. Za pomocą tak postrzeganych zadań logistycznych i celów można osiągnąć efekt synergii, który wpływa na obniżenie w całym łańcuchu logistycznym kosztów przepływów rzeczowych [Mroczko, 2016].



Rysunek 11.2. Dwa obszary zainteresowania współczesnej logistyki

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Blaik, 2010].

Organizacja logistyki zaopatrzenia linii lotniczej w części zamienne – „gracze” w branży lotniczej

W branży lotniczej występuje wielu graczy, jednak to przede wszystkim dwóch z nich jest szczególnie widocznych w oczach pasażerów, użytkowników i opinii publicznej są to linie lotnicze oraz porty lotnicze. Jednakże za bezpieczeństwem oraz prawidłowym i sprawnym funkcjonowaniem branży lotniczej stoi znacznie więcej pomiotów. Lotniska są widocznymi częściami przemysłu lotniczego, jed-

nak ich rola w analizie poniższego opracowania jest niewielka. Firmy z branży lotniczej zwykle są zlokalizowane w pobliżu lotnisk, co jest bardzo rozsądnym rozwiązaniem. Można wyciągnąć wniosek, że z punktu widzenia branży lotniczej świat jest zbiorem kropek na mapie, z których każda reprezentuje port lotniczy.

Za funkcjonowaniem linii lotniczej zawsze stoi operator lotniczy. Operator jest odpowiedzialny za obsługę operacji lotniczych oraz musi mieć ważny certyfikat przewoźnika lotniczego (*Air Operator's Certificate*). Większość komercyjnych linii lotniczych jest jednocześnie operatorami lotniczymi, jednak linia lotnicza może być tylko firmą marketingową, która zleca podwykonawstwo operacji lotniczych operatorowi statków powietrznych. Omawiana w opracowaniu linia lotnicza jest również operatorem lotniczym.

Ważnym elementem całego systemu lotnictwa są także producenci samolotów. Produkcja statków powietrznych była scentralizowana w ciągu ostatnich dwóch dekad XX wieku. Do 2000 roku istniały dwie przodujące firmy, Airbus i Boeing, produkujące nowoczesne, komercyjne statki powietrzne z ponad 100 miejscami pasażerskimi. Ci dwaj producenci rywalizują ze sobą z różnymi liniami produktów, a także z różnymi wizjami na przyszłość. Boeing inwestuje przede wszystkim w mniejsze samoloty dalekiego zasięgu, które obsługują trasy punkt–punkt, omijając zatłoczone mega huby, podczas gdy Airbus buduje większe samoloty do transportu pasażerów między mega hubami w sposób ekonomiczny i ekologiczny. Istnieją również dwaj główni konkurenci, którzy dominują na rynku samolotów wyposażonych w mniej niż 100 miejsc, jest to kanadyjski Bombardier i brazylijski Embraer. Wymienione firmy wkroczyły także na obszar Airbusa i Boeinga, wprowadzając samoloty z ponad 100 miejscami pasażerskimi.

Wraz z operatorami lotniczymi nad bezpieczeństwem czuwają również kontrolerzy ruchu lotniczego (*Air Traffic Control – ACT*), gdzie w większości krajów te funkcje pełni rząd lub spółka państwowa. Jest również wielu innych niewidzialnych graczy w branży lotniczej, a najważniejsza z nich to władze lotnicze (*aviation authorities*), które są ściśle powiązane z wcześniej wymienionym ACT. Oprócz tych podmiotów działają inne firmy, takie jak producenci części, dostawcy MRO, obsługa naziemna, spedycje itp. Istnieją również stowarzyszenia krajowe i międzynarodowe np. Międzynarodowe Stowarzyszenie Transportu Lotniczego (*International Air Transport Association – IATA*) i Stowarzyszenie Transportu Lotniczego (*Air Transport Association – ATA*) w USA [Kilpi, 2008]. W poniższym opracowaniu najwięcej uwagi skupiono na linii lotniczej będącej jednocześnie operatorem lotniczym.

Charakterystyka struktury i organizacji działu

Struktura organizacyjna działów technicznych w większości linii lotniczych zorganizowana jest podobnie. Ich złożoność oraz rozbudowa uzależniona są od wielkości posiadanej floty samolotów, a także od jej różnorodności. Linie lotnicze mające różnorodną flotę potrzebują większej liczby specjalistów odpowiedzialnych za konkretny typ samolotu. Operatorzy lotniczy opierający się na strategii *low cost* wyposażeni są w główniejszym mierze w statki powietrzne produkowane przez jednego producenta, przykładem jest linia lotnicza EasyJet, która w 2018 roku operowała liczbą 321 samolotów firmy Airbus w różnych wersjach (Airbus A319-100, A320-200, A320neo, A321neo) [easyJet, 2002]. Wykorzystując strategię jednolitej floty, struktura organizacyjna działu zajmującego się bezpośrednio obsługą techniczną statków powietrznych jest uproszczona, ponieważ nie ma potrzeby podziału specjalistów i przypisania ich do konkretnych typów samolotów.

Omawiana w opracowaniu linia lotnicza ma różnorodną flotę, co pociąga za sobą bardziej skomplikowaną strukturę organizacyjną. Przewoźnik operuje maszynami trzech producentów: Boeing, Embraer oraz Bombardier, co przedstawiono w tabeli 11.1.

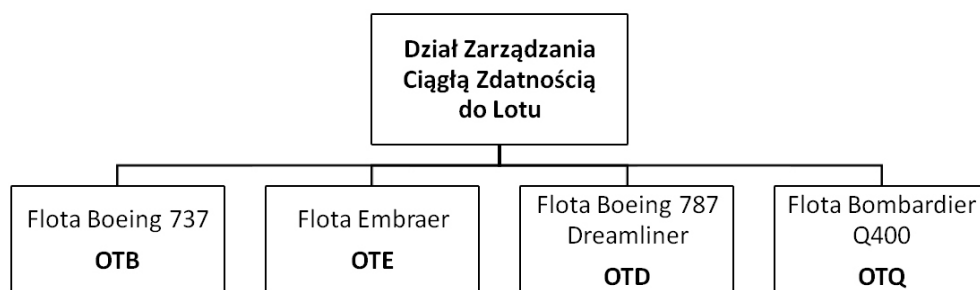
Tabela 11.1. Dysponowana flota samolotów

Boeing	Embraer	Bombardier
• Boeing 737-400 • Boeing 737-700 • Boeing 737-800 NG • Boeing 737 MAX 8 • Boeing 787-8 Dreamliner	• Embraer 170 • Embraer 175 • Embraer 190 • Embraer 195	• Bombardier Q400 • Bombardier CRJ 900ER • Bombardier CRJ 700ER

Źródło: opracowanie własne.

Omawiany dział jest organizacją CAMO (*Continuing Airworthiness Management Organization*), czyli organizacją Zarządzania Ciągłą Zdolnością do Lotu. Pracownicy tego działu mają za zadanie zarządzać poziomem gotowości do lotu statków powietrznych tak, aby były zawsze sprawne, odpowiednio wyposażone,

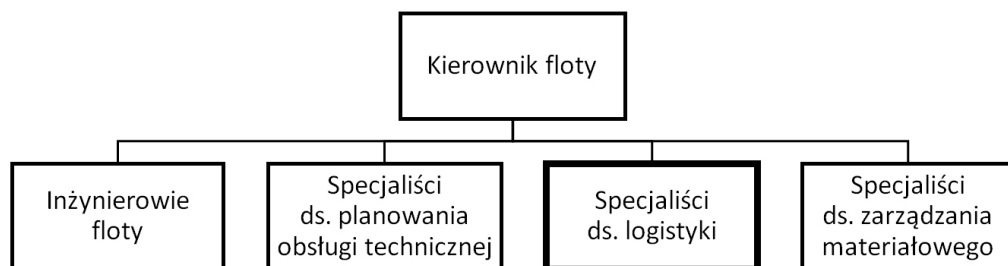
a także aby spełniały wszystkie wymagania władz lotniczych. Specjaliści kontrolują ograniczenia związane z obsługą techniczną, remontami, wymianą części oraz czuwają nad terminowością tych usług technicznych. Podmiotowy w opracowaniu dział techniczny podzielony jest na cztery biura (samoloty Boeing rozdzielone zostały na dwa biura tj.: Boeing 737 oraz Boeing 787 Dreamliner). Na rysunku 11.3 przedstawiono schemat organizacyjny działu Obsługi technicznej zwanego także działem Zarządzania Ciągłą Zdadnością do Lotu.



Rysunek 11.3. Schemat organizacyjny działu Zarządzania Ciągłą Zdadnością do Lotu

Źródło: opracowanie własne.

W ramach każdego biura pracują osoby o różnej specjalizacji, na przykład w biurze OTB zatrudnieni są inżynierowie floty, specjaliści ds. zarządzania materiałowego, specjaliści ds. planowania obsługi technicznej oraz specjaliści ds. logistyki, każdy z nich zajmuje się dbaniem o stan techniczny maszyn Boeing 737 w różnych wersjach (B737-400, B737-8, B737-800). Liczba specjalistów uzależniona jest od wielkości poszczególnych flot. W opracowaniu głównie omawiana będzie funkcja logistyki, ponieważ to ona szczególnie związana jest z analizowanym procesem logistyki zaopatrzenia. Logistycy odpowiedzialni są przede wszystkim za zaopatrzenie firmy w nowe części zamienne oraz koordynację i nadzór nad procesem transportu naprawianych części zamiennych. Specjaliści wypadku z dostawcami, producenta ds. logistyki są bezpośrednim kontaktem z otoczeniem zewnętrznym, w tym mi części zamiennych, firmami transportowymi, a także agencjami celnymi. Logistycy prowadzą również współpracę z magazynem zajmującym się przyjmowaniem, magazynowaniem oraz wydawaniem części i materiałów lotniczych. Struktura organizacyjna floty, która została przedstawiona na rysunku 11.4, ma charakter liniowy, gdzie nadrzędną funkcję pełni kierownik floty. Analogicznie funkcjonuje każde pozostałe biuro.



Rysunek 11.4. Struktura organizacyjna biur wchodzących w skład działu Obsługi technicznej

Źródło: opracowanie własne.

Specjaliści flot wspierani są przez dział Koordynacji obsługi technicznej, który zajmuje się koordynacją obsługi technicznej w trybie operacyjnym. Dział Zarządzania Ciągłą Zdadnością do Lotu czuwa nad stanem statków powietrznych od poniedziałku do piątku w wymiarze 8 godz. dziennie. W celu zapewnienia najwyższej punktualności i regularności połączeń lotniczych przy spełnieniu wszystkich przepisów oraz norm bezpieczeństwa, konieczny jest 24 godz. nadzór. To właśnie dział Koordynacji obsługi technicznej czuwa nad statkami powietrznymi i zajmuje się wszystkimi nagłymi sytuacjami, przede wszystkim w godzinach nocnych.

Rynek dostawców

Rynek dostawców części lotniczych jest bardzo specyficznym obszarem. Produkcja części statków powietrznych wymaga zarówno dużych nakładów finansowych, jak i wykorzystania wysokiej technologii. Z tego względu producenci części lotniczych oraz stacje naprawcze zlokalizowane są w krajach wysoko rozwiniętych z odpowiednim zapleczem technologicznym oraz finansowym.

Najwięksi gracze wśród producentów statków powietrznych swoje fabryki ulokowane mają w krajach poza europejskich, taka sama sytuacja jest z producentami samolotów użytkowanych przez omawianą linię lotniczą tj.: Boeing swoją fabrykę ma w Stanach Zjednoczonych, Embraer w Brazylii oraz Bombardier w Kanadzie. Jednym z największych wyzwań dla logistyki zaopatrzenia linii lotniczej w części zamienne jest lokalizacja dostawców oraz producentów części. Większość z nich swoje siedziby ulokowane ma poza granicami Unii Europejskiej m.in. w Ameryce. W konsekwencji tego, znacznie wydłuża się czas dostawy części spowodowany dużą odległością pomiędzy dostawcą a klientem. Na czas dostawy wpływa także odprawa celna, która często znacznie opóźnia zaplanowany transport. Podsumowując, odległość dostawcy rzutuje na koszty transportu oraz czas dostawy.

Logiści dokonujący wyboru dostawcy mają przed sobą bardzo duże wyzwanie, aby zapewnić najwyższą jakość pozyskiwanych części. Bardzo często również borykają się także z presją czasu w sytuacjach, gdy konkretny komponent potrzebny jest w jak najkrótszym czasie. Wszelkie komplikacje oraz opóźnienia mogą powodować ogromne straty. Oszacowano, że samolot, który nie lata kosztuje linię lotniczą nawet do 150 tys. USD dziennie [Sołtysiak, 2011]. Przykładem wspomagania komputerowego, które może być wykorzystane przez logistyków w procesie wyboru dostawcy jest metoda graficzna będąca efektem metody punktowej. Omawiana metoda polega przede wszystkim na ustaleniu podstawowych kryteriów wyboru wspólnie z odpowiednio dobranymi cechami, które nie zawsze są mierzalne, lecz ich wpływ na ocenę jest możliwy do określenia rangą w skali punktowej. Kolejnym krokiem jest określenie zasad punktacji w odniesieniu do wcześniej wybranych kryteriów oraz cech. W celu nadania większego znaczenia którejś z cech możliwe jest wprowadzenie ewentualnych wag. Końcowym etapem jest obliczenie łącznej liczby punktów, które zostały uzyskane przez poszczególnych dostawców [Abt, 1993; 1998].

W dalszej części rozdziału dokonano porównania trzech dostawców omawianej linii lotniczej, do przedstawienia wyników posłużono się interpretacją graficzną, a dokładnej zastosowano wykres radarowy uzyskany w pakiecie arkusza kalkulacyjnego Excel. Pod uwagę wzięto kryteria takie, jak: cenę, jakość, dostawę, lokalizację dostawcy oraz usługi dodatkowe, na przykład okres gwarancji. W tabeli 11.2

Tabela 11.2. Wykaz kryteriów i cech oceny dostawców

Kryterium oceny	Cecha
1. Cena	1.1. Poziom w stosunku do konkurencji 1.2. Termin płatności 1.3. Warunki płatności 1.4. Rabaty
2. Jakość	1.1. Poziom jakości 1.2. Posiadane certyfikaty
3. Dostawa	3.1. Czas dostawy 3.2. Terminowość 3.3. Warunki dostawy 3.4. Solidność w dotrzymaniu terminów
4. Lokalizacja dostawcy	4.1. Położenie dostawcy (odległość) 4.2. Długość trwania odprawy celnej
5. Usługi dodatkowe	5.1. Transport po stronie dostawcy 5.2. Okres gwarancji 5.3. Sposób opakowania

Źródło: opracowanie własne.

przedstawiono zaproponowane cechy przypisane do poszczególnych kryteriów oceny dostawców.

Wykres radarowy podzielono na pięć części, każda z nich reprezentuje jedno kryterium, rozwinięte o konkretne parametry, którym zostały przypisane punkty. Dla uproszczenia przyjęto pięciopunktową skalę, najgorsza ocena znajduje się najbliżej środka okręgu natomiast najlepsza najdalej. Przy nadawaniu punktów do konkretnych cech ustalono, że:

- 1 pkt oznacza ocenę złą;
- 2 pkt oznacza ocenę dostateczną;
- 3 pkt oznacza ocenę wystarczającą;
- 4 pkt oznaczają ocenę dobrą;
- 5 pkt oznacza ocenę bardzo dobrą.

Powyższy system ocen zastosowano także do cech niemierzalnych, jakich jak m.in. poziom ceny w stosunku do konkurencji. Punkty w zastosowanej skali zostały zinterpretowane zastępująco:

- 5 pkt uzyskuje dostawca, który oferuje cenę niższą o więcej niż 10% od poziomu przeciętnego;
- 4 pkt otrzymuje dostawca, który oferuje cenę niższą o więcej niż 5% od poziomu przeciętnego;
- 3 pkt otrzymuje dostawca, który oferuje cenę niższą o więcej niż 1% od poziomu przeciętnego;
- 2 pkt otrzymuje dostawca, który oferuje cenę na poziomie wyższym niż cena przeciętna;
- 1 pkt otrzymuje dostawca, który oferuje cenę na poziomie wyższym niż 5% powyżej ceny przeciętnej.

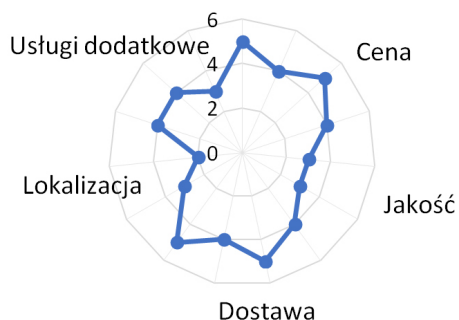
Wyniki skali punktowej zaprezentowano w tabeli 11.3, a interpretację graficzną przedstawiono na rysunkach 11.5–11.7.

Warto podkreślić, że wykres radarowy może być lepszym narzędziem oceny, gdyż sama liczba punktów ogółem nie wskazuje pełnej właściwości dostawcy. Dwóch dostawców, może uzyskać taką samą lub zbliżoną liczbę punktów jak w przypadku dostawcy A i dostawcy B. Pozornie można ocenić, że obaj dostawcy są równorzędni jednak logistyk dokonujący wyboru, będzie zwracał uwagę na wyniki w konkretnych cechach kryteriów, na których przy danym zapotrzebowaniu mu bardziej zależy. Przykładowo w sytuacji, gdy komponenty są potrzebne w bardzo krótkim czasie, logistyk wybierze dostawcę B, z powodu jego najbliższej lokalizacji, na tle pozostałych dwóch dostawców, wpływającej na czas dostawy, mimo że ceny będą wyższe od konkurencji. Te informacje można łatwo odczytać z wielkości pola na wykresie radarowym.

Tabela 11.3. Wybór dostawcy według metody punktowej

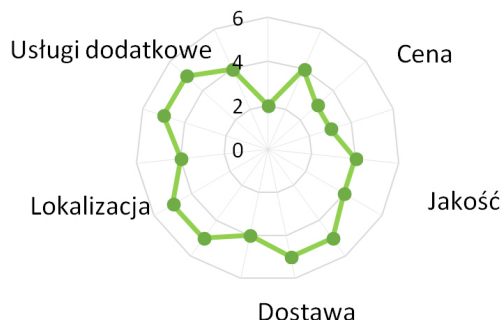
Kryterium oceny	Cecha	Dostawca A	Dostawca B	Dostawca C
1. Cena	1.1.	5	2	4
	1.2.	4	4	3
	1.3.	5	3	2
	1.4.	4	3	3
2. Jakość	2.1.	3	4	5
	2.2.	3	4	3
3. Dostawa	3.1.	4	5	3
	3.2.	5	5	2
	3.3.	4	4	4
	3.4.	5	5	3
4. Lokalizacja dostawcy	4.1.	3	5	3
	4.2.	2	4	3
5. Usługi dodatkowe	5.1.	4	5	2
	5.2.	4	5	4
	5.3.	3	4	4
Ogółem		58	62	48

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 11.5. Metoda graficzna wyboru dostawcy A

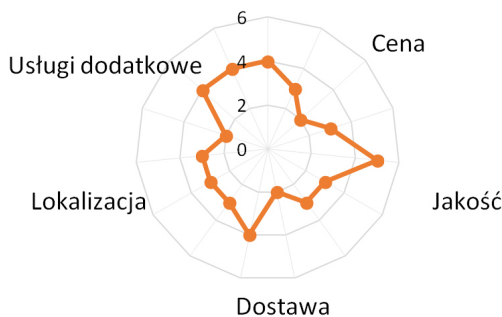
Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 11.6. Metoda graficzna wyboru dostawcy B

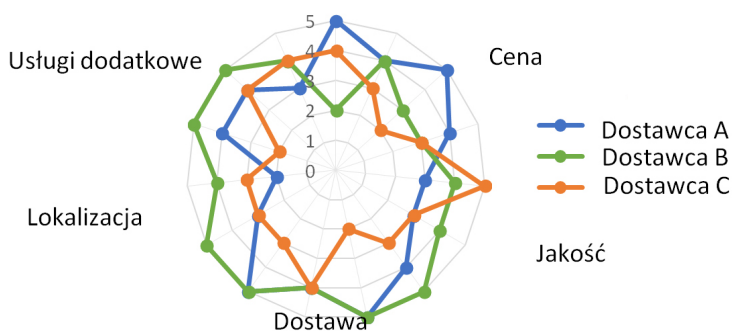
Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 11.8 dokonano porównania wyników dla trzech wybranych dostawców. Za pomocą połączenia punktów odzwierciedlających oceny przyznane dostawcom, otrzymane zostały geometryczne modele, charakteryzujące dostawców, które mogą być narzędziem pomocniczym dla logistyków. Stan idealny to model w kształcie okręgu, jednak żaden z dostawców nie otrzymał maksymalnej liczby punktów w każdej z cech. Specjaliści ds. logistyki powinni się kierować wielkością w części okręgu przypisanej kryterium, na którym im najbardziej zależy przy danym zapotrzebowaniu.



Rysunek 11.7. Metoda graficzna wyboru dostawcy C

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 11.8. Porównanie wyników trzech dostawców

Źródło: opracowanie własne.

Linie lotnicze współpracują ze swoimi dostawcami w różny sposób. Pozyskiwanie części lotniczych od dostawców może odbywać się na podstawie jednorazowych umów zakupu lub długoterminowych kontraktów. Najczęściej stosowanym rodzajem umowy długoterminowej pomiędzy linią lotniczą a dostawcą części jest tzw. umowa polowa (*pool agreement*). Umowy tego typu obejmują części kosztowne, przede wszystkim części silnikowe. Obie strony zawierające porozumienie tworzą listę części, które są objęte umową. W tym rodzaju porozumień to dostawca jest cały czas właścicielem części znajdujących się w obiegu między nim a linią lotniczą. Gdy u operatora lotniczego wystąpi zapotrzebowanie na konkretny podzespół lotniczy znajdujący się na wcześniej przygotowanej liście, dostawca zobowiązany jest dostarczyć ją do operatora w czasie określonym przez niego. Niesprawną część zdemontowaną z samolotu jest natychmiast wysyłana do dostawcy, który zajmuje się jej naprawą. Operator lotniczy swojemu

dostawcy płaci okresowo tj.: kwartalnie lub rocznie, w zależności od preferencji stron oraz zapisu w umowie. Koszty tego typu umowy zależne są przede wszystkim od czasu realizacji poszczególnych zamówień tzw. TAT (*Turn Around Time*) oraz wymaganego poziomu obsługi komponentów. Popularnym rodzajem transakcji jest także tzw. wymiana (*Exchange*), dokonywana w sytuacji, gdy komponent potrzebny jest w jak najszybszym czasie i jest ona z reguły tańsza niż zwykły zakup. Logistyk zawiera wstępną umowę transakcji z dostawcą na wymianę części, po otrzymaniu jej ma określony czas na oddanie takiej samej części, jednak może to być inna jednostka. Zwracana część może być w stanie pełnej sprawności lub może być zepsuta i wymagająca naprawy, od stanu części zależy koszt transakcji wymiany. Powyższy przykład jest rodzajem umowy jednorazowej.

Operator lotniczy współpracuje również z organizacjami typu MRO (*Main-tenance Repair and Overhaul*), które zajmują się obsługą oraz naprawą części zamiennych. Na rynku światowym jest bardzo dużo organizacji MRO, znacznie więcej niż dostawców części. Jednak 80% z nich to małe i średnie przedsiębiorstwa [Vieira, Lavorato Loures, 2016]. Linia lotnicza ma stałą umowy z jedną ze stacji naprawczych (*repair shops*), która zajmuje się obsługą konkretnych, określonych w umowie komponentów. Podczas napraw pozostałych części u innych firm, zawierane są jednorazowe umowy naprawy.

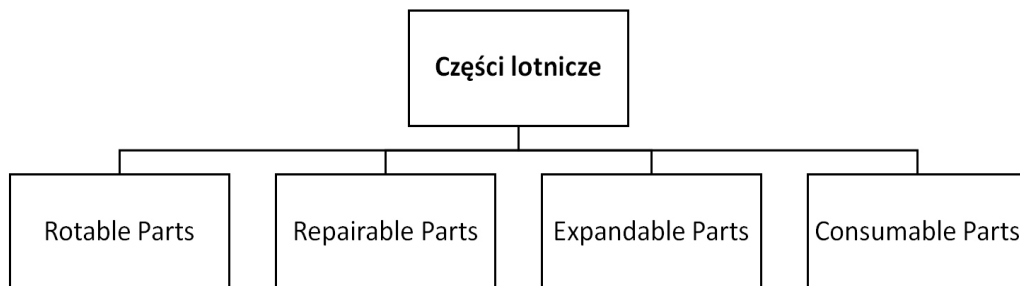
Charakterystyka komponentów

Logistyka zaopatrzenia wraz z samym procesem planowania zapasów ma bardzo duże znaczenie w działalności linii lotniczej, ponieważ części lotnicze są bardzo kosztowne. Wysoki koszt tych części spowodowany jest przede wszystkim faktem, że są one złożonymi modułami wysokiego poziomu technologii składającymi się z dziesiątek lub setek mniejszych części. Specjaliści twierdzą, że potencjał oszczędności dzięki efektywnemu zarządzaniu częściami zamiennymi w łańcuchu dostaw jest większy niż jakiekolwiek istniejące możliwości uzyskania przychodów w branży lotniczej. Oszacowano, że łańcuch dostaw w lotnictwie ma zapasy około 50 mld USD, z czego prawie 80% jest własnością operatorów lotniczych. Wartość zapasów w łańcuchu dostaw dla lotnictwa w przeliczeniu na eksploatowany samolot wynosi około 3 mln USD [McDonald, 2002].

Komponenty lotnicze są złożonymi modułami wysokiego poziomu składającymi się z dziesiątek lub setek części. Żywotność elementu może przekraczać dwie dekady, podczas których prawdopodobnie jest on naprawiany lub remontowany kilkanaście razy. Kwestie te, wraz ze zwykłymi specjalnościami lotniczymi,

takimi jak wymogi władz dotyczące certyfikacji i identyfikowalności, a także kwestie niezawodności i bezpieczeństwa zwiększają koszty pozyskania i utrzymania części statków powietrznych. Większość wartości zapasów w łańcuchu dostaw dla lotnictwa jest związana z częściami zapasowymi, stanowią one główny cel zmniejszenia wartości zapasów.

Logistycy zajmują się zaopatrzeniem linii lotniczej w cztery rodzaje komponentów. Pierwsze z nich są to części rotacyjne, obrotowe (*rotable parts*), które poprzez naprawę można przywrócić do stanu pełnej sprawności. Wymienione części można naprawiać wielokrotnie aż do momentu określenia ich jako B.E.R (*Beyond Economic Repair*), czyli szacowany koszt naprawy przekracza wartości nowej części. Komponenty te mają procedury napraw, zdejmowania oraz ponownego montażu na statku powietrznym, a także mają przypisany indywidualny numer seryjny. Limit ich całkowitej żywotności, użytkowania nie jest ograniczony żadną liczbą cykli (*cycles*) ani godzin latania (*flight hours*) na samolocie. Jeden cykl oznacza jeden start i jedno lądowanie samolotu. Cykle są używane jako miernik dla tych części, które zużywają się podczas startu i lądowania. Godziny latania służą jako miernik, gdy użytkowanie samolotu powoduje zużycie komponentu, a zużycie jest proporcjonalne do czasu lotu. Przykładowo kluczowe elementy systemu zwiększania ciśnienia w kabinie są kontrolowane według godzin lotu [Kilpi 2008]. Części rotacyjne to najdroższy rodzaj komponentów lotniczych, są to np. koła, hamulce, silniki, jednostki sterujące, czujniki prędkości itp. Hamulce są najbardziej charakterystycznymi elementami kontrolowanymi za pomocą cykli, ponieważ na podstawie ich liczby jest możliwe oszacowanie najbliższego terminu ich wymiany i skierowania na naprawę m.in. wymiany szpilek. Kolejnym rodzajem są części naprawialne (*repairable parts*), które mają swoją żywotność i są ograniczone określoną liczbą godzin lub cykli latania jednak jest możliwość ich kilkukrotnej naprawy po dokonaniu oceny w celu ustalenia, czy naprawa jest ekonomiczna, koszt naprawy nie może przekroczyć 80% wartości nowej części. Najczęściej elementy konstrukcyjne, takie jak okucia, ramy, panele należą do tej grupy części lotniczych. Trzecią grupą są komponenty zużywalne (*expendables parts*), które po wystąpieniu usterki oraz zepsuciu nie podlegają procesowi naprawy, jedyną procedurą przypisaną do tych części jest czyszczenie. Przykładem tych komponentów są złączniki, rury, węże, wsporniki. Ostatnią z grup są materiały eksploatacyjne (*consumables parts*), takie jak farby, uszczelniacze, smary, filtry. Części te w ogóle nie podlegają naprawom i mogą być użyte tylko raz, posiadają także określony okres przydatności i trwałości (rysunek 11.9).



Rysunek 11.9. Klasyfikacja części lotniczych

Źródło: opracowanie własne.

Każdy komponent ma swój określony numer (*part number*), który umożliwia identyfikację części na całym świecie. Za pomocą tego numeru logistyk wyszukuje potrzebną część w systemach, numer części widnieje również na wszystkich dokumentach zakupu, naprawy, a także jest wybita na komponencie. Określonej jednostce nadawany jest również konkretny numer seryjny (*serial number*), za pomocą którego wyszukiwana jest przede wszystkim lokalizacja komponentu w magazynie. Niektóre z komponentów mają także trzeci numer, tzw. numer partii (*batch number*).

Komponenty lotnicze zamawiane są w trzech trybach: AOG, CRT oraz ROU. W zależności od statusu pilności, linia lotnicza płaci dodatkową prowizję za przyspieszony tryb realizacji zamówienia:

- AOG (*Aircraft on the Ground*) – komponent jest dostarczany w trybie pilnym, najczęściej w ciągu 24 godzin;
- CRT (*Critical*) – komponent jest dostarczony przez dostawcę maksymalnie w ciągu trzech dni;
- ROU (*Routine*) – status pilności najczęściej wybierany przy zamówieniach uzupełniających stany magazynowe.

Stacje naprawcze przeprowadzają trzy rodzaje obsługi części lotniczych: inspekcję, naprawę oraz gruntowny remont (*inspection, repair, overhaul*). To omawiany dział techniczny określa na podstawie wylatanych cykli lub godzin komponentu, na jaki typ obsługi będzie skierowana część. Koszt oraz czas serwisu uzależniony jest od rodzaju wykonywanej obsługi. Gruntowny remont (*overhaul*) jest najbardziej kosztownym oraz czasochłonnym typem usługi. Niektóre komponenty mają określone odstępy czasu między gruntownymi remontami oraz dokładną listę działań, które należy wykonać. Powszechnym rodzajem obsługi jest także tzw. modyfikacja (*modification*), dzięki której

komponent uzyskuje nowe funkcje. Linie lotnicze modyfikują długowieczne komponenty, ponieważ pozwala im to korzystać z nowszej technologii bez inwestowania w zakup nowego komponentu.

Transport części zamiennych

Sprawny transport jest bardzo istotnym elementem w całym procesie zaopatrzenia linii lotniczej w komponenty. Linie lotnicze korzystają najczęściej z usług firm *outsourcingowych* zajmujących się spedycją oraz transportem. Wykorzystanie *outsourcingu* niesie zarówno korzyści, jak i ryzyko. Realizacja usług transportu przez firmy zewnętrzne pozwalana przedsiębiorstwu obniżyć koszty działalności oraz zagwarantować jak najlepszą jakość i elastyczność przede wszystkim dostaw części zamiennych. Dodatkowo liczba transportowanych części lotniczych determinuje duże wymagania pod względem terminowości dostaw. Niejednorodność ilościowa i czasowa przewożonych części zamiennych skłania operatora logistycznego do wykorzystania w tym obszarze rozwiązania, jakim jest *outsourcing*. Zabezpieczenie niezawodności dostawy części lotniczych odgrywa pierwszoplanową rolę w omawianym procesie zaopatrzenia. Podmiotowy przewoźnik lotniczy współpracuje z pięcioma firmami oferującymi kompleksowe usługi transportowe. Wybór konkretnej firmy uzależnione jest od kilku czynników m.in. charakteru transportu. Logistycy przy podejmowaniu decyzji przede wszystkim kierują się ceną za konkretną usługę transportową, oferowaną przez daną firmę.

Firmy kurierskie wybierane są do transportu części zamiennych o niewielkich rozmiarach. Omawiana linia lotnicza ma podpisaną umowę z firmą kurierską na stałe świadczenie usług. W przypadku wysyłki komponentów do naprawy firma kurierska każdego dnia o stałej porze odbiera wcześniej przygotowane niesprawne części i następnie zajmuje się rozdystrybuowaniem do poszczególnych stacji naprawczych. Małe firmy przewozowe wynajmowane są do przetransportowywania części zamiennych pomiędzy magazynami funkcjonującymi przy lotniskach na obszarze kraju. Niewielkie firmy transportowe nie oferują klientom dodatkowych usług takich, jak np. internetowe śledzenia przesyłki, gdzie w przypadku wymienionego powyżej transportu nie jest to konieczne. Z powodu braku w ofercie takich dodatkowych usług małe firmy transportowe oferują konkurencyjne ceny umożliwiające logistynom pracującym w omawianym dziale obniżenie kosztów w obszarach, gdzie jest to możliwe. Wiedza na temat aktualnego miejsca znajdowania się danej przesyłki jest wymagana przez logistyków dla transportu kupowanych nowych części zamiennych oraz wysyłanych do naprawy o dużych

gabarytach, kosztownych podzespołów samolotowych. Logiści w takich przypadkach muszą mieć możliwość uzyskania wiedzy w każdej chwili o miejscu obecnego położenia przesyłki w celu sprawnej koordynacji całego procesu. Czas oraz terminowość są tutaj kluczowym aspektem. W tym przypadku logiści decydują się na korzystanie z usług większych firmy, oferujących kompleksowe usługi za stosownie wyższą cenę.

Ocena logistyki zaopatrzenia linii lotniczej

Rozpoczynając analizę procesu zaopatrzenia linii lotniczej w części zamienne, w celu dogłębnego jego zrozumienia, niezbędne jest zbadanie oraz odpowiednie zestawienie danych ilościowych. Na potrzeby opracowania przeanalizowano dane gromadzone i przetwarzane przez system komputerowy TRAX, które dotyczą zamówień składanych przez logistyków, będących częścią działu zaprezentowanego w rozdziale trzecim. Zamówienia zaopatrzeniowe przedstawione w poniższych badaniach były realizowane w 2018 roku, a ich liczba wyniosła 21 849. Pojedyncze zamówienie obejmuje zakup, naprawę lub wymianę jednej lub kilku takich samych części. Najwięcej zamówień dotyczyło napraw części zamiennych, ich liczba wyniosła 10 058, czyli około 46% wszystkich zamówień. W badanym roku zakupiono 7740 komponentów oraz dokonano 4051 zamówień o charakterze wymiany (*exchange orders*) – tabela 11.4.

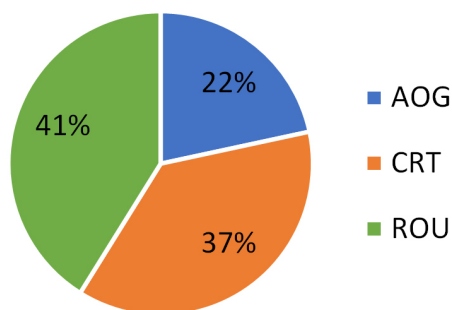
Tabela 11.4. Liczba zamówień według rodzajów dokonanych w 2018 roku

Purchase Orders (PO)	Repair Orders (RO)	Exchange Orders (EX)	Razem:
7740	10058	4051	21849

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z systemu TRAX.

W poprzednim rozdziale wyjaśniono różnice pomiędzy trzema trybami pilności stosowanymi przy zakupie, naprawie oraz wymianie komponentów, są to: tryb AIRCRAFT ON THE GRAOUND, CRITICAL oraz ROUTINE. Z wyborem odpowiedniego statusu pilności wiążą się koszty. Najdroższą z usług, jaką oferują dostawcy, jest usługa AOG, ponieważ realizacja zamówienia jest wykonywana w trybie ekspresowym. Za przyspieszoną realizację, linia lotnicza zgadza się zapłacić dodatkową sumę pieniędzy, więc automatycznie cena komponentu lub jego obsługi staje się wyższa. Jednak dzięki temu, zakupiona część jest dostarczana w przeciągu 24 godz. Logistyk, wybierając status pilności noszący nazwę CRT, również akceptuje wyższy koszt komponentu niż w przypadku tryby ROU, lecz niższy niż

w trybie AOG. Dostawca ma maksymalnie dwa dni na zrealizowanie usługi o statusie pilności CRT. Na rysunkach 11.10, 11.11 i 11.12 przeanalizowano zamówienia według statusów pilności. Na rysunku 11.11 przedstawiono zamówienia zakupowe, gdzie ponad 50% zakupów wymagało nadanie im statusu AOG lub CRT, ponieważ konkretne komponenty były potrzebne w jak najszybszym czasie, a stan magazynowy tej części był zerowy. Jedynie przy 41% kupowanych komponentach, linia lotnicza nie ponosiła żadnych dodatkowych kosztów związanych z koniecznością przyspieszenia realizacji zamówienia.



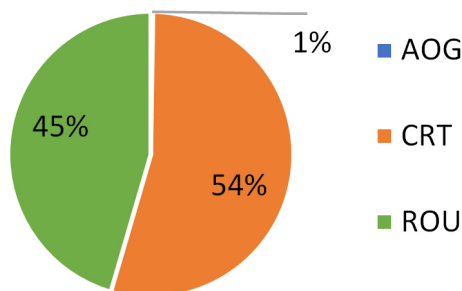
Rysunek 11.10. Purchase orders według statusu pilności

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z systemu TRAX.

Odsetek zleceń o statusie AOG jest bardzo niewielki, spowodowany przede wszystkim tym, że niewiele stacji naprawczych oferuje usługi serwisowe w trybie ekspresowym (rysunek 11.10). Z tego powodu w przypadku usterki konkretnej części oraz braku w magazynie tego komponentu przy jednoczesnej natychmiastowej potrzebie jego uzupełnienia, część zostaje zakupiona z odpowiednim statusem AOG lub CRT. Przy naprawie około 54% części omawiana linia lotnicza ponosi dodatkowe koszty za usługę w trybie CRT. Za około 45% napraw operator lotniczy ponosi standardowy koszt naprawy bez żadnych dodatkowych opłat.

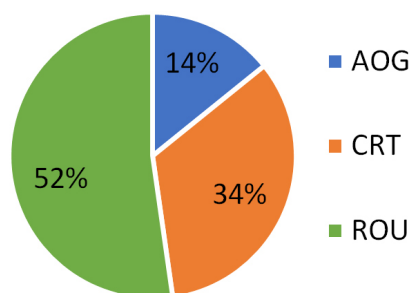
Na rysunku 11.11. przedstawiono statusy pilności przy zamówieniach typu *exchange*. Biorąc pod uwagę trzy rodzaje zamówień, tylko w tym typie zaopatrzenia rutynowy status pilności przekracza 50%.

Badana linia lotnicza ponosi znaczne dodatkowe koszty za przyspieszoną realizację zamówień zarówno zakupowych, jak i naprawczych. Odsetek zamówień realizowanych rutynowo nie jest dominującą opcją wybieraną przez logistyków. Ten fakt jest spowodowany wieloma aspektami, jednak dominującym jest niewystarczająco efektywne planowanie stanów magazynowych oraz ich odpowiednie uzupełnianie. Przy tak dużej liczbie komponentów, analiza obrotu



Rysunek 11.11. Repair Orders według statusu pilności

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z systemu TRAX.



Rysunek 11.12. Exchange orders według statusu pilności

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z systemu TRAX.

części jest bardzo skomplikowana oraz trudna. Kluczową efektywność planowania zapasów magazynowych lotniczych części zamiennych usprawnić może przeznaczone do tego narzędzie komputerowe. Umożliwi to zminimalizowanie dodatkowych kosztów ponoszonych za przyspieszone realizacje zamówień przed dostawców. Oczywiście nie wyeliminuje to wszystkich nagłych, niespodziewanych sytuacji, jednak pomoże ograniczyć je do minimum.

Opis procesu przygotowania i realizacji zamówienia remontowego

Jednym z ważnych elementów wpisujących się w logistykę zaopatrzenia linii lotniczej jest zamówienie remontowe. Badana linia lotnicza współpracuje ze stacjami naprawczymi znajdującymi się poza granicami kraju, w którym siedzibę ma biuro operatora lotniczego, magazyn oraz gdzie przeprowadzane są liczne operacje związane z techniczną obsługą statków powietrznych. Zamówienia remontowe

stanowią największy odsetek pośród wszystkich zamówień realizowanych przez specjalistów ds. logistyki. W 2018 roku było to 46% wszystkich zamówień. Na czynności związane z przygotowaniem oraz koordynacją zamówień remontowych logistycy poświęcają najwięcej czasu. Za pomocą dokładnego opisu oraz graficznego przedstawienia omawianego procesu możliwe jest dostrzeżenie „wąskich gardeł” oraz zidentyfikowanie wszelkich występujących problemów.

Proces rozpoczyna się w chwili, gdy niesprawna część zostaje wymontowana z samolotu oraz złożona do magazynu części niesprawnych. Już w tym momencie logistyk ma możliwość zobaczenia w systemie TRAX, że dana część jest niesprawna i wkrótce będzie konieczność rozpoczęcia procedury przygotowania oraz wysyłki jej do naprawy. Specjaliści ds. zarządzania materiałowego decydują, które z części potrzebują naprawy oraz który rodzaj naprawy ma być wykonany (*inspection, repair, overhaul, modification*). to oni wystawiają w systemie TRAX tzw. RO, czyli zamówienie remontowe, które następnie jest modyfikowane przez logistyków.

Od tego momentu logistyk zaczyna swoją pracę w poniższym procesie. Pierwszą czynnością, jaką wykonuje, jest wyszukanie oraz wybór stacji naprawczej, która dokona obsługi konkretnego komponentu. Do tej czynności wykorzystywane są m.in. różne portale internetowe, gdzie za pomocą uniwersalnego numeru części (*part number*) możliwe jest wyszukanie firm oferujących naprawę tej konkretnej części. Przy poszukiwaniu stacji naprawczej wykorzystywana jest także historia zrealizowanych zamówień remontowych, znajdująca się w systemie. Następnie logistyk rozsyła drogą mailową zapytania o wstępną wycenę naprawy do kilku firm (tj. *request for quotation and information*). Spośród ofert zostaje wybrana najlepsza. Po wybraniu stacji naprawczej generowane są niezbędne dokumenty (*repair order, shipping document*), na których znajdują się informacje takie, jak: numer seryjny części, naloży części, wymagany poziom obsługi, nazwa oraz adres stacji naprawczej, oraz inne wymagane informacje. Po wygenerowaniu dokumentów z systemu TRAX logistyk wysyła wiadomość wraz z załączonymi dokumentami do magazynu z prośbą o przygotowanie części do wysyłki. Niesprawna część zostaje fizycznie przeniesiona z magazynu części niesprawnych do magazynu wysyłkowego, gdzie komponent zostaje odpowiednio zapakowany oraz przygotowany do transportu. Na tym etapie pracownicy magazynu odzwierciedlają ruchy magazynowe wyłącznie w systemie komputerowym funkcjonującym w magazynie, jest to system AMOS. Pomimo dostępu do systemu TRAX, na którym pracuje całe biuro obsługi technicznej, pracownicy magazynu na etapie wysyłki nie wprowadzają do niego żadnych ruchów magazynowych, odpowiedzialni są za to logistycy. Dlatego też pracownik magazynu jest zobowiązany wysłać wiadomość mailową do biura, z informacją o gotowości komponentu do wysyłki oraz wymiarach i wadze paczki.

W tym momencie logistyk zaczyna organizację transportu. Telefonicznie, mailowo, za pomocą strony internetowej firmy kurierskiej lub spedycyjnej wysyła zapytania o organizację transportu i następnie biorąc pod uwagę przede wszystkim cenę oraz termin dostawy wybiera przewoźnika, który zajmie się transportem danej części lub skonsolidowanej paczki składającej się z kilku niesprawnych części. Kolejnym krokiem jest poinformowanie pracownika magazynu wysyłkowego i dostarczenie mu niezbędnych dokumentów przewozowych oraz informacji takich jak np. dane firmy transportowej, termin odbioru. Po wydaniu do transportu przygotowanych paczek pracownik magazynu wprowadza odpowiednie dane do systemu AMOS oraz potwierdza wydanie części w systemie TRAX. Podobne ruchy musi wykonać w tych dwóch systemach. Należy podkreślić, że nie istnieje żaden automatyczny przepływ informacji pomiędzy tymi dwoma systemami informatycznymi. W międzyczasie logistyk informuje stację naprawczą na temat planowanego terminu dostawy, przesyła odpowiednie dokumenty, które również znajdują się w paczce. Cały proces dostawy się nieco wydłuża w sytuacji, gdy dana paczka wysyłana jest poza granicę Unii Europejskiej i powinna przejść odprawę celną. W takiej sytuacji wymagana jest większa liczba dokumentów z bardzo szczegółowymi informacjami, które muszą być wypełnione z najwyższą starannością, w celu zapobiegania wystąpienia jakiegokolwiek problemów przy odprawie celnej.

Po wstępnej inspekcji przeprowadzonej przez stację naprawczą, przesyła ona logistykowi wycenę naprawy do zaakceptowania. Po wykonanej naprawie firma powiadamia logistykę o pomyślnym zakończeniu naprawy komponentu oraz jego gotowość do transportu. W tym momencie logistyk kolejny raz organizuje transport poprzez kontakt oraz wybór najlepszej oferty zaproponowanej przez partnerskie firmy transportowe. Po dostarczeniu części do magazynu pracownik przyjmuje ją, a następnie wprowadza dane do systemu AMOS, że część jest sprawna i dostępna do użytkowania. W systemie TRAX robi takie same czynności. Dostarczenie części sprawnej, wprowadzenie danych do systemu TRAX i systemu AMOS oraz zmiana statusu zamówienia remontowego (*repair order*) na *closed* jest jednocześnie zakończeniem procesu.

Graficzna prezentacja procesu

W celu zilustrowania opisanego w powyższym rozdziale procesu zachodzącego podczas realizacji zamówienia remontowego opracowano model procesu rozpoczynającego się od momentu powstania zlecenia remontowego tzw. *repair order* i kończącego się w chwili dostarczenia naprawionej części do magazynu. W modelu zaprezentowano kolejno uporządkowane działania, których rozpoczęcie

wykonania jest poprzedzone wykonaniem czynności poprzedzającej. Modelowanie omawianego procesu ułatwiło jego analizę oraz pozwoliło dostrzec „wąskie gardła”, a także możliwości zwiększenia efektywności całego procesu poprzez wprowadzenie usprawnień i zmian w podprocesach. Do zmapowania procesu użyto model BPMN – Business Process Model and Notation. Model BPMN pozwolił między innymi [Aagesen i Krogstie, 2015]:

- uwidocznić logikę biznesową procesu, tj. kto, na jakim etapie bierze udział w procesie oraz jakie czynności wykonuje;
- skupić się na przepływie sterowania procesem, tj. jakie komunikaty (informacje) są wymieniane oraz przez kogo, na jakim etapie podejmowane są decyzje oraz przez kogo;
- skupić się na pełnionych w procesie rolach.

Przed przystąpieniem do zmodelowania procesu stworzono model SIPOC (tabela 11.5), w celu poznania ogólnej struktury omawianego procesu. Na model SIPOC składają się następujące elementy [Marques i Requeijo, 2009]:

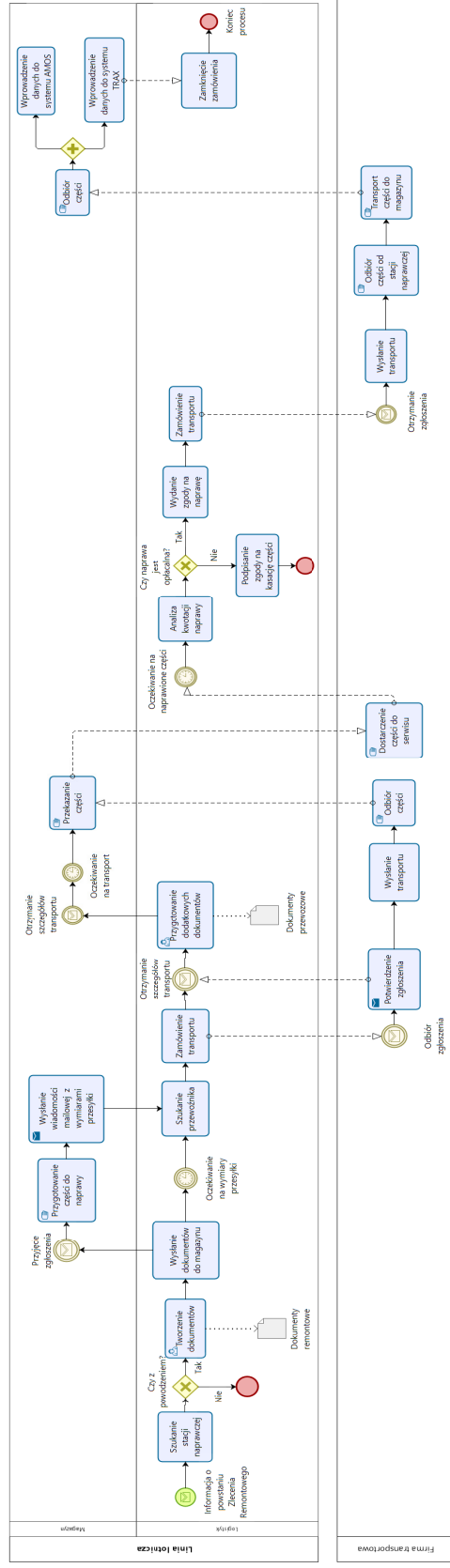
- dostawcy (*suppliers*) – podmioty, które dostarczają coś do procesu m.in. zasoby, informacje potrzebne, aby proces osiągnął spodziewane efekty;
- elementy wejściowe (*inputs*) – wszystko to, co jest dostarczane do procesu przez dostawców;
- proces (*process*) – kroki polegające na transformacji wejść w wyjścia, które warunkują osiągnięcie przez proces przewidywanego rezultatu;
- elementy wyjściowe (*outputs*) – materialny efekt procesu, np. zasoby, informacje dostarczane przez proces;
- odbiorcy (*customers*) – podmioty, które otrzymują efekty, są odbiorcami rezultatów procesu.

Tabela 11.5. Model SIPOC omawianego procesu

S	I	P	O	C
Dostawcy	Elementy wejściowe	Proces	Elementy wyjściowe	Odbiorcy
• Specjalista ds. logistyki • Pracownicy magazynu • Firma transportowa • Stacja naprawcza	• Niesprawna część • Dokumenty • Zlecenie remontowe • Zlecenie transportowe	(Kolejne kroki procesu zostały przedstawione w modelu BPMN stronie 56)	• Sprawna część • Faktury	• Linia lotnicza (tj. samolot) • Magazyn

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 11.13 przedstawiono proces przygotowania i realizacji zamówienia remontowego za pomocą graficznej notacji BPMN.



Rysunek 11.3. Graficzne przedstawienie omawianego procesu

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Celem rozdziału było rozpoznanie procesu zaopatrzenia linii lotniczej w części zamienne. W celu kompleksowego oraz dogłębnego przeanalizowania tego procesu posłużono się takimi narzędziami jak: metoda 5WHYs, model SIPOC oraz graficzna notacja BPMN.

Badania potwierdziły hipotezę pierwszą. Dokonana analiza za pomocą metody 5WHYs, ukazała, że to właśnie niewystarczająco skoordynowany przepływ informacji pomiędzy systemami informatycznymi prowadzi do wielu pomyłek i utrudnia koordynację procesów logistyki zaopatrzenia.

Druga hipoteza również zweryfikowana została pozytywnie. Analiza zamówień według statusów pilności wykazała, że linia lotnicza ponosi duże koszty za przyspieszoną realizację zamówień. Przy tak dużej liczbie różnych komponentów, efektywne planowanie oraz uzupełnianie stanów magazynowych bez specjalistycznych narzędzi komputerowych jest wręcz niemożliwe. Inwestycja w takie wspomaganie jest znacznie bardziej opłacalna niż ponoszenie kosztów na bieżące rozwiązywanie problemów.

Branża lotnicza jest jedną z najbardziej wymagających obszarów, na pierwszym miejscu stawiane jest bezpieczeństwo oraz przestrzeganie procedur. To już pierwszy podsystem logistyki, którym jest logistyka zaopatrzenia, styka się z wieloma wyzwaniami w celu zapewnienia wymaganych standardów. Komponenty muszą mieć odpowiednie certyfikaty, powinny być dostarczone w odpowiednim czasie oraz powinny być nabyte po jak najlepszej cenie dla linii lotniczej. Wszelkie błędy oraz opóźnienia nie mogą być akceptowane. Spełnienie tych wszystkim aspektów stawia przed linią lotniczą ogromne wyzwanie.

Po przeglądzie literatury oraz przeprowadzonych badaniach z pewnością można stwierdzić, że w liniach lotniczych istnieją jedne z najbardziej skomplikowanych systemów zaopatrzenia. Szeroki wachlarz elementów i aspektów wpływających na procesy zaopatrzeniowe, sprawiają tak wiele trudności zarówno w podejmowaniu decyzji strategicznych, jak i operacyjnych. Z tego powodu bardzo ważne są sprawnie oraz efektywnie działające systemy informatyczne, które wspierają koordynację oraz zarządzanie procesami. Odpowiednie zarządzać, przetwarzać oraz wykorzystywanie gromadzonych informacji przyczynia się do udoskonalania procesów oraz unikania błędów oraz ponoszenia niepotrzebnych kosztów.

Bibliografia

- Aagesen, G. i Krogstie, J. (2015). BPMN 2.0 for Modeling Business Processes. Berlin: Springer Berlin, Heidelberg, https://www.researchgate.net/publication/283772827_BPMN_2_0_for_Modeling_Business_Processes [dostęp: 20.04.2021].
- Abt, S. i Woźniak H. (1993). Podstawy logistyki. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Abt, S. (1998). Zarządzanie logistyczne w przedsiębiorstwie. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Blaik, P. (2010). Logistyka. Koncepcja zintegrowanego zarządzania. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Ciesielski, M. (2006). Instrumenty zarządzania logistycznego. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Ciszewski, T. i Wojciechowski, J. (2012). Logistyczne zastosowania systemów informacyjnych. *Logistyka* 3, 349–352.
- Kilpi, J. (2008). Sourcing of availability services – Case aircraft component support. Helsinki: Helsinki School of Economics Print.
- Krawczyk, S. (2001). Zarządzanie procesami logistycznymi. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Kwejta, J. (red.) (1970). Zarządzanie gospodarką materiałową. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Marques, A., Requeijo, G. (2009). SIPOC: A Six Sigma Tool Helping on ISO 9000 Quality Management Systems. 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, 6, 1129–1238.
- McDonald, M. (2002). Custom tuning. *Air Transport World* 39(3), 48–50.
- Mikosz, S. (2011). Leci z nami pilot. Kilka prawd o liniach lotniczych. Warszawa: Wydawnictwo GrunerJahr.
- Mroczko, F. (2016). Logistyka. *Prace Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania i Przedsiębiorczości. Wałbrzych: Wyższa Szkoła Zarządzania i Przedsiębiorczości.*
- easyJet (2022). Our fleet, <http://www.easyjet.com/en/help/boarding-and-flying/our-fleet> [dostęp: 27.01.2022].
- Pisz, I., Sęk, T. i Zielecki, W. (2013). Logistyka w przedsiębiorstwie. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Skowronek, Cz. i Sarjusz-Wolski, Z. (2003). Logistyka w przedsiębiorstwie. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Słowiński, B. (2008). Wprowadzenie do logistyki. Koszalin: Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej.
- Sołtysiak, Ł. (2011). Latające wyzwanie, <https://www.logistyczny.com/biblioteka/lancuch-dostaw/item/1395-latajace-wyzwanie> [dostęp: 20.01.2021].
- Sułkowski, Ł. (2013). Interdyscyplinarność logistyki. Zarządzanie logistyczne, Przedsiębiorczość i zarządzanie logistyczne 13, 16, 229–239.
- Vieira, R., Lavorato Loures P. (2016). Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) Fundamentals and Strategies: An Aeronautical Industry Overview. *International Journal of Computer Applications* 135(12), 21–29.

Organizacja łańcucha logistycznego na przykładzie maszyn rolniczych firmy Roltop

Monika Roman¹, Kacper Płatek²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-1799-0445>

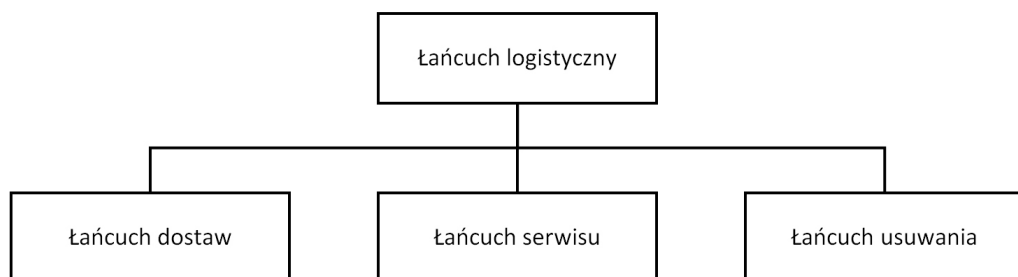
²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

Wprowadzenie

Intencją przedsiębiorstw podczas realizacji swojej działalności jest nadanie towarom wartości. Ten cel realizowany jest poprzez organizację procesów z zakresu ich przepływu, magazynowania oraz transportu. Jednostki gospodarcze odpowiedzialne za poszczególne czynności logistyczne nawiązują ze sobą współpracę. W ten sposób zawiązują się między nimi relacje, gdzie każdy uczestnik jako jedno z ogniw odpowiada za z góry określony proces. Efektem tego jest właśnie tworzenie się łańcuchów logistycznych, czyli połączenie wszystkich czynności z zakresu działań logistycznych wykonywanych na towarach. Łańcuch logistyczny jest pojęciem, które w wielu pozycjach literaturowych jest mylone oraz wymiennie używane z terminem łańcuch dostaw. Należy sądzić, że na problem w usystematyzowaniu znaczenia tego pojęcia najprawdopodobniej ma wpływ duża dowolność oraz indywidualność towarzysząca doborowi kryteriów przez autorów wielu podręczników [Wasiak i Jacyna-Gołda, 2016].

Jako podstawowe procesy należące do łańcucha logistycznego możemy wyróżnić: zarządzanie produkcją, zarządzanie zapasami, zarządzanie popytem oraz zarządzanie realizacją zamówień. Łańcuch logistyczny ma swój początek już w momencie, gdy dostawca rozpocznie procesy przemieszczania surowców w celu dostarczenia ich do producenta [Fechner, 2007; Pisz i in., 2013; Ślusarczyk i Janczewski, 2017]. Wyróżniamy 3 łańcuchy logistyczne (rysunek 12.1).

Wymienione łańcuchy różnią się od siebie celem działania oraz złożonością. Jednakże muszą istnieć, aby przedsiębiorstwo mogło realizować swoje cele, a łańcuch logistyczny mógł powstać oraz być kompletny. Patrząc z perspektywy cyklu życia produktu, możemy wskazać kolejność, w jakiej generowana jest potrzeba utworzenia wymienionych łańcuchów. W pierwszej kolejności należy wskazać na łańcuch dostaw, który inicjowany jest przez elementarne procesy dostaw surowców do producentów. Następnie pojawia się łańcuch serwisu, który zapewnia usługi napraw i konserwacji podczas użytkowania. Natomiast na końcu, gdy jedynym rozwiązaniem jest utylizacja odpadu, pojawia się łańcuch usuwania. Co więcej, w organizacji łańcucha logistycznego możemy również wyróżnić równolegle kolejność zjawisk fizycznych. Odnosi się to do kolejnych etapów – dostarczenia surowca do produkcji, następnie wytworzenia towaru, dystrybucji oraz ostatecznej sprzedaży [Fechner, 2007].



Rysunek 12.1. Podział łańcuchów logistycznych

Źródło: [Fechner, 2007 s. 11].

Łańcuchy logistyczne tworzą się poprzez integrację procesów logistycznych występujących we wszystkich przedsiębiorstwach zaangażowanych w przemieszczanie produktu. Tak jak każdy łańcuch, tak i ten posiada ogniwa, które według Piza i innych [2013] można podzielić na trzy grupy: początkowe, pośrednie oraz końcowe. Zapoczątkowanie łańcucha logistycznego ma miejsce wraz z zainicjowaniem procesu wytwarzania. Za te działania odpowiadają przedsiębiorstwa zaliczone do ogniwa dostawców. Na tym etapie możemy wymienić surowce oraz materiały wymagane do produkcji. Ogniwa pośrednie to producent oraz pośrednicy i dystrybutorzy. Tego typu uczestnicy wpływają na całkowitą długość łańcucha logistycznego. W momencie dostarczenia towaru do klienta ostatecznego łańcuch logistyczny się kończy.

Mając na uwadze jakość obsługi klientów, celem funkcjonowania łańcuchów logistycznych jest minimalizacja kosztów przepływu. Aby zarządzanie łańcuchem logistycznym mogło zostać określone jako skuteczne, muszą zostać spełnione dwa podstawowe zadania. Przedsiębiorstwo powinno dokonać odbioru towaru od ogniwa poprzedzającego oraz następnie stworzyć wartość dodaną, przez działania, które umożliwią przekazanie odebranego towaru następnym ogniwom [Gołomska, 2006].

W literaturze przedmiotu można spotkać się z definiowaniem łańcucha logistycznego z różnych perspektyw. Wyróżniamy ujęcie przedmiotowe, podmiotowe oraz czynnościowe. Pierwsze z ujęć wskazuje na postrzeganie łańcucha logistycznego z perspektywy towarów, które zostały nabyte w określonych ilościach u dostawców i poddawane są transportowi do nabywców. W ujęciu podmiotowym tak, jak zostało już wspomniane wcześniej, wyróżnia się współdziałające ze sobą podmioty gospodarcze stanowiące ogniwa łańcucha [Sołtysik, 2003]. Według ujęcia zorientowanego na czynności, łańcuch logistyczny stanowią wszystkie procesy w nim zachodzące [Ślusarczyk i Janeczowski, 2017].

Według Fechnera wyróżniamy głównie dwa rodzaje łańcuchów logistycznych. Pierwszym rodzajem jest wewnętrzny łańcuch logistyczny. Tego typu łańcuch logistyczny tworzony jest przez komórki funkcjonalne lub zespoły, których działania skupiają się na osiągnięciu zamierzonego celu. Natomiast drugim rodzajem jest łańcuch logistyczny zewnętrzny. Obejmuje on jednostki gospodarcze, które w sposób formalny i organizacyjny są całkowicie odrębnymi organizacjami, lecz współdziałają, by osiągnąć zgodny cel [Fechner 2007].

Wśród najważniejszych cech łańcuchów logistycznych możemy wymienić [Krampe, 1990]: zapewnienie efektywnego wykorzystania informacji, ujednolicenie poziomu jakości usług logistycznych na każdym etapie łańcucha, utrzymanie parametrów przepływów na najwyższym poziomie. Dzięki wyżej wymienionym elementom ograniczane są koszty oraz wzrasta efektywność wykorzystywanego czasu [Sołtysik, 2003].

W literaturze przedmiotu brakuje szczegółowych badań dotyczących łańcucha dostaw, serwisu i utylizacji maszyn rolniczych w związku z tym wydaje się zasadne przeprowadzenie badań na ten temat. Celem głównym rozdziału było ukazanie elementów łańcucha logistycznego na przykładzie przedsiębiorstwa działającego w branży dystrybucji maszyn rolniczych oraz komunalnych. W ramach realizacji celu głównego opisano proces zamówienia, produkcji, dystrybucji, serwisu i utylizacji maszyn rolniczych.

Rozdział ma następującą strukturę: po wprowadzeniu zaprezentowano metody badań, charakterystykę przedsiębiorstwa Roltop, następnie przedstawiono wyniki badań odnoszące się do poszczególnych elementów łańcucha logistycznego. Rozdział zakończony jest podsumowaniem.

Metody badawcze

Obiektem badawczym był łańcuch logistyczny przedsiębiorstwa dystrybucyjnego pojazdów i maszyn rolniczych. Spółka Roltop, działająca na terenie północnej i centralnej Polski, posiada bogate zaplecze magazynowo serwisowe oraz szeroką ofertę usług i towarów. Przedsiębiorstwo zostało dobrane w sposób celowy ze względu na udostępnienie szczegółowych danych dotyczących łańcucha logistycznego.

W rozdziale wykorzystano dane wtórne i pierwotne. Do metod gromadzenia materiału badawczego zastosowano: metodę studiów literaturowych oraz metodę sondażu diagnostycznego z techniką kwestionariusza wywiadu. Wywiad został przeprowadzony z dyrektorem oddziału przedsiębiorstwa Roltop w miejscowości Wieliczki. Do prezentacji wyników badań zastosowano metodę opisową i graficzną.

Charakterystyka przedsiębiorstwa Roltop

Przedsiębiorstwo handlu zagranicznego Roltop prowadzi działalność na rynku polskim od 1992 roku. Główną branżą, w której funkcjonuje spółka, jest handel hurtowy. Roltop to czołowy dealer na rynku sprzedaży ciągników, kombajnów, maszyn oraz urządzeń rolniczych. Jednostka gospodarcza swoją pozycję na rynku zawdzięcza między innymi mianu generalnego dystrybutora maszyn marki Deutz-Fahr uzyskanemu we wczesnych latach swojej działalności.

Przedsiębiorstwo posiada cztery oddziały zlokalizowane na terenie Polski. Pierwszym z nich jest biuro handlowe w miejscowości Kołaczkowo w województwie wielkopolskim. Kolejno powstałym był oddział w miejscowości Grzmiąca w województwie zachodniopomorskim. Na jego terenie zlokalizowany jest dział handlowy, dział serwisu oraz dział części zamiennych i olejów. Kolejny oddział jest w miejscowości Wieliczki w województwie warmińsko-mazurskim. Właśnie na tym obiekcie skupiła się analiza łańcucha logistycznego. Oddział oprócz działalności związanej z handlem prowadzi również dział serwisu oraz części zamiennych akcesoriów i olejów. W oddziale w miejscowości Wieliczki zatrudnione są

32 osoby. Oddziałem, który powstał jako ostatni, jest wbudowany w 2015 roku oddział w Dzierżoniu w województwie pomorskim.

Przedsiębiorstwo w swoim asortymencie posiada maszyny oraz urządzenia wielu firm: Deutz-Fahr, Same, Kverneland, Sauter, Metaltech Mirosławiec, Expom Krośniewice, Pomot Chojna, Metalfach Sokółka, Sipma Lublin, Krukowiak Brześć Kujawski, Pronar Narew, Hydramet Giżycko, Samasz Białystok, Meprozet Kościan, Pom Augustów, Faresin Handlers, Pichon, Stoll, Schaffer. Produkty podzielone są na trzy główne kategorie: maszyny rolnicze (traktory, kombajny, urządzenia do kultywacji, maszyny zielonkowe, opryskiwacze polowe, rozdrabniacze do beł, rozsiewacze nawozu, siewniki), maszyny komunalne, urządzenia używane.

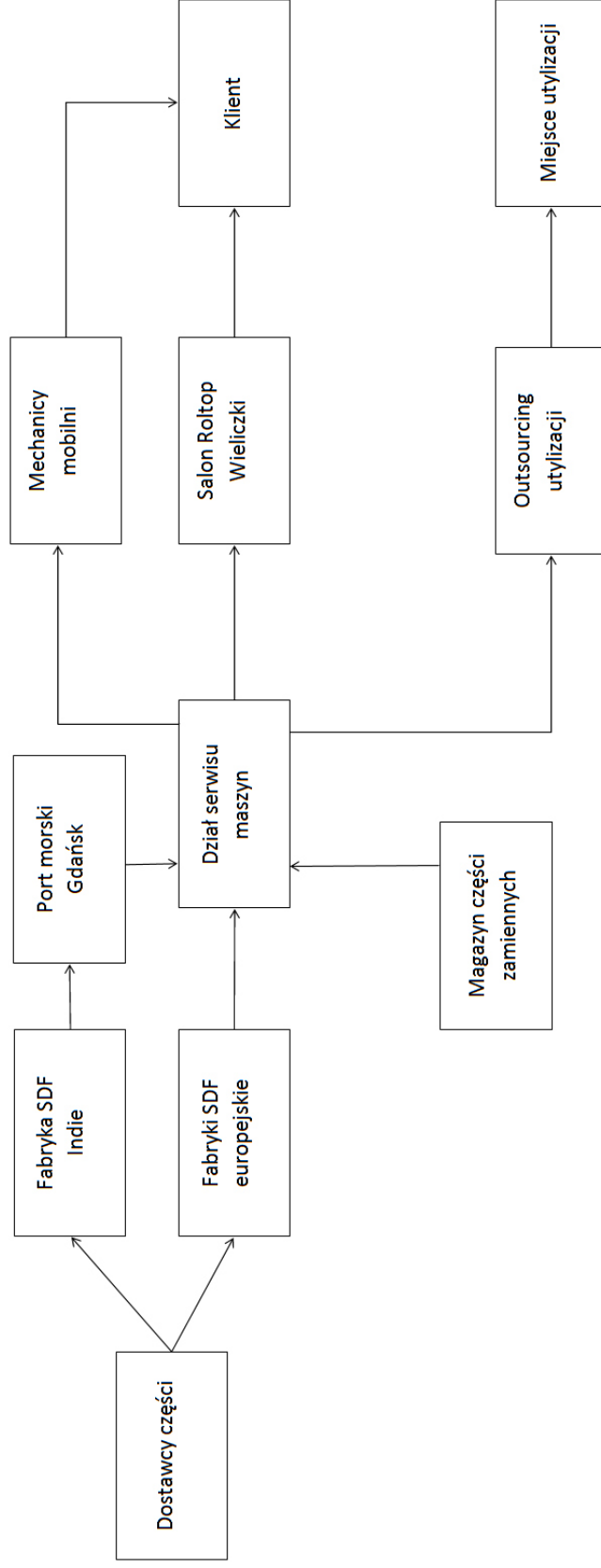
Funkcjonowanie łańcucha logistycznego przedsiębiorstwa Roltop na przykładzie maszyn Deutz-Fahr

Na rysunku 12.2 został przedstawiony schemat łańcucha logistycznego firmy Roltop na przykładzie maszyn Deutz-Fahr. Na łańcuch składają się organizacje uczestniczące w przepływie towarów, przez które przechodzą maszyny produkcji koncernu SFD (producenta maszyn Deutz-Fahr) w drodze do salonu Roltop w miejscowości Wieliczki.

Zamówienia

Oferowane przez Roltop maszyny charakteryzuje typ produkcji Make to Order (MTO), oznacza to, że produkcja rozpoczyna się dopiero po złożeniu przez klienta szczegółowego zamówienia [Stevenson i in., 2005]. Ze względu na zróżnicowanie potrzeb duża część klientów wymaga personalizacji swoich ciągników rolniczych lub kombajnów zbiorowych. Wiąże się z tym konieczność wytworzenia fabrycznie nowych egzemplarzy o określonej specyfikacji.

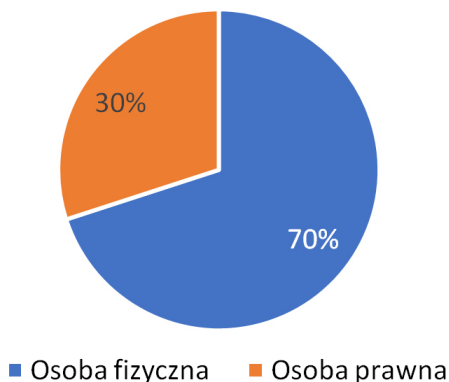
Zapotrzebowanie na maszyny Deutz-Fahr, których dealerem jest opisywana spółka, zgłaszane jest do odpowiednich jednostek oraz przedstawicieli handlowych zlokalizowanych na terenie Polski. Ofertę, która jest jednocześnie załącznikiem do umowy sprzedaży, opracowuje sprzedawca w programie Business Connect SDF. Wszystkie sporządzone dokumenty przesyłane są do działu przyjmowania zamówień w siedzibie firmy Roltop zlokalizowanej w Cedrach Małych. Następnie za pomocą platformy Extranet SDF dokonywana jest wymiana informacji dotyczących zamówienia pomiędzy Roltop a SDF Polska. SDF Polska stanowi kolejne ogniwo w łańcuchu logistycznym maszyn i pełni rolę pośrednika



Rysunek 12.2. Schemat łańcucha logistycznego maszyn Deutz-Fahr

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

między dealerem, który jest ogniwem dystrybucji zawiązującym umowę sprzedaży z klientami a odpowiednią fabryką maszyn. Należy zaznaczyć, że osoby fizyczne są większością klientów zakupujących towary w Roltop (rysunek 12.3).



Rysunek 12.3. Struktura klientów Roltop

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Umowa dealerska między konsumentem oraz spółką Roltop określa między innymi sposób płatności. Funkcjonują różne formy finansowania maszyn w SDF. Jako najważniejsze wyróżnia się leasing, leasing 0%, pożyczka, pożyczka 0%. Leasing oraz pożyczka udzielane są na okres do 8 lat. Możliwe do wyboru są raty miesięczne, kwartalne lub półroczne. Udział własny może wynosić 10, 25 lub 50% kwoty zakupionej maszyny. Leasing oraz pożyczka 0% obowiązują na podobnych warunkach, lecz możliwy najdłuższy okres finansowania to 5 lat.

Produkcja maszyn

Przedsiębiorstwo handlowe Roltop jest oficjalnym dystrybutorem maszyn marki Deutz-Fahr, której właścicielem jest grupa Same Deutz-Fahr. Spółka ma osiem zakładów produkcyjnych na terenie Azji oraz Europy. Ma ona również 13 oddziałów w Europie, Azji i Ameryce Północnej wraz z jednym joint venture w Chinach oraz w Rosji. We współpracy z SDF działa 141 importerów oraz około 3 tys. dealerów. Strategicznymi dostawcami ciągników na rynek polski są głównie:

- fabryka Deutz-Fahr w niemieckim mieście Lauingen w rejonie Bawarii,
- fabryka SDF w mieście Treviglio na terenie północnych Włoch,
- fabryka SDF w Ranipet w południowo indyjskim stanie Tamil Nadu,
- CBM Polska,
- fabryka SDF w mieście Zupanja na terenie Chorwacji produkująca głównie kombajny zbożowe.

Klienci zamawiający maszyny w Roltop muszą liczyć się z minimalnym czasem realizacji trwającym od 100 do 110 dni. Długość oczekiwania na zamówienie zależy głównie od stopnia wyposażenia pojazdu. Co więcej, wpływa na to również miejsce realizowania produkcji. Klienci, których maszyny montowane są w fabryce w Indiach, zazwyczaj czekają najdłużej. Spowodowane jest to odległością między oddziałem Roltop w Polsce a fabryką SDF.

Drugim wariantem zakupu jest wybór maszyny znajdującej się na placu lub w salonie wystawowym u dealera. Klient może wybrać już gotowy produkt, jeśli wpasowuje się on w jego wymagania. W 2020 roku najczęściej kupowanym w Polsce ciągnikiem o mocy powyżej 100 KM był Deutz-Fahr 5110 G GS, który sprzedany został w liczbie 156 szt.

Dystrybucja maszyn

Dystrybucja maszyn Deutz-Fahr realizowana jest za pośrednictwem salonów dealerskich.

W przypadku maszyn zamówionych przez spółkę Roltop wyprodukowane pojazdy transportowane są bezpośrednio z fabryki, w której zostały wyprodukowane na teren odpowiedniego oddziału. W zależności od miejsca zlokalizowania fabryki realizujące zamówienie produkcyjne różnią się sposoby przemieszczania towarów. Transport z obiektów zlokalizowanych na terenie Europy odbywa się wyłącznie za pośrednictwem transportu kołowego po drogach lądowych. W przypadku zakładu produkcyjnego w Indiach to ciągniki i inne podzespoły są transportowane najpierw z wykorzystaniem transportu morskiego do portu w Gdyni, stamtąd natomiast przewożone są bezpośrednio na teren oddziału transportem samochodowym.

Wydanie nowego ciągnika lub kombajnu klientowi poprzedzone jest przeglądem zerowym. Przeprowadzane są wtedy wszelkie procedury obejmujące całość czynności przygotowujących maszyny do wydania. Wykonywany jest wtedy także montaż zamówionych akcesoriów takich, jak: radio, wał odbioru mocy (WOM), trzypunktowy układ zawieszenia (TUZ), instalacja pneumatyczna i tym podobne. Sposób, w jaki maszyna zostanie dostarczona do klienta określają warunki zawartej podczas zakupu umowy. Najczęściej preferowanym rozwiązaniem jest odbiór osobisty. W tym przypadku klient zobowiązuje się do samodzielnego transportu.

Utylizacja

Z powodu wzrastającej świadomości społecznej dotyczącej gospodarki śmieciowej rosną oczekiwania oraz standardy, którymi kierują się konsumenci. Dlatego właśnie coraz więcej firm i przedsiębiorstw chcąc utrzymać przy sobie klientów,

musi zadbać o poprawne i zgodne z prawem utylizowanie wytwarzanych odpadów [Kuboń, 2008; Redlich i Fortuniak, 2008]. Z racji profilu działalności oraz świadczonych usług, dla oddziału Wieliczki, zorganizowanie poprawnie funkcjonującego łańcucha usuwania jest rzeczą niezwykle istotną.

Na terenie zakładu zlokalizowany jest serwis maszyn. Funkcjonuje on w odpowiednio przystosowanej do prowadzenia tego typu prac hali. To właśnie ten aspekt działalności oddziału Roltop generuje potrzebę uporządkowania szeregu procesów składających się na powstanie łańcucha utylizacji. Świadczone usługi ze względu na ich charakter produkują odpady, których należy się pozbyć w sposób legalny i bezpieczny. Wśród najczęstszych odpadów pochodzących z działalności gospodarczej na terenie oddziału możemy wymienić:

- przepracowane oleje oraz inne płyny eksploatacyjne,
- zużyte filtry,
- zużyte opony,
- zużyte części maszyn,
- akumulatory.

Oleje oraz wszystkie odpady w stanie ciekłym magazynowane są osobno w przeznaczonych do tego szczelnych beczkach. W każdej beczce umieszczona jest inna substancja. Nie wolno mieszać ze sobą płynów różnego rodzaju. W tym celu beczki posiadają odpowiednie oznaczenia określone przepisami.

W przypadku odbiór odpadów wykorzystywany jest outsourcing. Proces realizowany jest przez firmy zewnętrzne. Usługa odbywa się w określonych dniach po wcześniejszym kontakcie telefonicznym z firmą utylizacyjną. Wszystkie substancje przeznaczone do utylizacji opuszczają teren oddziału w tych samych beczkach, w których były magazynowane. Wszystkie części zdemontowane z maszyn oraz zużyte elementy mechaniczne wydawane są na paletach. Odpady przemieszczane są do odpowiednich miejsc transportem samochodowym.

Serwis

Jednym z aspektów determinującym wybór klientów jest obsługa posprzedażowa. Ma to szczególny wpływ na decyzje zakupowe oraz długotrwałość współpracy zwłaszcza w branży handlowej. Niedostateczna według rolników jest dostępność mobilnych serwisantów, a także godziny otwarcia serwisu [Durczak i in., 2011]. Maszyny oraz urządzenia rolnicze wymagają nadzoru mechanicznego, okresowych serwisów oraz w razie awarii napraw. Roltop chcąc pozyskać możliwie największą liczbę klientów, musi zapewnić usługi serwisowe na odpowiednio wysokim poziomie.

W tym celu oddział Wieliczki przy współpracy z centralą firmy organizuje odpowiednie zaplecze magazynowe. Niezależnie od pory roku oraz sezonu w magazynie stale utrzymywane są takie pozycje asortymentowe jak filtry, oleje, paski klinowe oraz często rotujące części zamienne. Natomiast w czasie nasilonych prac polowych, kiedy maszyny narażone są na częstsze uszkodzenia oraz awarie, magazyn dodatkowo uzupełniany jest o elementy robocze oraz części znormalizowane takie jak TUZ czy wałki przekątnikowe. Aby sprostać sezonowemu zapotrzebowaniu na zapas, zamawiana jest również siatka oraz folia rolnicza, wykorzystywana w dużych ilościach zwłaszcza w okresie prowadzenia upraw oraz późniejszych zbiorach. Celem podejmowanych działań w obrębie łańcucha serwisu jest zbudowanie zaufania klientów, którzy przez otrzymanie szybkiej i profesjonalnej pomocy, będą korzystać z usług Roltop w długim okresie.

Oferowane przez Roltop usługi serwisowe wyróżnia dodatkowo ponadstandardowa dostępność czasowa. Mechanicy oraz serwisanci oferują usługi dla klientów przez 24 godziny na dobę.

Właściwie zorganizowany asortyment magazynowy w branży hurtu rolniczego jest kluczem w zapewnieniu poziomu obsługi na odpowiednio wysokim poziomie. Po dokonaniu analizy towarów na podstawie ich wartości oraz ilości znajdujących się w magazynie wyróżnione zostały następujące grupy. Na pierwszą z nich składają się elementy robocze do maszyn uprawowych, są to określone części urządzeń, które podczas pracy wykonywanej w ciężkich warunkach, narażone są na zużycie. Zaliczamy do nich przykładowo odkładnie w pługu, lejki siewnika czy różnego typu osłony, czy uszczelki. Ich prawidłowy stan zapewnia prawidłową i efektywną pracę. Wymieniane są dość często, a ich cena jest stosunkowo niska. Z tego powodu stanowią duży udział w zapasach ogółem pod względem ilościowym zaś są małowartościowe. Druga grupa to towary o największej wartości, utrzymywane w magazynie jedynie w niewielkich ilościach. Zaliczane są do niej elementy elektroniki maszyn, układy scalone, elementy elektronicznego sterowania maszyn, elementy hydrauliki – pompy olejowe.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania pozwoliły na scharakteryzowanie oraz zaprezentowanie podmiotów uczestniczących w łańcuchu logistycznym na przykładzie maszyn rolniczych Deutz-Fahr zamawianych w firmie Roltop. Należy zauważyć, że głównymi klientami Roltop były osoby fizyczne. Czas realizacji złożonego zamówienia, w zależności od maszyny to ponad 100 dni. Maszyny dostarczane były z fabryk

zlokalizowanych w Europie transportem drogowym, natomiast z fabryk azjatyckich, pierwszy odcinek odbywał się drogą morską. Przedsiębiorstwo w zakresie utylizacji odpadów korzystało z firmy zewnętrznej. Z kolei w ramach obsługi klienta przedsiębiorstwo prowadziło serwis posprzedażowy.

Jako dalszy kierunek badań należałoby rozważyć analizę kosztów działalności logistycznej. W celu pogłębienia wiedzy na temat łańcucha logistycznego należałoby zidentyfikować, jakie rozwiązania logistyczne wymagają największych nakładów finansowych oraz które z procesów można byłoby zoptymalizować.

Bibliografia

- Durczak, K., Rybacki, P. i Staszak, Ż. (2011). Wyniki badań jakości obsługi posprzedażnej maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza* 15, 8, 101–108.
- Fechner, I. (2007). Zarządzanie łańcuchem dostaw. Poznań: Wyższa Szkoła Logistyki.
- Gołemska, E. (2006). Podstawy logistyki. Łódź: Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Kupieckiej.
- Gołemska, E. (red.). (2010). Kompendium wiedzy o logistyce. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Krampe, H. i Lück H.J. (1990). Einführung in die Logistik. München: Hussverlag.
- Kuboń, M. (2008). Gospodarka opakowaniami w gospodarstwach rolniczych. *Inżynieria Rolnicza* 12, 6(104), 83–88.
- Pisz, I., Sęk, T. i Zielecki W. (2013). Logistyka w przedsiębiorstwie. Warszawa: Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Redlich, G. i Fortuniak, K. (2008). Recykling polietylenowych materiałów o przeznaczeniu balistycznym – wstęp do badań. *Techniczne Wyroby Włókiennicze* 16, 3/4, 75–78.
- Sołtysik, M. (2003). Zarządzanie logistyczne, Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach.
- Stevenson, M., Hendry, L.C. i Kingsman, B. G. (2005). A review of production planning and control: the applicability of key concepts to the make-to-order industry. *International Journal of Production Research* 43(5), 869–898, <https://www.doi.org/10.1080/0020754042000298520>
- Ślusarczyk, Z. i Janczewski, J. (2017). Zarządzanie innowacyjne w gospodarce i biznesie. *Czasopismo naukowe o problemach współczesnego zarządzania* 2(25), 161–170.
- Wasiak, M i Jacyna-Gołda, I. (2016). Transport drogowy w łańcuchach dostaw. Wyznaczanie kosztów. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Zamknięty łańcuch dostaw jako rozwiązanie dla zaburzonych procesów logistycznych

Michał Skrzypek, Błażej Mach

Uniwersytet Morski w Gdyni, Koło Naukowe Innowacyjnych Systemów Transportowo-Logistycznych

Wstęp

Gospodarkę XXI wieku można opisać jako gospodarkę globalnej wioski, w której przepływ dóbr, informacji oraz środków pieniężnych płynnie odbywa się pomiędzy regionami, państwami oraz kontynentami [Jałowiec i Dębicka, 2017]. W celu obniżenia kosztów produkcji wiele firm zdecydowało się na przeniesienie fabryk do krajów azjatyckich. W takich państwach koszty produkcji są zdecydowanie niższe niż w Europie czy Stanach Zjednoczonych i można powiedzieć, że stały się one manufakturami świata [Pisz, 2021].

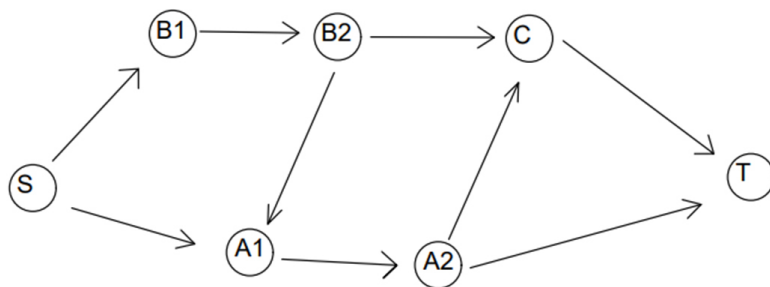
Wydarzenia, które miały miejsce w ciągu ostatnich lat, takie jak wybuch pandemii SARS-CoV-2, spowodowały zaburzenia w funkcjonowaniu łańcuchów dostaw oraz płynności usług transportowych na świecie. W literaturze pojawiły się publikacje identyfikujące wpływ koronawirusa na światowy handel, a środowisko branży transportowej zaczęło wypracowywać metody rozwiązywania zaistniałych problemów [Dąbrowska i in., 2020]. W związku z powstaniem znaczących problemów w obrębie magazynowania, produkcji oraz transportu dóbr coraz więcej firm związanych z procesami logistycznymi szuka alternatywnych rozwiązań umożliwiających funkcjonowanie łańcuchów dostaw. Jednym z takich rozwiązań może być logistyka odwrotna, która dotychczas była postrzegana głównie jako rozwiązanie proekologiczne.

Łańcuchy dostaw stają się coraz bardziej podane na zakłócenia m.in. związane z makrootoczeniem – obejmujące skutki najróżniejszych wydarzeń o charakterze ekonomicznym, politycznym, ekologicznym, społecznym i technologicznym

– takie jak obecna sytuacja związana z COVID- 19, czy wojną w Ukrainie. Ze względu na istotne zmiany zachodzące w zarządzaniu łańcuchami dostaw autorzy rozdziału porównali klasyczne procesy logistyczno- transportowe oraz zamknięte lub częściowo zamknięte łańcuchy logistyczne. Celem rozdziału było przedstawienie zamkniętych łańcuchów dostaw jako rozwiązania sprawdzającego się w turbulentnym otoczeniu zaburzającym procesy transportowo – logistyczne. Aby zrealizować to założenie, autorzy rozdziału postanowili dokonać analizy dostępnej literatury pod kątem możliwości rozwoju gospodarki o obiegu zamkniętym w szerokim znaczeniu tego pojęcia. Rozdział nie koncentruje się na poszczególnej gałęzi gospodarki lub przedsiębiorstwa, a opisuje ogólne schematu rządzące procesami gospodarczymi i produkcyjnymi.

Klasyczny łańcuch dostaw

Pojęcie łańcucha nabierało na znaczeniu wraz z rozwojem połączeń globalnych między gospodarkami oraz przedsiębiorstwami [Świerczek, 2007]. Wraz z rozwojem analiz dotyczących powiązań rolnictwa, produkcji oraz dystrybucji zauważono, że kolejne etapy cyklu życia produktu można określić jako ogniwa będące integralnymi częściami większego systemu. Wraz z postępem badań nad opisanym zjawiskiem oraz jego sieciową strukturą, od strony matematycznej łańcuchy dostaw zaczęto opisywać jako grafy. Łańcuch dostaw za pomocą teorii grafu (rysunek 13.1).

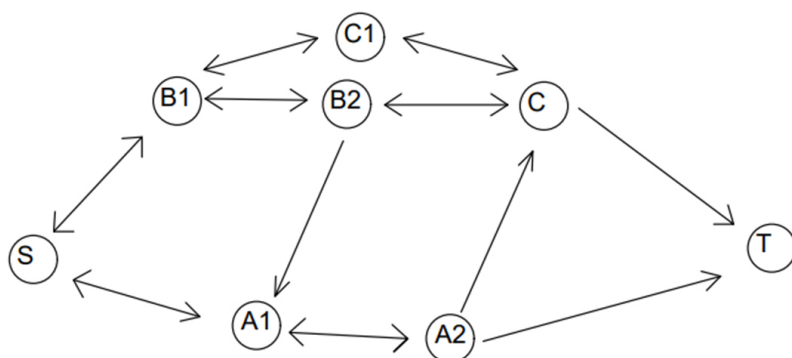


Rysunek 13.1. Graficzna prezentacja sieci

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Świerczek, 2007].

W miarę rozwoju globalizacji oraz sieci powiązań między poszczególnymi procesami, usługami i przedsiębiorstwami, łańcuchy dostaw uległy znaczącym zmianom. Rozwój technologii oraz złożoność zależności między podmiotami doprowadziły do powstania rozbudowanych siatek powiązań. Oprócz podstawowego

kierunku przepływu dóbr od produkcji w stronę finalnej konsumpcji zaczęły powstawać relacje odwrotne. Do procesu zaczęły włączać się strony specjalizujące się w zarządzaniu procesami logistycznymi, a także pośrednicy umożliwiający prawidłowe funkcjonowanie aparatu [Kot i in., 2009]. Efektywność całego procesu wymaga, aby poszczególne firmy nie wymieniały się jedynie materiałami, ale także informacjami i ściśle ze sobą współpracowały. Uproszczony schemat takiej struktury został przedstawiony na rysunku 13.2.



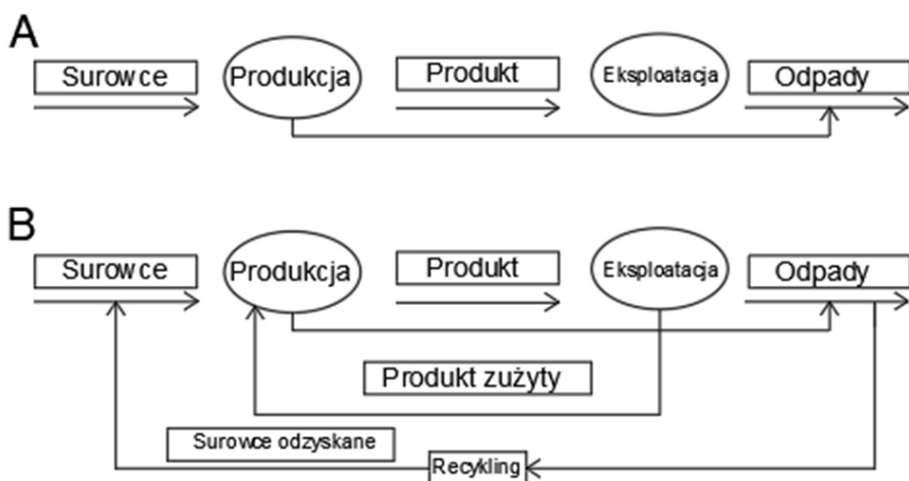
Rysunek 13.2. Graficzna reprezentacja sieci z relacjami zwrotnymi

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: [Świerczek, 2007].

Ponadto, jeden podmiot zazwyczaj zaangażowany jest w kilka łańcuchów dostaw jednocześnie. Powodem powstania silnych sieci powiązań było między innymi powstanie koncepcji *just in time*, której jednym z nadrzędnych celów była eliminacja zapasów do minimalnego poziomu. Tak zorganizowane łańcuchy wymagały ciągłości w produkcji zapewnionej dostawami na czas dzięki sprawnemu przepływowi poszczególnych surowców, komponentów oraz produktów między kolejnymi ogniwami [Śląski i Giga, 2005]. Zaburzenia mogłyby doprowadzić do przerywania jednego z połączeń, a niski poziom zapasów lub ich brak mógł wpłynąć bardzo negatywnie na całą sieć logistyczną. Sytuacja taka miała miejsce w momencie wybuchu pandemii COVID-19, kiedy wiele zakładów pracy ograniczyło swoją działalność, a w przypadku wystąpienia ognisk zakażeń zupełnie ją wstrzymywało [Pisz, 2021; Woźniak 2021]. Takie przypadki doprowadziły do zaburzenia łańcuchów dostaw, co skutkowało zmniejszeniem ilości dostępnych dóbr na rynkach. Początek 2020 roku obnażył wiele słabości w procesach produkcyjno-dystrybucyjnych, a firmy związane z logistyką rozpoczęły poszukiwanie alternatywnych rozwiązań mogących utrzymać ciągłość procesów transportowych oraz produkcyjnych.

Zamknięty łańcuch dostaw

Jednym z rozwiązań umożliwiającym odbudowę sieci logistycznych są zamknięte łańcuchy dostaw, które zostaną opisane w niniejszej części rozdziału. Należy jednak w pierwszej kolejności przedstawić różnice między zamkniętymi a odwrotnymi łańcuchami dostaw. Według Komisji Europejskiej funkcjonowanie zamkniętego łańcucha dostaw opiera się na wykorzystaniu możliwie największej ilości razy już raz wprowadzonego surowca do obiegu gospodarczego [Jastrzębska, 2017]. Aby cały cykl mógł zostać uznany za zamknięty, surowce które udało się odzyskać muszą zostać ponownie wprowadzone do procesu produkcyjno-dystrybucyjnego. Łańcuch odwrotny jest procesem logistycznym, w którym oprócz klasycznych procesów polegających na przepływie dóbr i informacji od producenta, w stronę konsumenta, dochodzi także do sprzężenia zwrotnego od klientów w stronę wytwórców [Domagała i Wolniak, 2013]. Odwrotny przepływ w łańcuchu dostaw przedstawiono na rysunku 13.2. Zwrot poszczególnych elementów lub całych produktów może odbywać w końcowych fazach łańcucha oraz w części właściwej [Starostka- Patyk, 2014]. W przypadku, gdy zwracane materiały nie są ponownie wykorzystywane, mamy do czynienia z otwartym łańcuchem odwrotnym [Pisz, 2021]. Przykład zestawienia zamkniętego i otwartego łańcucha dostaw przedstawia rysunek 13.3. W niniejszym rozdziale autorzy, posługując się określeniami zamkniętego i odwrotnego łańcucha logistycznego, będą mieli na myśli pojęcia oparte na powyższych definicjach.



Rysunek 13.3. Graficzna ilustracja otwartego (A) i zamkniętego (B) łańcucha dostaw

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Starostka- Patyk, 2014].

Logistykę odwrotną można podzielić także ze względu na charakter materiałów, które są ponownie przekazywane producentom. Klasyfikacja ta dotyczy zużytych opakowań oraz całych produktów wycofanych z eksploatacji. W pierwszym przypadku dochodzi do oczyszczenia, recyklingu oraz ponownego wykorzystania. Druga możliwość w obecnie skonfigurowanych łańcuchach dostaw najczęściej obejmuje zwroty gwarancyjne oraz reklamacje [Jeszka, 2011]. Dotychczasowa koniunktura gospodarcza oraz koszty wynikające z recyklingu całych produktów lub ich części nie były opłacalne dla firm produkcyjnych. W związku z tym odwrotny przepływ dóbr spowodowany wadliwością produktu spowodowany był dbaniem o dobre imię marki dystrybutorów i wytwórców, a nie chęcią naprawy produktu [Domańska i Wolniak, 2013]. Oprócz bilansu ekonomicznego rolę odgrywał tu także aspekt techniczny, mianowicie produkt wytworzony poprzez ponowne wykorzystanie komponentów uchodził za wybrakowany i niepełnowartościowy [Janczewski, 2016]. W dobie zagrożonych łańcuchów dostaw i trudności w dostępie do surowców niezbędnych do wytworzenia dóbr, zamknięte łańcuchy dostaw otwierają przed uczestnikami rynku możliwość stałych dostaw dzięki wykorzystaniu elementów lub surowców, które w obecnej sytuacji przestają być łatwo dostępne. Do takich branż można zaliczyć przede wszystkim sektory motoryzacji oraz szeroko pojęte dobra elektroniczne [Jeszka, 2011]. Aby jednak komponenty te mogły być wykorzystywane wielokrotnie, konieczne jest uwzględnienie tego aspektu podczas ich wytwarzania. Zamykanie łańcucha dostaw powinno rozpocząć się już na etapie projektowania oraz doboru materiałów, z uwzględnieniem potencjalnego wielokrotnego użytku danego podzespołu, lub całego produktu [Jastrzębska, 2017]. Tak zaprojektowane elementy powinny charakteryzować się większą żywotnością, która będzie zwiększała opłacalność odzysku, a także ułatwiała funkcjonowanie firmom recyklingowym, które ze swojej perspektywy będą miały do dyspozycji większe ilości surowców. Należy także zwrócić uwagę na działania rządów, które poprzez wprowadzenie dopłat do procesów recyklingowych oraz opłat za niewykorzystane materiały mogą zwiększyć opłacalność procesów odzysku.

Obecny poziom globalizacji i znaczne powiązania pomiędzy sektorami oraz krajami stanowią także wyzwanie dla zamkniętych łańcuchów dostaw. Ze względu na ekonomiczne miejsca produkcji są znacząco oddalone od źródeł występowania surowców [Jałowiec i Dębicka, 2017]. Wszelkie zakłócenia w obrębie procesów transportowych mogą skutkować niewystarczającą ilością materiałów pierwotnych, które niezbędne są do funkcjonowania łańcucha produkcyjno-dystrybucyjnego. Ponadto skuteczne wprowadzenie zamkniętych łańcuchów dostaw wymaga wielu lat, działań m.in. Zastąpienia nietrwałych elementów, materiałami o wyższej wytrzymałości [Jastrzębska, 2017].

Hipotetyczne powodzenie tego procesu nie prowadzi jednak do pełnego zamknięcia cyklu, ponieważ każdy element ulega zużyciu, a jego żywotność jest ograniczona. Mimo to częściowo zamknięte łańcuchy dostaw umożliwiają zmniejszenie częstotliwości zewnętrznych dostaw, a wprowadzone przy odpowiednim wsparciu techniczno- politycznym mogą poprawić rentowność zakładów produkcyjnych.

Uwarunkowania implementacji zwrotnych łańcuchów dostaw

Złożoność procesów logistycznych oraz wysoko rozwinięty poziom globalizacji wśród firm związanych z produkcją, transportem i dystrybucją utrudnia implementację w pełni zamkniętych pętli dystrybucyjnych [Kot i in., 2009]. Ich zyskowe oraz skuteczne wprowadzenie może wymagać podjęcia kilku inicjatyw na raz. Ze względu na wysoki poziom skomplikowania oraz powiązań między poszczególnymi ogniwami, lokalne zakłócenia mogą w stosunkowo krótkim czasie stać się problemami całego układu. W związku z tym coraz więcej podmiotów gospodarczych decyduje się na zwiększenie stanów magazynowych [Dąbrowska i in., 2020]. Rozwiązanie to, mimo zwiększenia kosztów utrzymania zapasów, umożliwia nieprzerwane prowadzenie procesów dystrybucyjnych. Posiadanie odpowiednio wysokiego zabezpieczenia ułatwia zamknięcie łańcuchów dostaw, ponieważ zwiększa odporność całego procesu na wahania dostępności elementów pochodzących z recyklingu. W obliczu braku dostępności niektórych materiałów w wyniku pandemii koronawirusa, państwa takie jak Japonia oraz Stany Zjednoczone zdecydowały się na rozwój idei *nearshoringu* [Euvic, 2020]. Koncepcja ta zakłada przeniesienie produkcji do kraju finalnej konsumpcji lub do krajów sąsiadujących z tym państwem. Aby zachęcić przedsiębiorstwa do przenoszenia swojej działalności na teren Stanów Zjednoczonych, administracja Donalda Trumpa zdecydowała się na wprowadzenie wysokich ceł importowych, a prezydent Joe Biden podpisał dekret faworyzujący rodzimą produkcję [Śpiewak, 2021]. Pamiętać należy jednak o tym, że przenoszenie fabryk z krajów azjatyckich związane jest z wysokimi kosztami oraz problemami natury organizacyjno-technicznej. Do korzyści takiego rozwiązania można zaliczyć: mniejsze koszty transportu, większą elastyczność łańcuchów dostaw, a także zwiększa szanse na ich zamknięcie. W przypadku, w którym zakład produkcyjny wyspecjalizowałby się w wykorzystywaniu surowców z odzysku, istnieje realna szansa na zaprojektowanie płynnie funkcjonującego cyklu, szczególnie w obrębie takich struktur jak Unia Europejska. Przesłanką do takiego twierdzenia jest fakt występowania relatywnie niewielkiej odległości między miejscami produkcji i konsumpcji, co umożliwiałoby szybkie

dostarczanie surowców oraz odbiór gotowego produktu. Rozwiązanie takie jest szczególnie korzystne, przy dodatkowym wykorzystaniu firm specjalizujących się w obsłudze procesów logistycznych tzw. 3PL (*third party logistics*) oraz 4PL (*fourth party logistics*) [Śpiewak, 2021]. Powierzenie tego zadania wyspecjalizowanym przedsiębiorstwom umożliwia zwiększenie szans na wtórne pozyskanie surowców, poprzez wykorzystanie ich doświadczenia oraz znajomości rynku. Dobrze funkcjonująca polityka odzyskiwania poszczególnych komponentów mogłaby zapobiec zamknięciu zakładów motoryzacyjnych w Poznaniu, Wrześni czy Tychach spowodowanych brakiem półprzewodników [Woźniak, 2021]. Szacuje się, że trudności z dostawami dla 30% firm z Dolnego Śląska zajmujących się produkcją podzespołów samochodowych skutkowały 50% spadkiem dochodów w 2020 roku [Stojczew, 2021]. Niezwykle istotnym elementem w procesie zmian związanych z reorganizacją sieci transportowo-dystrybucyjnych powinna być też zmiana zachowań konsumentów. W kontekście zamknięcia łańcuchów dostaw postawy nabywców odgrywają kluczową rolę. To ich podejście do produktu na etapie poeksploatacyjnym może pozwolić na ponowne wykorzystanie poszczególnych komponentów w ponownym procesie wytwórczym [Ślaski i Giga, 2005]. W obecnych czasach postawa konsumenta świadomie podejmującego decyzje zakupowe oraz utylizacyjne staje się coraz bardziej wyraźna, co widać szczególnie na przykładzie takich krajów jak Niemcy czy kraje skandynawskie [Kot i in., 2009]. Postawa konsumentów skoncentrowanych na powtórne wykorzystanie i recykling jest obecnie wykorzystywana przez prywatne przedsiębiorstwa, które coraz częściej wprowadzają tego typu produkty i usługi. Klienci firmy odzieżowej H&M mogą liczyć na uzyskanie rabatu, w ramach zwrotu używanych ubrań. Z kolei przedsiębiorstwo Nike wykorzystuje zużyte obuwie do produkcji nowego materiału – *Nike Grid*, który stosowany jest do produkcji wykładzin sportowych. Z branży przemysłowej za przykład może posłużyć aplikacja *to good to go*, umożliwiająca zakup resztek pieczywa tuż przed zamknięciem punktu sprzedaży. Do przykładów z dziedziny przemysłu motoryzacyjnego, można wymienić współpracę firmy Ford oraz Novelist, dzięki której możliwe było zamknięcie cyklu wykorzystania aluminium przy produkcji pojazdów, natomiast w Radomiu działa placówka, w której prowadzone są prace renowacyjne części maszyn budowlanych firmy Caterpillar [Jastrzębska, 2017]. Legislacje krajowe mają szerokie możliwości, aby rozpowszechnić takie zachowania np. poprzez wprowadzenie ustaw faworyzujących formę polityki surowcowej opartej na ponownym wykorzystaniu i zmniejszeniu generowania odpadów w stopniu tak wysokim, jak to tylko możliwe. Ustawodawcy mogą również wpłynąć na finalnych odbiorców łańcuchów dostaw. Za cel należałoby postawić zachęcenie konsumentów do proak-

tywnego działania na rzecz zwrotu tak dużej ilości surowców, jak to możliwe i opłacalne. Od strony producentów powinno się z kolei wymagać kontroli nad ilościami zużywanych surowców pierwotnych oraz zwiększanie ponownego ich wykorzystywania. Wprowadzenie norm prawnych jednoznacznie regulujących odpowiedzialność stron za opakowania czy elementy produktów podatnych powtórному wykorzystaniu zwiększa szanse na zamknięcie cyklu logistycznego. Takie działania podjął polski rząd, wprowadzając tzw. ustawę o rozszerzonej odpowiedzialności producentów [Wiński, 2020]. Mimo iż sam akt prawny jest krytykowany przez specjalistów oraz samych zainteresowanych, to jednak może być to krok w stronę rozwoju branży recyklingu w Polsce [Horbaczewski, 2021]. Pomóc może w tym także technologia, która mogłaby zostać wykorzystana, chociażby do znakowania niektórych podzespołów, dzięki czemu możliwe byłoby ich śledzenie, a w konsekwencji rozpoczęcie procedury odzysku.

Podsumowanie

Wprowadzenie zamkniętych łańcuchów dostaw jest procesem złożonym, wymagającym czasu, zaangażowania wielu stron i kapitału. Reorganizacji należy dokonać zarówno na etapie produkcji, konsumpcji, a także transportu, jak i dystrybucji. Koncentracja przestrzenna procesów wytwórczych oraz magazynowo-wysyłkowych może skutkować poprawą punktualności dostaw. Na podstawie analizy literatury przytoczonej w niniejszym rozdziale, autorzy rozdziału zauważyli, że rozwój idei recyklingu pozwala zmniejszyć wymaganą liczbę dostaw, co w połączeniu z odpowiednim zapasem magazynowym zabezpiecza przedsiębiorstwo na okres zmniejszonej dostępności surowców, zarówno pierwotnych, jak i wtórnych. Rozwiązanie takie pomaga również zmniejszyć koszty produkcji. Wykorzystując już raz wydobyte i wstępnie przetworzone surowce na podstawie rozwoju technologii umożliwiających ponowne wykorzystanie surowców. Podejście to często pozytywnie wpływa na aspekty środowiskowe. Jednym z problemów dotyczących rozwoju produktów proekologicznych jest fakt, że koszty ich wprowadzenia są wyższe niż w przypadku analogicznych rozwiązań pozbawionych aspektu ekologicznego. W przypadku zamkniętych łańcuchów dostaw, aspekt ekologiczny często związany jest także ze spadkiem kosztów produkcji i montażu co jest bardzo ważnym elementem przy rozwoju prośrodowiskowych rozwiązań gospodarczych [Son i in., 2018]. Aspekt ten pozytywnie wpływa także na przewagę konkurencyjną. Spadek cen spowodowany ponownym wykorzystaniem materiałów, a także zwrot części kosztów produktu w ramach za zwrot zużytego materiału może zachęcić konsumentów do wyboru takiego producenta, zarówno z powo-

dów finansowych, jak i rosnącej świadomości ekologicznej. Zdaniem autorów, mimo powyżej wspomnianych rozwiązań oraz korzyści, obecny poziom globalizacji uniemożliwia całkowite zamknięcie łańcuchów dostaw i pełne uniezależnienie się od rynków zewnętrznych, jednak każda taka próba pozytywnie wpływa na stabilność produkcji oraz dostaw produktów na rynki konsumenckie. Autorzy rozdziału znają jednak ograniczenie teoretycznego przeglądu literatury, którego największą wadą jest brak danych empirycznych oraz przykładów z funkcjonowania poszczególnych przedsiębiorstw. W celu zagłębienia opisanego powyżej zagadnienia oraz umożliwienia przeprowadzenia rzeczywistej oceny sytuacji zaleca się przeprowadzenie podobnej analizy na podstawie rozwiązań funkcjonujących w wybranym przedsiębiorstwie.

Bibliografia

- Dąbrowska, J., Dożyńska, E. i Hryniewicka, G. (2020). Wpływ nieprzewidzianych zdarzeń na łańcuchy dostaw na przykładzie pandemii COVID-19. *Akademia Zarządzania* 4(2), 71–81.
- Domagała, T. i Wolniak, R. (2013). Odwrócony łańcuch dostaw. *Logistyka* 1, 24–27.
- EUVIC (2020). Offshoring vs nearshoring – kiedy i dlaczego? <https://www.euvic.com/pl/offshoring-vs-nearshoring-kiedy-i-dlaczego/> [dostęp: 08.04.2022].
- Horbaczewski, R. (2021). Producenci opakowań zapłacą, ale recykling niepewny, <https://www.prawo.pl/biznes/rozszerzona-odpowiedzialnosc-producentow-projekt-nowelizacji,509934.html> [dostęp: 08.04.2022].
- Jałowicz, T. i Dębicka E. (2017). Zagrożenia dla współczesnych łańcuchów logistycznych, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport* 117, 85–95.
- Janczewski, J. (2016). Logistyka zwrotna w łańcuchu dostaw. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie* 2(23), 77–88.
- Jastrzębska, E. (2017). Gospodarka o obiegu zamkniętym – nowa idea czy stare podejście? Dobre praktyki społeczne odpowiedzialnych przedsiębiorstw. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 491, 220–234.
- Jeszka, A. (2011). Miejsce logistyki zwrotnej w koncepcji łańcucha dostaw. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka* 1, 18–23.
- Kot, S., Starostka-Patyk, M. i Krzywda, D. (2009). *Zarządzanie łańcuchami dostaw*. Częstochowa: Wydawnictwo Wydziału Politechniki Częstochowskiej.
- Pisz, I. (2021). Wielowymiarowy wpływ „czarnego łabędzia” – pandemii COVID-19 na funkcjonowanie łańcuchów dostaw. [w:] T. Rokicki (red.), *Wyzwania logistyki we współczesnym świecie – COVID-19, transport, magazynowanie, opakowania* (s. 33–44), Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Son, D., Kim, S., Park, H. i Jeong, B. (2018). Closed-Loop Supply Chain Planning Model of Rare Metals. *Sustainability* 10(4), 1061, <https://www.doi.org/10.3390/su10041061>
- Starostka-Patyk, M. (2014). Zarządzanie łańcuchem dostaw z zamkniętą pętlą (CLSCM) – teoretyczne podstawy koncepcji. *Logistyka* 6, 9959–9965.

- Stojczew, K. (2021). Ocena wpływu pandemii COVID-19 na sytuację w branży motoryzacyjnej w Polsce. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 65(1), 157–172.
- Śląski, P. i Giga, A. (2005). Zarządzanie procesami logistycznymi w łańcuchu dostaw. *Problemy Techniki Uzbrojenia* 34(95), 19–24.
- Śpiewak, R. (2021). Transformacja globalnych łańcuchów dostaw, jako następstwo ogólnoświatowej pandemii. [w:] S. Osojca-Kozłowska (red.), *Globalizacja vs. Globalizacja Europa i Polska w czasach nowożytnych i najnowszych* (s. 133–146), Łódź: Wydawnictwo Naukowe Archaograph.
- Świerczek, A. (2007). Od łańcucha dostaw do sieci dostaw. *Logistyka* 1, 74–77.
- Wiński, K. (2020). Rozszerzona odpowiedzialność producenta. *Gospodarka opakowaniami*. PWC, <https://www.pwc.pl/pl/artykuly/rozszerzona-odpowiedzialnosc-producenta-gospodarka-opakowaniami.html> [dostęp: 08.04.2022].
- Woźniak, A. (2021). Fabryki zatrzymują produkcję aut, RP. *Ekonomia. Biznes*, <https://www.rp.pl/biznes/art19022541-fabryki-zatrzymuja-produkcje-aut> [dostęp: 08.04.2022].

Wykorzystanie automatyzacji procesów w logistyce magazynowej firmy wytwórczej

Katarzyna Pyśk¹ Konrad Michalski²,

¹ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

² Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Zarządzania,
<https://orcid.org/0000-0001-6997-352X>

Wprowadzenie

Postęp technologiczny oraz rozwój technologii informacyjnych, w tym informatycznych, odgrywają kluczową rolę dla zmian w obszarze logistyki. Są to tylko wybrane czynniki napędzające rozwój logistyki. Wzrost wymagań klientów determinuje potrzebę ciągłego doskonalenia procesów, także magazynowych. Gospodarka magazynowa odgrywa istotną rolę w łańcuchu logistycznym. Jej rozwój determinowany jest przez czynniki takie jak skracanie czasu realizacji zamówień, efektywne wykorzystanie powierzchni składowania, dążenie do ciągłej eliminacji błędów. Maksymalizacja wydajności jest kluczową kwestią, do której dążą współczesne przedsiębiorstwa, w tym operatorzy logistyczni, dla których magazyn jest krytycznym elementem systemu logistycznego. Coraz powszechniej dostępne zdobycze techniki dają różnorodne możliwości doskonalenia procesów w organizacjach produkcyjnych, usługowych i dystrybucyjnych.

Cele i metodyka badań

Celami rozdziału była identyfikacja procesów operacyjnych pod kątem zastosowania wybranego rozwiązania automatyzujących pracę magazynu oraz określenie efektów wdrożenia tego rozwiązania dla usprawnienia procesu produkcyjnego, w którym jest wykorzystywany.

Do metod gromadzenia materiału badawczego zastosowano: metodę studiów literaturowych, studium przypadku oraz metodę sondażu diagnostycznego prze-

przebiegu procesu prowadzonego techniką kwestionariusza wywiadu. Wyniki badań zostały zaprezentowane m.in. z wykorzystaniem modelu procesów opracowanych w oprogramowaniu klasy BPM (*Business Process Management*). Obiekt badawczy został dobrany w sposób celowy ze względu na udostępnienie szczegółowych danych dotyczących prowadzonej gospodarki magazynowej. Obiekt badawczy jest średnim zakładem, zlokalizowanym w województwie mazowieckim. W swojej branży, badane przedsiębiorstwo jest jednym z liderów w Europie.

Magazyn, magazynowanie i gospodarka magazynowa we współczesnej logistyce

Według jednej z powszechnych definicji [norma PN-84/N-01800, za: Klepacki i Golonko, 2021, s. 53], magazyn to jednostka funkcjonalno-organizacyjna przeznaczona do składowania dóbr materialnych (rozumianych jako zapasy) w wyodrębnionej przestrzeni, według ustalonej technologii, wyposażona w odpowiednie urządzenia i środki techniczne, zarządzana i obsługiwana przez zespół ludzi. Z perspektywy zarządzania, magazyn to jednostka, która posiada określone zadania do spełnienia, których realizację powierza się dedykowanym specjalistom [Fertsch, 2006, za: Klepacki i Golonko, 2021, s. 53].

Magazynowanie jest procesem logistycznym, do którego zalicza się gromadzenie, przechowywanie i działania manipulacyjne związane z zapasami, w obrębie jednostki magazynowej. Celem utrzymywania zapasów jest zapobieganie utracie płynności przebiegu procesów w całym łańcuchu logistycznym. Konieczność gromadzenia zapasów dla przedsiębiorstw produkcyjnych wiąże się z zabezpieczeniem materiałowym każdego z procesów produkcji [Dudziński, 2011, s. 15–16].

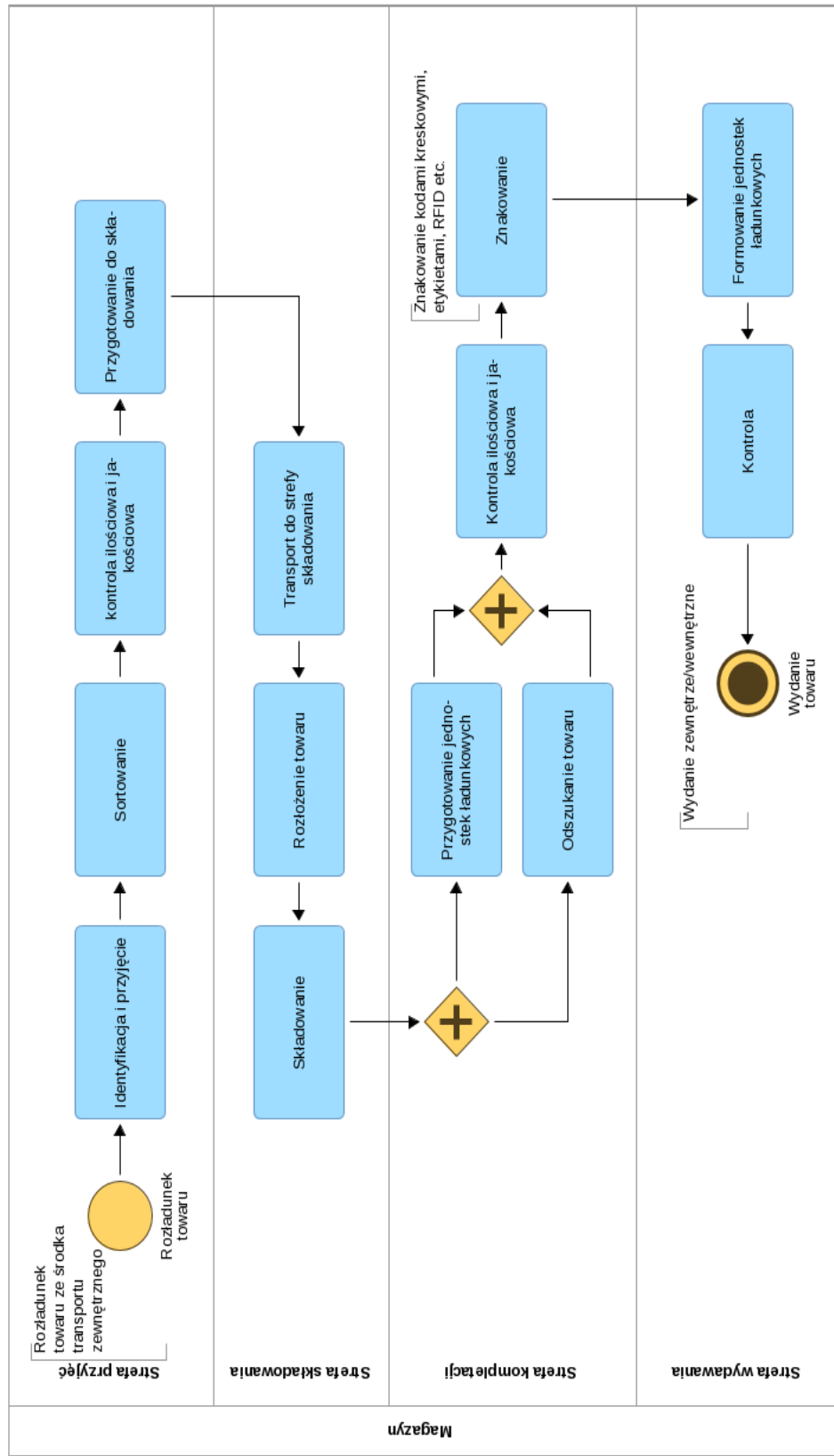
Ogół działań związanych z manipulacją i przechowywaniem towarów w magazynach to gospodarka magazynowa. Przedmiotem działań, którymi zajmuje się gospodarka magazynowa, jest przechowywanie zapasów w budowlach specjalnie przystosowanych do danego rodzaju towaru. W zależności od specyfiki przedsiębiorstwa, gospodarka magazynowa ma określone zadania. Dla przedsiębiorstw produkcyjnych celem jest odpowiednie zaopatrywanie produkcji, zapewnienie wymaganych warunków dla składowanych surowców, półfabrykatów i wyrobów gotowych, a także ich wysyłki. W przedsiębiorstwach handlowych gospodarka magazynowa kompleksowo realizuje zamówienia klientów zgodnie z założonymi wymaganiami. Związane są one przede wszystkim z zachowaniem prawidłowości parametrów związanych z ilością, jakością, czasem, czy miejscem dostarczenia do odbiorcy [Dudziński, 2011, s. 11–12].

Magazyn wspomaga procesy produkcyjne i marketingowe. Dzięki utrzymaniu w magazynie zapasów, magazynowanie odgrywa również kluczową rolę w podnoszeniu i utrzymywaniu odpowiedniego poziomu obsługi klienta. Zwiększenie wolumenu dostaw i zmniejszenie ich częstotliwości pociąga za sobą mniejsze koszty transportu, spadek kosztów jednostkowych od dostawców oraz łagodzenie konsekwencji przestrzennego zróżnicowania lokalizacji dostawców i odbiorców [Domagała, 2021, s. 79–80]. Logistyka w magazynie ma przede wszystkim za zadanie synchronizować obieg materiałów i informacji w celu sprawnego przebiegu procesów: przyjęć, przechowywania, kompletacji i wydawania produktów. Gospodarka magazynowa odgrywa kluczową rolę w systemie logistycznym. Odpowiednio przystosowany magazyn zapewnia sprawny przepływ materiałów, stosunkowo niskie koszty, a także wysoki poziom organizacji pracy [Teoman, 2020, s. 233].

Znaczenie magazynów wzrasta. Jak podaje raport firmy AXI IMMO, do końca III kwartału 2021 roku zasoby logistyczno-przemysłowe na polskim rynku magazynowym wzrosły do 22,4 mln m², a w budowie jest ponad 1,22 mln m² [Rykowska, 2021]. Zauważalny wzrost powierzchni magazynowych nastąpił po wstąpieniu Polski do UE, poprzez zwiększenie ilości inwestycji zagranicznych. Wszystko to związane jest z ciągłym rozwojem technologii, wzrostem wymagań odbiorców i zmianami w sposobach zarządzania na świecie. Koreluje to z dynamiką zmian ekonomicznych, zarówno w skali krajowej, jak i globalnej. Wraz ze wzrostem gospodarczym rośnie zapotrzebowanie na powierzchnie magazynowe, zarówno nowopowstałych, jak i istniejących już przedsiębiorstw [Budner, 2020, s. 3–5].

Modelowe procesy magazynowe

Proces magazynowania można podzielić na cztery fazy związane ze składowaniem towarów i ich obsługą. Przebieg każdej z faz odgrywa tak samo istotną rolę w zwiększaniu efektywności całego procesu. Procesy magazynowe stanowią zbiór działań związanych z przyjmowaniem, składowaniem, kompletowaniem i wydawaniem towarów. Proces magazynowy wiąże się zarówno z przepływami materiałowymi, jak i informacyjnymi. Realizacja procesów magazynowych jest zależna przede wszystkim od wyposażenia magazynu i wykwalifikowania pracowników. Działania w magazynie to głównie przemieszczanie się materiałów w odpowiednie miejsca. Każdy ruch artykułów poprzedzony musi być odpowiednim poleceniem jego realizacji, na przykład zleceniem pakowania. Przykładowo kierownik magazynu zleca magazynierowi przeniesienie konkretnego asortymentu z danej



Rysunek 14.1. Uproszczony model procesów magazynowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Krzyżaniak i in., 2014, s. 72–87].

lokalizacji do strefy pakowania, gdzie zostanie on umieszczony w odpowiedniej jednostce ładunkowej. W przedsiębiorstwach, w których używane są programy do gospodarki magazynowej, każdy ruch materiałów jest rejestrowany [Krzyżaniak i in., 2014, s. 72–73]. Rysunek 14.1 prezentuje uproszczony model procesów magazynowych.

Rozwój logistyki magazynowej w kierunku inteligentnej

Postęp technologiczny stymuluje kreowanie innowacyjnych rozwiązań. Nieustanny rozwój i zdobycze technologiczne umożliwiają wpieranie coraz bardziej skomplikowanych procesów w przedsiębiorstwach o różnej specyfice.

Współczesną logistykę określa się coraz częściej jako inteligentną. Jak podaje Rut [2017, s. 26] mianem tzw. *smart logistics* określa się taki sposób realizacji logistycznej obsługi klienta, który wybiega naprzeciw jego potrzebom i decyzjom. Dzięki zastosowaniu innowacyjnych technologii możliwe jest przewidywanie zachowań klientów i szybsza reakcja na nie.

Istnieje wiele obszarów działań w logistyce, które mogą przyczynić się do tego, że będzie ona inteligentną (*smart*), tj. informatyzację, cyfryzację, automatyzację, robotyzację i wirtualizację [Marzantowicz, 2019, s. 63]. Kluczowym aspektem inteligentnej logistyki jest innowacyjność wprowadzanych rozwiązań. Innowacyjność jest istotnym motorem rozwoju gospodarczego. Oznacza to wdrażanie do procesów zachodzących w logistyce i innych sektorów gospodarki nowych rozwiązań, które będą przynosiły wartość dodaną dla organizacji. Istotnym pojęciem dla gospodarki magazynowej w kontekście *smart logistics* jest inteligentny magazyn. Takie określenie magazynu oznacza, że jest on przystosowany do efektywnej realizacji swoich procesów, przy użyciu nowoczesnych rozwiązań technologicznych [Szymonik i Nowak, 2018, s. 139].

Przykładowymi, wciąż dla wielu przedsiębiorstw innowacyjnymi metodami w gospodarce magazynowej są technologie *pick-by-light* i *put-to-light*. Pozwalają one na precyzyjne zlokalizowanie artykułu w magazynie. Wysyłany jest sygnał świetlny w konkretne miejsce, gdzie mamy umiejscowiony towar. Używane są one zarówno w magazynach przedsiębiorstw produkcyjnych, jak i tych, które są centrami logistycznymi. Czynnikiem determinującym stosowanie tej technologii jest ręczna obsługa zamówień, czyli wszystkie procesy kompletacji, sortowania i komisjonowania są wykonywane manualnie przez magazynierów. W skład tych systemów wchodzi: regały z wyświetlaczami cyfrowymi i lampką sygnalizacyjną, przenośniki i kompatybilny system informatyczny. Wykorzystanie tej technologii przede wszystkim skutkuje eliminacją pomyłek oraz zwiększeniem wydajności [Kopczyńska, 2017].

Wciąż mało upowszechnioną jest identyfikacja radiowa RFID. Umożliwia ona odczytywanie i przesyłanie danych. Dzięki RFID możliwe jest szybkie i precyzyjne identyfikowanie towaru. Znakowanie za pomocą tej technologii jest alternatywą dla standardowych kodów kreskowych. Do pełnego działania i wykorzystania tych rozwiązań niezbędne jest posiadanie drukarek do kodów i urządzeń umożliwiających ich odczyt – czytników. RFID pozwala na kontrolowanie aktualnych stanów zapasów i lokalizacji na magazynie. Oprócz zmniejszenia nakładów pracy i eliminowania pomyłek RFID jest ułatwieniem podczas inwentaryzacji. Możliwe jest również śledzenie przemieszczenia asortymentu [Koralewski, 2007].

Najczęściej stosowanymi w praktyce rozwiązaniami są te z zakresu automatyzacji, zwłaszcza w magazynach wysokiego składowania. Transport wewnętrzny odbywa się za pomocą układnic magazynowych. Pozwalają one na obsługę palet na regałach, których wysokość sięga nawet do 40 m. Dzięki automatycznym informacjom, pochodzącym z systemu WMS, znacznie skraca się czas przemieszczania i kompletacji towaru. System informatyczny umożliwia także szybkie sprawdzenie stanów magazynowych i przemieszczanie towarów [Malanowska i Fajfer, 2011]. Przykładami innych rozwiązań z zakresu automatyzacji w magazynie są zautomatyzowane regały typu, np. *rotomat*, czy *Lean-lift*. *Rotomat*, zwany też regałem karuzelowym, służy do składowania najczęściej lekkich i małych części, ale i również ciężkich artykułów. Dzięki swojej budowie zapewnia sprawną i wygodną obsługę, a towar trafia do magazyniera najkrótszą możliwą drogą. *Lean-lift* to regał typu winda. Są one projektowane indywidualnie pod potrzeby przedsiębiorstwa. Zapewniają nośność do 100 kg/1 półkę. Jak podaje firma ISL [2022], poprzez ich zastosowanie zaoszczędza się powierzchnię magazynową nawet do 80%. Zarówno system informatyczny obsługujący magazyn (WMS), jak i regały współpracują ze sobą, a przepływy informacyjne pomiędzy oboma systemami są zintegrowane.

Opis badanego przedsiębiorstwa

Badane przedsiębiorstwo jest zakładem jednego z czołowych europejskich producentów w branży producentów elementów aluminiowych, które wytwarza innowacyjne systemy aluminiowe dla okien, drzwi, ścian osłonowych, systemów przesuwnych, osłon przeciwsłonecznych itd. Polski oddział jest jednym z wielu na świecie. Główna siedziba przedsiębiorstwa znajduje się w Belgii, a firma działa od 1965 roku. Kolejne zaczęły powstawać od lat 90. XX wieku, obecnie firma obejmuje zasięgiem działania 40 krajów i zatrudnia ponad 2400 pracowników.

Polska siedziba powstała w 1998 roku i stanowi centrum dystrybucyjne na Europę Centralną. Na polski oddział składają się: strefa biurowa, magazyn,

część produkcyjna: dział oklejania, izolowania, lakiernia i centrum szkoleniowo-badawcze z komorą testową. W 2012 roku firma wykupiła udziały współpracującej lakierni, zlokalizowanej przy magazynie. Przedsiębiorstwo rozpoczęło działania pod budowę nowej siedziby w Polsce, w której powierzchnia produkcyjno-magazynowa ma osiągnąć ok. 50 tys. m².

Studium przypadku – model procesów magazynowych

W celu zebrania informacji na temat badanego przedsiębiorstwa przeprowadzono wywiad z wybranymi trzema pracownikami: specjalistą do spraw logistyki, pracownikiem magazynu oraz pracownikiem lakierni. Uzyskane informacje dotyczyły przebiegu procesów logistycznych, magazynowych oraz zastosowanych technologii wspierających te procesy.

Przedsiębiorstwo posiada oprogramowanie wspierające zarządzanie, tj. dopasowany do potrzeb organizacji system klasy ERP. Umożliwia ono wymianę informacji zarówno wewnątrz polskiego oddziału, jak i ze wszystkimi pozostałymi zlokalizowanymi w innych krajach. Jest on obsługiwany przez pracowników biurowych oraz niektórych pracowników z części magazynowo-produkcyjnej. Dodatkowo pracownicy lakierni wykorzystują moduł ERP, wspierający planowanie produkcji.

Przedsiębiorstwo ma bardzo wielu klientów z rejonu Europy Centralnej. Każdego dnia pracownicy działu obsługi klienta sprawdzają i zatwierdzają zamówienia, które wpływają do Elektronicznego Systemu Obsługi Klienta. Na koniec dnia pracownik działu logistyki dokonuje przetwarzania tych zamówień. System ERP ma funkcję *purchase propositions*, dzięki której przedsiębiorstwo otrzymuje propozycje zamówień zakupowych. Specjalista do spraw logistyki dokonuje analizy tych propozycji, po czym zaznacza w systemie pozycje, które chce zamówić. Zlecenie zakupu generowane jest i wysyłane do dostawcy automatycznie. Przedsiębiorstwo posiada w swoim asortymencie artykuły, dla których ustalono minimum utrzymania zapasu na magazynie. Po każdorazowym zejściu poniżej danej liczby zapasu, również w module propozycji zamawia produkty magazynowe. Gdy dostawca potwierdzi zamówienie i termin jego realizacji, logistyk ma możliwość jego edycji w systemie. W ten sposób specjalista do spraw obsługi klienta ma podgląd w przybliżony termin realizacji zamówienia i powiadamia o tym klienta.

Każdy z etapów procesów rejestrowany jest w systemie ERP. System ma podstawowe moduły: zamówień klienta, zamówień zakupowych, artykuły, jakość, oferty, a także wiele innych, np. fakturowania. Rysunek 14.2 prezentuje w całości procesy magazynowe i wytwórcze w badanym przedsiębiorstwie.

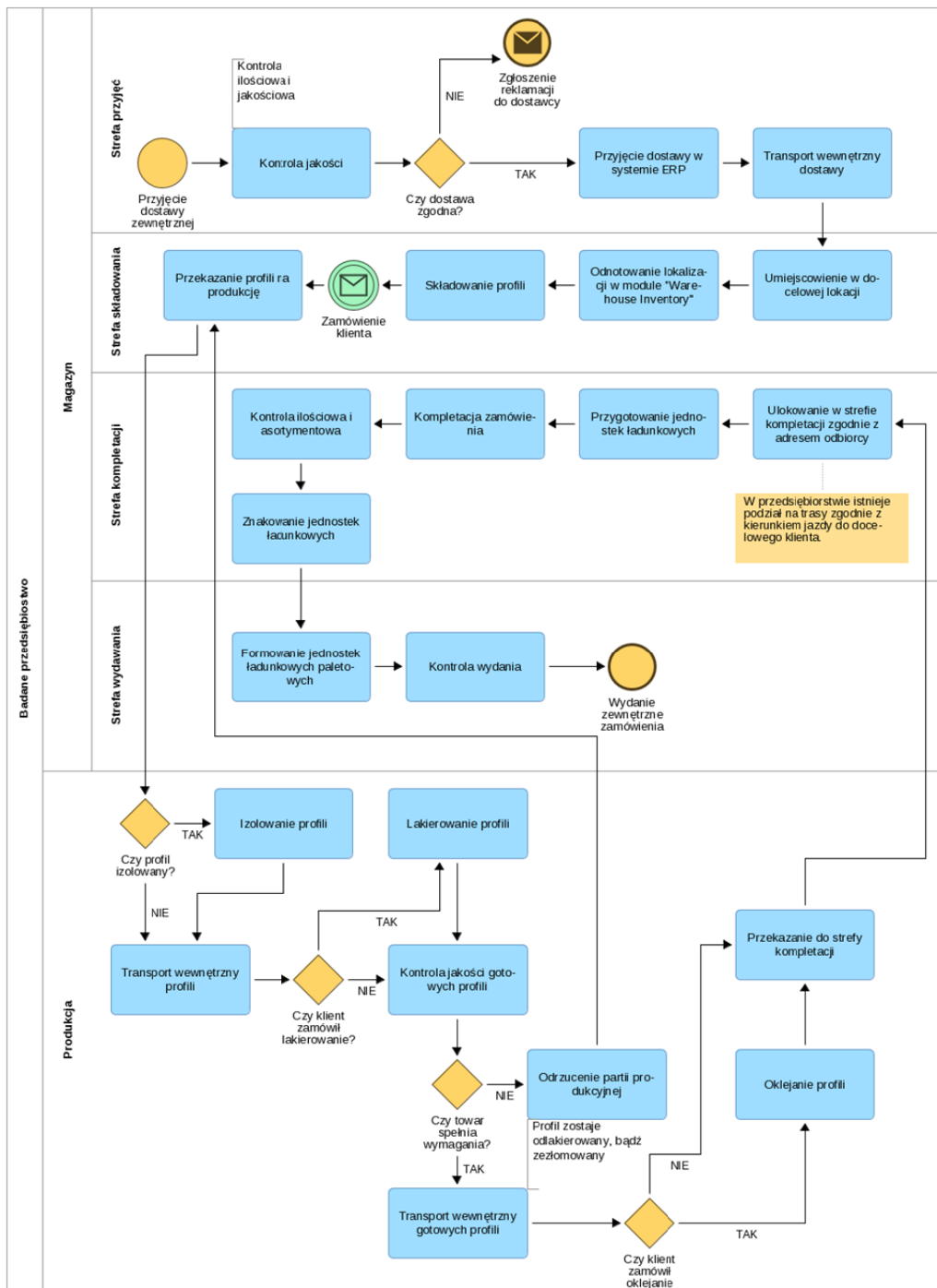
Według opinii wybranych pracowników przedsiębiorstwa, system do obsługi wymaga zmiany. Istnieje wiele funkcji systemu ERP, jakich on nie ma. Nie jest

to typowy system, ogólnodostępny na rynku. Został on stworzony na potrzeby przedsiębiorstwa. To znaczy, że ilość jego użytkowników i administratorów jest niewielka.

Pytani pracownicy zwrócili też uwagę na strefę składowania. Istnieje wiele lokacji, które mogłyby być efektywniej wykorzystywane. Znajdują się na nich pojedyncze artykuły mało rotujące. Lepszym rozwiązaniem byłoby składowanie tych pozycji w tych samych lokacjach, a te, które zostaną zwolnione, wykorzystać na produkty wysoko rotujące. Takie wnioski udało się wysnuć dzięki stosowaniu modułu *Warehouse Inventory*, który odzwierciedla rzeczywiste lokalizacje artykułów w magazynie. Ponadto należałoby zwiększyć kontrolę jakości, ponieważ bardzo często odnotowuje się niezgodności ilości asortymentu w systemie do tego, co faktycznie znajduje się na magazynie.

Kolejną kwestią funkcjonowania badanego zakładu, poruszoną w wywiadzie była lakiernia. Po tym, jak badane przedsiębiorstwo stało się jedynym właścicielem lakierni, większość pracujących tam pracowników pozostała. Od tamtego czasu, nowy właściciel wprowadził wiele zmian. Oprócz usprawnień technicznych wprowadzono system wspierający planowanie produkcji, będący uzupełnieniem systemu ERP opisanego w poprzednim podrozdziale. Program ten służy do tworzenia oraz podglądu w plan produkcji. Również w nim zamawia się proszki do lakierowania i kontroluje ich stan.

Po przejęciu udziałów lakierni badane przedsiębiorstwo zainwestowało również w rozwiązania z zakresu automatyzacji składowania. Zakupiono regał *Lean-lift* do magazynowania proszków do lakierowania. Taki system składowania polega na tym, że każdy karton z proszkiem ma przyporządkowany numer RFID, a każda półka w szafie swój numer identyfikacyjny. Po przyjeździe dostawy na podstawie dokumentów wydania zewnętrznego dostawcy oraz zestawienia przygotowanego przez specjalistę do spraw logistyki, pracownik przyjmuje dostawy do szafy. Najpierw nadaje i skanuje kod RFID pojedynczego kartonu. Następnie wpisuje dane takie jak kolor proszku, cena i data dostawy, masa kartonu pobierana jest automatycznie z wagi. Po wprowadzeniu tych informacji zjeżdża pierwsza wolna półka z regału. Potem półka wraca na swoje miejsce. W celu pobrania proszku na produkcję wybiera się go w komputerze. Odczytuje się kod RFID kartonu – system podpowiada ich pobranie zgodnie z zasadą FEFO (ang. *First Expired, First Out*). Tak samo, jak w przypadku wstawiania kartonu do regału, wydawany jest proszek. Po otrzymaniu podpowiedzi w postaci światła pracownik wie, który należy pobrać. Po zużyciu na produkcję, jeśli produkt jeszcze pozostanie, należy go zwrócić. Postępuje się tak samo, jak w przypadku przyjęcia dostawy, tylko zamiast kodu „przychód”, podaje się „zwrot z produkcji”.



Rysunek 14.2. Model procesów magazynowych i wytwórczych profili aluminiowych w badanym przedsiębiorstwie

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Dzięki wprowadzeniu do użytku szafy *Lean-lift* pracownicy oszczędzają wiele czasu na odszukiwanie konkretnego kartonu. Wydajność produkcyjna zwiększyła się w stosunku do czasu przed jej wdrożeniem. Taki system składowania ułatwia nie tylko magazynowanie, ale również wspiera procesy związane z dokumentacją i analizą danych. Generowanie raportów sprzedaży, zużycia, utylizacji itp. wykonuje się automatycznie. Dodatkowo inwentaryzacja, która w przypadku badanego przedsiębiorstwa odbywa się co kwartał, przebiega znacznie szybciej, od kiedy posiada w swoim użytkowaniu szafę *Lean-lift*. Przed zainstalowaniem szafy *Lean-lift* liczba występujących pomyłek była znacznie większa. Magazynowanie proszków z użyciem szafy, ogranicza ich ryzyko. Skala błędów jest znikoma. Poziom obsługi klienta jest wysoki. Jednakże nie każdy z pracowników ma dostęp do wydań materiału. Tylko ograniczona liczba z nich ma ku temu odpowiednie przeszkolenie i zezwolenie. Minusem zastosowanego rozwiązania jest trudność w eliminacji pomyłek. Przeciętny pracownik ze swojego poziomu nie może usuwać niektórych pomyłek, które są efektem błędu ludzkiego. Takie sytuacje wymagają kontaktu z pracownikami na wyższym szczeblu, co znacznie wydłuża czas procesu naprawy. To skutkuje wydłużeniem czasu realizacji procesów produkcyjnych.

Niewątpliwie ważną szansą, którą daje zastosowanie omawianego rozwiązania, jest automatyzacja produkcji. W obecnych czasach jest to nieodzowny element rozwoju przedsiębiorstw. W przypadku dużych przedsiębiorstw produkcyjnych automatyzacja produkcji jest kluczowa, aby realizować ją w odpowiednim czasie. Pracownicy zaobserwowali znaczący wzrost popytu. Coraz większa liczba zamówień i wyższa pozycja przedsiębiorstwa na rynku determinuje zwiększenie zapotrzebowania na materiały. Niestety możliwości, jakie daje szafa *Lean-lift* są ograniczone. Ma ona ograniczone miejsce. Obecnie poza szafą również magazynowane są materiały. Są to głównie proszki, na które popyt jest największy. Jednakże wymagania klientów coraz bardziej rosną, co za tym idzie, różnorodność używanych materiałów rośnie. Jeśli sytuacja będzie miała charakter progresywny, konieczny będzie zakup kolejnej takiej szafy. To łączy się z wysokimi kosztami dla przedsiębiorstwa. Awaria prądu może wiązać się z zablokowaniem wydań materiału na produkcję, co skutkuje jej zahamowaniem, a w dłuższej perspektywie czasowej może skończyć się jej zablokowaniem. Uszkodzenie szafy może skończyć się zatrzymaniem produkcji. Kolejnym negatywnym aspektem jest ograniczona przepustowość. W tym samym momencie możliwe jest wydanie tylko jednego kartonu. To może spowolnić produkcję w momencie, gdy jest konieczne pobranie kilku, innego rodzaju materiałów na produkcję.

Przed wdrożeniem tego rozwiązania ryzyko uszczerbku na zdrowiu pracowników było wysokie. Obecnie pracownicy są mniej obciążeni, ponieważ nie muszą sami ściągać kartonów z regałów. Wcześniej wystąpiło kilka sytuacji, w których konieczne było wypłacenie odszkodowania pracownikowi za uszczerbek na zdrowiu. Obecnie, jak podał pracownik lakierni, taka sytuacja jeszcze się nie zdarzyła.

Podsumowanie

Celem głównym rozdziału była identyfikacja procesów operacyjnych pod kątem zastosowania wybranego rozwiązania automatyzującego pracę magazynu. Przyjęto też za cel określenie korzyści z wdrożenia analizowanego rozwiązania dla usprawnienia procesów produkcyjnych, w których jest wykorzystywany w badanym przedsiębiorstwie. Stosowanie rozwiązań wspomagających procesy zachodzące w organizacjach, jest nieodzownym elementem ich stabilności. Szczególną rolę odgrywają systemy informatyczne i urządzenia wspomagające automatyzację.

Przeprowadzone, wstępne i ograniczone w swoim zakresie badania, wskazały na istotną rolę zastosowania systemu informatycznego oraz urządzeń z zakresu automatyzacji w funkcjonowaniu procesów magazynowych. Ich działanie zwiększa wydajność badanego przedsiębiorstwa, co skutkuje większym poziomem logistycznej obsługi klienta. Pomimo ciągłego rozwoju i wzrostu ilości oferowanego asortymentu, liczba pomyłek znacznie maleje oraz skraca się czas realizacji zamówień. Zastosowanie systemu klasy ERP pozwala na szybsze podejmowanie decyzji na każdym etapie procesów. Wspiera on czynności takie jak: analiza danych, planowanie i zarządzanie zasobami przedsiębiorstwa, harmonogramowanie produkcji. Dzięki stosowaniu zautomatyzowanego regału *Lift-lean* powierzchnia magazynowa jest efektywniej wykorzystywana. Ograniczone jest również ryzyko pomyłek. Przed wdrożeniem opisywanych rozwiązań odnotowywano dużo błędów, które często stawały się wąskim gardłem w funkcjonowaniu całej firmy.

Wskazano zarówno na pozytywne, jak i negatywne skutki wdrażania postulowanego rozwiązania automatyzującego pracę magazynu. Do najważniejszych korzyści zaliczyć można zwiększenie wydajności pracy oraz ograniczenie błędów. Wśród negatywnych aspektów wskazano, m.in. na uzależnienie od systemu informatycznego i trudności w usuwaniu pomyłek.

Podsumowując, stosowanie rozwiązań z zakresu informatyzacji i automatyzacji pozwala usprawnić procesy magazynowe oraz wyjść naprzeciw wymaganiom klienta. Kluczem ich zadowolenia jest sprawna i bezbłędna obsługa. Dzięki temu można osiągnąć lub utrzymać pozycję konkurencyjną.

Bibliografia

- Budner, W. (2020). Determinanty i tendencje zmian na rynku magazynowym w Polsce. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, 11, 2–12.
- Domagała, J. (2021). Zarządzanie magazynem. [w:] B. Klepacki (red.), *Logistyka* (s. 79–101). Warszawa: Wydawnictwo CeDeWu.
- Dudziński, Z. (2011). *Vademecum organizacji gospodarki magazynowej*. Gdańsk: Wydawnictwo: Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o.
- ISL (2022). Regał windowy Lean Lift – składowanie elementów w sposób windowy, <https://isl.pl/subpage/regal-windowy-lean-lift/> [dostęp: 12.05.2022].
- Klepacki, B. i Golonko, M. (2021). Magazyny i ich wyposażenie. [w:] B. Klepacki (red.), *Logistyka* (s. 53–78). Warszawa: Wydawnictwo CeDeWu.
- Kopczyńska, M. (2017). Rola nowoczesnych technologii w podnoszeniu jakości pracy w magazynie. *OAFI Studenckie czasopismo internetowe* 1(1), http://akademickilogistyk.we.uni.opole.pl/wp-content/uploads/2017/01/Monika-Kopczyn%CC%81ska-1_2017.pdf [dostęp: 10.05.2022].
- Koralewski, M. (2007). RFID wkracza do Logistyki. *Logistyka*, <https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/item/4978-rfid-wkracza-do-logistyki> [dostęp: 20.04.2022].
- Krzyżaniak, S., Niemczyk, A., Majewski, J. i Andrzejczyk, P. (2014). Organizacja i monitorowanie procesów magazynowych. Poznań: Biblioteka Logistyka.
- Malanowska, I. i Fajfer, P. (2011). Zastosowanie nowoczesnych technologii dla zwiększenia efektywności zarządzania magazynem. *E-mentor* 2, 84–89.
- Marzantowicz, Ł. (2019). Inteligentna technologia w zarządzaniu logistycznym i łańcuchem dostaw. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie* 50(1), 62–71, <https://www.doi.org/> <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.2056>
- Szymonik, A. i Nowak, I. (2018). *Współczesna logistyka*. Warszawa: Wydawnictwo Difin.
- Teoman, S. (2020). Achieving the Customized “Rights” of Logistics by Adopting Novel Technologies: a Conceptual Approach and Literature Review. *UTMS Journal of Economics* 11(2), 231–242.

Możliwości oraz ograniczenia rozwoju *e-commerce* w opinii konsumentów

Kamila Serafińska¹, Bogdan Klepacki²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Ekonomiczny

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-3483-7530>

Wprowadzenie

Pozyskiwanie dóbr to istotny element w życiu człowieka, dzięki któremu może on zaspokajać swoje potrzeby. Wraz z ciągłym rozwojem gospodarczym, zapewniane są coraz nowsze kanały dotarcia do klienta, które umożliwiają zakup towarów. Oprócz handlu tradycyjnego istnieje *e-commerce*, który w ostatnich latach stał się kluczowym kanałem sprzedaży. Wybuch pandemii w 2020 roku był momentem diametralnego przekształcenia profilu sprzedaży w Internecie, który przyczynił się do wzbogacenia oferty przedsiębiorstw online. Zmianie uległy, także dotychczasowe zachowania konsumenckie, które dla polskich przedsiębiorstw oznaczały dostosowanie działalności do oczekiwań i spełnienia wymagań prowadzonego handlu internetowego. Taki bieg wydarzeń wiązał się, więc z poważnymi zmianami w prowadzonej sprzedaży przedsiębiorstw, które mogły spotkać się z trudnościami, a także brakiem pewności w osiągnięciu zamierzonego efektu. Przedsiębiorstwa musiały skupić uwagę na konsumencie, kluczowym uczestniku handlu elektronicznego, który jednocześnie był podmiotem, dzięki któremu możliwe było zapewnienie rozwoju i ograniczenie wszelkiego rodzaju niedoskonałości w funkcjonowaniu e-handlu.

Cel i metodyka badań

Celem głównym badań było rozpoznanie możliwości i ograniczeń handlu elektronicznego na podstawie oczekiwań i preferencji klientów wykorzystujących kanał *e-commerce*. Celem było także rozpoznanie skali i zakresu e-handlu, określenie

głównych grup społecznych korzystających z handlu internetowego, poznanie opinii konsumentów dotyczących czynników sprzyjających oraz zniechęcających do korzystania z e-handlu i z usług online.

W rozdziale wykorzystano literaturę przedmiotu oraz ankietę przeprowadzoną wśród konsumentów e-commerce, która została przeprowadzona drogą internetową za pomocą Formularza Google. Odpowiedzi zbierane były w okresie od 10 do 21 marca 2022 roku. W ankiecie łącznie zebrano 202 odpowiedzi. W analizie zebranych materiałów zastosowano metody badawcze, takie jak analiza porównawcza pozioma oraz analiza SWOT.

E-commerce w Polsce

E-commerce to skrót pochodzący z języka angielskiego, którego rozwinięcie to *electronic commerce*. To sformułowanie w języku polskim oznacza handel internetowy, który nazywany jest również handlem elektronicznym lub e-handlem. Pojęcie handel internetowy powszechnie rozumiano jako zakupywanie lub sprzedawanie dóbr i usług przez Internet. E-handel to, także wszelkiego rodzaju transakcje internetowe, które mogą obejmować wymianę informacji, pobieranie płatności internetowych, automatyzację transakcji, czy zarządzanie szybkością i terminowością dostaw online. *E-commerce* można, więc określić jako transakcje kupna i sprzedaży z uwzględnieniem działań przed i posprzedażowych wykonywanych za pomocą Internetu [Chaffey, 2015].

Pojęcie biznes elektroniczny tzw. e-biznes jest często niepoprawnie uznawane za synonim e-handlu. Definicja wskazuje na to, iż biznes elektroniczny obejmuje o wiele szerszy zakres i opiera się na: „(...) prowadzeniu działalności biznesowej online przy wykorzystaniu systemów informatycznych i technologii internetowych” [Feldy, 2012]. Biznes elektroniczny natomiast wyznacza ramy dla działań związanych z *e-commerce*. Najmniejszym ogniwem jest przedsiębiorstwo elektroniczne, czyli podmiot, który jest zdolny do „wymiany wartości – środków pieniężnych, dóbr, usług, czy informacji na drodze elektronicznej” [Szymański, 2013].

Sprzedaż internetowa prowadzona jest za pomocą kilku podstawowych rodzajów platform zakupowych. Jedną z najpopularniejszych jest sklep internetowy, który nazywany może być także e-sklepem lub sklepem online. Jest to serwis zarejestrowany za pomocą strony WWW, który umożliwia realizację zakupów w Internecie [Feldy, 2012].

Kolejną platformą zakupową jest e-mail, czyli elektroniczne centrum handlowe, które działa w taki sam sposób jak e-sklep, lecz w ramach skupiska wielu sklepów

internetowych w obrębie jednego serwisu. Tworzone zostaje miejsce, w którym klient może wybierać produkty spośród wielu niezależnie prowadzonych sklepów, ale ich dostawa oraz forma płatności może odbywać się na podobnych zasadach, co zwiększa wygodę korzystania z platformy [Grzybowska, 2011].

Następnym rozwiązaniem jest *e-procurement*, które oznacza elektroniczne zaopatrzenie. Zakupy odbywają się za pomocą elektronicznego katalogu, w którym oferowane są dobra i usługi przez określonych dostawców współpracujących z danym przedsiębiorstwem [Grzybowska, 2011].

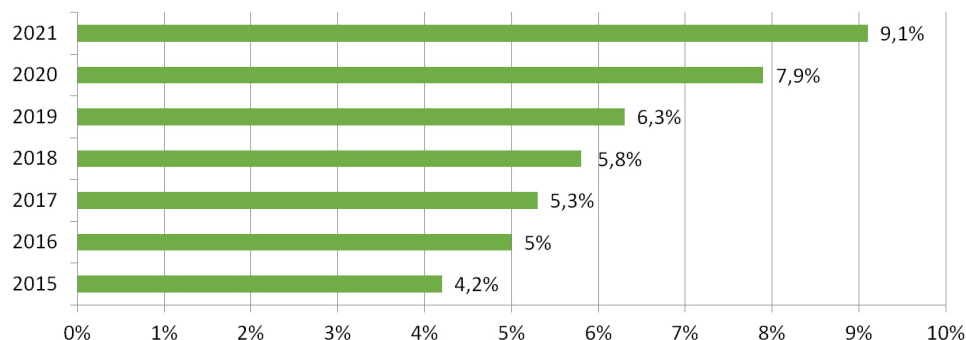
Ostatnim ze sposobów prowadzenia handlu internetowego jest platforma aukcyjna, nazywana również jako *e-auction*. Polega na realizowaniu elektronicznych licytacji dóbr oferowanych przez użytkowników sprzedających w danym serwisie internetowym [Grzybowska, 2011].

Dodatkowo można wyróżnić jeszcze dwa sposoby organizacji e-handlu, pośrednią lub bezpośrednią. Forma sprzedaży pośredniej polega na zamówieniu przez konsumenta towarów drogą internetową, które następnie dostarcza pośrednik, np. kurier. Sprzedaż bezpośrednią prowadzono tylko za pośrednictwem serwisu internetowego. Konsument zamawia usługę lub dobro niematerialne przez Internet i otrzymuje je w formie elektronicznej [Bartczak, 2016].

Główną siłą napędową, która przyspieszyła rozwój handlu internetowego, był wybuch pandemii COVID-19 w 2020 roku. Wielu ludzi zmusiło to do pozostania w domach oraz ograniczenia kontaktu z innymi osobami, a co za tym idzie zmniejszenia częstotliwości wykonywania zakupów w sklepach stacjonarnych. Handel elektroniczny wypełnił lukę i dostosował się do panującej sytuacji, tak aby spełnić oczekiwania konsumentów [IAB, 2020].

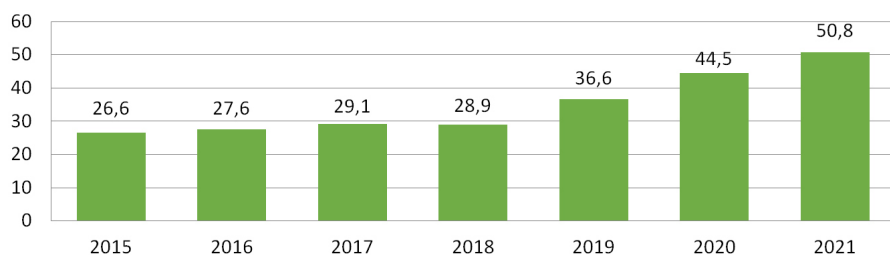
W latach 2015–2021 widoczna była tendencja wzrostowa udziału sprzedaży *e-commerce* w całkowitej sprzedaży detalicznej (rysunek 15.1). Na 2020 rok przypadło 7,9% udziału sprzedaży *e-commerce* w całkowitej sprzedaży detalicznej i w porównaniu z rokiem poprzednim wartość ta była większa o 1,6 p.p. Jest to największy wzrost w ciągu analizowanych 7 lat, który w dużej mierze był spowodowany wybuchem pandemii. Według danych GUS w styczniu 2022 roku udział sprzedaży *e-commerce* wyniósł 11,1% i był większy o 0,9 p.p. względem poprzedniego miesiąca, co wskazuje na nieustanne zwiększanie się udziałów [GUS, 2022a].

Coraz większe zainteresowanie konsumentów zakupami elektronicznymi przyczyniło się także do tworzenia większej liczby sklepów internetowych, dlatego w Polsce z roku na rok zarejestrowanych było coraz więcej sklepów online (rysunek 15.2). W 2021 roku liczba sklepów internetowych wyniosła 50,8 tys. i w porównaniu z 2020 rokiem było to o 6,5 tys. więcej.



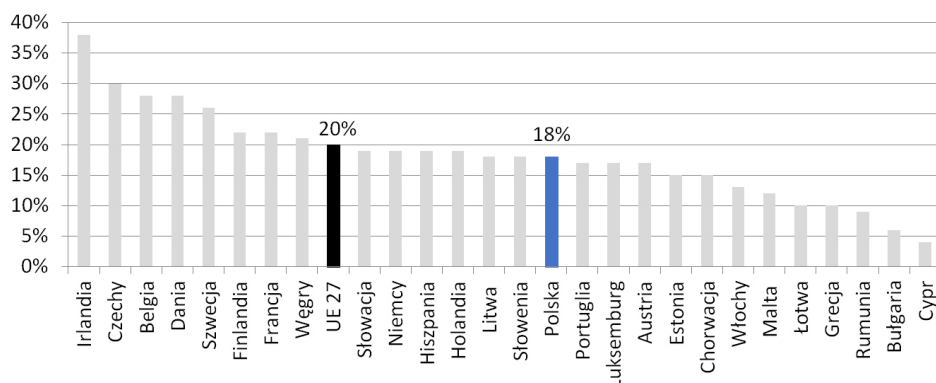
Rysunek 15.1. Udział sprzedaży e-commerce w całkowitej sprzedaży detalicznej w Polsce w latach 2015–2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Nowy Marketing, 2020; GUS, 2022b].



Rysunek 15.2. Liczba sklepów internetowych w Polsce w latach 2015–2021 [tys.]

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [D&B, 2021].



Rysunek 15.3. Udział wartości sprzedaży e-commerce w ogólnej sprzedaży w krajach Unii Europejskiej w 2021 roku [%]¹

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Eurostat, 2022].

¹ W badaniu użyto danych z przedsiębiorstw (wykluczając sektor finansowy), których całkowity obrót pochodził ze sprzedaży w handlu elektronicznym.

Według danych Eurostat Polska była 15 krajem Unii Europejskiej z największym udziałem wartości sprzedaży *e-commerce*. W 2021 roku jej wartość wyniosła 18% i była natakimsamypoziomiejakwSłoweniiLitwie(rysunek15.3).Średniawartość w 27 krajach Unii Europejskiej wyniosła 20%. Zauważalny był wzrost polskiej wartości sprzedaży handlu elektronicznego o 1 p.p. w porównaniu z rokiem poprzednim. W porównaniu z 2015 rokiem był to wzrost o aż 5 p.p. [Eurostat, 2022].

Polski rynek *e-commerce* nie był jeszcze dojrzały i gdyby nie pandemia to jego przemiany trwałyby zdecydowanie dłużej. Szacuje się, że wybuch pandemii przyspieszył zmiany zachowań konsumenckich dotyczących wyboru zakupów internetowych o 5 lat [Analiza rynku, 2022]. Przewiduje się, że przy tak rosnącej liczbie e-konsumentów oraz realizacji przez nich zakupów o coraz większych kosztach, całkowita wartość rynku *e-commerce* będzie wzrastać.

Opinie konsumentów dotyczące korzystania z handlu elektronicznego

W badaniu wystąpiła przewaga kobiet (82,2%). Wiek ankietowanych był umiarkowanie zróżnicowany z widoczną przewagą respondentów w wieku 18–25 nad pozostałymi przedziałami wiekowymi. W kategorii wykształcenia zauważalne były dwie najbardziej liczebne grupy. Wykształcenie średnie stanowiło ponad połowę wszystkich odpowiedzi ankietowanych, natomiast wykształcenie wyższe stanowiło 41,1%. Najwięcej ankietowanych biorących udział w badaniu pracowało i uczyło się.

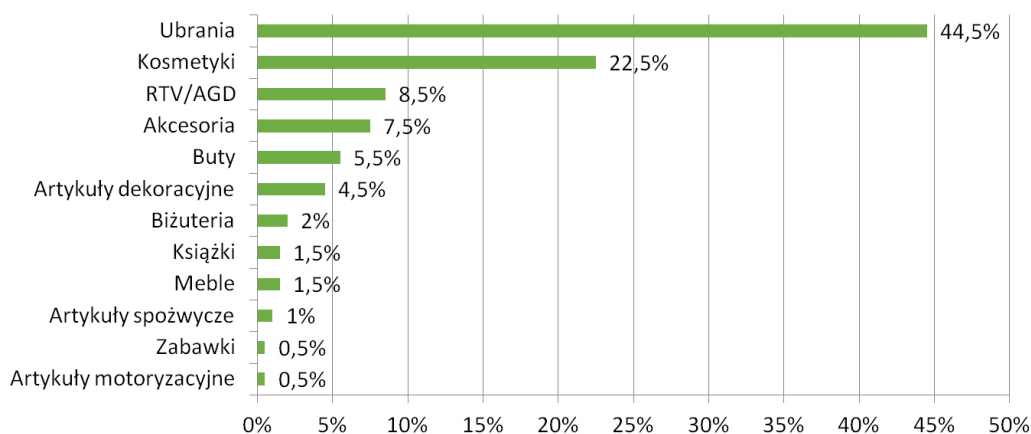
Około 61,5% ankietowanych zadeklarowało, że częściej korzystało z zakupów w sklepach online niż w sklepach stacjonarnych. Mężczyźni częściej wybierali stacjonarną formę zakupów, natomiast kobiety były skłonne do realizacji zakupów elektronicznych.

Ze względu na pandemię aż 73% ankietowanych potwierdziło zwiększoną częstotliwość zakupów online w porównaniu do okresu sprzed pandemii. Respondenci zapytani o częstotliwość korzystania z usług e-handlu najczęściej wskazywali odpowiedź „kilka razy w miesiącu” (46,5% odpowiedzi), drugą najczęściej wskazywaną odpowiedzią było „raz w miesiącu”, a trzecią „kilka razy w roku”. Z badania wynikało, że e-konsumenci nie są jeszcze na tyle przekonani, aby realizować swoje zakupy online do kilku razy w tygodniu (6% odpowiedzi), a nawet mogli ograniczyć takie zakupy do kilku razy w roku (13% odpowiedzi). Grupa kupujących do kilku razy w tygodniu składała się w 83% osób, które preferują zakupy online, natomiast w grupie wykonujących zakupy do kilku razy w roku było 61% konsumentów, którzy woleli zakupy w sklepach stacjonarnych.

Respondenci wykonujący zakupy przez Internet najczęściej wykorzystywali do tego telefon, laptop i tablet. W zdecydowanej mniejszości używano komputera stacjonarnego. Przewaga korzystania z urządzeń przenośnych wskazywała na rozwój *e-commerce*, czyli mobilnych zakupów elektronicznych.

Również z przeprowadzonego badania wynikało, iż czas trwania zakupów internetowych przeciętnie trwał od 1 do 2 godz., więc zakupy online można było uznać za szybką formę zakupu dóbr.

Wyniki ankiety potwierdzają, iż najczęściej kupowaną grupą produktów online była odzież (rysunek 15.4), następnie kosmetyki i artykuły RTV i AGD.



Rysunek 15.4. Najczęściej kupowany rodzaj produktu

Źródło: opracowanie własne: na podstawie przeprowadzonej ankiety.

Branża modowa w e-sklepach cechowała się dużym rozwojem i dopasowaniem do konsumenta. Coraz więcej produktów było umieszczanych w pierwszej kolejności na stronach online, przez co oferta była o wiele szersza niż w sklepach stacjonarnych, co mogło zachęcić respondentów do tak częstego wyboru tego produktu.

Uczestnicy badania zostali poproszeni o wybranie jednego, głównego czynnika spośród podanych (tabela 15.1), który zachęcił ich do korzystania z *e-commerce*. Respondenci najczęściej wybierali odpowiedź, iż łatwość i szybkość wykonywanych zakupów online było głównym motywem zachęcającym.

Uczestnicy badania zostali, również poproszeni o ocenę ważności czynników zachęcających od 1 do 5, gdzie 1 oznaczał czynnik mało zachęcający, a 5 bardzo zachęcający do realizacji zakupów online. Widoczna była tendencja wskazywania oceny punktowej 5, która oznaczała, iż podane czynniki są zdecydowanie

zachęcające (tabela 15.1). Najwyżej oceniana była możliwość robienia zakupów online w dowolnym miejscu i czasie, następnie łatwość i szybkość wykonywania zakupów oraz dostępność szerokiej gamy produktów.

Respondenci przystąpili również do oceny motywów zniechęcających do korzystania z usług online w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznaczało motyw mało zniechęcający, a 5 bardzo zniechęcający (tabela 15.2). Najczęściej wybraną oceną była ocena 3 oznaczająca stanowisko, w którym respondent uważał, iż podany czynnik był zniechęcający, ale nie w bardzo dużym i znacznym stopniu. Oznaczało to, iż ankietowani nie mieli stanowczego zdania o tym, iż podane czynniki znie-

Tabela 15.1. Ocena czynników zachęcających do korzystania z usług e-handlu [liczba odpowiedzi]

Wybrane czynniki	1	2	3	4	5
Łatwość i szybkość wykonywania zakupów	–	2	19	55	124
Szeroka gama produktów	–	3	17	57	123
Wybór produktów dostępnych tylko online	6	10	46	58	80
Robienie zakupów w dowolnym miejscu i czasie	–	5	17	45	133
Dostępność produktów 24 h/7 dni	2	5	18	45	130
Możliwość łatwego zwrotu produktu	7	7	34	49	103
Możliwość wyboru dogodnego sposobu dostawy	1	3	23	67	106
Możliwość wyboru dogodnej metody płatności	2	9	29	65	95
Promocje i dodatkowe rabaty online	4	4	21	54	117
Darmowa dostawa i zwrot	2	7	20	42	129
Brak konieczności stania w kolejkach	5	8	24	40	123

Źródło: opracowanie własne: na podstawie przeprowadzonej ankiety.

Tabela 15.2. Ocena czynników zniechęcających do korzystania z usług e-handlu [liczba odpowiedzi]

Wybrane czynniki	1	2	3	4	5
Podawanie danych wrażliwych online	20	24	56	48	54
Możliwość odebrania uszkodzonego lub wadliwego produktu	12	15	42	56	77
Długi okres oczekiwania na dostawę produktu	21	21	66	48	46
Dostarczenie produktu niezgodnego z oczekiwaniami	10	14	36	58	84
Wysoki koszt dostawy i zwrotu	12	22	38	50	80
Brak możliwości wybrania dogodnej opcji dostarczenia produktu	23	31	59	49	40
Brak możliwości wybrania dogodnej metody płatności	27	38	58	44	35

Źródło: opracowanie własne: na podstawie przeprowadzonej ankiety.

chęcające bardzo wpływają na korzystanie z usług e-handlu. Ponownie wykazano trzy najczęściej wybierane czynniki, a była to obawa przed dostarczeniem produktu niezgodnego z oczekiwaniami, możliwość odebrania uszkodzonego lub wadliwego produktu oraz ponoszenie wysokich kosztów dostawy i zwrotu.

Na podstawie przeprowadzonego badania, a także uzyskanej wiedzy z literatury oraz własnego doświadczenia możliwe było przeprowadzenie analizy SWOT z perspektywy konsumenta (tabela 15.3).

Zdecydowaną mocną stroną była możliwość wykonywania zakupów online w dowolnym miejscu i czasie. Sprawiało to, że konsument mógł je wykonać bez przemieszczania się z danego miejsca w wygodny dla niego sposób. Również wybór dogodnej dla nich formy dostawy i płatności sprawiał, że konsument mógł dopasować cały proces zakupowy pod swoje preferencje. Konsumentom częściej korzystali z zakupów *e-commerce* ze względu na dostępność szerszej gamy produktów online niż w sklepach stacjonarnych. Mocną stroną było, także uzyskiwanie dodatkowych rabatów wraz z posiadaniem konta lojalnościowego w danym e-sklepie, które przekonywały konsumentów do realizacji zakupów w formie online.

Tabela 15.3. Analiza SWOT z perspektywy konsumenta

Mocne strony (S)	Słabe strony (W)
• możliwość wykonywania zakupów o każdej porze i w każdym miejscu • dostępność preferowanych metod dostaw i płatności • większa ilość produktów dostępnych online niż stacjonarnie • dostęp do rabatów online	• brak natychmiastowego kontaktu z asystentem sprzedaży • brak możliwości dotknięcia i zobaczenia produktu w rzeczywistości przed zakupem • ponoszenie dodatkowych kosztów
Szanse (O)	Zagrożenia (T)
• bezpieczne wykonywanie zakupów podczas pandemii • możliwość porównania cen tych samych produktów w różnych e-sklepach	• podawanie danych wrażliwych • wątpliwe bezpieczeństwo zakupów

Źródło: opracowanie własne.

Handel internetowy dawał szansę konsumentom na szybkie porównanie wybranej kategorii produktu pod względem ceny, jak i jakości w różnych e-sklepach, bez konieczności przemieszczania się, co nie było możliwe do tej pory. Konsumentom, wraz z pojawieniem się pandemii w Polsce mogli zauważyć, iż e-handel był jedną z najbezpieczniejszych form zakupów najpotrzebniejszych dóbr. To sprawiło, że stali się bardziej otwarci na tę formę zakupów, a tym samym przyczynili się do tak szybkiego rozwoju *e-commerce*.

Wykazane zostały także słabe strony omawianej formy zakupów. Przede wszystkim konsumenci widzieli dużą barierę pod względem braku kontaktu z asystentem, który natychmiastowo doradziłby im w wątpliwych kwestiach. Dodatkowo brak możliwości zobaczenia produktu przed zakupem, czy też dotknięcia go lub przymierzenia, sprawiało, iż wiele konsumentów wciąż nie było przekonanych do zakupów online.

Ze strony e-konsumenta handel internetowy stwarzał zagrożenie pod względem bezpieczeństwa. Wiele przedsiębiorstw nie prowadziło właściwej polityki konsumenta, przez co tracono grono zainteresowanych kupnem oferowanych produktów. Konsumenci, wciąż obawiali się podawania swoich danych wrażliwych, ze względu na zwiększoną cyberprzestępczość. E-sklepy powinny, więc zapewniać jak najlepsze zabezpieczenia stron, ponieważ każdy konsument wymaga odpowiedniej ochrony w Internecie.

Podsumowanie i wnioski

Dla polskich przedsiębiorstw wprowadzenie handlu elektronicznego wiązało się z otwarciem na nowe, dotychczas mało znaną sprzedaż online. Przed polskim rynkiem stało, więc wiele możliwości, jak i ograniczeń rozwoju sektora *e-commerce*.

1. Kanał internetowy daje możliwość szybkiego obiegu informacji, a dzięki temu zbudowania lepszej więzi z konsumentem. Lepszy dostęp do Internetu przyczyniał się do wzrostu liczby internautów, w tym liczby e-konsumentów, którzy z roku na rok zwiększali swoje wydatki przy realizacji zakupów online. Skutkowało to wzrostem udziału e-handlu w sprzedaży detalicznej, co podnosiło atrakcyjność tego sektora w Polsce.
2. Wraz z ogólnym rozwojem handlu internetowego wykształciło się także *m-commerce*, które wiązało się z wykonywaniem zakupów online na urządzeniach mobilnych. To pozwoliło na zwiększenie częstotliwości zakupów online.
3. Wybuch pandemii był czynnikiem, który umożliwił przyśpieszenie rozwoju e-handlu. Wprowadzenie ograniczeń w handlu stacjonarnym zmusiło wielu konsumentów do skorzystania z usług internetowych, co sprawiło, że nawet po zakończeniu pandemii wciąż deklarowano częstszą realizację zakupów drogą online.
4. Konsument wraz z poznaniem nowej formy zakupów zmieniał dotychczasowe preferencje, co wymagało dostosowania się do nich przez przedsiębiorstwa. Szybki rozwój *e-commerce* i rosnąca konkurencja na rynku bardzo często

- sprawiły, iż przedsiębiorstwa chcąc w krótkim czasie wdrożyć działanie e-handlu, napotykały ograniczenia. Istotne stało się wprowadzanie odpowiednich zabezpieczeń, ponieważ ich słabość stanowiła główny powód braku zaufania e-konsumentów, zniechęcający ich do korzystania z handlu internetowego.
5. Ubrania stanowiły najczęściej kupowaną grupę produktową, dlatego sektor *e-commerce* w Polsce powinien dążyć do jak najlepszego wykorzystania potencjału branży odzieżowej.
 6. Polski rynek *e-commerce* szybko dostosowywał się do otoczenia, a także stawianych wymagań konsumentów, co wiązało się z ciągłym zwiększeniem świadomości o działaniu e-handlu, zbieraniem odpowiedniego doświadczenia i zdecydowanej chęci do dalszego rozwoju oraz umacniania swojej pozycji.

Bibliografia

- Bartczak, K. (2016). Bariery rozwojowe handlu elektronicznego. Wrocław: Wydawnictwo Exante.
- Chaffey, D. (2015). Digital business and *E-commerce* management: strategy, implementation and practice. Wielka Brytania: Wydawnictwo Pearson.
- D&B (2021). Liczba sklepów internetowych rośnie, ale także ich problemy, <https://www.dnb.com/pl-pl/wiedza/newsy-artykuly/liczba-sklepow-internetowych-w-polsce3> [dostęp: 04.03.2022].
- Eurostat (2022). Value of e-commerce sales, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ec_evaln2/default/table?lang=en [dostęp: 04.03.2022].
- Feldy, M. (2012). Sklepy internetowe: Jak złapać w sieci e-konsumentki i e-konsumentów. Płock: Wydawnictwo Jak.
- Grzybowska, K. (2011). Strategie Zakupowe. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- GUS (2022a). Dynamika sprzedaży detalicznej w styczniu 2022 r., <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/ceny-handel/handel/dynamika-sprzedaży-detalicznej-w-styczniu-2022-roku,14,86.html> [dostęp: 04.03.2022].
- GUS (2022b). Dynamika sprzedaży detalicznej w latach 2020–2021, <https://stat.gov.pl/wyszukiwarka/?query=tag:dynamika+sprzeda%C5%BCy+detalicznej> [dostęp: 04.03.2022].
- IAB Polska. (2020). E-commerce w czasach kryzysu. Warszawa: Grupa Robocza E-commerce w ramach IAB Polska.
- Nowy Marketing (2020). Dwukrotny wzrost udziału e-commerce w handlu detalicznym, <https://nowymarketing.pl/a/27077,dwukrotny-wzrost-udzialu-e-commerce-w-handlu-detalicznym> [dostęp: 04.03.2022].
- Szymański, G. (2013). Innowacje marketingowe w sektorze e-commerce. Łódź: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej.

Szanse i wyzwania handlu elektronicznego w sektorze owoców i warzyw

Wioleta Sobczak-Malitka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-3812-3877>

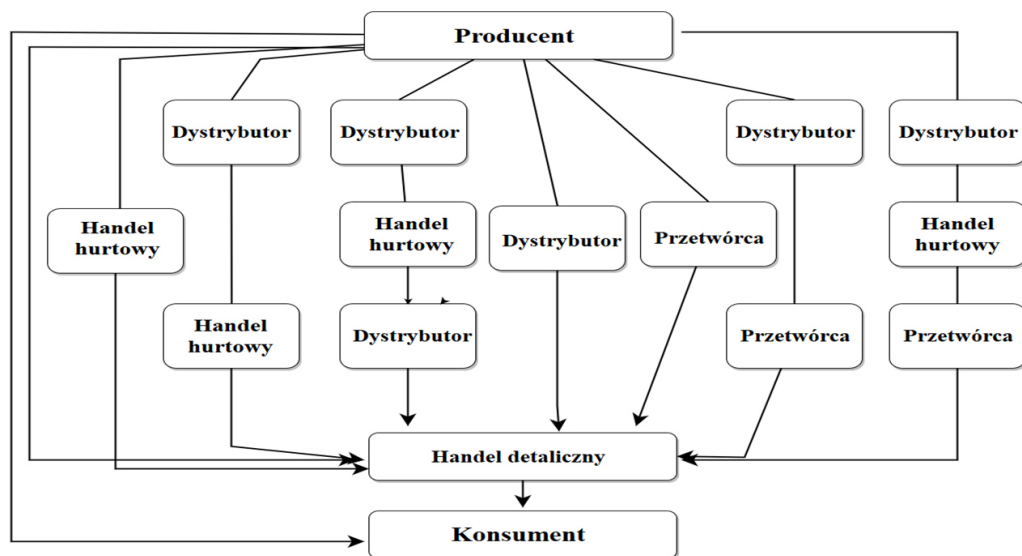
Wstęp

Kanały dystrybucji w sektorze owoców i warzyw

Rynek owoców i warzyw jest elementem rynku rolnego charakteryzującym się wysokim poziomem sezonowości, znacznym udziałem małych, niezorganizowanych podmiotów, szerokim asortymentem o wysokim poziomie zróżnicowania pod względem jakości i trwałości. Ponadto istotnym czynnikiem jest duża niejednorodność pod względem jakości i zasad przygotowania towaru do sprzedaży [Gołębiewski i Sobczak, 2017]. Należy zauważyć, iż właściwości owoców i warzyw wymuszają organizację zbytu tych produktów w taki sposób, aby umożliwić jak najszybsze ich dostarczenie od producenta do konsumenta celem zmniejszenia strat [Bao i in., 2012]. Ponadto ze względu na wyżej wskazaną specyfikę rynku owoców i warzyw handel elektroniczny tymi produktami jest znacznie utrudniony. Należy nadmienić, iż procesy łańcucha dostaw owoców i warzyw są w dużym stopniu złożone. Przeprowadzona przez Gołębiewskiego i Sobczak [2017] analiza rynku zbytu owoców i warzyw pozwoliła na zbudowanie schematu systemu dystrybucji owoców i warzyw do bezpośredniej konsumpcji (rysunek 16.1). Na podstawie obserwacji rynku wyodrębnionych zostało dziewięć głównych kanałów przepływu owoców i warzyw od producenta do hurtownika.

Gołębiewski i Sobczak [2017] podkreślają jednak, iż jest to uproszczona forma. Liczba pośredników (dystrybutorów) uczestniczących w sprzedaży owoców i warzyw w poszczególnych wariantach jest w dużym stopniu

zróżnicowana. Istotnym jest jednak to, iż w większości zidentyfikowanych kanałów dystrybucji znaczącą rolę odgrywają pośrednicy. Jak wynika z zaprezentowanego schematu, kanały dystrybucji owoców i warzyw zauważalnie różnią się między sobą zarówno długością, liczbą szczebli dystrybucji, jak i szerokością. Oprócz krótkich kanałów dystrybucji, w których liczba ogniw jest niewielka, tj. sprzedaż bezpośrednia, występują również kanały długie, w których liczba uczestników jest często bardzo duża. Liczba ogniw dystrybucji owoców i warzyw zmniejsza się w chwili, gdy producenci podejmują decyzję o współdziałaniu mającym na celu sprzedaż produkcji. Dystrybucja w sektorze owoców i warzyw charakteryzuje się zróżnicowaną liczbą uczestników, stąd też w tym przypadku mamy głównie do czynienia z szerokimi kanałami dystrybucji. Taka budowa kanałów dystrybucji ułatwia dostarczenie towaru do ostatecznego konsumenta, jednakże ze względu na specyficzne cechy owoców i warzyw przyczynia się do pogorszenia ich jakości. W konsekwencji doprowadza to do spadku zadowolenia konsumentów z nabywanych produktów. Istotne jest to, iż sposób dystrybucji owoców i warzyw charakteryzuje się znaczącą pozycją pośredników. Duża liczba pośredników na tym rynku prowadzi do asymetrii informacji, powodując, iż producenci często mają trudność z uzyskaniem informacji w czasie rzeczywistym.



*Dystrybutor – grupy i organizacje producentów, hurtownicy, agenci, brokerzy

Rysunek 16.1. System dystrybucji owoców i warzyw w Polsce

Źródło: [Gołębiewski i Sobczak, 2017].

E-handel na rynku owoców i warzyw świeżych

Należy zauważyć, iż bardzo istotnym aspektem handlu elektronicznego na rynku owoców i warzyw jest fakt, iż ze względu na ww. cechy tych produktów klienci nie mogą z góry określić ani łatwo zaufać jakości oferowanych produktów. Podczas zamawiania tych produktów nie ma fizycznego sprawdzenia ich jakości, co jest bardzo istotnym aspektem zwłaszcza w przypadku szybko psujących się produktów. Ogólna nieufność do produktów sprzedawanych przez e-sprzedawców stanowi ogromną barierę w zakupie online artykułów spożywczych, szczególnie owoców i warzyw, które zaliczają się do produktów łatwo się psujących. Ma to oczywiście swoje przełożenie na zainteresowanie przez konsumentów zakupami online tego typu produktów [Melton, 2017].

Funkcje rynku elektronicznego są prawie identyczne z funkcjami rynku fizycznego. Jednakże rynki elektroniczne, w tym rynki w sektorze rolnym, cechują się większą wydajnością dzięki dostarczaniu bardziej aktualnych informacji i różnych usług pomocniczych, takich jak szybkie i sprawne wykonywanie transakcji za pośrednictwem systemów komputerowych. W handlu elektronicznym sektora rolnego często używa się terminu „platforma cyfrowa”, który definiowany jest jako przedsiębiorstwa internetowe, które ułatwiają interakcje handlowe między co najmniej dwiema różnymi grupami — z których jedna to zazwyczaj dostawcy, a druga to konsumenci. Termin ten jest bardzo często używany zamiennie z terminem „rynek elektroniczny” [Ellawala i Sachitra, 2021]. Rozwój technologii cyfrowych i upowszechnianie się sieci komputerowych przekształciły procesy produkcyjne, dostęp do informacji, a także ich transfer i zastosowanie. Pojawienie się nowych technologii doprowadziło również do poważnych zmian w zakupach konsumenckich, procesach i relacjach rynkowych. W konsekwencji tego zainteresowanie miejscami zakupów zmienia się [Sturiale i Scuderi, 2017].

W ciągu ostatnich lat w handlu nastąpiły istotne przeobrażenia zarówno z perspektywy producentów, pośredników, jak i konsumenta. W konsekwencji powyższego, podmioty na wszystkich etapach łańcucha dystrybucji zmuszone są do sprostania nowym wyzwaniom, jakie niesie ze sobą cyfryzacja i ewolucja technologiczna, przyczyniająca się do hybrydyzacji punktów dystrybucji i sprzedaży, a także ciągłej ekspansji kanałów online w powstającym środowisku sprzedaży wielokanałowej i rozwój omnichannelowego podejścia do sprzedaży detalicznej [Beck i Rygl, 2015; Herhausen i in. 2015; Sabbadin, i Sabbadin, 2017, Cardinali, 2018; Bellini i Aiolfi 2019; Bellini i in., 2021], w konsekwencji czego biznes e-commerce szybko się rozwija [Patel i in. 2017]. Należy więc zauważyć, iż handel elektroniczny zmienił sposób prowadzenia biznesu, wykorzystując Internet do tworzenia i przekształcania relacji biznesowych [Choong i in., 2021].

Rozwój handlu elektronicznego wkroczył również na rynek rolny, w tym rynek owoców i warzyw, kształtując tzw. e-Agrobiznes. Agrobiznes elektroniczny (e-Agrobiznes) określany jako zastosowanie handlu elektronicznego w agrobiznesie, charakteryzującego podmioty prowadzące agrobiznes online przez Internet. E-Agrobiznes działa w zakresie transakcji biznesowych, w których strony współdziałają w świecie elektronicznym i w większości bez żadnej fizycznej wymiany lub bezpośredniego fizycznego kontaktu [Gupta i Sharma, 2018]. Mając na uwadze powyższe oraz sposób dystrybucji produktów rolnych bardzo często w handlu elektronicznym owocami i warzywami stosujemy określenie e-rynek, czyli przestrzeń elektroniczna, w której spotykają się sprzedawcy i kupujący, w celu przeprowadzenia różnego rodzaju transakcji. *E-commerce* w rolnictwie jest więc rodzajem modelu handlu, w którym kupno i sprzedaż produktów i usług rolniczych realizowana jest z wykorzystaniem systemów komputerowych [Xiaoping, 2009; Ellawala i Sachitra, 2021]. Należy zauważyć, iż *e-commerce* produktami rolnymi stopniowo rozwija się, aby w przyszłości stać się istotnym elementem dystrybucji towarów w tej gałęzi gospodarki, a tym samym odgrywać znaczną rolę w tych działaniach poprzez poszerzanie możliwości rynkowych [Huo i Mu, 2017, Lestari 2019]. Szacuje się, że działalność *e-commerce* będzie kluczowym wskaźnikiem rozwoju rolnictwa w następnej dekadzie. Przyczyni się ona do otwarcia na nowe rynki, a tym samym stworzy możliwości zwiększenia produkcji [Liu i in., 2013; Alarcón i Sánchez, 2016; Hosseini i in., 2019]. *E-commerce* w rolnictwie może pomóc w pokonywaniu znaczących wyzwań i nieefektywności w rolniczym łańcuchu dostaw, zwłaszcza w krajach rozwijających się. Platformy online mogą umożliwić rolnikom ominięcie pośredników i sprzedawać produkty bezpośrednio np. do przetwórci, detalistów, konsumentów czy innych grup odbiorców, co przyczyni się do wzrostu efektywności łańcucha dostaw i generowanie korzystniejszych transakcji dla producenta [Xiaoping 2009; Ellawala i Sachitra, 2021]. Przyczym, jak zauważyli Xie i Xiao [2020], pomimo zastosowania *e-commerce* w handlu produktami rolnymi nadal pojawia się wspomniany już problem asymetrii informacji. Stąd też sugerują, iż w najbliższych latach powinien nastąpić rozwój systemów wspomagania decyzji *e-commerce* dla produktów rolnych. Należy przy tym zauważyć, iż *e-commerce* z punktu widzenia konsumentów daje im możliwość nabywania świeżych owoców i warzyw w krótkim czasie, w dogodnym miejscu i momencie, a jednocześnie zapewnia szeroki asortyment [Sun, 2021]. *E-commerce* w rolnictwie daje możliwość bezpośredniego kontaktu rolnika z konsumentem, skracając czas dokonywania transakcji, co jest szczególnie istotne w przypadku owoców i warzyw łatwo psujących się. Ponadto wyeliminowanie

pośredników obniża koszty dystrybucji, co przekłada się na wyższe przychody rolników oraz niższe ceny dla konsumentów [Jacob i Udupa, 2021]. Skuteczne i wydajne zarządzanie łańcuchem dostaw w handlu elektronicznym ma pozytywny wpływ na efektywność w przypadku towarów łatwo psujących się tj. owoców i warzyw [Srivastava i in., 2018]. Należy wskazać, że pomimo intensywnego rozwoju handlu elektronicznego, to w jaki sposób *e-commerce* jest zintegrowany z całym cyklem biznesowym i jego wpływ na ogólne wyniki biznesowe w sektorze owoców i warzyw jest wciąż niezbadanym obszarem.

Pomimo iż *e-commerce* w handlu detalicznym owocami i warzywami charakteryzuje się dynamicznym rozwojem na rynku polskim, wciąż niewiele jest platform do obrotu tymi towarami na skalę hurtową. Rozwój handlu internetowego na poziomie producenta mógłby przyczynić się do skrócenia kanału dystrybucji, zwiększenia znaczenia krótkich kanałów dostaw tj. producent–konsument, producent–detalista–konsument, co z kolei przełoży się na niższe ceny dla konsumentów i wyższe przychody dla producentów.

Cel i metodyka badań

Celem przeprowadzonych badań była ocena zainteresowania handlem elektronicznym wśród producentów owoców i warzyw. Ponadto w niniejszym badaniu diagnozę handlu elektronicznego owocami i warzywami (ze szczególnym uwzględnieniem poziomu producenta) w celu zidentyfikowania mocnych i słabych stron oraz szans i zagrożeń, z jakimi boryka się handel elektroniczny. Diagnoza ta została przygotowana na podstawie obserwacji rynku oraz studiów literaturowych. W celu oceny zainteresowania handlem elektronicznym (na poziomie detalicznym i hurtowym) wśród producentów owoców i warzyw przeprowadzono badania ankietowe oraz wywiady bezpośrednie. Badaniem objęto grupę 200 producentów owoców i warzyw. Badania przeprowadzone były w okresie czerwiec 2021–maj 2022.

Wyniki badań

Przeprowadzona na podstawie obserwacji diagnoza diagnozę handlu elektronicznego w sektorze owoców i warzyw wykazała, iż pomimo rozwoju e-handlu w przypadku dystrybucji owoców i warzyw *e-commerce* stawia nadal wiele wyzwań.

Jak wskazała ww. analiza, do mocnych stron handlu elektronicznego (ze szczególnym uwzględnieniem poziomu producenta) należą m.in. skrócenie łańcucha

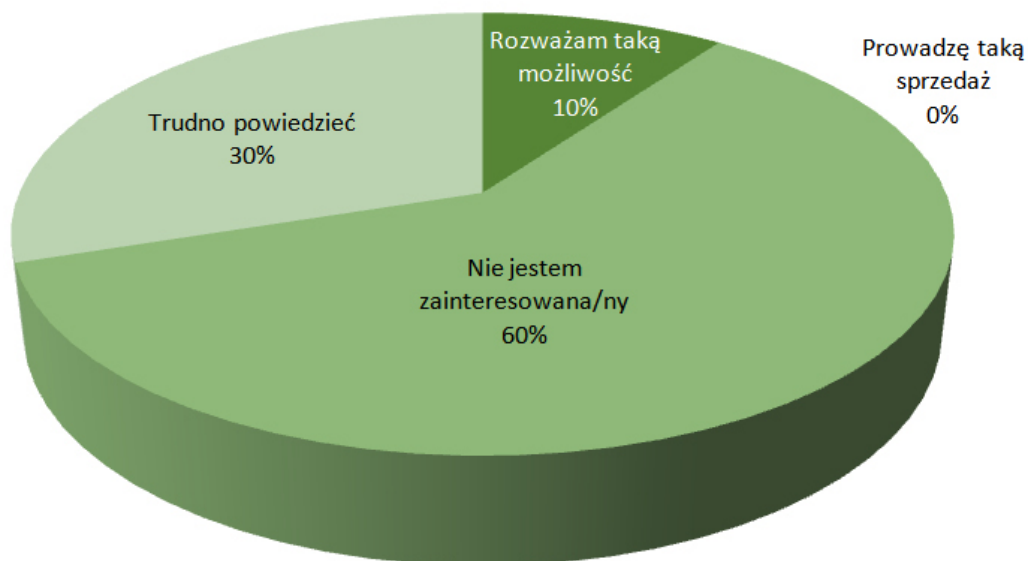
dystrybucji, co wpłynie na skrócenie czasu dostawy produktu, a co za tym idzie, może przyczynić się do lepszej jakości produktów dostarczanych do konsumenta (szczególnie w przypadku owoców i warzyw szybko psujących się). Poza tym, skrócenie łańcucha dostaw może przyczynić się zwiększenia przychodów producentów i obniżenia cen dla konsumenta poprzez wyeliminowanie narzutów marży stosowanych przez licznych pośredników. Handel elektroniczny poprzez wyeliminowanie licznych pośredników na kolejnych szczeblach dystrybucji przyczynia się do usprawniania przepływu informacji na drodze producent-konsument, eliminując tym samym asymetrię informacji w tym zakresie. E-handel w sektorze owoców i warzyw przyczynia się również do zmniejszenia barier lokalizacyjnych, co umożliwi otwarcie się na nowe rynki zarówno w handlu detalicznym, jak również hurtowym. Usunięcie tych barier znacznie poprawia działania związane z eksportem owoców i warzyw. Z punktu widzenia konsumenta/hurtownika handel elektroniczny daje możliwość nabycia produktów w krótkim czasie z możliwością łatwego porównania cen poszczególnych artykułów (przy założeniu rozwoju hurtowego handlu elektronicznego na znaczną skalę).

Analizie poddano również słabe strony e-handlu owocami i warzywami. Jeśli nie zostaną one całkowicie wyeliminowane bądź znacząco zniwelowane, ich oddziaływanie będzie hamować działalność i rozwój tej formy handlu. Wśród wspomnianych słabości zidentyfikowano: brak możliwości oceny jakości nabywanych owoców i warzyw, niewielka liczba platform internetowych umożliwiających handel owocami i warzywami w skali hurtowej, brak doświadczenia w internetowym handlu hurtowym owocami i warzywami, wahania podaży wywołane zmiennym poziomem produkcji, które mogą utrudniać zapewnienie ciągłości dostaw. Ponadto istotna wydaje się rozdrobniona produkcja owoców i warzyw, która uniemożliwia w handlu hurtowym przygotowanie ofert dla dużych odbiorców tj. importerów, odbiorców wielkotonażowych. Należy przy tym zauważyć, iż elektroniczny handel hurtowy może generować wyższe koszty transportu owoców i warzyw, co jest wynikiem wyeliminowania pośredników, którzy przejmowali na siebie część tego zadania. Wśród słabych stron e-commerce w sektorze owoców i warzyw należy również wskazać brak wystarczającej infrastruktury, duże zróżnicowanie jakościowe produktów, niewystarczający krajowy system notowań cen owoców i warzyw umożliwiający oszacowanie cen ofertowych, a także brak podmiotów świadczących usługi wspierające e-handel w sektorze owoców i warzyw w skali hurtowej.

Mając na uwadze mocne strony handlu elektronicznego owocami i warzywami, analizie poddano również uwarunkowania, które mogą wpływać pozytywnie na rozwój e-commerce w analizowanym sektorze. Jako szanse zidentyfi-

kowano: rozwój e-handlu w gospodarce, rosnące zainteresowanie nabywaniem produktów w Internecie, rosnąca liczba platform oferujących usługi handlu internetowego owocami i warzywami. Pomimo licznych mocnych stron e-commerce w tym sektorze oraz szans na jego rozwój, zidentyfikowano również czynniki, które mogą zahamować ten proces. Jako główne z nich należy wskazać: sezonowość handlu, (która może przyczynić się do niechęci do prowadzenia działalności platform służących do obrotu tymi towarami), niechęć i niepewność do nabywania owoców i warzyw (szczególnie ilości hurtowych) bez możliwości bezpośredniej oceny ich jakości w czasie rzeczywistym, a także brak zainteresowania ze strony producentów i hurtowników prowadzeniem handlu za pomocą kanałów internetowych.

Przeprowadzone badania ankietowe i wywiady bezpośrednie wskazały, iż wśród badanej grupy ponad 60% respondentów nie wykazała zainteresowania zbywania swoich produktów w ilościach hurtowych przy zastosowaniu *e-commerce* (rysunek 16.2). Tylko niespełna 10% rozważa taką możliwość. Należy nadmienić, iż byli to producenci do 35. roku życia, prowadzący wyspecjalizowaną produkcję (maks. 2 gatunki warzyw). Spośród wszystkich ankietowanych 48% prowadziło sprzedaż za pośrednictwem rynku hurtowego oraz punktu skupu, 31% za pośrednictwem grupy producentów, 11% wskazało, iż prowadzi sprzedaż

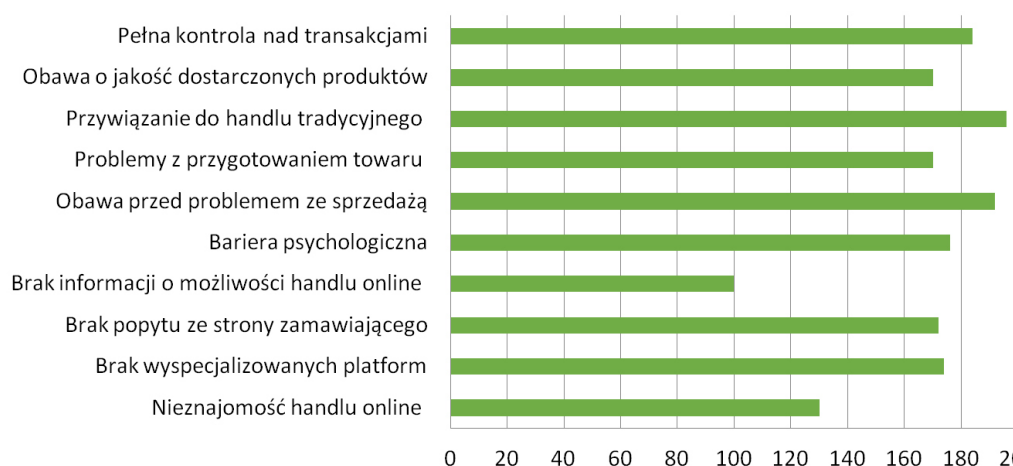


Rysunek 16.2. Zainteresowanie producentów owoców i warzyw zbywaniem produktów w handlu internetowym

Źródło: badania własne.

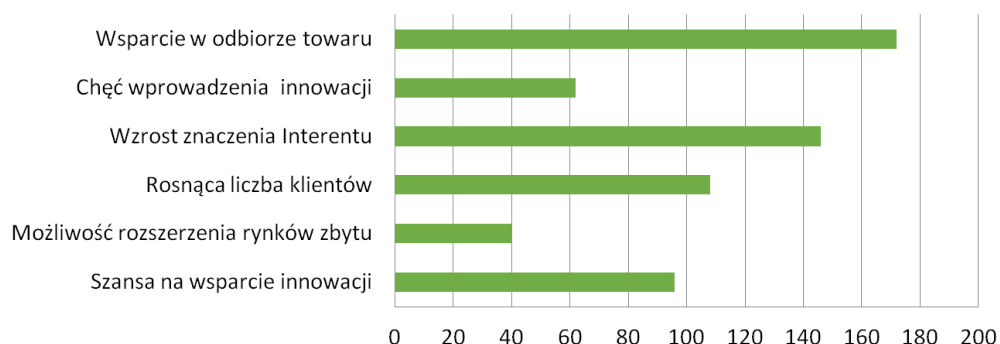
bezpośrednią oraz oddaje produkty do punktu skupu, a 10% ankietowanych stosuje wiele kanałów dystrybucji, które są zróżnicowane w poszczególnych latach, wybór zaś uzależniony jest od sytuacji rynkowej.

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietowych i wywiadów bezpośrednich, jako główne bariery dla *e-commerce* w sektorze owoców i warzyw (na poziomie producenta) zidentyfikowano: przywiązanie do handlu tradycyjnego, obawa o sprzedaż produktów, obawa przed pełną kontrolą transakcji, bariery psychologiczne, brak wyspecjalizowanych platform, obawa o jakość dostarczonych produktów oraz obawa o niski popyt na produkty (rysunek 16.3).



Rysunek 16.3. Główne bariery dla *e-commerce* w sektorze owoców i warzyw w opinii producentów.

Źródło: badania własne.



Rysunek 16.4. Potencjalne czynniki wpływające na wzrost zainteresowania e-handlem wśród producentów owoców i warzyw.

Źródło: badania własne.

Przeprowadzone analizy pozwoliły zidentyfikować potencjalne czynniki mające wpływ na rozwój *e-commerce* na badanym rynku (rysunek 16.4). Respondenci wskazali, iż w ich opinii szansą na zwiększenie zainteresowania tym kanałem dystrybucji może być pojawienie się wsparcia w odbiorze towarów. Ponadto producenci podkreśli, że rozwój tej formy dystrybucji owoców i warzyw może w przyszłości zostać wymuszony poprzez rozwój Internetu, a co za tym idzie, rosnącą liczbę potencjalnych klientów. Wśród potencjalnych determinantów rozwoju e-handlu respondenci wskazywali również szansę na pozyskanie wsparcia na innowację w przypadku zastosowania tej ścieżki dystrybucji w swoim gospodarstwie.

Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, iż pomimo rozwoju handlu elektronicznego w przypadku rynku owoców i warzyw, szczególnie na poziomie producenta, istnieje wiele barier, które spowalniają jego rozwój. Do tych najczęściej wskazywanych przez producentów należy wskazać: przywiązanie do handlu tradycyjnego, obawa o sprzedaż produktów, obawa przed pełną kontrolą transakcji, bariery psychologiczne, brak wyspecjalizowanych platform, obawa o jakość dostarczonych produktów oraz obawa o niski popyt na produkty. Jednakże zmiana struktury wiekowej właścicieli oraz wzrost świadomości, iż rola e-handlu zyskuje na sile oraz może w przyszłości przyczynić się do rozwoju *e-commerce* w dystrybucji owoców i warzyw na poziomie producenta.

Przeprowadzona analiza wskazała, iż pomimo rozwoju e-handlu, w przypadku dystrybucji owoców i warzyw *e-commerce* stawia nadal wiele wyzwań. Do mocnych stron handlu elektronicznego (ze szczególnym uwzględnieniem poziomu producenta) należą m.in. skrócenie łańcucha dystrybucji, co wpłynie na skrócenie czasu dostawy produktu, zwiększenie przychodów producentów i obniżenie cen dla konsumenta. Wśród jego słabych stron zidentyfikowano m.in.: brak możliwości oceny jakości nabywanych owoców i warzyw, niewielką liczbę platform internetowych umożliwiających handel owocami i warzywami w skali hurtowej oraz brak doświadczenia internetowym handlu hurtowy owocami i warzywami. Jako szanse zidentyfikowano: rozwój e-handlu w gospodarce, rosnące zainteresowanie nabywaniem produktów w Internecie, rosnącą liczbę platform oferujących usługi handlu internetowego owocami i warzywami. Do czynników, które w głównej mierze mogą spowalniać rozwój handlu internetowego w tym sektorze, zaliczono: sezonowość handlu oraz niechęć i niepewność do nabywania owoców i warzyw. Mając na uwadze rosnące zainteresowanie wdrażaniem w sektorze rolnym koncepcji krótkich łańcuchów dostaw, e-handel w sektorze

owoców i warzyw jest rozwiązaniem posiadający potencjał rozwoju w najbliższej przyszłości. Należy przy tym nadmienić, iż obecnie oferta platform pozwalających producentom na sprzedaż produktów za pośrednictwem Internetu jest marginalna, brak takowych rozwiązań zaś jest istotną barierą w zakresie handlu elektronicznego w tym sektorze.

Bibliografia

- Alarcón, S. i Sánchez, M. (2016). Is There a Virtuous Circle Relationship Between Innovation Activities and Exports? A Comparison of Food and Agricultural Firms. *Food Policy* 61(C), 70–79, <https://www.doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.02.004>
- Bao L., Huang Y., Zengju M., Zhang J. i Qingchu L. (2012). On the Supply Chain Management Supported by E-Commerce Service Platform for Agreement based Circulation of Fruits and Vegetables. *Physics Procedia* 33, 1957–1963, <https://www.doi.org/10.1016/j.phpro.2012.05.308>
- Beck, N. i Rygl, D. (2015). Categorization of multiple channel retailing in Multi-, Cross-, and Omni-Channel Retailing for retailers and retailing. *Journal of Retailing and Consumer Services* 27, 170–178, <https://www.doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.08.001>
- Bellini, S. i Aiolfi, S. (2019). Impulse buying behavior: the mobile revolution. *International Journal of Retail i Distribution Management* 40(1), 1–17, <https://www.doi.org/10.1108/IJRD-12-2018-0280>
- Bellini, S., Aiolfi, S. i Cardinali, M.G. (2021). How to Promote Healthier Shopping Behaviour: Which Are the Most Effective Retail Marketing' Levers in E-Commerce Grocery. *International Journal of Business and Management* 16(3), 101–116, <https://www.doi.org/10.5539/ijbm.v16n3p101>
- Cardinali, M. G. (2018). *Retail ibrido*. Mediolan: EGEA.
- Choong, K.Y., Raof, R.A.A., Sudin, S. i Ong, R.J. (2021). Time Series Analysis for Vegetable Price Forecasting in ECommerce Platform: A Review. *Journal of Physics: Conference Series* 1878, 1–11, <https://www.doi.org/10.1088/1742-6596/1878/1/012071>
- Ellawala, N.H. i Sachitra, K.M.V. (2021). E-Marketplace in the Agricultural Sector in Sri Lanka: Challenges in Adoption. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics i Sociology* 39(6), 44–58, <https://www.doi.org/10.9734/AJAEES/2021/v39i630592>
- Gołębiewski, J. i Sobczak, W. (2017). *Rynki hurtowe owoców i warzyw*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Gupta, R. i Sharma, P. K. (2018). Scope of E-Commerce in Agri-Business in India: An Overview. *International Journal of Advanced Scientific Research and Management, Special Issue I*, 99–104.
- Herhausen, D., Binder, J., Schoegel, M. i Herrmann, A. (2015). Integrating bricks with clicks: retailer-level and channel-level outcomes of online–offline channel integration. *Journal of Retailing* 91(2), 309–325, <https://www.doi.org/10.1016/j.jretai.2014.12.009>

- Hosseini, F., Sadighi, H., Mortazavi, S. A., i Farhadian, H. (2019). An E-Commerce SWOT Analysis for Export of Agricultural Commodities in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 21(7), 1641–1656.
- Huo Y. i Mu H., (2017). Research on the Development of E-commerce Model of Agricultural Products. *MATEC Web of Conferences* 100, 1–6, [https://www.doi.org/ 10.1051/matec-conf/710002040](https://www.doi.org/10.1051/matec-conf/710002040)
- Jacob P.M. i Udupa A.R. (2021). Online marketing of perishable goods: trends during COVID-19: a review. *Journal of Science, Technology and Management* 14(01), 24–29.
- Lestari, D. (2019). Measuring e-commerce adoption behaviour among gen-Z in Jakarta. Indonesia. *Economic Analysis and Policy* 64,103–115, <https://www.doi.org/10.1016/j.eap.2019.08.004>
- Liu, H., Wang, Y. i Xie, K. (2013). Agricultural E -Commerce Sites Evaluation Research. *International Journal of Business and Social Science Research* 4(17), 138–143.
- Patel, K.P., Parmar, D.K. i Parmar, R.S. (2017). Digital enabled vegetable selling. *Gujarat Journal of Extension Education* 28(2), 313–317.
- Srivastava, A.N., Jain, A.K. (2018). Impact of supply chain management on the digital marketing of perishable goods (fruits and vegetables). *Journal of Global Economy* 14(4), 51–61, [https://www.doi.org/ 10.1956/jge.v14i4.497](https://www.doi.org/10.1956/jge.v14i4.497)
- Sturiale, L. i Scuderi, A., (2017). The marketplaces and the integration between physic and virtual in the business models of fruit and vegetables e-commerce. *HAICTA Computer Science Business*, 79–90.
- Sun X., 2021. (2021). Impact of Consumer Satisfaction on Fresh E-commerce Repeat Purchase Behavior. *E3S Web of Conferences* 257, 02074 AESEE 2021. <https://www.doi.org/10.1051/e3sconf/202125702074>
- Xiaoping, Z., Chunxia, W., Dong, T. i Xiaoshuan, Z. (2009). B2B E-marketplace adoption in agriculture. *Journal of Software* 4(3), 232–239.
- Xie C. i Xiao X., (2020). Research on Decision Support System of E-Commerce Agricultural Products Based on Blockchain. 2020 International Conference on E-Commerce and Internet Technology (ECIT), <https://www.doi.org/10.1109/ECIT50008.2020.00013>

Zmiany na rynku pracy w sektorze transportu i magazynowania w Polsce

Luiza Ochnio¹, Grzegorz Koszela²

¹Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0001-8875-7945>

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Ekonomii i Finansów,
<https://orcid.org/0000-0003-4175-4450>

Wprowadzenie

Sektor transport i gospodarka magazynowa to jeden z najważniejszych sektorów polskiej gospodarki. Bezpośredni udział tego sektora w polskim PKB według danych Głównego Urzędu Statystycznego wynosi od lat około 6%, ale jego znaczenie dla gospodarki jest znacząco wyższe [Wawrzyszuk i in., 2019]. Handel i przemysł nie mogłyby funkcjonować bez dobrze zorganizowanej logistyki, a sam transport jest jedną z ważniejszych pozycji kosztowych dla innych branż, wytwarzających 50% polskiego PKB. Dlatego istotne jest właściwe zatrudnienie i dobór pracowników, aby płynnie prowadzić działalność w tym zakresie. Firmy transportowe [Transport i Logistyka Polska, 2021] oceniły, że zatrudnienie właściwych pracowników jest największym wyzwaniem na rynku. Wagę tego wyzwania oceniono na 8,1 pkt na skali od 1 do 10, gdzie 10 oznacza największą intensywność problemu. Z powodu dużego popytu na pracę i coraz mniejszej podaży pracowników w Polsce rośnie odsetek przedsiębiorstw, dla których brak dostępu do wykwalifikowanej kadry stanowi pewną barierę rozwojową, której nie niweluje nawet zwiększona wydajność pracy. Zapotrzebowanie na pracowników w sektorze transportu i gospodarki magazynowej jest duże, gdyż sektor ten dynamicznie się rozwija [Kloc, 2019].

Cele i metody badawcze

Celem głównym pracy była ocena stanu zatrudnienia w okresie przed, w trakcie i po pandemii oraz zmian na rynku pracy w sektorze transportu i gospodarki magazynowej.

Cele szczegółowe to:

- obliczenie zmian procentowych pracujących w sektorze transportu i gospodarki magazynowej na tle innych sektorów gospodarki w Polsce,
- ocena zmian ilości przyjęć do pracy oraz wolnych miejsc pracy w sektorze transportu i gospodarki magazynowej,
- ocena zmian liczby nowoutworzonych miejsc pracy oraz zlikwidowanych miejsc pracy na przestrzeni lat 2015–2021,
- przyjęcia do pracy i zatrudnienie w latach 2015–2021 – umiejscowienie sektora TSL (transportu, spedycji i logistyki) na tle innych sektorów gospodarki polskiej,
- określenie poziomu wynagrodzeń osób zatrudnionych w sektorze transportu i gospodarki magazynowej.

W rozdziale sformułowano następujące pytania badawcze:

1. Jak zmieniało się zatrudnienie w sektorze transportu i gospodarki magazynowej na tle innych sektorów w ciągu kilku ostatnich lat?
2. Czy przeważały liczbowo nowoutworzone miejsca pracy nad zlikwidowanymi w sektorze transportu i gospodarki magazynowej w latach przed i po pandemii?
3. Czy zatrudnienie w sektorze TSL było stabilniejsze niż w innych sektorach gospodarki w ostatnich latach?
4. Czy warunki płacowe w tym sektorze odpowiadają poszukiwanym kompetencjom?

Luką badawczą, na którą odpowiadają rozważania zawarte w opracowaniu, jest kompleksowe i przyszłościowe spojrzenie na kandydata do pracy w tym sektorze. Ważne jest uchwycenie kierunku rozwoju rynku pracy, czy się on rozszerza, czy brakuje kandydatów i z jakiego powodu, czy są oni usatysfakcjonowani z warunków zatrudnienia. To również pozwoli na zrewidowanie bieżącego spojrzenia na sylwetkę absolwenta studiów na kierunku logistyka, który posiadałby szeroki wachlarz poszukiwanych kompetencji.

Sformułowano następujące hipotezy badawcze:

1. Rynek pracy w sektorze transportu i gospodarki magazynowej dynamicznie się zmienia,
2. Zmiany rynku pracy w ww. sektorze bardziej wymuszane są przez otoczenie gospodarcze i rozwój nowoczesnych technik niż przez szoki gospodarcze.

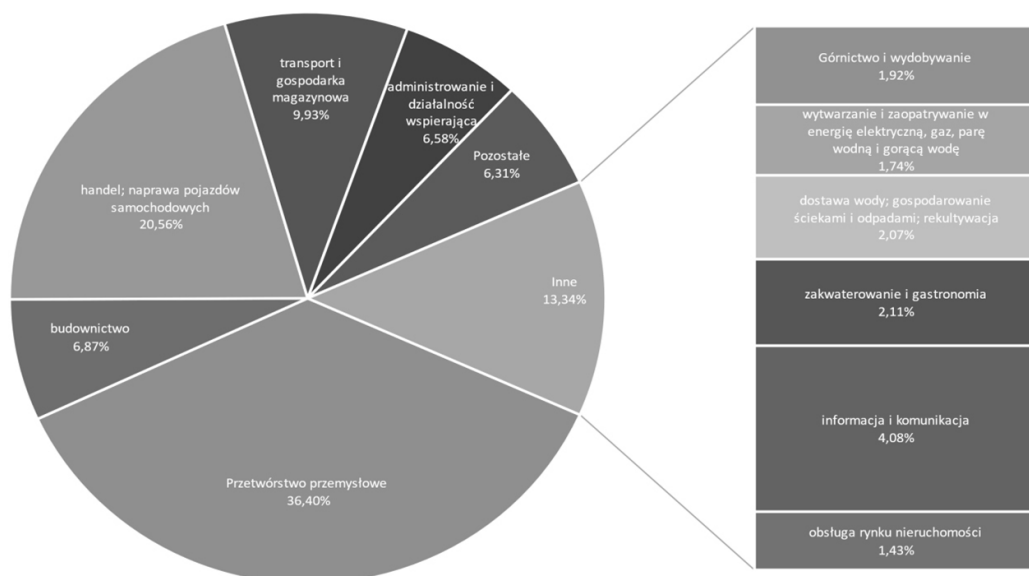
W badaniach wykorzystano następujące metody badawcze: metodę opisową, tabelaryczną, graficzną i porównawczą. Struktura rozdziału jest następująca: część 1 stanowi wprowadzenie do tematu. Przedstawiono znaczenie logistyki oraz wpływ pandemii na zatrudnienie poprzez zmiany liczby osób pracujących. Ta sekcja zawiera również uzasadnienie i cele rozdziału. W części 2

przeprowadzono analizę wolnych miejsc i przyjęć do pracy w latach 2015–2021. Kolejna część opisuje warunki zmieniającego się zapotrzebowania na najbardziej pożądane kompetencje kandydatów do pracy. W części czwartej skupiono się na porównaniu przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto w sektorze transportu i gospodarki magazynowej w latach 2015–2022, natomiast rozdział kończą podsumowanie i wnioski.

Wyniki badań

Zatrudnienie w sektorze transportu i gospodarki magazynowej na tle pozostałych sektorów gospodarki w Polsce

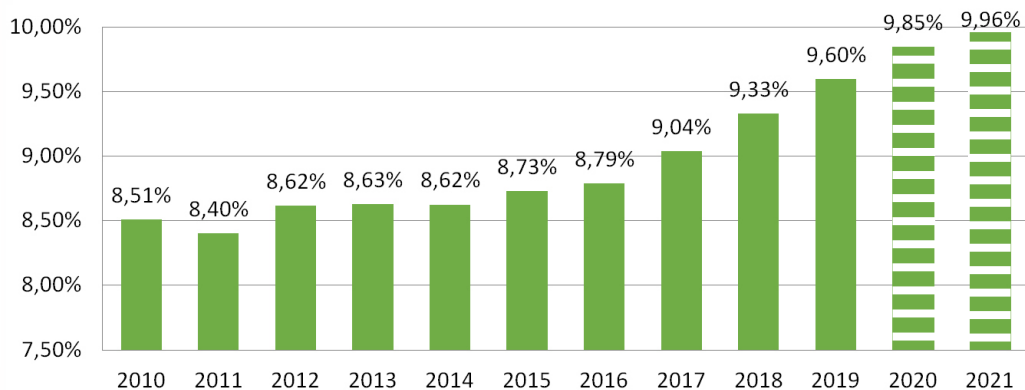
Porównując wszystkie sektory gospodarki w Polsce w ostatnich latach, największy udział pracujących był w sektorze przetwórstwa przemysłowego (według GUS za 2021 rok pracujący w tym sektorze stanowili 36,4% pracujących ogółem), następną dużą grupą byli pracujący w handlu i naprawie pojazdów samochodowych (20,56%), a trzecia według wielkości grupa pracowała na rzecz transportu i gospodarki magazynowej (9,93%). Pełne zestawienie przedstawiono na rysunku 17.1.



Rysunek 17.1. Pracujący wg sektora przedsiębiorstw w Polsce w 2021 roku

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS, b.d.].

Dodatkowo z roku na rok zwiększa się procentowy udział sektora w zatrudnieniu ogółem. Od 2010 roku systematycznie następował wzrost, który spowodował, że w sumie przez 11 lat udział ten zwiększył się o 1,45% (rysunek 17.2 porównanie danych z grudnia do grudnia następnego roku). W ostatnich latach rynek pracy zmienił się, a kluczową zmianą, która determinuje ogół przeobrażeń rynków pracy i funkcji personalnej, jest jej klient jako nowy paradygmat roli człowieka w organizacji jako kluczowego kapitału rozwoju i sukcesu biznesowego [Kawka, 2018], stopniowo zmieniają się oczekiwania kandydatów i dlatego poszukiwania nowych pracowników i treść ofert pracy również zmieniły swój charakter.

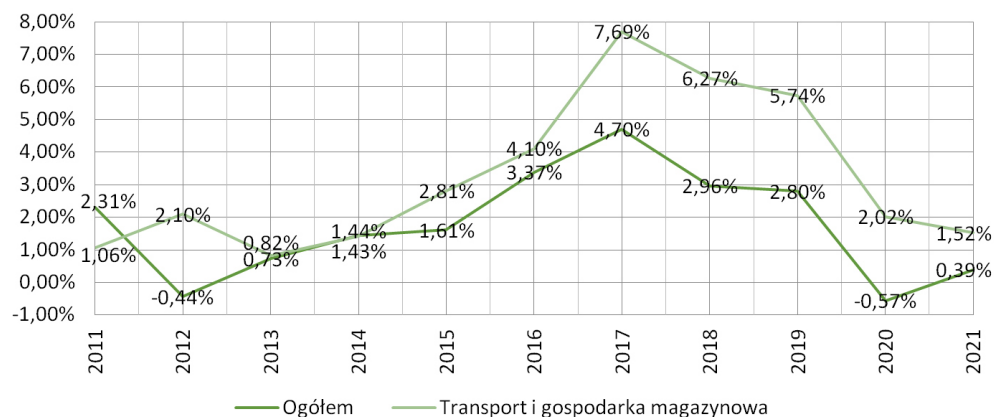


Rysunek 17.2. Udział sektora transportu i gospodarki magazynowej w zatrudnieniu ogółem w latach 2010–2021 (porównanie danych z grudnia w kolejnych latach)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS, b.d.].

Jednocześnie dynamika przyrostu liczby osób pracujących w sektorze transportu i gospodarki magazynowej na tle wszystkich branż jest wyraźnie wyższa, co szczególnie było nasilone w latach 2017–2019, gdzie roczne przyrosty procentowe osób pracujących w tym sektorze były średnio o 3% wyższe od pracujących we wszystkich sektorach ogółem (rysunek 17.3).

Pandemia nieco zmieniła tę tendencję i we wszystkich branżach był spadek liczby osób pracujących, gdzie obserwuje się ujemny przyrost liczby osób pracujących, a w sektorze transportu i gospodarki magazynowej przyrost wciąż był on dodatni (ponad 2%). Po 2020 roku przyrosty stopniowo się zwiększają. Spadek liczby pracujących osób w 2020 roku był obserwowany przez wielu autorów, np. Radlińska [2020] opisywała zmniejszenie liczby pracujących na polskim rynku pracy, jako negatywny skutek pandemii COVID-19, co było rekompensowane

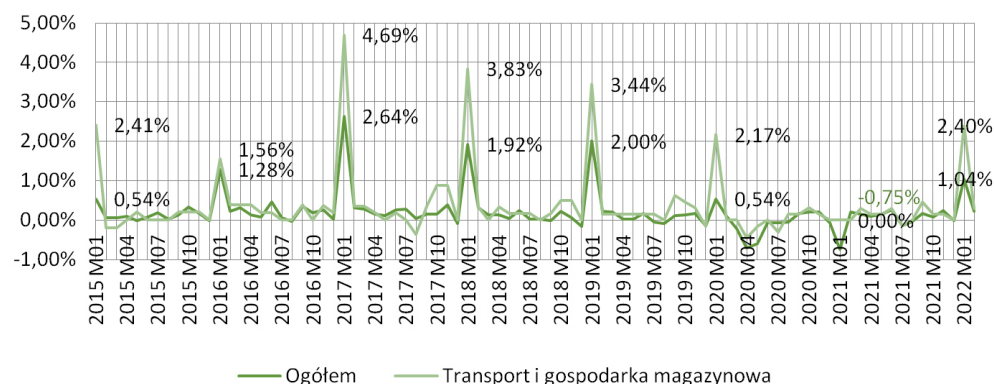


Rysunek 17.3. Roczne przyrosty pracujących ogółem i pracujących w sektorze transportu i gospodarki magazynowej (porównanie danych z grudnia w kolejnych latach)

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS, b.d.]..

wzrostem liczby ludności biernej zawodowo, i relatywnie w mniejszym zakresie liczby bezrobotnych.

Obserwując dane miesięczne na przestrzeni lat, zauważa się powtarzający się trend zmian procentowych liczby osób pracujących – regularnie w styczniu występuje gwałtowny przyrost, a w grudniu spadek (rysunek 17.4 obejmujący lata 2015–2021, jednak sięgając 2010 roku, również cykliczność się nie zmienia) spowodowane odchodzeniem ludzi z pracy końcem roku oraz przyjmowanie z początkiem. Pandemia COVID-19 zaburzyła ten cykl w 2020 roku, gdzie spa-



Rysunek 17.4. Miesięczne zmiany procentowe pracujących ogółem i pracujących w sektorze transportu i gospodarki magazynowej w latach 2015–2021

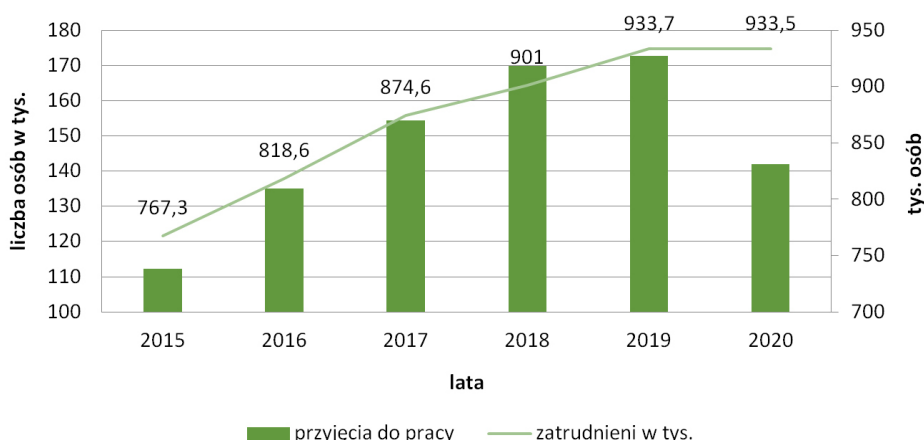
Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS, b.d.]..

dła liczba osób pracujących, lecz ponownie wzrosła w 2021 roku, jednak można stwierdzić ogólnie większą dynamikę miesięcznych zmian procentowych osób pracujących w sektorze transportu i gospodarki magazynowej w stosunku do pracujących ogółem (różnica około 2% w latach 2017–2020 na korzyść sektora transportu).

W okresie pandemii także reakcja na nią przez zmianę liczby osób pracujących w logistyce była łagodniejsza niż zmiana dla wszystkich branż ogółem, a pod koniec 2021 roku zatrudnienie w sektorze transportu i magazynowania było takie samo jak w okresie przed pandemią. Wynikało to z dwóch przyczyn, w czasie ogłoszonych restrykcji transport, w przeciwieństwie do innych sektorów, był wciąż czynny, a także fakt, że przed pandemią zapotrzebowanie na pracowników wciąż było duże i przedsiębiorstwa niechętnie i ostrożnie zwalniały pracowników.

Przyjęcia do pracy oraz wolne miejsca pracy

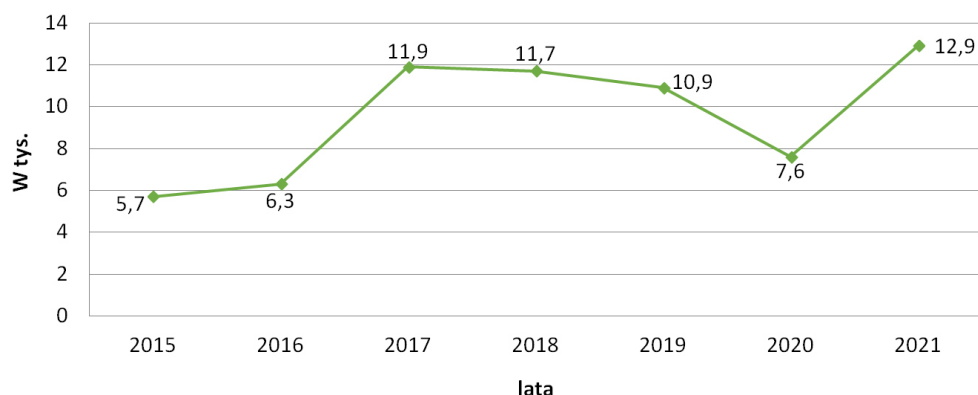
O sytuacji na rynku pracy w poszczególnych sektorach gospodarki świadczy też liczba przyjęć do pracy oraz liczba wolnych miejsc pracy. Liczba osób pracujących w sektorze transportu i magazynowania zależy od zwolnień i rezygnacji z pracy oraz liczby nowych przyjęć. W latach 2015–2020 liczba nowych przyjęć do pracy w tym sektorze wzrastała ze 112,2 tys. w 2015 roku do 172,6 tys., następnie w 2020 roku nastąpił spadek do 141,9 tys. przyjęć do pracy (rysunek 17.5).



Rysunek 17.5. Przyjęcia do pracy i zatrudnienie w sektorze transportu i gospodarki magazynowej w latach 2015–2020

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [GUS, b.d.].

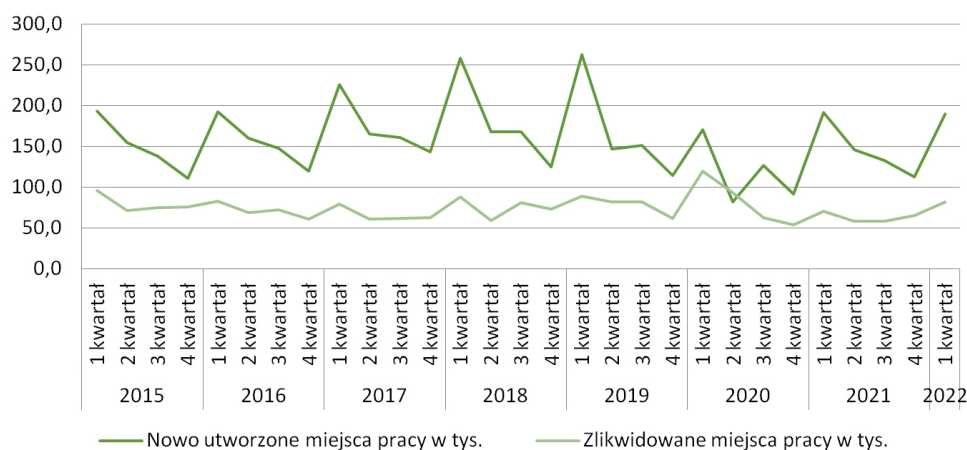
Liczba wolnych miejsc pracy we wszystkich sektorach także rośnie (rysunek 17.6), widoczny był spadek spowodowany pandemią, jednak od 2021 roku nastąpił wzrost, którego kontynuacja spodziewana jest w 2022 roku. Połowa wszystkich wolnych miejsc pracy w ostatnim kwartale 2021 roku dotyczyła przemysłu, logistyki i budownictwa.



Rysunek 17.6. Wolne miejsca pracy we wszystkich sektorach w latach 2015 – 2021

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [GUS, b.d.].

Liczba wolnych miejsc ściśle związana była z nowoutworzonymi miejscami pracy, których także w Polsce przybywało (z wyraźnym załamaniem trendu w okresie pandemii COVID-19), szczególnie w latach 2018–2019 (rysunek 17.7).



Rysunek 17.7. Nowoutworzone i zlikwidowane miejsca pracy w latach 2015–2021 w Polsce we wszystkich sektorach

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [GUS, b.d.].

W sektorze transportu i gospodarki magazynowej w pierwszym kwartale 2022 roku utworzono 14,2 tys. miejsc pracy, zlikwidowano 5,7 tys., czyli wysokość wskaźnika nowoutworzonych do zlikwidowanych miejsc pracy wynosi 2,5. Jest to wskaźnik średni, gdzie najwyższe (powyżej wartości 5) w 2022 roku były dla sekcji informacji i komunikacji oraz edukacji.

Zapotrzebowanie na kompetencje pracowników transportu i logistyki

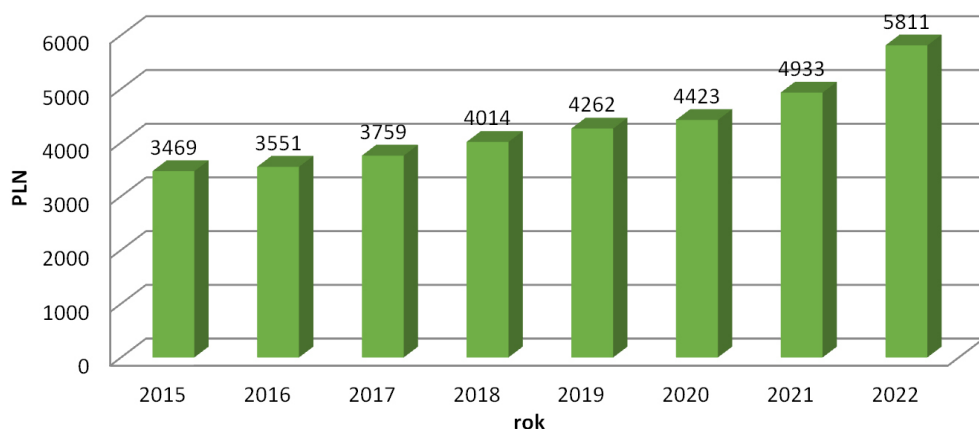
Nowoutworzone miejsca pracy często są związane z poszukiwaniem przez pracodawców kandydatów na pracowników o zestawie określonych umiejętności, których nie posiadają już zatrudnieni pracownicy. Pandemia spowodowała gwałtowny rozwój automatyzacji, robotyzacji, informatyzacji w obszarze logistyki, transportu i operacji magazynowych, co pociągnęło za sobą potrzebę obsługi tych obszarów przez odpowiednio wyszkolonych ludzi. Sytuacja demograficzna także silnie wpływa na niedobór pracowników, w Polsce znacznie zmniejszyła ona zasób osób w wieku produkcyjnym. Nakładają się na to się procesy automatyzacji, które tworzą nowe zawody, lub też zmieniają wymagania i definiują nowe zakresy obowiązków. Pracodawcy będą potrzebować w przyszłości nowych kompetencji i umiejętności, zmienia się profil pracownika tej branży. Lewiatan w swoim raporcie i prognozach zmian na rynku pracy wymienia, że najtrudniej pozyskać jest kompetencje sprzedażowe i marketingowe, techniczne i inżynierskie oraz IT/Digital. Jednocześnie większość firm deklaruje, że w swoich planach inwestycyjnych ujęli na przyszłe lata rozwój automatyzacji i robotyzacji, wykorzystanie autonomicznych wózków i pojazdów, budowę nowych magazynów, wykorzystanie nowoczesnych technologii i rozwiązania big data analytics. 54% z nich planuje w związku z tym skupić się także na pozyskaniu nowych pracowników. Sektor logistyczny i magazynowy w związku z sytuacją związaną z COVID-19 wskutek popularyzacji e-commerce zmuszony został do zwiększania powierzchni magazynowych. W 2020 roku na ten rynek dostarczono 2 mln m² nowej powierzchni, a nawet ponad 2,5 mln m² było w budowie. Obecnie rynek powierzchni magazynowych jest najszybciej rozwijającym się rynkiem nieruchomości komercyjnych w Polsce. Według raportu Colliers na koniec III kwartale 2021 roku jego zasoby osiągnęły 22,6 mln m² a w budowie w 2022 roku znajduje się ponad 4,8 mln m² powierzchni to jest najwięcej w historii rynku. Na znaczeniu zyskuje wysoki poziom automatyzacji i innowacyjnych rozwiązań technologicznych, pozwalających zwiększyć efektywność i zoptymalizować procesy. Pracodawcy zatem poszukują innych kwalifikacji swoich potencjalnych pracowników, niż to było do niedawna [Grześkowiak, 2017]. Z badań ankietowych ManpowerGroup i Łukasiewicz – Instytut Logistyki i Magazynowania wynika, że wśród

największych wyzwań, które są przeszkodą na drodze do pozyskiwania nowych pracowników, znajdują się zbyt wysokie oczekiwania finansowe kandydatów (61% wskazań) oraz ich deficyt na rynku (58% wskazań), a także brak wystarczającego doświadczenia zawodowego kandydatów (44%) oraz brak wymaganych kompetencji twardych (33%). Jednocześnie kandydaci, nawet będący na początku swojej kariery zawodowej, najczęściej poszukują pracy stałej, prestiżowej i dobrze płatnej [Krzętowska i Jagodziński 2016, Cymbranowicz, 2016]. Biorąc pod uwagę trudności w znalezieniu potrzebnych kompetencji, 53% firm przyznaje, że obecnie trudniej jest pozyskać potrzebne kompetencje twarde, które obecnie stają się kluczowe. W ciągu najbliższych dwóch lat duże firmy najczęściej poszukiwać będą kompetencji w zakresie IT oraz umiejętności obsługi maszyn (30%), technicznych i inżynierskich (25%) oraz finansowych (22%). Firmy średnie oraz małe poszukiwać będą głównie kompetencji sprzedażowych i marketingowych oraz IT/Digital. Wpływ nowoczesnych technologii na zmiany zapotrzebowania rynku pracy opisywano jeszcze przed pandemią [Tytko 2017], a okres pandemii je tylko wzmocnił i przyspieszył. Analizując te przeobrażenia rynku pracy, wydaje się, że rozwiązaniem dla pracodawców jest intensywny proces inwestycji w posiadany kapitał ludzki organizacji, który zostaje do jej dyspozycji, w sposób najbardziej kontrolowany i racjonalny kosztowo. W kontekście pojawiających się barier pozyskiwania pracowników w ostatnich latach na polskim rynku pracy należy wykorzystać wzrastającą zdolność do elastyczności, pogłębiania wiedzy i mobilności pracowników nowej gospodarki. Większość firm planuje swoich pracowników przeszkolić do nowych obowiązków, podnieść lub zmienić kompetencje swoich pracowników, planowane są przeniesienia i zmiany, niemniej część firm będzie musiała korzystać z *outsorcingu* z powodu braku potrzebnych kompetencji u zatrudnionych osób. Sprawa orientowania edukacji pod kątem przyszłych potrzeb rynku w tym logistyki i niedopasowania kompetencji była podnoszona wielokrotnie w rozważaniach naukowych [Wincenciak 2016, Gerlach 2017, Kukla 2017, Matusiak 2018] oraz przez World Economic Forum [2020], który wykazał, że głównie z powodu automatyzacji wielu procesów zmiana kompetencji do 2025 roku będzie dotyczyć 40% pracowników ogółem. W Polsce zmiany kompetencji dotyczyć będą 33% pracowników sektora transportu i logistyki, który to sektor znajduje się na drugim miejscu po zmianach kompetencji dla sektora finansów, gdzie dotyczyć to będzie 37% pracowników. Większość państw Europy, w tym Polska stoi obecnie wobec realnego kryzysu demograficznego związanego ze spadkiem liczby ludności i starzeniem się społeczeństwa, co powoduje, że zmieniają się relacje pomiędzy ludnością w wieku nieprodukcyjnym i produkcyjnym. Wzrastają tzw. współczynniki

obciążenia, co ma także wpływ na polski rynek pracy [Drela, 2017]. W związku z trudnością pozyskania pracowników firmy logistyczne w sposób ostrożny redukowały zatrudnienie podczas pandemii, jednak niewiele firm diagnozuje, jakie kompetencje będą im potrzebne, aby móc rozwijać swoją działalność. Braki kadrowe często są uzupełniane pracą imigrantów, szczególnie wykwalifikowanych Ukraińców, których zatrudnienie rośnie [Drabczuk, 2020]. Zachodzące zmiany demograficzne i procesy migracji zarobkowej dotyczą praktycznie wszystkich krajów, nie tylko Polski [Miłaszewicz, i Siedlikowski, 2016]. Szczególnie duży jest popyt na nowych kierowców w transporcie międzynarodowym. Struktura wiekowa kierowców w transporcie międzynarodowym i mieszanym w Polsce jest inna niż średnio w gospodarce – w transporcie 34 proc. kierowców ma powyżej 50 lat, podczas gdy średnio w gospodarce udział tej grupy wiekowej wynosi 28%.

Wynagrodzenia w sektorze transportu i logistyki

Wydawałoby się, że duży popyt na pracowników tej branży powinien przekładać się na wzrost płac, które są odpowiedzią na zapotrzebowanie na konkretne kompetencje. Na rysunku 17.8 przedstawione zostały wynagrodzenia w sektorze transportu i gospodarki w latach 2015–2022. Płace systematycznie rosną, jednak daleko odbiegają od przeciętnych płac brutto dla sektora informacji i komunikacji (wynoszące 11 519,76 PLN w kwietniu 2022 roku), a o takich niebawem ten sektor będzie zabiegał, rywalizując z innymi branżami, gdyż popyt na podobne kompetencje pojawia się w wielu dziedzinach.



Rysunek 17.8. Przeciętne miesięczne wynagrodzenia brutto w sektorze transportu i gospodarki magazynowej w latach 2015–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [GUS, b.d.].

Niejednokrotnie dowodzono, że sprawiedliwy i skuteczny sposób wynagradzania pracowników jest ważnym aspektem przyciągającym kandydatów do pracy [Juchnowicz, 2018; Antoszak, 2018]. Wzrost zapotrzebowania na odpowiednio wykształcone kadry oraz stałe podnoszenie kompetencji pracowników implikuje wzrost wynagrodzeń i kosztów związanych z pracą w logistyce. Można zatem wnioskować, że rozwojowi firm z sektora transportu i logistyki w najbliższych latach będzie towarzyszył wzrost kosztów zatrudnienia.

Podsumowanie

Cel główny pracy poprzez realizację celów szczegółowych został zrealizowany oraz uzyskano odpowiedź na postawione pytania badawcze. Wykorzystując dostępne dane przeprowadzono próbę oceny stanu zatrudnienia w okresie przed, w trakcie i po pandemii i zmian na rynku pracy w sektorze transportu i gospodarki magazynowej. Na podstawie pozyskanych danych oraz przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

- Rynek pracy w sektorze logistyki zmienia się i będzie się zmieniał, co jest wymuszane przez zmiany organizacji pracy przedsiębiorstw, procesy automatyzacji i informatyzacji wielu procesów. Powoduje to zmianę zapotrzebowania na różnych stanowiskach pracy.
- Okres pandemii COVID-19 i związanych z nią obostrzeń nie wpłynął znacząco na sytuację zatrudnienia w sektorze szeroko pojętej logistyki. Chwilowo (w 2020 roku) zaobserwowano obniżenie liczby osób pracujących w tym sektorze, jednak po około roku wróciła ona do stanu przed pandemią.
- Zapotrzebowanie na pracowników w transporcie i gospodarce magazynowej wciąż jest wysokie.
- Poszukiwane kompetencje zmieniają się dynamicznie wymuszane zmianami technologicznymi i kierunkiem rozwoju przedsiębiorstw, a jednocześnie istnieje duża rywalizacja pracodawców o zasoby ludzkie o pożądanych kwalifikacjach i kompetencjach twardych.
- W związku z dużym popytem na pracowników, małą ich podażą oraz nie zawsze dopasowanymi kompetencjami do stanowiska pracy, pracodawcy we własnym zakresie będą doszkalać pracowników i reorganizować stanowiska pracy poprzez przesunięcia kadrowe wewnątrz organizacji.
- W konsekwencji powyższych zmian oraz podwyższania kwalifikacji pracodawcy będą ponosili wyższe koszty zatrudnienia cennych pracowników, a wynagrodzenia będą wzrastały.

Postawione hipotezy badawcze zostały potwierdzone, gdyż wykazano, że szoki gospodarcze w mniejszym stopniu wpłynęły na rynek pracy w sektorze transportu i gospodarki magazynowej niż rozwój i modernizacja przedsiębiorstw oraz nowe rozwiązania techniczne. Jednocześnie potwierdzono, że sektor ten ulega ciągłym zmianom, szczególnie jeśli chodzi o zatrudnienie i poszukiwane kompetencje.

Niniejsze badanie stanowi pewną próbę określenia kierunku rozwoju zatrudnienia w sektorze transportu, logistyki i operacji magazynowych oraz jego stabilności w obliczu takiego zagrożenia, jakim była pandemia COVID-19 oraz związane z nią restrykcje. Wskazane jest dalsze monitorowanie zmian zapotrzebowania na pracowników o pożądanych kompetencjach oraz wzmacnianie procesu dydaktycznego o treści zgodne z trendami na rynku pracy. Wraz z unowocześnianiem i wzmoczoną cyfryzacją i automatyzacją sektora transportu ewaluuje profil kandydata do pracy w branży, co powinno być uwzględniane w programach studiów. W szczególności programy nauczania wydaje się, że powinny zawierać zwiększoną liczbę godzin z przedmiotów informatycznych, uczelnie powinny zwrócić uwagę na doposażenie pracowni komputerowych w nowoczesne oprogramowanie najczęściej wykorzystywane w logistyce, większy nacisk powinien być położony na przedmioty techniczne i informatyczne z elementami programowania (automatyzacja)log. Dokładne określenie rozwoju pożądanych kompetencji przyszłych kandydatów do pracy powinno być szerzej zbadane, biorąc pod uwagę, że cykl kształcenia na kierunku trwa kilka lat. Możliwym kierunkiem badań jest także określenie zaleceń dotyczących satysfakcjonującego systemu wynagrodzeń pozapłacowych.

Bibliografia

- Antoszak, P. (2018). Zróżnicowanie wynagrodzeń w działach gospodarki narodowej w Polsce. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 509, 11–20.
- Colliers (2022). Polska branża logistyczno-przemysłowa. Raport, <https://www.colliers.com/pl-pl/research/polska-branza-logistyczno-przemyslowa-2022> [dostęp: 22.06.2022].
- Cymbranowicz, K. (2016). Prekariat–nowe zjawisko na rynku pracy w Polsce. *Annales. Etyka w życiu gospodarczym* 19(2), 17–30.
- Drabczuk, M. (2020). Ukraińscy migranci zarobkowi na polskim (nie) pewnym rynku pracy. *Komentarze IEŚ*, 210, 113.
- Drela, K. (2017). Zmiany demograficzne a rynek pracy w Polsce. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 489, 78–89.

- Gerlach, R. (2017). Edukacja zawodowa zorientowana na rynek pracy. *Problemy Profesjologii* (1), 23–33.
- GUS (b.d.). Transport i łączność. <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-laczność/>.
- Grześkowiak, A. (2017). Kompetencje kluczowe jako elementy przewagi na rynku pracy – ujęcie ilościowe. *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy* 10, 181–190.
- Juchnowicz, M. (2018). Istota sprawiedliwego wynagrodzenia w zarządzaniu–aspekty teoretyczne i realne. *Edukacja Ekonomistów i Menedżerów* 49(3), 45–60.
- Kawka, T. (2018). Determinanty zmian na rynku pracy w czasach nowej gospodarki. *Zarządzanie i Finanse* 16(1/2), 117–131.
- Kloc, J. (2019) Oczekiwania menedżerów wobec pracowników a zarządzanie zasobami ludzkimi w sferze logistyki. *Zeszyty Naukowe KSW* 68, 123–142.
- Krzętowska, A., i Jagodziński, A. (2016). Rynek pracy w Polsce w okresie transformacji–szanse i zagrożenia. *Nauki Ekonomiczne* 1(23) 9–18.
- Kukła, D. (2017). Efektywność edukacji wyższej wobec turbulentności rynku pracy. *Szkoła – Zawód – Praca* 14(19), 25–36
- Lewiatan (2021), Prognozowane zmiany na rynku pracy wywołane transformacją energetyczną, <https://lewiatan.org/raporty-i-manifesty/> [dostęp: 21.06.2022].
- ManpowerGroup i Łukasiewicz-Institut logistyki i Magazynowania (2022). Logistyka w Polsce – raport, <https://www.manpowergroup.pl/2021/05/20/raport-logistyka-w-polsce/> [dostęp: 22.06.2022].
- Matusiak, M. (2018). Kadry dla logistyki–rola kompetencji interpersonalnych w zarządzaniu łańcuchem dostaw. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* 19(5.2), 337–351.
- Miłaszewicz, D., i Siedlikowski, R. (2016). Zmiany demograficzne i procesy migracyjne oraz ich oddziaływanie na rynku pracy. *Studia Ekonomiczne* 276, 109–120.
- Radlińska, K. M. (2020). Pandemia COVID-19 implikacje dla polskiego rynku pracy. *Zeszyty Naukowe Wydziału Nauk Ekonomicznych* 1(24), 113–126.
- Transport i Logistyka Polska (2021). „Transport drogowy w Polsce 2021+” Raport, <https://tlp.org.pl/raport-transport-drogowy-w-polsce-2021/> [dostęp: 21.06.2022].
- Tytko, O. (2017). Zjawisko likwidowania i tworzenia miejsc pracy w perspektywie zmian na rynku pracy. [w:] R. Muster (red.), *Nowe perspektywy rynku pracy* (s. 67–82). Wydawnictwo internetowe e-bookowo.
- Wawrzyszuk, B., Ziemkowska, D., Hennig, K., Wolak, M., Jakubowska, N., i Kulikowska-Wielgus, A. (2019). Transport i logistyka jako strategiczna branża dla polskiej gospodarki. *Polski Instytut Transportu Drogowego*.
- Wincenciak, L. (2016). Wpływ niedopasowań kwalifikacyjnych na wynagrodzenia absolwentów w Polsce. *Polityka Społeczna* 43(3), 504, 7–12.
- World Economic Forum (2020). Future jobs report 2020, <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020> [dostęp: 22.06.2022].



Konferencja została objęta dofinansowaniem
w ramach programu „Dokształcanie nauka” Ministra Edukacji i Nauki

Sponsorzy Złoci



C.H. ROBINSON



Sponsorzy Srebrni



Sponsorzy Rzeczowi



Patroni medialni

