

Uniwersytet Morski w Gdyni

**Koło Naukowe Innowacyjnych Systemów
Transportowo-Logistycznych**



GLOBALNE TRENDY LOGISTYKI PRZYSZŁOŚCI

Gdynia 2021

REDAKTOR NAUKOWY: dr inż. ADAM KAIZER

RECENZENCI:

dr hab. inż. IRENEUSZ CZARNOWSKI, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr hab. SAMBOR GUZE, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr inż. ADAM KAIZER, Uniwersytet Morski w Gdyni
mgr inż. ADRIANNA KARAŚ, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr ROBERT MAREK, Uniwersytet Morski w Gdyni
mgr MARIANNA MARUSZCZAK, Akademia Morska w Szczecinie
dr hab. MACIEJ MATCZAK, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr hab. inż. JAKUB MONTEWKA, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr hab. inż. TOMASZ NEUMANN, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr inż. MIROŚLAW NOWAKOWSKI, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr hab. inż. ANETA OCIECZEK, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr hab. ADAM PRZYBYŁOWSKI, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr ADAM SALOMON, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr SŁAWOMIR SKIBA, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr hab. JOANNA SOSZYŃSKA-BUDNY, Sopotcka Szkoła Wyższa
mgr inż. ALEKSANDRA WAWRZYŃSKA, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr inż. KRZYSZTOF WRÓBEL, Uniwersytet Morski w Gdyni
mgr inż. EWELINA ZIAJKA, Uniwersytet Morski w Gdyni
dr inż. MONIKA ZIEMSKA, Uniwersytet Morski w Gdyni

REDAKCJA I KOREKTA: EWA GIEDZIUN

PROJEKT OKŁADKI: MARIANNA WRÓŃSKA

WYDAWCA:



UNIWERSYTET MORSKI W GDYNI

ul. Morska 81-87

81-225 Gdynia

www.umg.edu.pl

ISBN 978-83-7421-374-5

SPIS TREŚCI

AGNIESZKA DAMIAN, MARTYNA GÓRNA	
E-logistyka – charakterystyka wybranych narzędzi	5
SYLWIA DUDZIAK, BŁAŻEJ MACH	
<i>Smart City</i> jako koncepcja zrównoważonego rozwoju według indeksu <i>Smart City</i>	15
WERONIKA GACEK, JAKUB SZCZUPAKOWSKI	
Auta wodorowe – hit czy kit? Analiza porównawcza	25
SANDRA GAJCY	
Analiza poziomu hałasu emitowanego przez komunikację trolejbusową w Gdyni.....	43
MARTA JANUSZEWSKA	
Koncepcje zastosowań bezzałogowych statków powietrznych.....	55
PATRYK JAROSIŃSKI, ALICJA PEPLIŃSKA	
Automatycznie sterowane pojazdy – możliwości lokalnego oraz globalnego wykorzystania.....	67
DOMINIKA KACZERSKA	
Współczesne tendencje rozwoju żeglugi promowej w regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego	77
MARTA KNAAK, NORBERT NAPIÓRKOWSKI	
Innowacyjne systemy intralogistyczne wspomagające procesy produkcyjne	92
JULIA KOSIEK	
Analiza wdrożenia systemu <i>Port Community System</i>	104
JUSTYNA KULESZA, PRZEMYSŁAW DOBKE	
Pojazdy wodorowe a rozwój transportu	116
JUSTYNA KULESZA, ALICJA PEPLIŃSKA	
Wpływ blokady w Kanale Sueskim na łańcuchach dostaw	127

BLAŻEJ MACH, ALEKSANDRA PYRZANOWSKA Filozofia zrównoważonego rozwoju przyszłością branży TSL.....	139
JULIA MARCINKOWSKA, PAULA LISZEWSKA, EWELINA SZEPIELAK Wpływ <i>e-commerce</i> na kształtowanie systemu logistycznego.....	152
WERONIKA MARZEC, KATARZYNA SKIBA Koncepcja <i>Lean Management</i> w zarządzaniu przedsiębiorstwem	165
AMELIA OLEWIŃSKA, ZOFIA PAPIEROWSKA Główne trendy cyfryzacji w transporcie kolejowym.....	174
KAMILA PARTYKA Analiza natężenia hałasu w autobusach transportu miejskiego w Gdyni.....	186
EWA PASIUT, ALICJA PIEŃKOWSKA Kierunki rozwoju napędów pojazdów szynowych.....	197
OLEKSANDR PERUN Analiza wdrożenia czwartego poziomu automatyzacji w transporcie drogowym w najbliższym 10-leciu.....	208
MACIEJ PROKOPOWICZ, DOMINIKA STROMSKA <i>Car-sharing</i> – udogodnienie dla ludzi czy ratunek dla środowiska?	219
MACIEJ PROKOPOWICZ, DOMINIKA STROMSKA Rola technologii <i>blockchain</i> w sektorze TSL	231
OLGA TYLEK, JOANNA ŻYWICKA Wpływ pandemii wirusa COVID-19 na transport.....	242
MARIANNA WROŃSKA, PATRYCJA DAWIDOWSKA Port Zewnętrzny w Gdyni kluczem do rozwoju gdyńskiej logistyki.....	252

Agnieszka Damian, Martyna Górna

Uniwersytet Morski w Gdyni

E-LOGISTYKA – CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH NARZĘDZI

Artykuł przybliża charakterystykę systemów informatycznych, które wspomagają procesy logistyczne. Opisane programy to ERP, WMS i CRM. W kolejnych rozdziałach omawiane są zjawiska i narzędzia związane z szeroko pojętym działem e-marketingu. Tekst przedstawia korzyści wynikające z globalizacji procesów logistycznych.

Słowa kluczowe: e-logistyka, e-marketing, planowanie.

WSTĘP

Innowacyjne narzędzia logistyczne są rozumiane jako e-logistyka. Jest to ogół usług wspierających funkcjonowanie łańcucha dostaw. Usługi te nie są powiązane z przemieszczaniem się towarów w fizyczny sposób, nie łączą się także z posiadaniem magazynów czy jakichkolwiek środków transportu. E-logistyka dotyczy przede wszystkim takich kwestii, jak przewidywanie popytu, odbieranie i wykonywanie zamówień, nadzorowanie kwestii dotyczącej zapasów magazynowych i gospodarki magazynowej czy obsługi zaopatrzenia. Motorem rozwoju e-logistyki jest upowszechnienie się e-biznesu, który posługuje się nowoczesnymi technologiami informacyjnymi w celu usprawnienia zarządzania procesami biznesowymi.

Procesy e-logistyki mają spełniać funkcje koordynacyjne i integracyjne wobec współników biznesowych w łańcuchu dostaw. Ich odpowiednie użytkowanie pozytywnie wpływa na redukcję kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa. Dzięki wykorzystaniu komputera, Internetu oraz specjalistycznych oprogramowań większość procesów logistycznych osiągnąć można przy widocznie zredukowanych kosztach, zarówno tych dotyczących działań transakcyjnych, komunikacyjnych, jak i operacyjnych. Dzięki oprogramowaniu minimalizuje się czas wykonania zadania – skraca się okres realizacji procesów logistycznych. Podnosi się również jakość cyklu składania zamówień i usprawnia kontrolowanie zachodzących procesów. Skróceniu ulegają łańcuchy dostawy – jest to możliwe dzięki wyeliminowaniu konieczności wykorzystania niektórych pośredników w kanałach zaopatrzenia. Dodatkowo prowadzić można skuteczne i pomocne badania rynku, a ich wyniki odpowiednio wykorzystać.

Skuteczne monitorowanie i kierowanie łańcuchem dostawy jest wspomagane poprzez funkcjonowanie określonych witryn biznesowych, dotyczących takiej

tematyki, jak: e-commerce, e-banking, elektroniczne aukcje i giełdy, e-hurtownie, zamówienia i katalogi elektroniczne.

Dzisiejsze mechanizmy rynkowe charakteryzują się niezwykle zmiennością otoczenia biznesowego, co jest spowodowane światowymi uwarunkowaniami działalności jednostek gospodarczych oraz wzrastającymi powiązaniem między procesami logistycznymi. Taka sytuacja sprawia, że rozwiązania e-logistyki stale zyskują uznanie, w szczególności w środowisku organizacji inteligentnych.

Celem artykułu jest przedstawienie charakterystyki działania wybranych systemów e-logistycznych.

1. SYSTEMY INFORMATYCZNE W LOGISTYCE

Obecnie logistyka bazuje na pozyskiwaniu informacji z różnych baz danych, tworzonych przez systemy informatyczne o różnym zastosowaniu. Dane logistyczne muszą być zorganizowane w odpowiedni sposób.

Najważniejsze aspekty projektowania baz danych logistycznych stanowią [8]:

- jednoznaczne identyfikowanie;
- sprawne pobieranie danych z zewnątrz;
- efektywne przetwarzanie wewnątrz systemu.

1.1. Charakterystyka systemów klasy ERP

System ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*) jest to informatyczny system wspomagania zarządzania zasobami przedsiębiorstwa. Pozwala na realizację funkcji kierowniczych we wszystkich obszarach funkcjonalnych firmy (np. produkcja, sprzedaż). Niemniej jednak głównym obszarem wspomagania, podstawą funkcjonowania oraz przetwarzania w tych systemach jest szeroko pojęty sektor finansów.

System ten jest często określany mianem metody efektywnego planowania zasobów przedsiębiorstwa. Powstał on w wyniku zastosowania równolegle do modułów typu LRP (ang. *Logistic Resources Planning*) również innych umożliwiających nie tylko planowanie, ale także bieżące zarządzanie i kontrolę na wszystkich szczeblach działalności przedsiębiorstw. Cechą charakterystyczną systemów tej klasy jest holistyczne podejście do wspomagania zarządzania firmą. Dzięki objęciu swoim zasięgiem fundamentalnych dziedzin funkcjonalnych rozwiązanie takie umożliwia zabezpieczenie szerokiego zakresu informacji. Wdrożenie ERP stanowi również warunek konieczny integracji firm w ramach łańcucha dostaw [8,10].

Do wspólnych cech wszystkich oferowanych systemów klasy ERP zalicza się [9]:

- uwzględnienie wszystkich płaszczyzn działalności firmy;
- konstrukcja modułowa, dzięki której możliwe jest kilkietapowe wdrażanie prezentowanego systemu;

- integracja podsystemów i funkcji przedsiębiorstwa;
- uwzględnienie zarówno przedsięwzięć realizowanych w obrębie logistyki wewnątrz firmy, jak i innych związanych ze współpracą w ramach łańcucha dostaw;
- możliwość adaptacji w zróżnicowanych warunkach organizacyjnych oraz przedmiotów działalności firm;
- otwartość pozwalająca na instalowanie nowych modułów, a także na połączenia z systemami zewnętrznymi;
- zorientowanie na procesy;
- wspomaganie controllingu;
- realizacja funkcji charakterystycznych dla systemu MRP II (ang. *Material Requirements Planning II*).

Istotny jest fakt, że w zaawansowanych systemach klasy ERP moduły MRP (ang. *Material Requirements Planning*), MRP II, DRP (ang. *Distribution Requirements Planning*) czy LRP zastępowane są nowymi, bardziej funkcjonalnymi rozwiązaniami. Przykładem może być rozwinięcie ERP jako APS (ang. *Advanced Planning and Scheduling*).

1.2. Charakterystyka systemów klasy WMS

System WMS (ang. *Warehouse Management System*) jest rozbudowanym rozwiązaniem informatycznym (oprogramowanie, urządzenia, usługi i serwis). Program pozwala na zarządzanie ruchem produktów w magazynie oraz optymalizację wykorzystywanej przestrzeni magazynów [7].

System ten stanowi oprogramowanie wspierające dział gospodarki magazynowej w podejmowaniu decyzji. Jego odpowiednie wykorzystywanie rzutuje na podniesienie przewagi przedsiębiorstwa na rynku. Oprogramowanie jest przeznaczone zarówno dla magazynów tradycyjnych, jak i magazynów wysokiego składowania. W magazynach wysokiego składowania dodatkowo szczególną uwagę przykładą się do sprawności funkcjonowania gospodarki magazynowej, dlatego system WMS w tych magazynach stał się narzędziem niezbędnym do ich poprawnego funkcjonowania. W przedsiębiorstwach zachodnich często występującym zjawiskiem jest współpraca systemu klasy WMS, który jest zainstalowany w magazynie, z systemem nadrzędnym zarządzającym całym przedsiębiorstwem. Zazwyczaj jest to system klasy ERP [7, 12].

Podstawa współpracy systemu WMS z systemem klasy ERP opiera się na przesyłaniu danych pomiędzy systemami za pomocą ustalonego interfejsu. Wymiana danych przeprowadzona w taki sposób nie wymaga innej drogi komunikacji pomiędzy użytkownikami systemu ERP a użytkownikami systemu WMS.

Systematyzując informacje, system WMS umożliwia wizualizację pracy magazynu, która dostarcza w czasie rzeczywistym informacje na temat stanu podstawowych komponentów sprzętowych oraz, w przypadku wystąpienia jakichkolwiek nieprawidłowości, zawiadamia pracowników. WMS to wyspecjalizowane

narzędzie systemowe, które wspomaga operacje realizowane w magazynie, pozwala na zarządzanie dowolną liczbą magazynów, ich podziałem na obszary i miejsca magazynowe [7].

1.3. Charakterystyka systemów klasy CRM

System CRM (ang. *Customer Relationship Management*) jest systemem wykorzystywanym do zarządzania relacjami z klientem. Podstawa pracy systemu obejmuje nieustanne gromadzenie, selekcjonowanie i analizowanie danych o aktualnych oraz przyszłych klientach. Pozyskane w ten sposób informacje można wykorzystać do identyfikacji zaufanych klientów, rozpoznania ich potrzeb i poznawania zachowań.

Im wyższy poziom obsługi klienta, tym większe zyski dla przedsiębiorstwa oraz większy jego udział na rynku. Poziom obsługi klienta ma znaczący wpływ na sposób postrzegania produktu czy usługi przez odbiorcę, jak i na cenę produktu. Im wyższy poziom logistycznej obsługi klienta, tym bardziej oferta produktów przedsiębiorstwa może się rozszerzać [4].

Złożoność systemu CRM można sklasyfikować jako dwa podstawowe zespoły: CRM operacyjny, w którym wiedza pracowników jest wspierana poprzez dostarczanie im „surowych” danych, oraz CRM analityczny. Wykorzystuje on modele produkcyjne, umożliwiające poznanie preferencji klientów i przewidywanie ich zachowań na podstawie zgromadzonych danych, które firma uzyskała odnośnie do danego klienta.

Priorytetowym zadaniem CRM operacyjnego jest gromadzenie, a następnie analizowanie różnego rodzaju zdarzeń z klientami. Dotyczą one zarówno kontaktów z klientami, jak i szeroko rozumianych działań handlowych oraz marketingowych. Rozbudowany zakres różnego rodzaju danych, które można zarejestrować, umożliwia zapis wielu nieformalnych informacji, a powiązania z innymi modułami przyspieszają i usprawniają pracę różnym działom firmy.

Zadania, wykonywane przez pracowników firmy w ramach kampanii, rejestrowane są w systemie jako działalność, aktywność klienta. W odpowiednim module aktywności można zarejestrować dowolne zdarzenie z klientem, np. spotkanie, rozmowę telefoniczną czy prezentację. Dzięki określeniu osoby kontaktowej, pracownika, wskazaniu statusu, krótkiej notatce tekstowej, powiązanych aktywności tworzących konsekwentny ciąg zdarzeń, dysponujemy pełną wiedzą dotyczącą relacji z klientem. Rozbudowany filtr umożliwia proste i szybkie wyświetlenie aktywności według oczekiwanego kryterium: pracownika, klienta, typu aktywności, autora, statusu, kampanii, regionu. Raporty mogą być prezentowane w różnych formach, np. jako lista zdarzeń, plan działań, kalendarz dzienny, tygodniowy, miesięczny [2, 4].

CRM analityczny jest rodzajem CRM zorientowanym na analizę danych, zgromadzonych przez inne systemy funkcjonujące w przedsiębiorstwie (np. systemy sprzedaży, zakupów, logistyki). Program pozwala identyfikować preferencje

i zachowania klientów, tendencje kształtowania się sprzedaży w różnych okresach czasowych, grupach kontrahentów, towarów, czy dla poszczególnych pracowników, na bieżąco analizować najlepiej sprzedające się towary, najlepszych klientów, pracowników. Umożliwia zatem odpowiednie kształtowanie oferty, badanie dobrych i słabych elementów w celu zwiększenia zysków oraz minimalizacji kosztów. Dane te mogą być przechwytywane z wielu źródeł (hurtownie danych) a przechowuje się je w repozytoriach danych o klientach. Analityczne CRM-y pozwalają organizacjom identyfikować oraz równoważyć potrzeby i możliwości, oszacować ryzyko oraz koszty związane z istniejącymi i potencjalnymi klientami w celu maksymalizacji zysku firmy. CRM analityczny umożliwia przetwarzanie analityczne. Skupia się na wspomaganiu podejmowanych decyzji. Wykorzystuje zgromadzone dane, które są podstawą w kampaniach, marketingu czy planowaniu strategicznym. CRM analityczny umożliwia koordynację między wszystkimi funkcjami, integrując pracowników oraz technologię w celu uzyskania korzystnych kontaktów z klientem [2].

2. CRM JAKO NARZĘDZIE MARKETINGOWE

Systemy do zarządzania i regulacji stosunków z klientami z założenia służą do organizacji kontaktów na linii firma-klient, co w praktyce polega na dostarczeniu wielu informacji związanych z odbiorcami usług oraz produktów. W stosunku do marketingu wszystko zależy od skuteczności wykorzystania danych zgromadzonych za pomocą CRM. Odpowiednie wykorzystanie informacji o postawach klientów, kontrahentów może być użyte w celach marketingowych na wiele sposobów, wszystko zależy od inteligentnego przełożenia statystyk na strategię marketingową i promocyjną firmy [9].

3. E-NARZĘDZIA WYKORZYSTYWANE W DZIAŁALNOŚCI MARKETINGOWEJ PRZEDSIĘBIORSTW LOGISTYCZNYCH

Dzięki rozwojowi i powszechnemu dostępowi do Internetu coraz więcej firm wykorzystuje jego zasięg w marketingu (e-marketing). E-marketing wspiera przedsiębiorstwa, stanowiąc kluczową technikę w osiągnięciu założonych celów.

Istnieją dwa modele wykorzystywania Internetu do celów marketingowych:

- informacyjny – strona WWW;
- transakcyjny – różne formy handlu przez Internet [16].

Firma Ernest&Young przedstawiła koncepcję MEDIUM, która w uproszczeniu odnosi się do cech Internetu, pozwalających na prowadzenie marketingu poprzez sieć:

- M – *Mass* – masowy, globalny;
- E – *Economical* – ekonomiczny, tani;

- D – *Direct* – bezpośredni;
- I – *Interactive* – interaktywny;
- U – *Ultrafast* – ultraszybki;
- M – *Measurable* – mierzalny [3].

Internet jest środowiskiem interaktywnym, co wpływa na udany proces komunikacji – z komputerem oraz ze społecznością. Informacje niemal cały czas są przetwarzane, co pozwala na ciągłą rozmowę/wymianę z odbiorcą, odczytywanie jego potrzeb i opinii oraz odpowiednią na nie reakcję. Dzięki nieustannej analizie danych możliwe jest spersonalizowanie przekazu do konkretnego odbiorcy, spersonalizowanie ceny oraz zintegrowanie reklamy z możliwością natychmiastowego zakupu. Działania skoncentrowane i modyfikowane stricte pod klienta wzbudzają jego zaufanie do firmy, a także budują sieć lojalnych klientów. Wszystko to może przyczynić się do wzmocnienia pozycji rynkowej przedsiębiorstwa oraz osiągnięcia czy wzmocnienia przewagi konkurencyjnej [5].

E-narzędzia w marketingu niejako charakteryzuje dualizm. Są przystosowane zarówno do przedsiębiorstwa, które korzystając z nich, bierze pod uwagę swoje cele, dostępne zasoby, jak i do grupy docelowej, której specyficzne potrzeby są spełniane. Firmy, które decydują się na takie narzędzia, zobowiązane są do podejścia kompleksowego, ponieważ wykorzystanie Internetu i nowoczesnych metod marketingu nie oznacza, że tradycyjne metody mają być zastąpione [6].

Najpopularniejszym narzędziem w komunikacji z klientem jest e-mail. Jest to najpowszechniejsza i najbardziej dostępna forma, a przede wszystkim relatywnie tania. Wiadomość e-mail może być reklamą, zawierającą pliki, obrazy, dźwięki, załączniki [1]. Jednak jeśli zajrzeć do skrzynek odbiorczych, chociaż też często w spamie, najwięcej można odnaleźć newsletterów, pełniący rolę zasubskrybowanego przez użytkownika biuletynu. Newsletter jest sposobem, by nawiązać i utrwalić relację z klientem, a co za tym idzie, wzmocnić swoją pozycję na rynku. Dlatego też ważne jest, by utworzyć bazę mailingową i dzięki przygotowywanym wiadomościom wysyłanym do potencjalnych klientów grupy docelowej, zachęcić ich do skorzystania z oferty i subskrypcji [11].

Najważniejszą wizytówką firmy w Internecie jest jej strona internetowa WWW, której cechy sprostają funkcjom informacyjnym i reklamowym. Idealna strona powinna być łatwa w obsłudze, przejrzysta, ale też powinna przyciągać uwagę, zachęcać do skorzystania z ofert i nawiązania kontaktu z przedsiębiorstwem. Coraz więcej osób ceni sobie wygodę i dostępność, dlatego atutem jest, gdy usługi logistyczne dostępne są on-line, np. kalkulator usług logistycznych, składanie zamówień, monitoring przepływu produktów [15].

Ku zwiększeniu szans odnalezienia przedsiębiorstwa jako pierwszego po wpisaniu szukanej frazy w wyszukiwarce istotne jest również pozycjonowanie strony. Klient poszukujący usługi zawęży poszukiwania do pierwszych wyświetlonych ofert, które zawierają odpowiednie słowa kluczowe. Coraz popularniejszym i skuteczniejszym sposobem na efektywne pozycjonowanie jest blog. Wstawianie

tematycznych i wartościowych wpisów dotyczących usług, które wiąże się potem z lepszym pozycjonowaniem strony, nosi nazwę SEO *copywritingu* [13]. Wpisy te są nie tylko wartościowymi, dobrze zredagowanymi i ciekawymi artykułami dla potencjalnego czytelnika, ale też odgrywają istotną rolę w optymalizacji i pozycjonowaniu strony internetowej.

Do zwiększenia widoczności i rozpoznawalności przedsiębiorstwa w sieci wykorzystuje się marketing w wyszukiwarkach (SEM). Obejmuje on proces pozycjonowania i optymalizacji strony – *Search Engine Optimization* (SEO) oraz model płatnej reklamy w wyszukiwarkach oraz sieciach reklamowych – *Pay per Click* (PPC). Model płatnej reklamy PPC jest metodą, która poprzez kliknięcie zarabia na sobie, zmniejszając koszty promocji, a jednocześnie pozwala na dotarcie do prawdziwie zainteresowanej grupy odbiorców.

Kolejnym ciekawym e-narzędziem jest marketing wirusowy (ang. *Viral Marketing*), polegający na wywołaniu sensacji wśród internautów, by sprowokować ich do rozpowszechniania informacji na temat danej firmy i ich działalności. Jest to przebiegła metoda, ponieważ w sposób pośredni, promocją incognito, wstawiając śmieszny filmik, zdjęcie, artykuł, powoduje rozpowszechnienie reklamy. Jednak sposób ten wymaga pomysłu i kreatywności, który wywoła zainteresowanie i dotarcie do jak największej liczby odbiorców poprzez udostępnianie od znajomego do znajomego. Posiada on swoje wady, ponieważ w pewnym momencie można stracić kontrolę nad rozpowszechnianiem tej reklamy, a przez innych odbiorców może on okazać się niezrozumiały lub nieatrakcyjny [17].

Z badań przeprowadzonych na grupie 100 usługodawców branży TSL z podziałem na 2PL, 3PL i 4PL [16] wynika, że większość, bo aż 87% z nich, korzysta z narzędzi e-marketingu. W zakresie częstotliwości ich używania w skali od 1 do 5 okazało się, że do częstego i bardzo częstego korzystania z narzędzi przyznało się 47% ankietowanych i przeważnie byli to operatorzy 3PL.

Najczęściej wykorzystywanymi narzędziami e-marketingu są:

- e-mail marketing – 70%;
- reklama tematyczna – 65%;
- pozycjonowanie strony WWW – 62%.

Za to najrzadziej wykorzystywane narzędzia e-marketingu stanowią:

- przekaz wirusowy – 27%;
- reklama *pre-roll* – 30%;
- linki sponsorowane – 45%.

4. WYKORZYSTANIE TECHNOLOGII INFORMATYCZNYCH W PROCESACH LOGISTYCZNYCH

E-logistyka polega na wykorzystaniu systemów, narzędzi i technologii informatycznych oraz Internetu do obsługi procesów logistycznych. Do najczęściej wykorzystywanych narzędzi należą m.in. portal internetowy, systemy transakcyjne,

systemy i oprogramowania specjalistyczne [14]. Efektywna wymiana danych i odpowiednie wykorzystanie zasobów e-logistyki przyczyniły się do znacznej poprawy płynności łańcucha dostaw, skomunikowania i integracji wszystkich partnerów biorących udział w procesie czy też zwiększenia wykorzystania infrastruktury logistycznej, np. w portach. Możliwość połączenia partnerów i wymiany danych w globalnych łańcuchach współpracy doprowadziła do standaryzacji struktur i danych, co umożliwia m.in.:

- podwyższenie dokładności przekazywanych informacji oraz redukcji czasu i wysiłku związanego z redagowaniem, interpretacją i przetwarzaniem informacji;
- wyeliminowanie ryzyka niezrozumienia lub błędnego zrozumienia informacji,
- automatyzację elektronicznych procesów przetwarzania danych;
- przekazywanie informacji w możliwie jak najszybszy i precyzyjny sposób,
- zapewnienie, że informacje zawierają dane prawdziwe i aktualne, ważne i niezbędne [14].

PODSUMOWANIE

Zarządzania współczesną firmą, działającą w obszarach związanych z logistyką, nie da się realizować bez wspomagania bardziej lub mniej zaawansowaną techniką informatyczną. Zarządzanie musi opierać się na rzeczywistych danych, w przeciwnym razie jest niewiele warte. Zarządzanie w logistyce bazuje na podejściu procesowym i dobrym rozwiązaniu informatycznym. Pozwala to na znaczną optymalizację wszelkiego rodzaju kosztów. Kolejnym atutem sprawnie działających systemów informatycznych w logistyce jest skrócony czas realizacji zadań. Automatyzacja procesów logistycznych ogranicza możliwość wystąpienia błędów. W branży coraz bardziej istotna staje się koncentracja na potrzeby klienta.

Omawiane programy gromadzą wszystkie istotne dane i sprawnie je analizują. Jest to argument świadczący o słuszności automatyzacji procesów. Znaczącą funkcję w procesach klient-firma odgrywa e-marketing. Działania związane z szeroko rozumianym e-marketingiem klasyfikują przedsiębiorstwo na rynku usługodawców i pozwalają na szybkie oraz niezwykle skuteczne poszerzanie grona swoich odbiorców.

Wszystkie te działania można sprowadzić do pojęcia e-logistyki. Jest to dział logistyki, który wykorzystuje Internet oraz systemy informatyczne do koordynowania i integrowania działań, prowadzących do dostarczenia produktów od wytwórców do detalistów lub konsumentów. E-logistyka jest niezwykle ważnym sektorem działań logistycznych (szczególnie w dobie pandemii), który pozwolił na upłynnienie procesów, ich standaryzację oraz połączenie wszystkich partnerów, którzy mogą znajdować się na różnych końcach świata.

LITERATURA

1. Bajdak A., *Internet w marketingu*, PWE, Warszawa 2003.
2. Buchwald T., Guzewski T., *System zarządzania relacjami z klientem w przedsiębiorstwie międzynarodowym*, Progress in Economic Sciences, 2014, nr 1.
3. Chmielarz W., *Systemy biznesu elektronicznego*, Difin, Warszawa 2007.
4. *Council of Logistics Management: What It's All About*, Oak Brook, Illinois, USA 1992.
5. Dominici G., *From Marketing Mix to e-Marketing Mix: A Literature Overview and Classification*, International Journal of Business and Management, 2009, Vol. 4, No. 9, s. 17–24.
6. Duda A., *Charakterystyka i ocena możliwości zastosowania systemów informatycznych klasy WMS*, Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej, 2015, nr 3.
7. Dura P., *E-logistyka oraz zaawansowane systemy planowania i harmonogramowania APS*, Logistyka, marzec 2008.
8. Gołębska E. (red.), *Kompendium wiedzy o logistyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa – Poznań 2001.
9. Grabiński T., Piecuch L. (red.), *Systemy informacyjne zarządzania*, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2012.
10. Kaznowski D., *Nowy marketing w Internecie*, Difin, Warszawa 2007.
11. Murphy Jr. P.R., Wood D.F., *Logistyka i technologie informacyjne*, Nowoczesna Logistyka, 2011.
12. Śliwczyński B., *e-Logistyka*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2009.
13. Światała M., *Użyteczność stron internetowych operatorów logistycznych*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 2011, nr 6, s. 9–15.
14. Światała M., Kieźel M., *E-narzędzia oraz przyszłość marketingu w działalności usługodawców logistycznych – wyniki badań*, Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2017, nr 321, s. 100–117.
15. Wziątek R., *Marketing wirusowy w Internecie*, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą. Seria: Studia i Materiały, 2010, nr 29, s. 151-157.

Źródła internetowe

16. Dehkordi G.J., Rezvani S., Rahman M.S., Nahid F.F.N., Jouya S.F., *A Conceptual Study on e-Marketing and Its Operation on Firm's Promotion and Understanding Customer's Response*, International Journal of Business and Management, 2012, Vol. 7, No. 19, s. 114–124, <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijbm/article/view/17362/13666> (dostęp 5.03.2021).
17. <http://nowymarketing.pl/a/9287,p-ppc-encyklopedia-marketingu> (dostęp 1.03. 2021).
18. *SEO copywriting – czym jest i dlaczego jest taki ważny?* 2014, <http://www.seoword.press.pl/seo-copywriting-czym-jest-i-dlaczego-jest-taki-wazny/> (dostęp 20.02.2021).

E-LOGISTICS – CHARACTERISTICS OF SELECTED TOOLS

The article describes the characteristics of information systems that support logistics processes. The described programs are ERP, WMS and CRM. In the following chapters the problems and tools related to the widely understood e-marketing department are discussed. The text presents the benefits resulting from the globalization of logistic processes.

Keywords: *e-marketing, e-logistics, planning.*

Sylwia Dudziak, Błażej Mach

Uniwersytet Morski w Gdyni

SMART CITY JAKO KONCEPCJA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU WEDŁUG INDEKSU SMART CITY

W opracowaniu przedstawiono najnowsze osiągnięcia nauki z dziedziny transportu. Przedmiotem niniejszego artykułu jest rozwój aglomeracji miejskich zgodnie z koncepcją Smart City. Obecne trendy technologiczne zmierzają w kierunku poprawy jakości życia ich użytkowników. Wiele decyzji jest podejmowanych lub sugerowanych za pomocą sieci informatycznych. Autorzy poniższego artykułu przedstawili trzy miasta uchodzące za jedne z najnowocześniejszych na świecie. W publikacji opisano rozwiązania, wykorzystywane w wybranych ośrodkach Smart City oraz ich strukturę organizacyjną. Na tej podstawie możliwe było wywnioskowanie prawdopodobnych przyszłych tendencji rozwojowych technologii wdrażanych przez miasta, a także potencjalne zagrożenia z nimi związane.

Słowa kluczowe: *innowacyjność, inteligentne miasto.*

WSTĘP

Sztuczna inteligencja oraz wszelkiego rodzaju rozwiązania informatyczne wiodą prym w rozwoju udogodnień przedmiotów powszechnego użytku. Ludzie poszukują alternatywnych rozwiązań we współczesnym świecie, gdzie życie w biegu stało się ich codziennością, aby maksymalnie wykorzystać czas, dotychczas poświęcany na dojazdy, zatory drogowe, postoje oraz przesiadki, innym czynnościom. W związku z tym rozpoczęto proces adaptacji autonomicznych modeli transportu w celu odciążenia ludzkości. Mogą mieć one zastosowanie w różnorodnych sferach życia przeciętnego człowieka. Są także wielofunkcyjne, co wynika ze zdolności do przewozu ładunków i ludzi jednocześnie. W przyszłości mobilność będzie elektryczna, połączona, autonomiczna i współdzielona. Obejmuje to dostawy, zwłaszcza w aspekcie „ostatniej mili”. Aby sprostać temu wyzwaniu, konieczne będzie połączenie logistyki dostaw i prawdziwego życia. To wszystko, aby pokonać wyzwania środowiskowe, a jednocześnie zmniejszyć zatłoczenie na drogach. Dzięki ciągłemu rozwojowi społeczeństwa powstało wiele narzędzi odpowiednich do stworzenia wysoko rozwiniętej technologii, a co za tym idzie, do zbliżenia się jako społeczeństwo do przełomów w każdej z dziedzin nauki.

W 2016 roku niemiecki inżynier oraz założyciel Światowego Forum Informatycznego Klaus Schwab powiedział, że świat wkracza obecnie w czwartą rewolucję przemysłową, zwaną inaczej rewolucją cyfrową. *Smart Cities*, nazywane inaczej inteligentnymi miastami, stały się alternatywą zwyczajnych miast, w których zastosowano rozwiązania niestandardowe, pozwalające na zwiększenie efektywności

oraz jakości życia mieszkańców. Składają się one z komponentów informacyjno-komunikacyjnych w celu wprowadzenia większej przepustowości infrastruktury miejskiej.

1. ZARYS KONCEPCJI SMART CITY

Przy omówieniu koncepcji *Smart City* i znalezieniu jej odpowiedniej definicji należy zwrócić uwagę na zagadnienia, takie jak innowacyjność oraz inteligencja. Rozwiązania innowacyjne według definicji to takie, które nigdy wcześniej nie zostały wprowadzone, natomiast jeśli chodzi o inteligencję, jest to zdolność rozumienia, uczenia się oraz wykorzystaniu posiadanej wiedzy i umiejętności w sytuacjach nowych. Zastosowania inteligentne i innowacyjne bazują na ciągłym rozwoju zastosowań informatycznych, informacyjnych, telekomunikacyjnych, jak i zautomatyzowaniu procesów sterowania [13].

Wymienione wyżej czynniki stały się podstawą do poprawnego określenia aspektów samej koncepcji *Smart City*, zwanej inaczej koncepcją inteligentnych miast. Definicji, które starają się przybliżyć podstawy koncepcji, jest wiele, lecz poniższa, przedstawiona przez jednego z profesorów Massachusetts Institute of Technology, pozwala na dokładne zrozumienie idei:

Nowa inteligencja miast zawiera się w coraz skuteczniejszej kombinacji cyfrowych sieci telekomunikacyjnych (rodzaju układu nerwowego), wszechstronnie wbudowanej inteligencji (odpowiednik mózgu), czujników oraz znaczników (reprezentujących zmysły) oraz oprogramowania (wytwarzającego wiedzę oraz kompetencje poznawcze). Inteligentne miasto nie może istnieć w izolacji od innych systemów miejskich lub gdy jest z nimi połączone jedynie przez ludzi pełniących rolę pośredników. Istnieje coraz większa sieć bezpośrednich połączeń pomiędzy systemami mechanicznymi oraz elektrycznymi budynków, urządzeniami gospodarstwa domowego, maszynami produkcyjnymi, instalacjami technologicznymi, systemami transportowymi, sieciami elektrycznymi oraz innymi sieciami zajmującymi się dostawami energii, sieciami wodociągowymi oraz usuwania odpadów, systemami zapewniającymi bezpieczeństwo oraz ochronę, jak również systemami zarządzania w niemal każdym obszarze działalności człowieka. Ponadto wzajemne powiązania pomiędzy tymi systemami – zarówno poziome, jak i pionowe – cały czas wzrastają, a my właśnie jesteśmy na samym początku (tego procesu) [5].

Definicja ta pozwala również określić, iż koncepcja opiera się na rozwoju aglomeracji miejskich na podstawie danych zebranych przez podmioty zarządzające. Służą one do stworzenia systemu, który pozwoli na sprawne zarządzanie wszystkimi komponentami miejskimi oraz zwiększenie komfortu życia mieszkańców.

Docelowo koncepcja SMART opiera się na sześciu aspektach, opracowanych przez Boyda Cohena, jakimi są: mobilność, środowisko, gospodarka, ludzie, jakość życia oraz zarządzanie [6].

Ważną cechą jest dążenie do równowagi między miastami i odejście od trendu, jakim jest konkurencyjność między owymi ośrodkami. Wskazuje to, że miasto rozwija się nie tylko ze względu na technologię, lecz także pozwala podkreślić aspekt społeczno-środowiskowy, zrównoważony rozwój miasta jako całości a nie tylko poszczególnych dzielnic. W celu dążenia do rozwoju miasta powinny nauczyć się korzystać z własnych zasobów naturalnych czy też uwarunkowań geograficznych, a także technologii stosujących siłę wiatru, słońca czy wody. Wszelkie te działania mają na celu stworzenie jednorodnej, niezależnej jednostki miejskiej oraz zachęcenie ludzi do jej aktywnego tworzenia [3, 15].

2. INDEKS SMART CITY

W celu badań nad postępami technologicznymi wprowadzanymi przez miasta oraz określenia poziomu ich innowacyjności powstało narzędzie, jakim jest indeks *Smart City*. Ranking został stworzony przez Institute of Management Development przy współpracy z Singapore University of Technology and Design i bada on postęp w sześciu dziedzinach, które są podstawą koncepcji inteligentnych miast. Ranking jest tworzony na podstawie danych zebranych ankietowo na temat struktur oraz technologii w wymienionych wyżej dziedzinach. Miasta zostały podzielone na cztery grupy, które oparte są na wskaźniku rozwoju społecznego (HDI) w aspekcie gospodarczym. Grupy są więc odbierane jako wskaźnik rozwoju danego miasta. Ranking przedstawia również pozycję, jaką zajmowało miasto względem rankingu, który został przedstawiony w ubiegłych latach wraz ze skalą oceny oraz procentowym wzrostem pozycji w stosunku do lat ubiegłych [10].

City	Smart City Rank 2020	Change	Smart City Rating 2020	Smart City Rank 2019	Smart City Rating 2019
SINGAPORE	1	▲(-0)	AAA	1	AAA
HELSINKI	2	▲(+6)	AA	8	A
ZURICH	3	▼(-1)	AA	2	AAA
AUCKLAND	4	▲(+2)	AA	6	A
OSLO	5	▼(-2)	AA	3	AAA

Rys. 1. *Smart City Index 2020*

Źródło: opracowanie własne na podstawie: www.imd.org/globalassets/wcc/docs/smart_city/smart-cityindex_2020.pdf.

W dalszej części artykułu uwagę skoncentrowano więc na czołowych pozycjach rankingu, by określić za pomocą jakich narzędzi udało im się osiągnąć taki rezultat.

2.1. Singapur

Singapur jest miastem, które intensywnie implementuje technologie uznawane za rozwiązania *smart* do codziennego użytku obywateli oraz funkcjonowania miasta. W roku 2014 wprowadzono tam *Smart Nation Program*, który jest oficjalnym programem rządowym, mającym poprawić funkcjonowanie miasta poprzez rozwój technologii, podzielonych na dziedziny: strategiczne projekty narodowe, życie miasta, transport, zdrowie, rządowe usługi cyfrowe, start-upy i biznes [11].

Sama idea stworzenia z Singapuru miasta o charakterze *smart* pojawiła się jednak już w latach 80. XX wieku [4]. Od tego czasu singapurski rząd dba o to, aby ustawicznie wprowadzać kolejne programy, mające na celu rozwój miasta. Takie rozwiązania są konieczne, ponieważ Singapur zamieszkuje 5,6 miliona obywateli, zajmujących powierzchnię 718 kilometrów kwadratowych, co daje wynik niemalże 8 tysięcy mieszkańców na metr kwadratowy. W związku z tak wysokim współczynnikiem gęstości zaludnienia trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie tego typu metropolii bez wprowadzenia ideologii *Smart City*. Singapur może być zatem przykładem dla pozostałych miast, chcących realizować koncepcję *smart*, ale również przykładem rozwiązania problemów z przeludnieniem kuli ziemskiej.

Dzięki wprowadzeniu rozwiązań *Smart City* Singapur ma możliwość łatwiejszego oraz sprawniejszego wprowadzania filozofii zrównoważonego rozwoju. Najnowsze rozwiązania technologiczne poprawiają zarówno jakość życia mieszkańców Singapuru, jak i mieszczą się w ramach rozwiązań ekologicznych, a także pozytywnie wpływają na rozwój gospodarczy kraju. Wśród społecznych rozwiązań można wymienić chociażby kształcenie osób starszych w zakresie użytkowania najnowszych rozwiązań technologicznych. Dzięki temu, a także specjalnie stworzonemu programowi *Smart Elderly Alert System*, singapurscy obywatele w podeszłym wieku są monitorowani i np. w przypadku niewykrycia żadnej aktywności z ich strony, system informuje opiekunów o potencjalnym niebezpieczeństwie [1]. Przedstawiciele władz monitorują również dane osób dojeżdżających do pracy środkami komunikacji miejskiej. Przeprowadzone w konsekwencji analizy umożliwiają modyfikacje rozkładu jazdy w taki sposób, jaki najbardziej odpowiada potrzebom mieszkańców [11].

Rozwiązania *Smart City* wykorzystywane w Singapurze ułatwiają komfort ich obywateli. Dzięki najnowszym rozwiązaniom obsługa paszportowa sprowadza się do zeskanowania dokumentów, co przyspiesza odprawy pasażerskie. Oprócz oszczędności czasu Singapur oferuje również technologie, oszczędzające środki finansowe swoich obywateli. Dzięki inteligentnym licznikom wody obywatele Singapuru otrzymują powiadomienia w sytuacji, w której zużycie wzrasta ponad średnią normę. Oprócz tego *smart* domy posiadają także funkcję wyłączania światła w pokojach, które nie są użytkowane przez mieszkańców. Oprócz uprzednio wymienionych rozwiązań, Singapur dysponuje również jednym z najbardziej nowoczesnych systemów gospodarki wodnej. Dzięki temu możliwe jest wykorzystanie zarówno wody słonej, jak i szarej. Wśród atutów proekologicznych miasta-państwa Singapur wymienić można także ogrody *Gardens by the Bay* [8].

Singapur nie tylko zajmuje pierwsze miejsce w klasyfikacji *smart cities*, ale także jest liderem, który wyznacza trendy pozostałym miastom w kontekście rozwoju nowych technologii. Obecnie Singapur nadaje kierunek rozwoju technologiom *smart cities*, które wpływają pozytywnie na rozwój oraz wdrażanie filozofii zrównoważonego rozwoju. Singapur jako ośrodek miejski, posiadający 40-letnie doświadczenie we wdrażaniu najnowszych technologii w funkcjonowanie miasta, ma wszelkie atuty oraz doświadczenie, aby przeprowadzić pozostałym jednostkom miejskim.

2.2. Helsinki

Wśród europejskich miast jednym z liderów technologii *Smart City* są Helsinki. W roku 2020 zostały one uznane za drugie najbardziej *smart* miasto na świecie, co wiązało się z awansem o sześć miejsc w rankingu w stosunku do poprzedniego notowania. Burmistrz stolicy Finlandii Jan Vapaavuori skomentował wyniki w sposób następujący:

Celem Helsinek jest bycie najbardziej funkcjonalnym miastem na świecie. Nasz sukces w tym nowym rankingu pokazuje, że zdecydowanie podążamy we właściwym kierunku. Wyniki wskazują również, jak bardzo wzrosło znaczenie wykorzystania technologii w miastach w czasie epidemii koronawirusa, w sposób, który prawdopodobnie pozostanie trwały. W Helsinkach nieustannie staramy się stawiać czoła wyzwaniom związanym z tą sytuacją, takim jak zapobieganie nierównościom i marginalizacji [9].

Podczas wprowadzania najnowszych rozwiązań władze miasta nie tylko zwracają się o pomoc do specjalistów w dziedzinach informatycznych, naukowców, przedsiębiorców, ale także do społeczności i mieszkańców. W związku z tym Helsinki nie stawiają jedynie na rozwój, ale też na wychodzenie naprzeciw potrzebom swoich mieszkańców. Takie rozwiązanie może sprawdzić się szczególnie w kontekście ewentualnego wykorzystania koncepcji *Smart City* do rozbudowywania gospodarek europejskich zgodnie z filozofią zrównoważonego rozwoju. Miasta, które będą zaspokajały potrzeby społeczne, respektując nauki ekologiczne, a także rozwój ekonomiczny danych ośrodków miejskich, w przyszłości będą nadawały kierunek oraz tempo rozwoju pozostałym europejskim metropoliom. Helsinki w pełni kwalifikują się do zajęcia takiej pozycji.

Zgodnie z filozofią władz stolicy Finlandii miasto rozwija się w ramach podziałów na dzielnice. Każda dzielnica rozwija się w obrębie własnych potrzeb i skupia się na rozwiązywaniu problemów dotyczących danego obszaru, dzięki czemu rozwiązania *smart* w Helsinkach są rozwiązaniami, mającymi niezwykle praktyczny charakter. Wśród rozwijających się dzielnic wymienić można: Malmi, Pasila, Malminkartano-Kannelmäki, Mellunkylä, Arabianranta oraz Kalasatama.

Malmi opisać można jako dzielnicę charakteryzującą się inteligentnym oświetleniem, analizą przestrzeni ulicznej na podstawie doświadczeń mieszkańców. Pasila wykorzystuje jako model informacji miejskich technologię 5G, która może

zostać w przyszłości wykorzystana jako doradztwo podczas podejmowania działań logistycznych w trakcie realizacji budowy.

Obszarem zbliżonym do rozwiązań występujących w Singapurze jest Malminkartano-Kannelmäki, który stawia na rozwój gospodarki obiektów współdzielonych, a także stara się zazielenić swoją powierzchnię.

Jedną z najbardziej ekologicznych dzielnic jest Mellunkylä, charakteryzująca się budownictwem drewnianym. Przedstawiciele tego obszaru wykorzystują także inteligentne rozwiązania mieszkaniowe oraz współpracują z przedstawicielami firm deweloperskich. Obszarem zainteresowań dzielnicy jest również wprowadzanie efektywnej kosztowo neutralności węglowej [14].

Przykładem zagospodarowania przestrzennego i wydzielenia stref eko, społecznych oraz gospodarczych jest dzielnica Arabianranta, która zajmuje powierzchnię 85 hektarów, podzieloną na podobszary. Pierwszym z nich jest strefa zielona, położona tuż nad wodami zatoki Vanhankaupunginselkä, składająca się zarówno z zaaranżowanych ogrodów i parków, jak i terenów rezerwatów przyrody, zapewniając tym samym bioróżnorodność. Od zachodu obszar ten graniczy z terenami mieszkaniowymi i integruje tereny zabudowane z otwartymi terenami rekreacyjnymi i zielonymi obrzeżami ekologicznymi. Strefa mieszkaniowa, zwarta zabudowa o wysokiej intensywności i zróżnicowanych formach (zabudowa zbiorowa, wielorodzinna i jednorodzinna) zapewnia zróżnicowaną społeczność lokalną. Rozwój o zróżnicowanym standardzie form i własności zapewnia też zróżnicowanych użytkowników, którzy przyczyniają się do utrzymania otwartej społeczności lokalnej. Strefa gospodarcza, na którą składają się uczelnie, budynki biurowe i usługowe, zapewnia dostęp do usług, miejsc pracy i edukacji dla mieszkańców, umożliwiając im zmniejszenie potrzeb transportowych. Obiekty te pozwalają również na prowadzenie działalności związanej z edukacją i badaniami naukowymi, czyniąc z regionu ośrodek naukowy, pozytywnie wpływający na jakość życia mieszkańców [2].

Koncepcja *Smart City* według rozwiązań helsińskiej metropolii jest przykładem rozwiązań, mających potencjał na tle całej Unii Europejskiej, która mimo tworzenia wspólnych struktur organizacyjnych stanowi także twór, składający się z pomniejszych, niezależnych od siebie państw. Zastosowanie modelu helsińskiego umożliwi wprowadzenie koncepcji zrównoważonego rozwoju na terenie całej Unii Europejskiej zgodnie z potrzebami danego obszaru. Stolica Finlandii jest także przykładem podejścia do rozwoju technologii *smart* w ujęciu kompleksowym. Obszary *smart* tworzone są nie tylko w miejscach takich jak Kalasatama, która leży w centrum miasta, ale także na obszarach będących starszymi częściami metropolii. Helsinki mogą być przykładem sytuacji, jak najoptymalniej wykorzystać rozwój najnowszych technologii poprzez dostosowanie rozwiązań do realnych potrzeb użytkowników, ale także jak implementować najnowsze technologie do miejsc, których charakterystyka społeczna oraz przestrzenna różnią się od siebie.

2.3. Zurich

Mimo że Szwajcarię (8,5 mln mieszkańców) pod względem liczby mieszkańców można porównać do Nowego Jorku (8,4 mln mieszkańców), nie umniejsza to jej innowacyjności. Do czołówki natomiast zakwalifikował się Zurich, czyli stolica państwa. Należy przyjrzeć się bliżej, co wyróżnia to miasto na tle innych i za sprawą jakich rozwiązań pozostaje ono niezmiennie w czołówce światowego indeksu oraz na językach przedstawicieli areny międzynarodowej.

Smart City stanowi połączenie technologii wraz z przestrzenią publiczną w taki sposób, aby jak najlepiej wpłynęło ono na poprawę jakości życia mieszkańców. W odpowiedzi na to zagadnienie w wielu budynkach znajdujących się na terenie miasta wprowadzono inteligentne systemy zarządzania budynkami. Pozwalają one na sterowanie ogrzewaniem, zużyciem wody, elektrycznością, wentylacją w taki sposób, aby w maksymalny sposób zredukować ich zużycie, chociażby podczas nieobecności. Dzięki temu rozwiązaniu można zauważyć znaczną redukcję emisji CO₂, co korzystnie wpływa na środowisko naturalne.

Jeśli chodzi o działania pomagające w utrzymaniu w czystości środowiska, kolejne jest wprowadzenie inteligentnego systemu zarządzania odpadami *Clean City Index*. Jego zadaniem jest liczenie i kategoryzowanie śmieci, co przyczynia się do rozwiązania miejskich problemów sanitarnych. Podstawą tego projektu było zamontowanie kamer na pojazdach miejskich poruszających się z prędkością do 20 km/h. Dzięki zebrany danym władze miasta mogą w czasie rzeczywistym zdecydować, które z ulic należy czyścić i jak często. Władze miasta dbają również o czystość wody na terenie miasta, co w konsekwencji przyczynia się do tego, że w każdej fontannie znajduje się woda zdatna do picia [7].

Kolejnym projektem, na który warto zwrócić uwagę, jest projekt dotyczący zużycia energii przez jednego mieszkańca. Władze miejskie chcą zredukować zużycie energetyczne z 5000 W na 2000 W do 2050 roku bez konieczności obniżenia standardu życia przez mieszkańców, lecz dzięki zwiększeniu ich świadomości chociażby konsumenckiej. Ma się to stać za sprawą wprowadzenia podatku od emisji CO₂, czego skutkiem jest wprowadzenie większych restrykcji, filtrów oraz urządzeń monitorujących w sektorze przemyśle.

Przyglądając się bliżej sieci transportowej na terenie miasta, można zauważyć pewien schemat. Dominuje w nim schemat wielu krótkich linii połączeń transportu zbiorowego, skumulowanego w kierunku centralnego centrum przesiadkowego, z którego można się dostać w najbardziej odległe zakątki miasta. W takim modelu sieci transportowej stawia się na transport z przesiadkami, który umożliwi osiągnięcie docelowej destynacji.

Uwadze nie powinien również umknąć rozwój zielonej dzielnicy, tzw. *Greencity Zurich*. Jest to dystrykt miasta o powierzchni około 8 ha, który dawniej przeznaczony był do celów przemysłowych. Dzięki restrukturyzacji władz miasta udało się stworzyć przestrzeń, której zasoby są w 100% odnawialne. Połączenie nowoczesnej architektury pozwoliło na wprowadzenie paneli fotowoltaicznych na budynkach oraz zaopatrzenie każdego z nich we własną elektrownię. Te rozwiązania

pozwolą na zaspokojenie około 70% zapotrzebowania energetycznego, reszta pochodzić będzie z zielonych elektrowni znajdujących się w okolicy miasta. Ogrzewanie budynków i klimatyzacja również skrywają nowatorskie podejście, a mianowicie wykorzystanie wód gruntowych oraz geotermalnych [12].

PODSUMOWANIE

Ustawiczne zwiększanie wygody oraz komfortu życia sprzyja rozwijaniu się koncepcji *Smart City*. Przykłady przedstawione w niniejszym artykule mogą posłużyć w przyszłości za modele podczas tworzenia powszechnych inteligentnych miast. Rozwiązują one problemy natury logistycznej i technicznej, występujące na wielu zurbanizowanych terenach, takie jak kongestia drogowa czy organizacja wywozu śmieci. Dzięki wykorzystaniu koncepcji *Smart City* życie w miastach jest nie tylko przyjemniejsze, ale także sprawniejsze i bardziej ekologiczne. Same miasta zaś dzięki wykorzystaniu najnowszych technologii mogą sprawniej i wydajniej funkcjonować oraz w pełni korzystać ze swojego potencjału. Miasta takie jak Singapur, Helsinki oraz Zurich są jednymi z najnowocześniejszych miast na świecie. Modele działania oraz systemy technologiczne, na których opisane w artykule miasta funkcjonują, mogą zostać wykorzystane podczas rozwijania idei *Smart City* w innych miastach. Stworzenie zunifikowanych zasad kształtowania inteligentnych miast umożliwi w przyszłości tworzenie całych aglomeracji połączonych między sobą dzięki wspólnym systemom informatycznym oraz takim samym metodom działania.

Obecnie rozwiązania *Smart City* implementowane są w najbogatszych i najbardziej rozwiniętych ośrodkach miejskich na świecie. Idea *smart* jest koncepcją charakteryzującą się wysokim zaawansowaniem technologicznym, w związku z czym nie jest możliwe zastosowanie tego typu rozwiązań na obszarach mniej rozwiniętych. Z tego powodu istnieje ryzyko rozwinięcia się obszarów, na których dostępność technologiczna ułatwi życie jego mieszkańcom. Z drugiej jednak strony, mogą istnieć tereny, na których nie tylko nie będą stosowane najnowsze rozwiązania proekologiczne, ale wciąż będą istniały dysproporcje społeczne oraz wyzysk. Taka hipoteza sugeruje, że niesprawiedliwości gospodarcze i społeczne będą stale narastać, a obszary mniej zamożne, z utrudnionym dostępem do technologii, będą coraz bardziej odbiegać społecznie i ekonomicznie od państw bogatych. Aby temu zaradzić, należy nie tylko skupić się na rozwoju miast posiadających potencjał technologiczny i ekonomiczny, ale także zwrócić uwagę, aby najnowsze technologie ułatwiały życie w miejscach, które ze względu na położenie geograficzne, dostęp do złóż naturalnych i innych czynników odbiegają w swoim rozwoju od krajów wysoko rozwiniętych.

LITERATURA

1. Chia E.S., *Singapore's Smart Nation Program – Enablers and Challenges*, Industrial and Systems Engineering Department, National University of Singapore, Singapore 2018.
2. Dulińska B., *Zrównoważony rozwój w miastach projektowanych zgodnie z ideą smart city*, Czasopismo techniczne. Budownictwo, 2015.
3. Gotlibowska K., *Propozycja modelu miasta inteligentnego (Smart City) opartego na zastosowaniu technologii informacyjno-komunikacyjnych w jego rozwoju*, Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna, 2018, nr 42, s. 67–80.
4. Kong L., Woods O., *The Ideological Alignment of Smart Urbanism in Singapore: Critical Reflections on a Political Paradox*, Institutional Knowledge at Singapore Management University, Singapore 2018.
5. Misener J., *Cooperative Intersection Collision Avoidance System (CICAS): Signalized Left Turn Assit and Traffic Signal Adaptation*, California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2010-20, kwiecień 2010.
6. Szczech-Pietkiewicz E., *SMART CITY – próba definicji i pomiaru*, Prace Naukowe Uniwersytetu Wrocławskiego, 2015, nr 391.

Źródła internetowe

7. dariuszstasik.com/smart-alfabet-miasta-zurych/ (dostęp 04.03.2021).
8. edition.cnn.com/style/article/singapore-tengah-eco-town/index.html (dostęp 02.03.2021).
9. hel.fi/uutiset/en/kaupunginkanslia/helsinki-ranks-second-in-worldwide-smart-city-index (dostęp 04.03.2021).
10. imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/ (dostęp 02.03.2021).
11. inteligentnapolska.pl/2019/07/12/jak-58-mln-osob-moze-zyc-smart-w-jednym-miescie-singapur/ (dostęp 03.03.2021).
12. noizz.pl/ekologia/szwajcarskie-eko-rozwiazania-ktore-powinnismy-wprowadzic-w-polsce/2we-5hk6 (dostęp 05.03.2021).
13. sjp.pwn.pl/szukaj/inteligentny%20.html (dostęp 01.03.2021).
14. smarcitiesworld.net/smart-cities?topics=Helsinki (dostęp 07.03.2021).
15. Sugeeswari L., Ashu M., *Developing a Smart City Model that Ensures the Optimum Utilization of Existing Resources in Cities of all size*, https://www.academia.edu/5372672/Developing_a_Smart_City_Model_that_Ensures_the_Optimum_Utilization_of_Existing_Resources_in_Cities_of_All_Sizes.

SMART CITY AS A CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT ACCORDING TO THE SMART CITY INDEX

In the study authors presented the latest achievements of science in the field of transport. The subject of this article is the development of urban agglomerations in accordance with the Smart City concept. The current technology trends are aimed at improving the quality of their user's life. Many decisions are made or suggested by means of information networks. The authors of the article below presented three cities considered to be one of the most modern in the world. The publication describes solutions used in selected Smart City centres and their organizational structure. On this basis, it was possible to deduce the likely future development trends of technologies implemented by the cities, as well as the potential risks associated with them.

Keywords: Smart City, innovation.

Weronika Gacek, Jakub Szczupakowski

Politechnika Poznańska

AUTA WODOROWE – HIT CZY KIT? ANALIZA PORÓWNAWCZA

Przedmiotem artykułu jest analiza porównawcza dostępnych napędów samochodowych, mająca na celu identyfikację czynników decydujących o zainteresowaniu branży motoryzacyjnej autami wodorowymi. Autorzy pracy przedstawiają rys historyczny wszystkich rodzajów napędów, na podstawie wyników badania ankietowego oraz analizy AHP dokonują porównania napędu spalinowego, elektrycznego i wodorowego, charakteryzują źródła wodoru oraz zasady postępowania z wodorem oraz ostatecznie przeprowadzają analizę zalet i wad napędu wodorowego. Zagadnienie jest istotne przede wszystkim z przyczyn ekologicznych. Pogarszający się stan środowiska i zanieczyszczenie powietrza stają się codziennością.auta zeroemisyjne mogą być lepszym rozwiązaniem dla środowiska przy zachowaniu wysokiego komfortu przemieszczania się.

Słowa kluczowe: wodor, auta wodorowe, ekologia, wpływ na środowisko.

WSTĘP

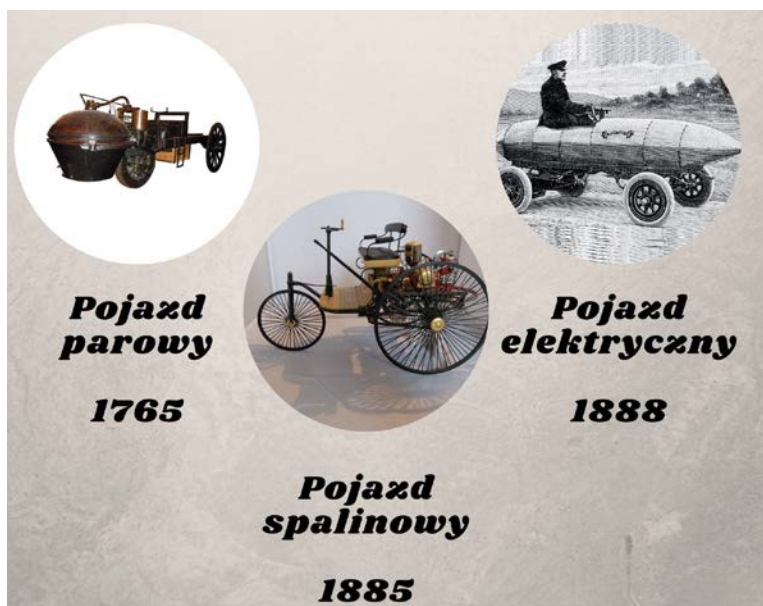
Motoryzacja jest jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi gospodarki. Duży popyt na auta, sięgający setek tysięcy sztuk każdego roku, zapewnia zatrudnienie pracownikom produkcji, ale także pracownikom salonów sprzedaży, mechanikom, ubezpieczycielom i wielu innym sektorom gospodarki. Wysokie zapotrzebowanie tworzy nowe miejsca pracy, a to z kolei poprawia komfort życia. Znaczenie branży motoryzacyjnej zauważyć można nie tylko na rynku krajowym, ale także na europejskim. Do drugiej połowy 2019 r. realny wzrost PKB w Polsce (~5%), jak i na świecie (~2,5%), był dodatni i przedstawiał tendencję wzrostową [2]. Rok 2020 ze względu na wybuch pandemii znacznie wpłynął na popyt, dostępność komponentów i pracowników, a tym samym na sytuację branży. Mimo to wiele firm wykorzystało ten czas na rozwój i szukanie nowych rozwiązań. Jednym z nich może być użycie napędu wodorowego.

1. ROZWÓJ PRZEMYSŁU MOTORYZACYJNEGO

Od początku swego istnienia człowiek posiadał potrzebę przemieszczania się, od małych odległości pokonywanych pieszo poprzez dalsze dystanse możliwe do pokonania przy pomocy zwierząt. Zwiększająca się liczba ludności wraz z rosnącymi trudnościami w osiedlaniu się, pozyskiwaniu pożywienia oraz handlowaniu zdeterminowała chęć przemieszczania się na dalekie dystanse. Przełomem

w tym zakresie było wymyślenie silnika działającego na parę wodną i choć początkowo miał być wykorzystywany jedynie do celów militarnych, to niewątpliwie był początkiem popularyzacji silników w transporcie oraz rozwoju motoryzacji. Kolejne kroki milowe stanowił rozwój myśli technicznej i pojawienie się silników spalinowych oraz dalsza jej ewolucja w kierunku pojazdów elektrycznych. Wspomniane kroki były nieodłącznie związane z przekonywaniem społeczeństwa do rozwoju tej gałęzi przemysłu. Przykładem problemów, z którymi borykać się musiał rozwijający się przemysł motoryzacyjny, mogą być słynne protesty dorożkaczy, którzy postrzegali pojazdy mechaniczne jako poważną konkurencję. Poza tym istotnym wyznaniem było doskonalenie technologii i ograniczanie zużycia paliw [3].

Rozwój pojazdów transportowych pokazuje rysunek 1.



Rys. 1. Kroki milowe w motoryzacji

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszym i przez długi czas eksploatowanym pojazdem był napędzany silnikiem parowym wehikuł stworzony w 1765 r. przez francuskiego inżyniera Nicolasa Josepha Cugnota. Choć jego pierwowzór rozwijał prędkość, wynoszącą zaledwie 4 km/h, a po 20 minutach jazdy musiał na tyle samo czasu zatrzymać się w celu produkcji pary wodnej, to zyskał sympatię ludzi, gdyż nie powodował powstawania zanieczyszczeń, takich jak końskie odchody, które wywoływały nieprzyjemny zapach oraz ryzyko chorób. Pomimo rozwijania się tej technologii pojazdy o napędzie parowym straciły na popularności m.in. przez konieczność stałej kontroli poziomu paliwa, a także bardzo duże zapotrzebowanie na wodę. Silnik

parowy znalazł powszechne zastosowanie w lokomotywach oraz statkach parowych, natomiast w przypadku samochodów był powoli wypierany przez silniki spalinowe.

Pierwszy pojazd spalinowy powstał w 1885 r. Został skonstruowany przez Carlsa Benza i osiągał maksymalną prędkość wynoszącą 16 km/h [3]. W porównaniu z pojazdami zasilanymi parą wodną jego zaletami były: rosnący zasięg związany z możliwością przewożenia paliwa niezbędnego do podróży oraz zwiększająca się z modelem na model prędkość wehikułu. Jednocześnie konstruowano pojazdy o napędzie elektrycznym, których pierwsze modele osiągały prędkość wynoszącą ok. 11 km/h.

Warto podkreślić, że mimo wynalezienia napędu spalinowego oraz elektrycznego nie zrezygnowano od razu z napędu parowego [1]. Sytuacja zaczęła się jednak dynamicznie zmieniać, gdy odkrywano złoża ropy naftowej na całym świecie, co sprzyjało powstawaniu stacji benzynowych. Benzyna była coraz tańsza i bardziej dostępna. Rozwój infrastruktury pociągnął za sobą również podniesienie komfortu podróży – coraz cichsze i wydajniejsze silniki zostawiały pojazdy elektryczne daleko w tyle, również ze względu na trudność ładowania aut napędzanych elektrycznością.

Analizę wad i zalet poszczególnych pojazdów przedstawiono w poniższej tabeli (tab. 1).

Tabela 1

Analiza wad i zalet pierwszych silników

	Silnik parowy	Silnik spalinowy	Silnik elektryczny
Zalety	Brak zanieczyszczeń	Najwyższa prędkość maksymalna	Cichy
		Brak konieczności częstego zatrzymywania się	Brak zanieczyszczeń
			Łatwy w użytkowaniu
Wady	Maksymalny czas jazdy to 20 min, po czym konieczna jest około 20-minutowa przerwa w celu wyprodukowania pary	Produkcja spalin	Trudność ładowania
	Niska prędkość maksymalna	Możliwość skałeczenia / złamania kończyny przy rozruchu (rozruch korbowy)	
	Duże zużycie wody	Głośny ("strzelające" gaźniki)	

Źródło: opracowanie własne.

Na początku XXI w. nastąpił zwrot w popularności pojazdów spalinowych. Ludzie zaczęli zastanawiać się i żywo dyskutować nad wykorzystaniem paliw, a także zanieczyszczaniem środowiska. Zaczęto zwracać uwagę, że wraz ze zwiększaniem produkcji aut wyczerpują się dostępne paliwa, podnoszono również kwestię ogromnego obciążenia dla natury i zmian klimatu poprzez emisję spalin. Kierowcy ponownie zwrócili się w kierunku pojazdów elektrycznych, których rozwój mimo braku zainteresowania społeczeństwa wciąż był kontynuowany. Wraz z rozwojem technologii zwiększał się zasięg takich aut oraz prędkość, jednak problemem nadal pozostawała cena. Pomocne było poparcie państw, które zaczęły wprowadzać ulgi dla posiadaczy ekologicznych pojazdów elektrycznych. Przełomem w produkcji aut elektrycznych była prezentacja Nissana Leaf w 2010 r., którego cena wynosiła 30 tysięcy euro, co w połączeniu z tanim tankowaniem, dopłatami ekologicznymi oraz ulgami było bardzo konkurencyjną ofertą. Jedynym aspektem, w którym auta elektryczne nie mogły jeszcze konkurować z pojazdami spalinowymi, była infrastruktura pozwalająca na ładowanie aut. Sytuacja jednak powoli się zmienia i w Stanach Zjednoczonych oraz Europie pojawia się coraz więcej stacji ładowania pojazdów [9].

W dobie pierwszych aut elektrycznych priorytetem było zwiększenie zasięgu, zmniejszenie objętości przewożonego paliwa oraz jego ceny. Dzisiaj nikt nie przejmuje się zasięgiem aut, gdyż szeroko rozwinięta infrastruktura pozwala na częste przystanki w celu ładowania, niemniej wciąż istotnych jest kilka czynników. Przede wszystkim znaczenie ma wpływ na środowisko. Pomimo że pojazdy elektryczne chwalone są za ich niską emisyjność, to częstość wymiany akumulatorów oraz odpad związany z ich produkcją budzą kontrowersje. Istotny jest także koszt zakupu auta oraz jego eksploatacji, a także poziom bezpieczeństwa, który musi zawsze wyprzedzać inne czynniki. Ciągłe poszukiwanie lepszych, bezpieczniejszych, bardziej ekologicznych rozwiązań doprowadziło do zbudowania auta napędzanego nowego rodzaju paliwem – wodorem.

Motoryzacja ciągle się rozwija, a temat aut wodorowych podejmuje coraz więcej firm.auta te odpowiadają na aktualne potrzeby świata – posiadają zeroemisyjne silniki, które wykorzystują wodór jako paliwo, nie wytwarzając żadnych związków chemicznych, które szkodziłyby środowisku. Jednocześnie pomimo potencjalnego ryzyka związanego z wybuchowymi właściwościami wodoru w połączeniu z tlenem technologia została dopracowana na tyle, że nie stanowi zagrożenia dla użytkowników [4]. Samochody te mogą być konkurencyjne, a autorzy postanowili porównać je z innymi pojazdami w kategoriach związanych z kosztami zakupu, eksploatacji, wpływu na środowisko.

2. PORÓWNANIE ISTNIEJĄCYCH NAPĘDÓW W MOTORYZACJI

W celu porównania pojazdów o napędzie spalinowym, elektrycznym oraz wodorowym, w tabeli 2 zestawiono najważniejsze w arbitralnej ocenie autorów czynniki, decydujące o wyborze konkretnego auta przez konsumentów. W tym celu wykorzystano analizę AHP, polegającą na wielokryterialnej analizie, która zapewnić ma podjęcie najlepszej decyzji. Punkty w skali AHP 2 przydzielono na podstawie zdobytej wiedzy wspartej badaniami przeprowadzonymi na potrzeby pracy, których wyniki przedstawiono w rozdziale 4. Uporządkowane dane, zestawione w tabeli 2, pochodzą z raportu „Wodór jako paliwo przyszłości”, są danymi na rok 2019 i dotyczą aut tej samej klasy.

Tabela 2

Porównanie dostępnych pojazdów

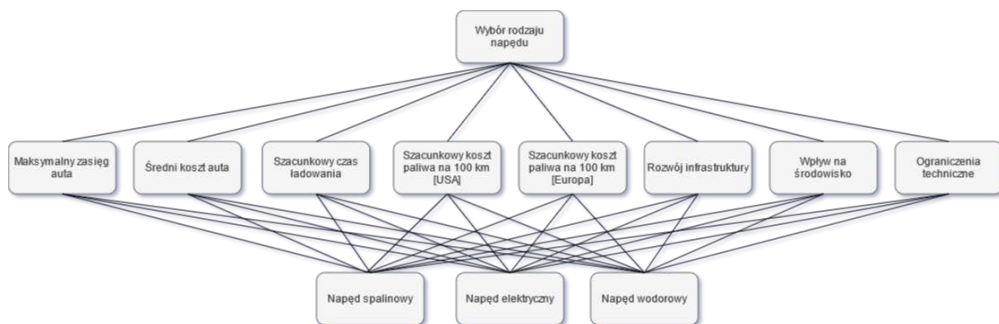
	Maksymalny zasięg auta	Średni koszt auta	Szacunkowy czas tankowania	Szacunkowy koszt paliwa na 100 km [USA]	Szacunkowy koszt paliwa na 100 km [Europa]
Pojazd spalinowy	2000 km+	20 000 dolarów (74 600 zł)*	5 minut	25,64 zł	48,24 zł
Pojazd elektryczny	500 km	36 500 dolarów (136 145 zł)*	5 godzin	13,14 zł	33,50 zł
Pojazd wodorowy	750 km	58 000 dolarów (216 340 zł)*	5 minut	59,36 zł	43,19 zł

*kurs z dnia 17.02.2021 r.

Źródło: *Wodór jako paliwo przyszłości [w:] Raport 300 Gospodarka, Warszawa, 2019.*

W aktualnej sytuacji rynkowej najtańsze przy zakupie jest auto z napędem spalinowym. Posiada ono także największy zasięg, choć przy intensywnym rozwoju infrastruktury pozostałych napędów przewaga w tym zakresie będzie malała. Podczas eksploatacji najtańsze będzie auto elektryczne ze względu na relatywnie niski koszt energii elektrycznej. Pojazd wodorowy jest zatem aktualnie na ostatnim miejscu, biorąc pod uwagę cenę auta, a także koszty paliwa. Ma on zasięg większy od auta elektrycznego, co jest istotne ze względu na wciąż słabo rozwiniętą siatkę stacji ładowania, a także na szacunkowy czas ładowania pojazdów elektrycznych wynoszący około 5 h.

W tym kontekście pojawia się pytanie, dlaczego zatem pojazdy wodorowe mogą być brane pod uwagę jako alternatywa dla aut spalinowych? Szukając odpowiedzi na tak postawione pytanie, autorzy pracy zdecydowali się na ocenę napędów pojazdów w kontekście aspektu środowiskowego, gospodarczego oraz planowanych wdrożeń. W tym celu opracowano drzewo decyzyjne AHP (rys. 2), tabelę kryteriów wraz z wagami (tab. 3), a następnie porównano napędy pod względem przedstawionych wyżej czynników.



Rys. 2. Drzewo decyzyjne AHP

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Analiza AHP

Waga	0,15	0,05	0,15	0,1	0,1	0,1	0,3	0,05	
	Maksymalny zasięg auta	Średni koszt auta	Szacunkowy czas tankowania	Szacunkowy koszt paliwa na 100 km [USA]	Szacunkowy koszt paliwa na 100 km [Europa]	Rozwój infrastruktury	Wpływ na środowisko	Ograniczenia techniczne	Suma
Pojazd spalinowy	9	4	9	4	1	9	1	5	4,85
Pojazd elektryczny	1	3	1	6	2	3	3	3	2,6
Pojazd wodorowy	3	1	9	1	1	1	9	7	5,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie skali ocen AHP 2.

W tabeli uwzględniono dodatkowy czynnik, taki jak rozwój infrastruktury, który związany jest bezpośrednio z możliwością dostosowania aktualnej infrastruktury do konkretnego typu pojazdów lub budową nowej. W przypadku pojazdów spalinowych wszelkie niezbędne zasoby są już dostosowane do liczby pojazdów z niej korzystających. Konieczne jest dostosowanie zaplecza dla pojazdów elektrycznych oraz wodorowych. Dla porównania w 2018 r. istniało na świecie 650 tysięcy stacji ładowania dla pojazdów elektrycznych oraz 381 stacji dla pojazdów wodorowych. Różnice te nie powinny być jednak postrzegane jako wyraz jednoznacznej przewagi pojazdów o napędzie elektrycznym nad pojazdami o napędzie wodorowym. Pojazdy wodorowe to nadal nowość, powoli implemmentowana do przemysłu motoryzacyjnego. Szacuje się jednak, że koszty budowy infrastruktury dla pojazdów elektrycznych są o 25% wyższe niż dla pojazdów wodorowych (szacunki dla 20 milionów aut). Wynika to przede wszystkim z łatwości dostosowania istniejących stacji benzynowych do obsługi aut

wodorowych. Długi czas ładowania aut elektrycznych wyklucza zastosowanie tego mechanizmu.

Kolejnym z aspektów są ograniczenia techniczne. Baterie, które są stosowane w pojazdach elektrycznych, stanowią ok 30% masy całego pojazdu. W przypadku chęci powiększania zasięgu samochodu niezbędne jest zwiększanie masy samej baterii, czyli masy całego pojazdu, co prowadzi do konieczności zwiększenia mocy napędu. W takim rozwiązaniu brakuje korzyści wynikającej z efektu skali. Zwiększenie pojemności akumulatora o każdą dodatkową jednostkę mocy to jednocześnie rosnący koszt. Elementy napędu wodorowego w odróżnieniu od baterii są znacznie lżejsze, dlatego też zwiększenie zasięgu pojazdów wodorowych jest dużo tańsze i uwarunkowane zwiększeniem zbiornika na paliwo. Warto zatem zauważyć, że atrakcyjność technologii wodorowej oraz jej przewaga wzrasta dla pojazdów o dużej masie i dalekim zasięgu.

Nie bez znaczenia jest również wpływ na środowisko. Według badań przeprowadzonych przez przedsiębiorstwo Volkswagen pojazdy elektryczne w całym procesie powstawania auta – produkcji, przygotowania do jazdy, tankowania – emitują ok. 120 g CO₂ na przejechany kilometr. Pojazdy z silnikiem spalinowym emitują zaś CO₂ w przedziale 170–190 g [7]. Dane te wskazują na istnienie znaczącej różnicy w poziomie emisji CO₂, a warto zauważyć, że prace badawcze nad ograniczeniem emisji spalin przez pojazdy spalinowe trwają już bardzo długo, natomiast napędy elektryczne dopiero stoją przed rewolucją technologiczną w tym zakresie. Samochody napędzane wodorem są zeroemisyjne, co oznacza, że w czasie ich eksploatacji nie dochodzi do uwalniania do atmosfery dwutlenku węgla. Sposoby wytwarzania wodoru jako źródła energii do pracy pojazdu wodorowego oraz metody jego magazynowania szerzej opisano w kolejnych rozdziałach.

Pojazdy wodorowe dopiero przeżywają swój rozkwit. Mała liczba użytkowników wpływa na znikomą infrastrukturę oraz brak korzyści wynikających z efektów skali. Popularyzacja tej technologii może znacząco zwiększyć pozycję pojazdów wodorowych jako konkurenta na rynku motoryzacyjnym. Ich przewaga konkurencyjna jest szczególnie dostrzegalna w przypadku pojazdów o dużej masie, takich jak samochody ciężarowe czy autobusy, które poruszają się dodatkowo na dalekie odległości. W połączeniu z rozwijającą się infrastrukturą, malejącą ceną wodoru oraz prognozami tworzonymi dla tego rodzaju technologii można stwierdzić, że wodór jako paliwo stanowić może solidny fundament dla rozwoju tej gałęzi przemysłu motoryzacyjnego. Przesłanki technologiczne oraz czysto praktyczne zwiastują, że na świecie liczba pojazdów wodorowych będzie rosła wykładniczo.

3. WODÓR JAKO PALIWO

Przemysł motoryzacyjny od roku 2014, kiedy rozpoczęto seryjną produkcję aut napędzanych wodorem, wchodzi w nową erę, mającą na celu ochronę środowiska poprzez usunięcie pojazdów wysokoemisyjnych i zastąpienie ich nowoczesnymi,

przyjaznymi wersjami. Istotą działania aut wodorowych jest reakcja wiązania wodoru i tlenu w cząsteczki wody, podczas której uwalniana jest energia elektryczna. Uwolniona w nowej formie energia trafia do akumulatorów i wykorzystywana jest do napędzania silnika elektrycznego. Aby pojazd w całym cyklu życia miał niewielki wpływ na otoczenie, należy zwrócić uwagę na sposób pozyskiwania najistotniejszego elementu, czyli paliwa.

Uzyskanie wodoru z pozoru nie należy do najtrudniejszych zadań. Jedną z najprostszych metod jest elektroliza wody, czyli rozkład wody prądem elektrycznym w celu uzyskania wodoru i tlenu. Mimo że uzyskanie tą metodą niezbędnego pierwiastka jest proste, to stawia także wiele wyzwań. Jednym z nich jest fakt, że do przeprowadzenia elektrolizy potrzebne są duże ilości prądu elektrycznego. Dlatego też wytwarzanie wodoru tą metodą powinno odbywać się z wykorzystaniem prądu elektrycznego pozyskiwanego w elektrowniach wiatrowych lub wodnych, których oddziaływanie na środowisko jest niewielkie. Dzięki badaniom przeprowadzonym przez naukowców Uniwersytetu Stanforda do wytworzenia wodoru za pomocą elektrolizy wody możliwe jest użycie wody morskiej, co korzystnie wpłynie na zasoby wody pitnej, która jeszcze do roku 2019 była używana w tej metodzie [6]. Mimo że możliwe jest uzyskanie w 99,9% czystego wodoru, elektroliza jest procesem mało sprawnym energetycznie.

Kolejną z metod wykorzystywanych do produkcji wodoru jest zgazowanie węgla. Dzięki konwersji węgla w stan gazowy powstaje wodór i tlenek węgla, dlatego też proces ten musi przebiegać w warunkach najwyższej ostrożności. Już w drugiej połowie XIX wieku opracowano system pozwalający na produkcję wodoru pod ziemią. Metoda ta nie jest tak korzystna dla środowiska jak elektroliza wody. Ponadto malejące zasoby węgla nie są w stanie pokryć zapotrzebowania, jakie w najbliższych latach jest prognozowane.

Najkorzystniejszą dla środowiska metodą pozyskania wodoru jest zgazowanie biomasy. Istnieją trzy grupy biomasy umożliwiającej produkcję H_2 :

- biomasa zawierająca cukry proste i dicukry;
- biomasa skrobiowa;
- biomasa lignocelulozowa.

Dzięki temu wodór może być produkowany z trawy, słomy oraz odpadów przemysłu spożywczego. W wyniku procesu powstaje mieszanina gazów, takich jak: wodór, węglowodór, tlenek wodoru, ditlenek węgla i metan, która następnie poddawana jest procesowi reformingu parowego.

Innym sposobem uzyskania wodoru jest hydrotermalne zgazowanie biomasy. Cechą charakterystyczną procesu jest możliwość uzyskania biowodoru z silnie nawodnionych odpadów. Surowcami do tego procesu mogą być odpady z przemysłu rolno-spożywczego, leśnego, odpady komunalne oraz osady z oczyszczalni ścieków. Metoda ta ze względu na szeroki wybór dopuszczalnych surowców korzystnie wpłynęłaby na ilość odpadów zalegających w miejscach składowania. Ponadto wykorzystanie odpadów komunalnych czy osadów z oczyszczalni ścieków

obniżyłoby cenę wodoru, ponieważ surowiec mógłby być przekazywany bez poboru opłat.

Możliwe jest także wykorzystanie energii pozyskiwanej z odpadów z przemysłu mleczarskiego. Duża zawartość łatwo rozkładalnych zanieczyszczeń organicznych daje możliwość pozyskiwania znacznych ilości energii elektrycznej. Serwatka, powstająca jako odpad w procesie produkcji twarogu i twardych serów, jest doskonałym surowcem do produkcji wysokoenergetycznego paliwa wodorowego. Niestety, metoda ta jest wymagająca i tylko przy zachowaniu odpowiednich wskaźników (takich jak np. kwasowość) produkcja gazu jest opłacalna.

Powyższa charakterystyka pozwala stwierdzić, że przyszłościowy, szczególnie z punktu widzenia ekologii, jest biowodór. Jego produkcja może znacznie wpłynąć na ograniczenie odpadów trafiających do ekosystemu, a co za tym idzie, pozytywnie przyczynić się do poprawy warunków środowiska, dlatego też w kolejnym rozdziale biogaz będzie głównym tematem rozważań.

Typowym dla motoryzacji problemem jest kwestia magazynowania wodoru, który ze względu na swoje właściwości wymaga specjalnych warunków przechowywania. Obecnie wodór magazynowany jest w zbiornikach posiadających warstwę wewnętrzną, wykonaną z polimeru o dużej masie cząsteczkowej, która uniemożliwia przenikanie gazu przez ścianki. Kolejna jest warstwa stworzona z żywicy epoksydowej lub tkaniny węglowej, gwarantująca wzmocnienie trwałości zbiornika. Zewnętrzna warstwa ma za zadanie stawiać wystarczający opór ciśnieniu, jakie panuje wewnątrz, dlatego też musi być wykonana z materiału o dużej odporności na rozrywanie. Zbiornik, w celu zachowania przepisów bezpieczeństwa, wyposażony jest w wewnętrzny czujnik i regulator ciśnienia oraz czujnik temperatury. Jest to metoda mało efektywna. Mała gęstość gazu sprawia, że nawet przy odpowiednio dużym ciśnieniu można zgromadzić tylko niewielką ilość gazu.

Inną metodą magazynowania są zbiorniki kriogeniczne, w których wodór przechowywany jest w stanie ciekłym. Zbiornik, aby zapewnić bezpieczeństwo, powinien posiadać izolację, pozwalającą utrzymać odpowiednią temperaturę wewnątrz. Do izolacji używa się azotu lub izolacji próżniowej. Przetworzenie wodoru w stan ciekły wymaga dużych nakładów energii, co niekorzystnie wpływa na opłacalność metody. Ponadto utrzymanie wodoru w stanie płynnym wymaga stałej kontroli środowiska oraz odpowiedniej aparatury, umożliwiającej przemianę płynu w gaz w czasie tankowania. Mimo to metoda jest godna uwagi ze względu na możliwość magazynowania większych ilości wodoru przy takiej samej pojemności zbiornika oraz wielokrotnie niższych stratach wynikających z „ucieczki” gazu ze zbiornika. Obecnie magazynowanie ciekłego wodoru jest opłacalne tylko przy wykorzystaniu zbiorników stacjonarnych o dużej pojemności [5].

4. KORZYŚCI, WYZWANIA I OGRANICZENIA

Podsumowując rozważania o wodorze jako źródle energii w branży motoryzacyjnej, przygotowano zestawienie korzyści oraz zagrożeń, jakie niesie za sobą stosowanie wodoru jako paliwa w przemyśle motoryzacyjnym (tab. 4).

Tabela 4

Korzyści i zagrożenia stosowania wodoru jako paliwa

Korzyści	Wyzwania i ograniczenia
Zeroemisyjność	Brak niezbędnej infrastruktury transportowej
Niska emisyjność w cyklu życia wyrobu	Brak odpowiednio dostosowanych przepisów prawnych
Cicha eksploatacja	Cena pojazdu
Krótki czas tankowania	Wybuchowość pierwiastka
	Pozytywne prognozy spadku ceny paliwa

Źródło: opracowanie własne.

Auta wodorowe nazywane są „autami przyszłości” ze względu na przewidywany pozytywny wpływ na środowisko, ograniczenie rozszerzania się dziury ozonowej oraz malejące zasoby paliw kopalnianych. Dzięki wykorzystaniu wodoru w motoryzacji możliwa jest poprawa jakości życia oraz jego wydłużenie poprzez ograniczenie kontaktu z substancjami szkodliwymi. Jak wynika z zestawienia, prezentowanego w powyższej tabeli, rozwój wodorowego przemysłu motoryzacyjnego wymaga dużych nakładów pracy oraz znacznych środków finansowych, jednakże pokonanie tych barier może przynieść daleko idące korzyści, wynikające przede wszystkim z poprawy jakości powietrza oraz zmniejszenia hałasu. Jest to szczególnie istotne z perspektywy dużych, zatłoczonych miast, w których przekroczone normy szkodliwych związków są codziennością.

Wodór, jako gaz tworzący z powietrzem mieszaniny wybuchowe, uważany jest za niebezpieczny dla użytkowników ruchu drogowego. Jego bezbarwność oraz bezwonność sprawiają, że jest to gaz trudny do wykrycia w trakcie palenia, a o jego zapłonie świadczy jedynie wzrost temperatury sięgający nawet 3000 K. Ponadto wodór charakteryzuje się niską granicą wybuchowości oraz niską temperaturą inwersji. Duży wpływ na bezpieczeństwo posługiwania się wodorem ma jego oddziaływanie na korozyjność, co skutkuje znacznym obniżeniem właściwości stali. Z karty charakterystyki wynika, że jest to skrajnie łatwopalny gaz pod ciśnieniem (sprężony), którego ogrzanie grozi wybuchem. W celu zapewnienia bezpieczeństwa wodór należy przechowywać z dala od źródeł ciepła, gorących powierzchni, iskrzenia, otwartego ognia i innych źródeł zapłonu. W przypadku dojścia do zapłonu wyciekającego wodoru nie należy go gasić, jeżeli nie można bezpiecznie zahamować wycieku. W celu zapewnienia najwyższego bezpieczeństwa gaz ten należy przechowywać w dobrze wentylowanym miejscu.



Rys. 3. Skutki wycieku i zapłonu paliwa

Źródło: M. Woliński, *Zbiornik wodoru w samochodzie. Realne zagrożenie w pożarze? Zeszyty Naukowe SGSP, 2018, t. 2, nr 65.*

Przemysł motoryzacyjny w celu minimalizacji zagrożenia, wynikającego z użytkowania wodoru, stworzył zbiorniki o oplocie obwodowym i diagonalnym z włókien węglowych i szklanych. Zastosowane w tych zbiornikach systemy bezpieczeństwa dają pewność, że wypływ gazu, który stwarza niebezpieczeństwo dla użytkownika, może zaistnieć jedynie w sytuacji, kiedy jednocześnie będą miały miejsce następujące czynniki:

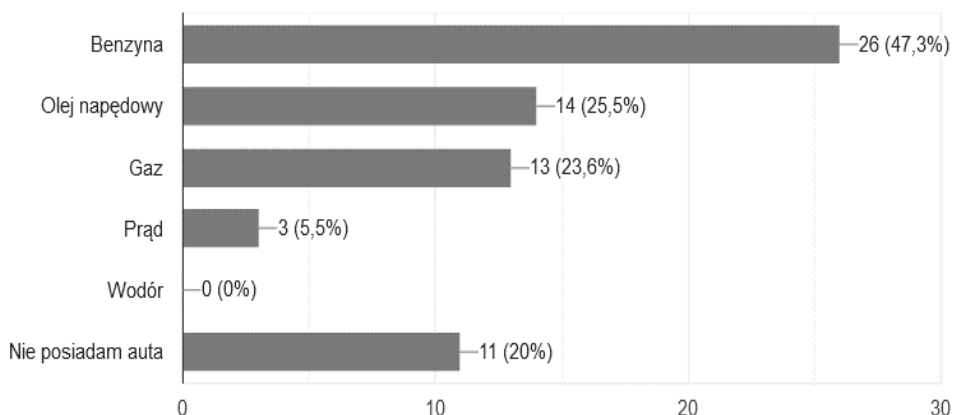
- nieszczelność w układzie zasilania ogniwa paliwowego;
- awaria czujnika, którego zadaniem jest wykrycie obecności wodoru w otoczeniu układu zasilania i odcięcie przepływu wodoru;
- awaria zamontowanego na zbiorniku zaworu ograniczającego wypływ gazu;
- awaria programów komputerowych, które porównują przepływ wodoru z zużyciem tego gazu w ogniwie paliwowym.

Wystąpienie czynników ryzyka w tym samym czasie jest bardzo mało prawdopodobne. Jeśli jednak dojdzie do takiego zdarzenia, zastosowane technologie minimalizują niebezpieczeństwo. Dla porównania różnic w przebiegu wycieku i zapłonu paliwa w samochodzie wodorowym (lewa strona zdjęcia) z wyciekami i zapłonem paliwa w samochodzie napędzanym benzyną (prawa strona zdjęcia) przeprowadzono badania eksperymentalne.

Wybuch wodoru w początkowej jego fazie związany jest z pojawieniem się słupa ognia wydobywającego się ze zbiornika, który wraz z upływem czasu maleje i po 1,5 min gaśnie. W samochodzie benzynowym sytuacja wygląda skrajnie różnie. Początkowo jest to niewielki ogień pod podwoziem auta, który w miarę upływu czasu rozprzestrzenia się i obejmuje całe auto. Bezpieczeństwo użytkowania pojazdów wodorowych zapewniają nowe, ciągle rozwijające się technologie. Założyć można, że przy odpowiednim poziomie edukacji potencjalnych użytkowników samochodów napędzanych wodorem na temat właściwości wodoru, wykrywania jego wycieków i reagowania w sytuacjach kryzysowych będzie to paliwo, mające dużą szansę na zaistnienie na światowych rynkach.

W celu oszacowania szans rozwoju rynku samochodów o napędzie alternatywnym przez potencjalnych nabywców przeprowadzono ankietę. Poruszano w niej takie aspekty jak: znajomość alternatywnych napędów, świadomość ich wpływu na środowisko oraz aktualne przyzwyczajenia. Badanie zrealizowano między 10.02.2021 a 17.02.2021, a wzięło w nim udział 55 osób, zarówno kobiety (45,5%) jak i mężczyźni (54,5%), z przewagą osób w wieku 20–30 lat. Ponad połowa badanych wskazała, że interesuje się motoryzacją.

W celu zidentyfikowania rodzajów napędów eksploatowanych przez ankietowanych sformułowano pytanie, w którym istniała możliwość wielokrotnego wyboru odpowiedzi ze wskazanej listy kilku odpowiedzi. Uzyskane wyniki prezentują się następująco:



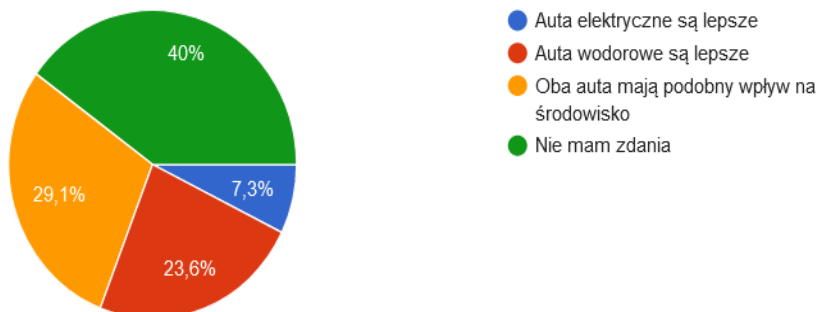
Rys. 4. Paliwa używane w pojazdach

Źródło: opracowanie własne.

Najczęściej wskazywaną odpowiedzią była benzyna, jednakże w dziesięciu przypadkach występowała ona w połączeniu z gazem i dwa razy z prądem, co daje nieco ponad 20% aut napędzanych jedynie benzyną. Niestety, żaden z respondentów nie wskazał odpowiedzi świadczącej o tym, że porusza się autem wodorowym.

Następnie ocenie poddano deklaratywną znajomość pojęcia auta elektrycznego i wodorowego. W przypadku pojazdu elektrycznego jego znajomość zadeklarowało 100% ankietowanych. Auto wodorowe znane było jedynie 58,2% osób. Tak niski odsetek osób wskazujących na znajomość terminu, jakim jest samochód wodorowy, może wynikać z małej popularności tego rodzaju napędu.

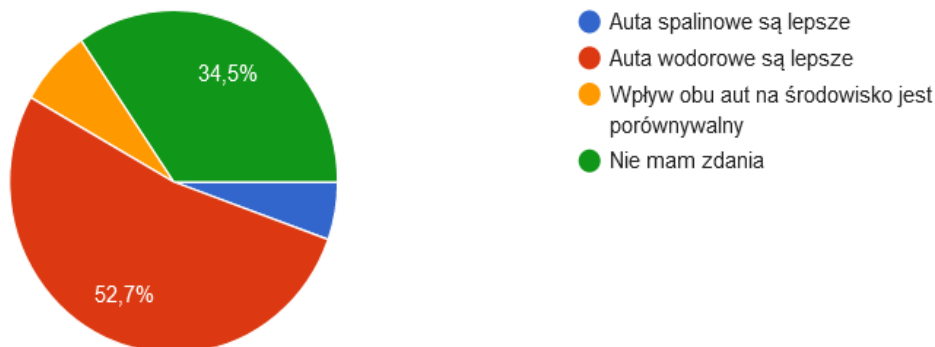
W kolejnych pytaniach poruszono kwestie wpływu poszczególnych pojazdów na środowisko, porównując kolejno auta wodorowe z elektrycznymi oraz wodorowe ze spalinowymi.



Rys. 5. Rozkład odpowiedzi dotyczących wpływu samochodów o napędzie elektrycznym i wodorowym na środowisko

Źródło: opracowanie własne.

Ponad 40% badanych nie miało zdania na temat oddziaływania samochodów o różnym napędzie na środowisko, co może się łączyć ze stosunkowo niskim poziomem wiedzy technicznej respondentów. Jednocześnie znacząco wyższy odsetek wskazał, że lepsze dla środowiska są auta o napędzie wodorowym w porównaniu z autami o napędzie elektrycznym.

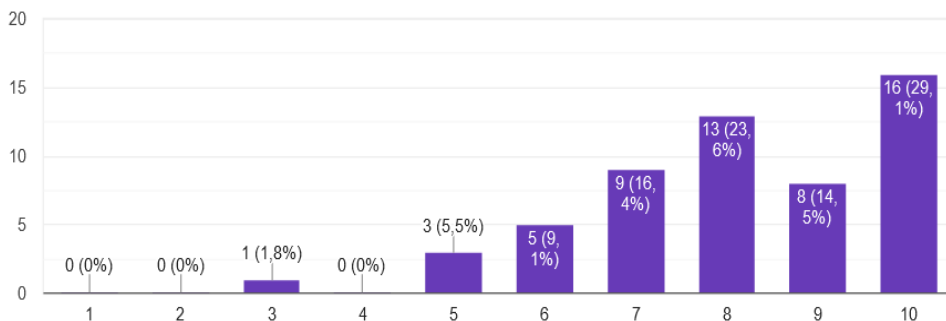


Rys. 6. Rozkład odpowiedzi dotyczących wpływu samochodów o napędzie spalinowym i wodorowym na środowisko

Źródło: opracowanie własne.

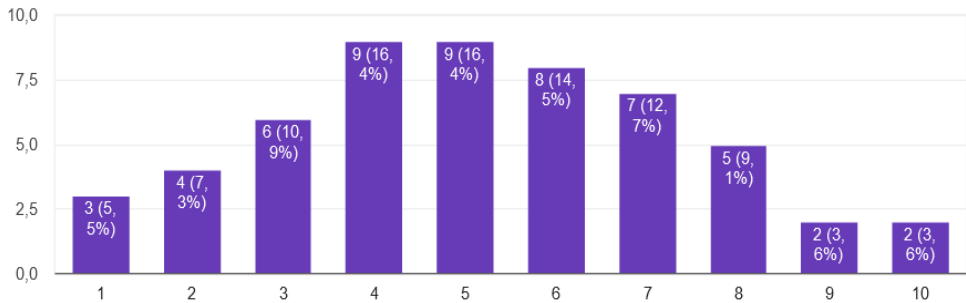
Znacząco odmienny rozkład odpowiedzi w porównaniu z zestawieniem napędu elektrycznego i wodorowego był prawdopodobnie związany z dużą znajomością zalet i wad aut spalinowych i wiedzy na temat ich szkodliwości dla środowiska.

Kolejnym etapem badania ankietowego była ocena szkodliwości środowiskowej wybranych napędów w skali od 1 do 10, w której 1 oznaczało najmniejszą szkodliwość, a 10 – największą.



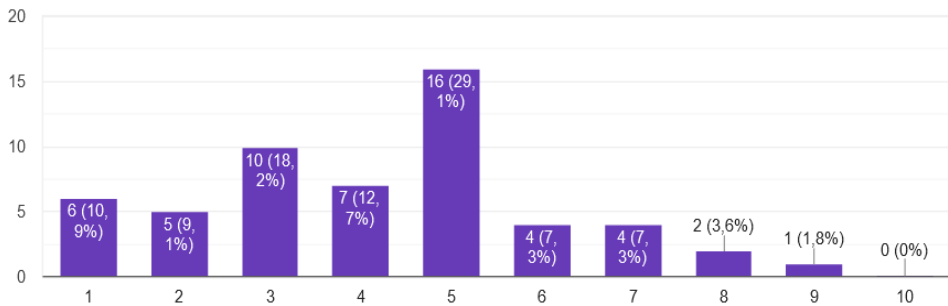
Rys. 7. Rozkład odpowiedzi dotyczących szkodliwości auta spalinowego

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 8. Rozkład odpowiedzi dotyczących szkodliwości auta elektrycznego

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 9. Rozkład odpowiedzi dotyczących szkodliwości auta wodorowego

Źródło: opracowanie własne.

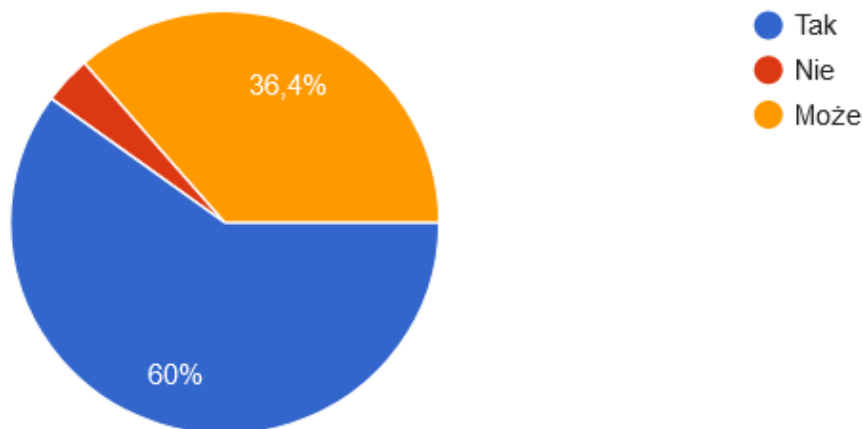
Sumaryczna wartość ocen przyznanych przez respondentów autom o różnych napędach pokrywa się z aktualną wiedzą na temat szkodliwości tych napędów na środowisko. Uzyskane wyniki wskazują, że respondenci za najbardziej szkodliwe uznali auta z napędem spalinowym. Większość ocen lokowała się w zakresie od 7 do 10. Spalanie większości paliw kopalnych powoduje powstawanie szkodliwych spalin, wpływając tym samym na obniżenie jakości życia w wyniku pogarszania stanu środowiska. W przypadku auta napędzanego prądem udzielone odpowiedzi rozkładały się w sposób bardziej zróżnicowany, jednakże największy ich odsetek lokował się w środkowej części skali ocen. Różnorodność ocen może wynikać z faktu, że zauważalny stał się problem recyklingu baterii używanych w tego rodzaju autach. Baterie te nadal nie są recyklingowane na wystarczającą skalę, co jest niekorzystne dla środowiska.

Ostatni z napędów, o jaki respondenci zostali zapytani, napęd wodorowy, uzyskał najlepsze rozkłady oceny wśród wszystkich przedstawionych. Najczęściej oceniano szkodliwość auta wodorowego względem środowiska na poziomie średnim (ocena 5) lub niższym niż średni. Wyniki te można uznać za spójne z wiedzą pozyskaną w wyniku krytycznej analizy literatury przedmiotu. Auta wodorowe

mogą być korzystniejsze dla środowiska ze względu na różnorodność sposobów otrzymania wodoru, w tym możliwość otrzymania go nawet z odpadów.

Ostatnie pytanie dotyczyło chęci zakupu auta wodorowego przy założeniu istnienia cen zbliżonych do aut spalinowych.

Uzyskane wyniki przedstawiono na rysunku 10.



Rys. 10. Chęć zakupu auta wodorowego

Źródło: opracowanie własne.

W pytaniu tym uwzględniono także możliwość wskazania czynników, mających wpływ na ich decyzję w przypadku podobnych cen. Najczęściej pojawiającym się czynnikiem były parametry techniczne pojazdu, ale także dostępność stref tankowania wodorem, łatwość naprawy oraz dostępność punktów naprawy. Ankietowani zwrócili także uwagę na sposób pozyskiwania wodoru – jeżeli jego pozyskanie będzie ekologiczne, będą skłonni wybrać środek transportu napędzany tym alternatywnym paliwem.

PODSUMOWANIE

Szybki rozwój branży motoryzacyjnej, powiększająca się liczba aut na drogach, a co za tym idzie, problem zanieczyszczenia powietrza stają się realiami życia w wielu rejonach świata. Aby zahamować pogarszanie się środowiska, nakładane są coraz bardziej wymagające restrykcje, mające na celu skłonienie producentów do zmiany technologii i stawiania na ekologiczne zamienniki.

Uzyskane wyniki wskazują, że napęd wodorowy może stać się odpowiedzią na stawiane przed przemysłem motoryzacyjnym wymagania. Zastosowanie wodoru jest

drogą do zeroemisyjności, która zdaje się być warta podjęcia. Rozwój technologii daje możliwość łatwego pozyskania wodoru, stwarzając nadzieję na spadek cen gazu. Ponadto możliwość wyprodukowania wodoru z odpadów, serwatki czy innych produktów ubocznych lub odpadów może dodatkowo pozytywnie wpłynąć na stan środowiska.

Z przeprowadzonej ankiety wynika, że ankietowani byliby gotowi przesiąść się do aut wodorowych, gdyby tylko ich koszt całkowity uległ obniżeniu, dorównując cenom aut spalinowych. W obecnej sytuacji jest to trudne do uzyskania, jednakże postępujący rozwój tego typu pojazdów oraz niezbędnej infrastruktury, a dodatkowo wsparcie zakupu poprzez dotacje, stworzyć może szansę na uzyskanie przyjaznego środowiska auta w przystępnej cenie.

Podsumowując, można stwierdzić, że auto wodorowe ma szansę stać się hitem. Jednakże droga do tego celu będzie długa i związana z przygotowaniem potencjalnych użytkowników do nowych wyzwań. Użytkowanie takich aut będzie wymagało dobrego planowania, związanego z ograniczonymi możliwościami tankowania, tak jak dzieje się to teraz w przypadku aut elektrycznych. Jeżeli jednak grono chętnych będzie się powiększać, istnieje realna szansa na to, że za kilka lub kilkanaście lat auta wodorowe staną się częstym widokiem na drogach.

LITERATURA

1. *Automobile: History of the Automobile*, [w:] *Encyclopaedia Britannica*.
2. *Branża motoryzacyjna*, Raport kwartalny PZPM i KPMG, Edycja Q1/2021.
3. Dell R.M., Moseley P.T., Rand D.A.J., *Towards Sustainable Road Transport*, Academic Press, 2014, s. 4–23.
4. Dziewit-Gontowska U., *Wodór w aucie – czy to bezpieczne?* Logistyka, 2020, nr 4, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2020.
5. Folentarska A., Kulawik D., Ciesielski W., Pavlyuk V., *Nowoczesne materiały do przechowywania wodoru jako paliwa przyszłości*, Chemistry, Environment, Biotechnology, 2016, nr 9.
6. *Stanford Researchers Create Hydrogen Fuel from Seawater*, Stanford News Service, March 2019.
7. *Wodór jako paliwo przyszłości* [w:] *Raport 300 Gospodarka*, Warszawa 2019.
8. Woliński M., *Zbiornik wodoru w samochodzie. Realne zagrożenie w pożarze?* Zeszyty Naukowe SGSP, 2018, t. 2, nr 65.

Źródła internetowe

9. http://samochodyelektryczne.org/nissan_leaf.htm.
10. https://pl.wikipedia.org/wiki/Analytic_Hierarchy_Process.

HYDROGENOUS CARS – SINK OR SOAR? COMPARATIVE ANALYSIS

The subject of the article is a comparative analysis of available vehicle drives aimed at examining the validity of the automotive industry interest in hydrogenous cars. Authors present the historical draft of all kinds of vehicle's drives, the work includes combustion, electric and hydrogenous drives with survey and AHP analysis. The rules of dealing with hydrogen, its origin and finally they study advantages and disadvantages of hydrogenous drive are mentioned. This issue is crucial because of ecological matters. Worsening environment conditions and air pollution are becoming a part of current reality. Non-emission cars can be a better solution for the environment keeping a high level of travelling comfort.

Keywords: *hydrogen, hydrogenous car, ecology, environmental effect.*

Sandra Gajcy

Uniwersytet Morski w Gdyni

ANALIZA POZIOMU HAŁASU EMITOWANEGO PRZEZ KOMUNIKACJĘ TROLEJBUSOWĄ W GDYNI

Ciągły i intensywny rozwój aglomeracji miejskich niesie za sobą niepożądane skutki, mające wpływ na życie i samopoczucie mieszkańców oraz bywalców miast. Wzrost liczby ludności napływającej do większych miejscowości powoduje wzrost zapotrzebowania na transport zarówno zbiorowy, jak i prywatny. Coraz bardziej dokuczliwe stają się efekty emisji akustycznej. Głównym problemem jest zwiększanie się emisji hałasu generowanego przez środki komunikacji, rosnącą liczbę pojazdów, a tym samym kongestie. Celem artykułu jest ocena i analiza pomiarów hałasu emitowanego przez pojazdy trolejbusowe w mieście Gdyni. Przedstawiono w nim najnowsze osiągnięcia nauki z dziedziny transportu.

Słowa kluczowe: transport miejski, emisja hałasu, ekologia, trolejbusy.

WSTĘP

Ekologia to jedno z najważniejszych wyzwań stojących przed logistyką przyszłości, przez rosnącą świadomość człowieka na temat świata i oddziaływania na niego czynnika ludzkiego. W związku z postępującą urbanizacją niezwykle ważne staje się zarządzanie aglomeracjami miejskimi, począwszy od zapewnienia zaopatrzenia w niezbędne produkty, przez inteligentne systemy transportowe i zarządzania, aż po odpowiednie zagospodarowanie odpadów. Daną dziedziną zajmuje się logistyka miejska, która jest definiowana jako ogół procesów zarządzania przepływami ładunków, ludzi i informacji wewnątrz systemu logistycznego miasta, zgodnie z poszanowaniem ochrony środowiska naturalnego, uwzględniając przy tym, że miasto to organizacja społeczna, której głównym celem jest zaspokajanie potrzeb użytkowników [11].

1. CHARAKTERYSTYKA HAŁASU JAKO CZYNNIKA ODDZIAŁUJĄCEGO NA LOGISTYKĘ PRZYSZŁOŚCI I JEGO ŹRÓDŁA W TRANSPORCIE DROGOWYM

Transport generuje istotne skutki gospodarcze, przestrzenne, społeczne oraz środowiskowe. Przedsiębiorstwa zarówno prywatne, jak i publiczne będą musiały dostosowywać pojazdy ze swojej floty do panujących przepisów związanych z ochroną środowiska, które z roku na rok ulegają zaostrzeniu, by zredukować koszty zewnętrzne, tj. emisję dwutlenku węgla czy rozprzestrzeniający się hałas, oraz promować czysty transport.

Podstawowym aktem regulującym zagadnienia związane z ochroną środowiska jest *Prawo ochrony środowiska*, w którym zgodnie z art. 3 pkt 5 hałas definiuje się jako *dźwięki o częstotliwości 16–16 000 Hz, rozumiane jako drgania rozprzestrzeniające się w powietrzu w postaci fal akustycznych o częstotliwości i natężeniu stwarzającym uciążliwość dla ludzi i środowiska. Wartość poziomu tego dźwięku mierzona jest w decybelach (dB)*.

Dodatkowo pkt 49 ww. art. uznaje emisję hałasu za zanieczyszczenie, które może być szkodliwe dla zdrowia ludzi bądź stanu środowiska [13]. Należy również zauważyć, że hałas jest odczuciem subiektywnym i nie dla każdego ten sam rodzaj dźwięku jest niepożądanym. Można go podzielić na hałas [4]:

- przemysłowy – emitowany przez źródła wewnątrz oraz na zewnątrz obiektów budowlanych;
- komunalny – związany z bytowaniem człowieka, występujący w pomieszczeniach użyteczności publicznej, mieszkalnej, a także na terenach otwartych;
- komunikacyjny – źródłem emisji są środki transportu lotniczego, kolejowego, drogowego i morskiego.

Najbardziej uciążliwymi źródłami hałasu są ruch samochodowy przez jego powszechność, ruch lotniczy ze względu na jego intensywny charakter i rozprzestrzenianie na odległych powierzchniach, a także hałas emitowany przez źródła przemysłowe przez wzgląd na ich sposób „czasowy” [1].

W tabeli 1 przedstawiono podział emisji dźwięku oraz jego skutki na zdrowie człowieka.

Tabela 1

Podział poziomu emisji dźwięku i jego skutki

Poziom dźwięku [dB]	Opis
0–35	Hałas nie jest szkodliwy dla zdrowia człowieka. Może przeszkadzać ewentualnie w pracy wymagającej skupienia. Przykłady: przebywanie w szpitalu albo czytelnicy, bardzo ciche pomieszczenia, tykanie zegara z odległości 1 m
35–75	Hałas działa negatywnie na układ nerwowy, mowa staje się mniej wyraźna, zasypianie oraz odpoczynek stają się utrudnione. Przykłady: silnik samochodu osobowego z odległości 6 m, spokojna rozmowa, cicha ulica
75–85	Hałas zasadniczo wpływa na zmniejszenie wydajności pracy, może prowadzić do bólu głowy oraz osłabienia słuchu. Przykłady: samochód osobowy, krzyk z odległości 2 m
85–130	Hałas może być przyczyną uszkodzeń słuchu, zaburzeń układu krążenia oraz układu nerwowego, uniemożliwia zrozumiałość mowy z odległości 0,5 m Granica bólu jest 125–130 dB. Przykłady: wnętrze autobusu, klakson w aucie, przejeżdżający pociąg, tramwaj, autobus, samochód ciężarowy

130–150	Hałas może powodować trwałe uszkodzenia słuchu, drgania niektórych organów wewnątrz ciała (może powodować ich zniszczenie lub uszkodzenie). Przykłady: silnik samolotu śmigłowego z odległości 0,5 m, samolot odrzutowy podczas startu z odległości 10 m, syrena alarmowa z odległości 1 m
150 i powyżej	Hałas powodujący trwałe uszkodzenia słuchu, wstrząs mózgu oraz hałas śmiertelny. Raptem po 5 minutach człowiek doznaje paraliżu, mdłości, zaburzeń równowagi oraz przejawów chorób psychicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: I. Leśnikowska-Matusiak, A. Wnuk, Wpływ hałasu komunikacyjnego na stan środowiska akustycznego człowieka, *Transport Samochodowy*, 2014, z. 3, s. 39–41; R. Wieszala, B. Gajdzik, Analiza poziomu hałasu emitowanego przez pojazdy ciężarowe istotnym elementem systemu zarządzania w przedsiębiorstwach, *Logistyka*, 2011, nr 5; M. Pałęga, Emisja hałasu drogowego w Polsce – analiza wyników pomiaru, *Autobusy*, 2018, nr 12.

Ryzyko uszkodzenia narządów słuchu rośnie wraz z mocą źródła, maleje zaś ze wzrostem odległości między osobą a źródłem [6]. Długotrwałe przebywanie przy dźwiękach o dużym natężeniu, przekraczającym 85 dB, wywołuje wiele negatywnych skutków dla ludzkiego organizmu, ponadto u osób, których uszy nie mogą się zregenerować, przesuwają się próg słyszenia – nie słyszą dźwięków o małym poziomie dB [21]. Dodatkowo kolejne z negatywnych aspektów są koszty ekonomiczne, tj. przenoszenie się na tereny podmiejskie, zmniejszenie wartości nieruchomości czy kwoty podatków.

W obecnym czasie niustającego wzrostu liczby pojazdów samochodowych zarówno w Polsce, jak i na świecie oraz gwałtownego rozwoju infrastruktury miejskiej (tj. drogi, linie tramwajowe, metra, lotniska), wzrasta również liczba osób zamieszkująca miasta, co wpływa na to, że przebywanie w dużych miastach staje się coraz bardziej dokuczliwe, a mieszkańcy są narażeni na zanieczyszczenia powietrza oraz z roku na rok narastający hałas komunikacyjny, któremu towarzyszą wstrząsy i drgania mechaniczne generowane przez maszyny, urządzenia czy pojazdy. Jest to drugi największy problem ekologiczny Unii Europejskiej, zaraz po zanieczyszczeniu powietrza, przez który ok. 70 mln ludzi na terenie UE jest narażonych na hałas drogowy powyżej normy, a prawie 50 mln osób mieszka w miejscach, w których przekroczony jest poziom hałasu w nocy [17].

Tabela 2

Poziomy emisji dźwięku wydawane przez środki transportu

Środek transportu	Przedział poziomu hałasu [dB]
Autobus	86–92
Motocykl	79–87
Pociąg	79–95
Samochód osobowy	75–84
Samochód ciężarowy	83–93
Tramwaj	70–95
Samolot	74–108

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Pałęga, Emisja hałasu drogowego w Polsce – analiza wyników pomiaru, *Autobusy*, 2018, nr 12.

W tabeli 2 przedstawiono poziomy dźwięku emitowane przez poszczególne środki transportu w miastach w porównaniu z tabelą 1. Widać, że poziom dźwięku wydawany przez pojazdy wpływa w dużej mierze na pogorszenie stanu zdrowia ludzkiego organizmu.

Aby zmniejszyć liczbę pojazdów na polskich drogach, stosuje się narzędzie promujące transportu zbiorowego, który pomieści większą liczbę osób, zredukuje kongestie oraz będzie wpływał pozytywnie na środowisko. Dobrze zorganizowany transport zbiorowy nie tylko może konkurować z transportem indywidualnym, ale także niekiedy pozwala na szybsze oraz sprawne przemieszczanie się pasażerów bez opóźnień spowodowanych wypadkami komunikacyjnymi [5].

2. RYS HISTORYCZNY ORAZ CHARAKTERYSTYKA KOMUNIKACJI TROLEJBUSOWEJ

Obecnie popularność zdobywają elektryczne środki transportu, w tym transportu zbiorowego, tj. tramwaje elektryczne. Według Prawa o ruchu drogowym trolejbus klasyfikowany jest jako odmiana autobusu, przystosowana do zasilania energią elektryczną z sieci trakcyjnej [12]. Wymagania, jakie musi spełnić, dotyczą m.in. [10]:

- wyposażenia elektrycznego;
- układu hamulcowego;
- instalacji elektrycznych;
- dźwięku na zewnątrz:
 - 80 dB do 85 dB – przy stałej prędkości 50 km/h,
 - 64 dB do 85 dB – na postoju.

W tabeli 3 przedstawiono analizę SWOT pojazdów trolejbusowych, z której wynika, że jest to korzystniejszy dla środowiska środek transportu w porównaniu z innymi środkami zbiorowego transportu drogowego. Stosowanie trolejbusów niesie ze sobą wiele korzyści dla środowiska. Dodatkowo ich infrastruktura może być przestawna, co wpływa na stosunkowo łatwą zmianę trasy pojazdu. Mocnych stron oraz korzyści jest zdecydowanie więcej niż słabych stron i zagrożeń.

Historia powstania trolejbusów sięga 1882 roku, kiedy to rozpoczęto badania na terenie Niemiec pojazdu zasilanego prądem stałym o napięciu 500 V, dostarczanego przez kabel elektryczny i poruszającego się po sieci trakcyjnej. Sposób pobierania prądu był bardzo awaryjny, polegał na przesuwaniu się czterokołowego wózka połączonego z pojazdem giętkim przewodem po sieci trakcyjnej. Mimo że wydaje się być to obraz bardzo archaiczny, pojazd stał się pierwowzorem dzisiejszego trolejbusu, a także jego ulepszanych wersji w późniejszym czasie. W pierwszych trolejbusach zastosowano wiele wadliwych rozwiązań, tj. nieogumione, hałaśliwe koła czy wózek jezdny, pełniący rolę odbiornika prądu. W następstwie awaryjności użytych w tamtym czasie rozwiązań wiele linii trolejbusowych, zbudowanych w latach 1900–1905 we Włoszech, Niemczech

i Francji, zawieszono [8]. W latach 70. XX w. okres dla trolejbusów stawał się coraz bardziej owocny z powodu kryzysu energetycznego oraz poszukiwania proekologicznych rozwiązań w transporcie masowym.

Tabela 3

Analiza SWOT pojazdów trolejbusowych

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> – Brak miejscowej emisji spalin, – niższy poziom generowanego hałasu niż autobusy – częściowe uniezależnienie trolejbusów od sieci trakcyjnej, – możliwość odzyskiwania energii w czasie hamowania – dłuższy cykl życia trolejbusów niż autobusów, – możliwość przebudowy autobusów w trolejbusy oraz posiadanie w tym zakresie <i>know-how</i>, – pełnienie funkcji edukacyjnej w zakresie postaw proekologicznych przez trolejbusy 	<ul style="list-style-type: none"> – Ograniczenia rozwoju sieci trakcyjnej, – mała elastyczność przebiegu tras, – wysoki koszt rozbudowy sieci trakcyjnej oraz konieczność jej konserwacji, – wyższy koszt taboru niż w przypadku autobusów, – niższa prędkość komunikacyjna względem autobusów
Korzyści	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> – Polityka klimatyczna i transportowa UE w zakresie ochrony środowiska, – bezwrotne środki z Unii przeznaczone na rozwój transportu trolejbusowego, – rozwój technologii, dzięki której trolejbusy uniezależniają się od sieci trakcyjnej, – zmniejszenie różnic cenowych między taborem konwencjonalnym a trolejbusowym dzięki rozwojowi technologii transportu zasilanego energią elektryczną, – stabilniejsze ceny energii elektrycznej niż paliw kopalnych, – możliwość wykorzystania infrastruktury trolejbusowej do ładowania innych elektrycznych pojazdów 	<ul style="list-style-type: none"> – Rozwój nowych technologii zasilania pojazdów, w tym autobusów hybrydowych, – możliwość nieprzewidzianych uszkodzeń trakcji, – pogorszenie relacji cen prądu i oleju napędowego przy długotrwałym utrzymaniu niskich cen paliw płynnych, – redukcja bezwrotnych środków unijnych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Jagiello, Analiza SWOT gdyńskich trolejbusów, Zeszyty Naukowe Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego, Ekonomia Transportu i Logistyka, 2016, nr 61.

Według stanu na rok 2020 na świecie istniało 275 systemów trolejbusowych, które funkcjonowały w 47 państwach [19], głównie w Europie Południowej, państwach po rozpadzie Związku Radzieckiego, w Korei Północnej, Chinach. Wiele, bo ponad 500 systemów, zlokalizowanych w Ameryce Północnej oraz Europie Zachodniej, uległo likwidacji, ponieważ ich szczyt świetności przypadał na lata 50/60. XX w.

Pierwsza linia trolejbusowa, licząca 4,4 km, powstała w 1912 roku we Wrocławiu (*Breslau*), wcześniej zlokalizowanym na terenie Niemiec. Obecnie w Polsce owe systemy istnieją jedynie w trzech z 13 miast – Gdyni, Lublinie i Tychach, lecz różnią się sposobem funkcjonowania, wielkością oraz podejściem władz [9].

W Gdyni inauguracja przewozów trolejbusami nastąpiła 18 września 1943 roku, a obsługa pierwszej linii na trasie Orłowo – Zarząd Miejski – Dworzec

kolejowy Chylonia odbywała się pojazdami marki Henschel [16]. W czasie II wojny światowej tabor oraz infrastruktura zostały zniszczone doszczętnie, a prace nad jego odbudową rozpoczęły się tuż po zakończeniu wojny. W latach 60. i 70. XX w. zaczęto zastępować trolejbusy autobusami, był to czas, w którym nie brano pod uwagę czynników ekologicznych, liczył się jedynie koszt utrzymania, funkcjonalność oraz niezawodność. W tamtym okresie udało się ocalić jedynie lubelską oraz gdyńską sieć, które stanowiły trzon transportu zbiorowego, choć obie sieci jednak znacznie zredukowano [2]. W późniejszych latach nastąpił kolejny problem – hiperinflacja oraz przejście z finansowania centralnego na miejskie, co w wielu przypadkach oznaczało zamknięcie linii trolejbusowych albo zatrzymanie ich rozwoju, ponieważ dotacje były zdecydowanie mniejsze.

Pod koniec XX w. zajęto się poprawą stanu taboru trolejbusowego w Gdyni związaną zarówno z jego ilością, jak i jakością. Zaczęto wykorzystywać w przewozach trolejbusy niskopodłogowe, przyjazne osobom niepełnosprawnym oraz rozbudowywać infrastrukturę punktową i liniową trolejbusów [15]. Część przedsięwzięć po przystąpieniu do Unii Europejskiej była finansowana z jej funduszy, co znacznie przyspieszyło rozwój taboru oraz sieci [8]. W pierwszym kwartale 2021 roku liczba taboru trolejbusowego Przedsiębiorstwa Komunikacji Trolejbusowej w Gdyni wynosiła 103 pojazdy, z czego można wyróżnić m.in. [18]:

- Solaris Trollino 12T/ 12AC/ 12M/ 12 Electric/ 18M;
- Solaris Urbino 12;
- Mercedes Benz O 530 CITARO/ O 405 N;
- Jelcz 120M;
- ZIU 682 B;
- Saurer 4T IILM;
- SKODA 9Tr20.

3. METODY I WYNIKI POMIARÓW NATĘŻENIA DŹWIĘKÓW WYDAWANYCH PRZEZ TROLEJBUSY W GDYNI

Badanie emisji hałasu przez trolejbusy obejmuje wykonanie pomiarów, których celem jest ocena poziomu hałasu zarówno wewnątrz pojazdu, jak i pomiar dokonywany w odległości 1 m od pojazdu. Badania realizowane były na terenie miasta Gdyni. W celu przeprowadzenia pomiarów natężenia dźwięku wykorzystano decybelomierz BENETECH GM1356.

Badania o charakterze długotrwałym przeprowadzane były w pięciu punktach na głównych trasach trolejbusowych oraz wewnątrz pojazdów w dniach 22–28.02.2021 roku (wyniki z więcej niż jednej doby). Podczas pomiarów temperatura wynosiła 0–3°C oraz nie występowały opady atmosferyczne, a także silny wiatr. Urządzenie mierzyło dźwięki z zakresu 30–130 db, pomiary zostały wykonane w trybie FAST – pomiar czasu rzeczywistego oraz w typie A – ogólny pomiar poziomu dźwięku. Wykonano 80 pomiarów na zewnątrz oraz 58 wewnątrz

pojazdów przez okres tygodnia z wyszczególnieniem na dni robocze oraz weekendowe.

Tabela 4

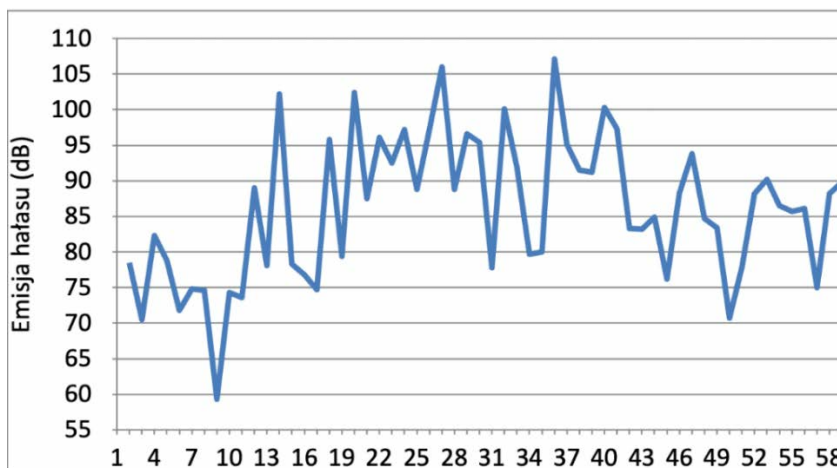
Emisja hałasu z podziałem na pory oraz dni w mieście Gdynia [dB]

	Dni robocze (rano)	Dni robocze (popołudnie)	Weekend (rano)	Weekend (popołudnie)
Średnia	69,9	72,3	64,7	67,1
W. Maks.	85,3	89,8	82,1	78,1
W. Min.	63,6	64,2	58,2	62,2

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 4 zawarto informacje odnośnie do przeprowadzonych pomiarów. Podzielono pomiary wykonywane w dni robocze oraz weekendy w porach porannych 8:00–9:00 i popołudniowych 15:00–16:00. Przedstawiono wartości minimalne oraz maksymalne, a także wyciągnięto średnią z danych dni.

Największe natężenie nastąpiło w godzinach popołudniowych w dni robocze, gdzie wartości maksymalne sięgały 89,8 dB, a średnia wartość wynosiła 72,3 dB. Najmniejsze natężenia dźwięków występowały w weekend rano, pojazdów było znacznie mniej na drogach, więc pomiar emisji przeprowadzany na zewnątrz wynosił średnio 65,7 dB.

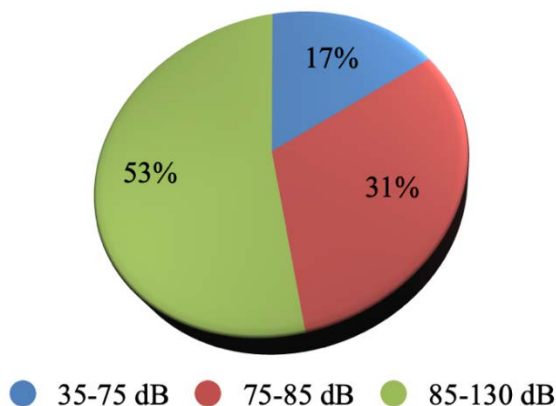


Rys. 1. Średni rozkład emisji hałasu generowanego przez trolejbusy wewnątrz pojazdu

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 1 przedstawiono średni rozkład poziomu hałasu wewnątrz pojazdów, wykonany na 58 próbach. W pojazdach w weekend oraz w dni robocze w godzinach wieczornych jechało zdecydowanie mniej ludzi, choć zarówno w dni

robotnicze, jak i w sobotę oraz niedzielę we wszystkich pojazdach grało radio, co mogło mieć nieznaczny wpływ na pomiary. Poza tym odgłosy emitowane były jedynie przez pojazdy. Największe poziomy dźwięku dało się zaobserwować podczas ruszania pojazdu z miejsca oraz przy skrętach. Najwyższy poziom – 107,2 dB osiągnął pojazd Solaris Trollino 12T, najniższą zaś wartość – 58,6 dB – pojazd Solaris Trollino 18M. Jak widać na załączonym wykresie (rys. 2), emisja dźwięku jest zróżnicowana, na co ma wpływ zarówno rodzaj pojazdu, jak i trasa. Poziom jest jednak wysoki, większość punktów znajduje się nad granicą 85 dB.



Rys. 2. Procentowy udział dźwięków z poszczególnych przedziałów wewnątrz pojazdów trolejbusowych

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 2 zaprezentowano przedziały emisji dźwięków wydawanych przez trolejbusy w Gdyni wyrażone procentowo. Największą część stanowią dźwięki z przedziału 85–130 dB – 53%, co wskazuje na bardzo wysokie i niebezpieczne poziomy emisji. Należy zauważyć, że dźwięki wytwarzane przez pojazdy mają wpływ na organizmy osób pracujących w danych pojazdach w dłuższym czasie, które są narażone na problemy zdrowotne, tj. przesunięcie granicy słuchu. Osoby, które korzystają w dużej mierze z pojazdów transportu zbiorowego, mogą być narażone na częste bóle głowy, zmniejszenie wydajności w pracy czy uszkodzenia słuchu. Najmniejszy przedział stanowią dźwięki z przedziału 35–75 dB, które nie są tak niekorzystne dla ludzkiego zdrowia, jak to się ma w przypadku pozostałych przedziałów.

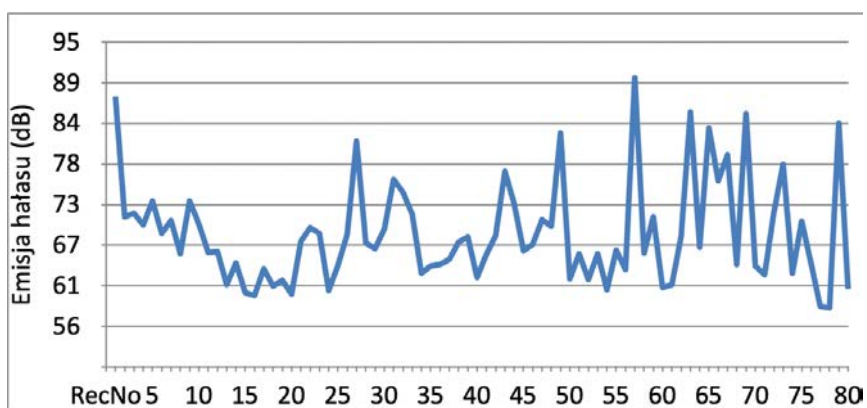
Tabela 5

Wartości emisji hałasu osiągnięte przez trolejbusy
na wybranych przystankach trolejbusowych w Gdyni [dB]

	Wartość minimalna	Wartość maksymalna	Wartość średnia
1. Uniwersytet Morski w Gdyni 01	63,7	87,3	69,4
2. Wzgórze św. Maksymiliana 03	64,8	91,5	75,5
3. Urząd Miasta 01	58,2	70,4	64,7
4. Chylonia Centrum 01	59,9	70,1	63,9
5. 3 Maja 01	60,2	74,4	67,3

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 5 zostały przedstawione punkty – przystanki trolejbusowe, na których dokonywano pomiarów. Ukazano wartości maksymalne, minimalne, a także średnie poziomy hałasu w danych punktach, wytwarzane przez trolejbusy. Najgłośniejszym miejscem jest obszar przystanku Wzgórze św. Maksymiliana, gdzie średnia emisji wynosi 75,5 dB, a maksymalna wartość – 91,5 dB. Drugim miejscem, gdzie generowane przez trolejbusy dźwięki były wysokie, był przystanek Uniwersytet Morski w Gdyni 01, gdzie średnia wartość osiągnęła 68,4 dB. Generowany hałas w pozostałych miejscach również jest kłopotliwy, lecz w mniejszym stopniu niż we wspomnianych lokalizacjach.

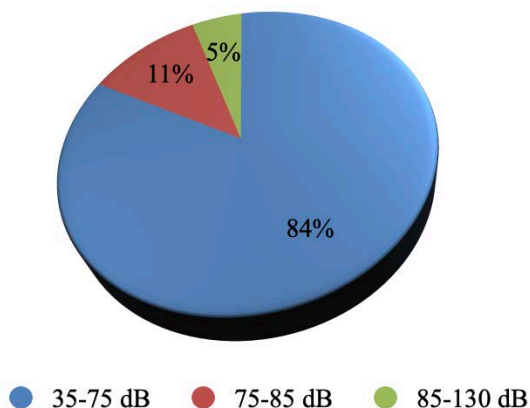


Rys. 3. Średni rozkład emisji hałasu generowanego przez trolejbusy na zewnątrz

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 3 przedstawia średnie poziomy dźwięku badane na zewnątrz pojazdów, mierzone z odległości 1 m. Wykonano 80 pomiarów. Pomiar zawierał

czas, w którym pojazd zatrzymywał się, czas postoju oraz moment ruszenia. Emisja hałasu jest zdecydowanie mniejsza na zewnątrz niż wewnątrz trolejbusów. Średnie wahają się w granicy 58–91 dB. Najgłośniejszym momentem w całym cyklu był czas ruszenia pojazdu, wartości podnosiły się o ok. 20 dB. Najgłośniejszymi pojazdami w tym porównaniu były pojazdy Solaris Trollino 12T.



Rys. 4. Procentowy udział dźwięków z poszczególnych przedziałów wewnątrz pojazdów trolejbusowych

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 4 ukazuje zakresy liczbowe emitowanego hałasu wydawanego przez trolejbusy w odległości 1 m. Najwięcej średnich z pomiarów znajduje się w przedziale 35–75 dB, bo aż 84%. Nie stanowią one znaczącej uciążliwości, jeśli chodzi o emisję hałasu generowaną przez pojazdy drogowe, trolejbusy są jednymi z najcichszych środków transportu zbiorowego, co nie wpływa niekorzystnie na warunki środowiskowe. Porównując rysunek 4 z rysunkiem 2, widać, że trolejbusy są zdecydowanie bardziej głośnie w środku niż na zewnątrz.

PODSUMOWANIE

W artykule przybliżono problem emisji hałasu komunikacyjnego pochodzącego od pojazdów trolejbusowych. Przeprowadzono pomiary poziomu dźwięków, wykazujące, że najbardziej uciążliwym hałasem jest ten, powstający wewnątrz pojazdów, więc najbardziej uciążliwy jest dla pasażerów oraz kierowców – wartości niekiedy przekraczały poziom nawet 100 dB.

Dla przechodniów oraz osób zamieszkujących tereny w pobliżu dróg hałas również jest problemem. Wartości dopuszczalne, przedstawione w rozdziale 1, zostały przekroczone zarówno podczas postoju, jak i przy jeździe w większości prób pomiarowych. Uzyskane wyniki mają charakter orientacyjny przez fakt niezastosowania wszystkich procedur, wynikających z przeprowadzania takich pomiarów.

LITERATURA

1. Burdzik R., Śmigalski G., *Analiza porównawcza hałasu komunikacyjnego dla różnych parametrów potoków ruchu*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria TRANSPORT, 2003, nr 78.
2. Gwiazda M., *Powstanie i rozwój komunikacji miejskiej w Gdyni (część 2: lata 1945–1979)*, Rocznik Gdyniński, nr 5, Gdynia 1984.
3. Jagiełło A., *Analiza SWOT gdynińskich trolejbusów*, Zeszyty Naukowe Wydziału Ekonomicznego Uniwersytetu Gdańskiego, *Ekonomika Transportu i Logistyka*, 2016, nr 61.
4. Kancelaria Senatu, Biuro Analiz i Dokumentacji, *Zagrożenie hałasem, Wybrane zaganiaenia*, Opracowanie tematyczne OT-612, Warszawa 2012.
5. Leśnikowska-Matusiak I., Wnuk A., *Wpływ hałasu komunikacyjnego na stan środowiska akustycznego człowieka*, *Transport Samochodowy*, 2014, z. 3, s. 37–62.
6. Niciejewska M., *Wpływ hałasu impulsowego na zdrowie człowieka w aspekcie zagrożeń zawodowych*, Zeszyty Naukowe, *Quality, Production, Improvement*, 2016, nr 1(4), s. 146–158.
7. Pałęga M., *Emisja hałasu drogowego w Polsce – analiza wyników pomiaru*, *Autobusy*, 2018, nr 12.
8. Połom M., *Funkcjonowanie i rozwój komunikacji trolejbusowej w Gdyni*, Bernardinum, Pelplin 2009.
9. Połom M., *Przemiany funkcjonowania komunikacji trolejbusowej w Polsce w latach 1989–2013*, Bernardinum, Pelplin 2017.
10. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 2 marca 2011 r. w sprawie warunków technicznych tramwajów i trolejbusów oraz zakresu ich niezbędnego wyposażenia.
11. Szołtysek J., *Logistyczne aspekty zarządzania przepływami osób i ładunków w miastach AE*, Katowice 2005.
12. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo o ruchu drogowym.
13. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.
14. Wieszala R., Gajdzik B., *Analiza poziomu hałasu emitowanego przez pojazdy ciężarowe istotnym elementem systemu zarządzania w przedsiębiorstwach*, *Logistyka*, 2011, nr 5.
15. Wołek M., Wolański M., Bartłomiejczyk M., Wyszomirski O., Grzelec K., Hebel K., *Ensuring Sustainable Development of Urban Public Transport: A Case Study of the Trolleybus System in Gdynia and Gdańsk (Poland)*, *Journal of Cleaner Production*, 2021, no. 279.
16. Wyszomirski O., Hebel K., *70 lat trolejbusów w Gdyni*, *Autobusy*, 2013, R. 14, nr 7–8.

Źródła internetowe

17. <http://archiwum.ciop.pl/26006.html> (dostęp 25.02.2021).
18. http://ec.europa.eu/environment/basics/health-wellbeing/noise/index_pl.htm (dostęp 25.02.2021).
19. <http://pktgdynia.pl/index.php/tabor/wykaz-pojazdow/> (dostęp 24.02.2021).

20. http://trolley-motion.bplaced.net/TrolleybusEU_Dez19.pdf (dostęp 25.02.2021).
21. <http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/monitoring-halasu> (dostęp 24.02.2021).

ANALYSIS OF THE NOISE LEVEL EMITTED BY THE TROLLEYBUS COMMUNICATION IN GDYNIA

The continuous and intensive development of urban agglomerations brings with it undesirable effects that affect the life and well-being of city residents and visitors. The increase in the number of people flowing into larger towns causes an increase in the demand for both public and private transport. The effects of acoustic emission are becoming more and more annoying. The main problem is the increasing noise emissions generated by means of transport, the growing number of vehicles, and thus congestion. The aim of the article is to present the measurements of noise emitted by trolleybus vehicles in the city of Gdynia.

Keywords: *public transport, noise emission, ecology, trolleybuses.*

Marta Januszewska

Uniwersytet Morski w Gdyni

KONCEPCJE ZASTOSOWAŃ BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Rozwój oraz zastosowania bezzałogowych statków powietrznych zależą od wielu czynników. Dokładna analiza rynku bezzałogowców pozwoli na zrozumienie roli, jaką pełnią w gospodarce krajowej oraz globalnej. Warto zwrócić uwagę na główne cechy dronów, takie jak dostęp do przestrzeni publicznej dla wszystkich użytkowników, minimalizacja wpływu na środowisko oraz przyspieszenie wdrażania koncepcji U-space. Należy również podkreślić wiele zastosowań, m.in. transport, monitoring, medycyna, w których to bezzałogowce od dłuższego czasu są niezastąpione. Celem artykułu jest zaprezentowanie szerokiego spektrum zastosowań bezzałogowych statków powietrznych.

Słowa kluczowe: bezzałogowce, statki powietrzne, drony, U-space.

WSTĘP

W ciągu kilkunastu lat rozwój lotnictwa bezzałogowego dynamicznie wzrósł. Dzięki rosnącej popularności bezzałogowe statki powietrzne wykorzystywane są w różnych dziedzinach życia. Technologia, którą dysponują, pomaga wielu przedsiębiorcom, ekologom, służbom ratowniczym oraz różnego typu instytucjom na całym świecie. Od kilku lat również polski rozwój rynku bezzałogowców, czyli pojazdów korzystających z przestrzeni niskich wysokości (do 150 m), jest intensywny. Technologie dronowe i ich wykorzystanie są stosunkowo tanie i efektywne. Korzyści w postaci generowania nowych miejsc pracy, przeobrażenie modeli biznesowych przedsiębiorstw to kolejne powody, zachęcające do inwestowania w innowacje dronowe.

1. CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Bezzałogowe statki powietrzne najczęściej kojarzone są z działaniami wojskowymi. Od kilkunastu lat używane są również na rynku typowo cywilnym, sprawdzają się w wielu różnych dziedzinach gospodarki. Najprostszym przykładem usług, oferowanych przez bezzałogowe statki powietrzne, są fotografie lub filmy z powietrza. Jednak dzięki możliwości przesyłania obrazu wideo w czasie rzeczywistym samoloty bezzałogowe są idealnym narzędziem do monitorowania imprez masowych, patrolowania granic, lasów, jezior, wód terytorialnych, dróg i autostrad, koordynacji i wsparcia akcji ratunkowych czy też dokumentowania strat

po klęskach żywiołowych. Znakomicie sprawdzają się również w roli platform fotogrametrycznych, do badania rurociągów, skażeń atmosferycznych oraz stanu upraw.

Bezzałogowce potrafią wykonywać prace lotnicze w miejscach niebezpiecznych dla typowych załogowych statków powietrznych, a koszty zakupu i eksploatacji są niższe i o wiele łatwiejsze [8].

Jedną z definicji bezzałogowych statków powietrznych (ang. *Unmanned Aerial Vehicle*, UAV) jest:

dron czyli statek powietrzny, który nie wymaga do lotu załogi obecnej na pokładzie oraz nie ma możliwości zabierania pasażerów. Drony pilotowane są zdalnie lub wykonują loty autonomicznie.

Popyt na tego typu urządzenia jest bardzo szeroki, ponieważ w dużym stopniu zwiększają one efektywność i wydajność pracy. Używane są np. w poniższych sektorach:

- militarnym;
- medycyny;
- służb porządkowych i ratowniczych;
- transportu;
- monitoringu;
- rolnictwa;
- geodezji;
- fotografii;
- rekreacji i zabawy [1].

Drony do utrzymywania się w powietrzu mogą wykorzystywać siłę nośną, wytwarzaną wskutek działania praw aerodynamiki, utrzymując się na skrzydłach, ruchomych powierzchniach nośnych, czyli wirnikach lub za pomocą siły wyporu aerostaticznego. Sterowane są z ziemi lub powietrza za pomocą systemów autonomicznych lub zdalnie przez operatora.

Zostały zaprojektowane głównie do wielokrotnego użytku, ale istnieją również typy BSP jednorazowego użycia.

Na rysunkach poniżej przedstawiono główne typy bezzałogowych statków powietrznych na podstawie klasyfikacji względem budowy. Dzięki temu zastosowanie dronów jest coraz powszechniejsze i coraz bardziej efektywne [4].



Rys. 1. Bezzałogowy statek powietrzny ze skrzydłami

Źródło: *Samoloty w lotnictwie polskim*, <http://www.samolotypolskie.pl/samoloty/13908/126/WB-Electro-nics-Flytronic-FlyEye> (dostęp 01.03.2021).



Rys. 2. Bezzałogowy statek powietrzny z wirnikami

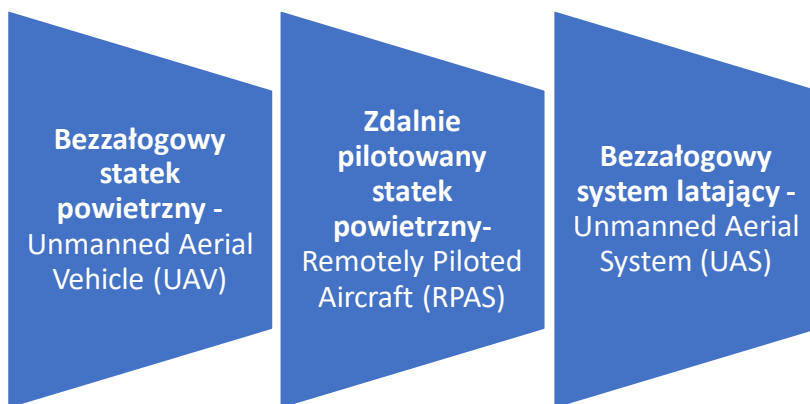
Źródło: *Bezzałogowce*, <http://bezzałogowce.pl/bezzaogowiec-w-podlaskiej-stray-poarmej/> (dostęp 01.03.2021).



Rys. 3. Bezzałogowy statek powietrzny typu aerostat.

Źródło: Świat dronów, <http://www.swiatdronow.pl/geomonitor-unikatowy-polski-dron> (dostęp 01.03.2021).

Oprócz podziału ze względu na budowę BSP wyróżnia się również DRON-y (*Dynamic Remotely Operated Navigation Equipment*), podkreślające znaczenie elementów innych niż samolot. Tego typu klasyfikacja została przedstawiona poniżej (rys. 4).



Rys. 4. Klasyfikacja DRON-ów

Źródło: opracowanie własne na podstawie: S. Wieteska, *Możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych do likwidacji szkód w ubezpieczeniach upraw rolnych w Polsce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2017, nr 331.

Bezzałogowy statek powietrzny (UAV) określa się jako zasilany pojazd powietrzny, który nie przewozi człowieka, potrafi latać autonomicznie lub być pilotowany zdalnie. Zdalnie pilotowany statek powietrzny (RPAS) to zestaw konfigurowalnych elementów, składający się ze zdalnie sterowanego statku powietrznego, jego stacji kontroli, dowodzenia i kontroli, łącza i wszelkich innych elementów systemu, wymaganych podczas wykonywania operacji lotniczych.

Jeśli zaś chodzi o główną cechę bezzałogowego systemu latającego (UAS), jest to całkowity system kontrolujący naziemnie wszystkie operacje lub specjalne oprogramowanie do zarządzania i komunikowania się.

Drony krążące w przestrzeni powietrznej na tzw. niskich wysokościach, czyli do 150 m, w większości sterowane są przez entuzjastów nowoczesnych technologii. Zdarza się również, że działają sterowane przez podmioty prowadzące działalność gospodarczą przy wykorzystaniu BSP. Równoległe coraz więcej krajów podejmuje śmielsze działania w celu integracji technologii lotniczej, telekomunikacyjnej i satelitarnej. Ich dynamiczny rozwój zwiastuje w przyszłości komercjalizację bezzałogowców, wykonujących autonomiczne loty. Prowadzić to będzie do urealnienia koncepcji *U-space* – przestrzeni, w której zdalnie sterowane, automatyczne, a w przyszłości autonomiczne platformy latające, będą bezpiecznie wykonywać operacje dzięki precyzyjnemu zarządzaniu ruchem lotniczym [6].

U-space to zestaw nowych usług systemu teleinformatycznego o wysokim poziomie digitalizacji i automatyzacji oraz specjalnych procedur zaprojektowanych w celu wspierania bezpiecznego i optymalnego dostępu do przestrzeni powietrznej dla dużej liczby dronów [6].

Dzieli się na trzy filary zaprezentowane na rysunku 5.



Rys. 5. Filary *U-space*

Źródło: Ministerstwo Infrastruktury, *Biała Księga Rynku Bezzałogowych Statków Powietrznych U-SPACE – RYNEK – WIZJA ROZWOJU*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2019.

Pierwszym z filarów *U-space* jest legislacja, czyli regulacje prawne, które swym działaniem mają na celu stymulację rozwoju. Wraz z rozwojem rynku dronów pojawia się ogromna odpowiedzialność za wprowadzenie globalnie zharmonizowanej infrastruktury, umożliwiającej organizację i zarządzanie operacjami bezzałogowców – swego rodzaju ekwiwalent prawa drogowego, lecz dotyczący przestrzeni powietrznej na niskich wysokościach. Drugi z filarów stanowi system zarządzania przestrzenią i usługi systemu, zajmujący się efektywnym zarządzaniem logistycznym oraz technicznym, w szczególności operacjami o charakterze komercyjnym, czyli swego rodzaju ekwiwalentem dróg i systemów zarządzania ruchem drogowym, lecz dotyczącymi przestrzeni powietrznej na niskich wysokościach. Ostatni z filarów odpowiada za zapotrzebowanie na zastosowanie określonych rodzajów bezzałogowych statków powietrznych przy założeniu, że wielkość globalnego rynku odpowiada zgłoszonemu zapotrzebowaniu.

U-space to przyjęte powszechnie w Unii Europejskiej sformułowanie, które obejmuje wszystkie aspekty związane z integracją dronów z gospodarką. Polska jest jednym z najbardziej aktywnych krajów pod względem kreowania tej koncepcji, a aktualnie jest jednym z wiodących państw członkowskich w jej rozwoju. Dla ułatwienia w ramach prac na poziomie krajowym, pojęcie *U-space* stosowane jest do wszystkich aktywności budujących nową przestrzeń gospodarki. Należy pamiętać, że termin ten nie jest stosowany poza Unią Europejską, dlatego np. polski regulator przyjmuje wnioski z prac na forach światowych (np. międzynarodowym forum JARUS) jako wkład do krajowej koncepcji *U-space*, chociaż na forum JARUS pojęcie *U-space* nie jest stosowane.

U-space cechuje się:

- gwarancją bezpieczeństwa dla wszystkich użytkowników przestrzeni powietrznej, działającej w ramach *U-space*, a także ludzi i mienia Ziemi;
- uczciwym dostępem do przestrzeni powietrznej dla wszystkich użytkowników;
- przyśpieszeniem wdrażania koncepcji *U-space* przez zastosowanie technologii i standardów z innych sektorów;
- zapewnieniem skalowego i elastycznego systemu, który może reagować na zmiany popytu, wielkości, technologii, modeli biznesowych i sposobów wykorzystania, jednocześnie zarządzając interfejsem z lotnictwem załogowym;
- umożliwieniem unikatowego i maksymalnie efektywnego kosztowo świadczenia usług przy wsparciu modeli biznesowych operatorów dronów;
- postępowaniem uwzględniającym analizę ryzyka przy ustaleniu wymogów dotyczących bezpieczeństwa, w tym bezpieczeństwa cybernetycznego, jednocześnie minimalizując wpływ na środowisko i szanując prywatność obywateli, w tym ochronę danych;
- jednoczesnym umożliwianiem operacji nadzorowanych przez operatorów flot, w których bierze udział wiele zautomatyzowanych bezzałogowców;
- minimalizacją kosztów wdrożenia i eksploatacji z wykorzystaniem w największym możliwym stopniu istniejących usług i infrastruktury lotniczej, w tym

Globalnego Systemu Nawigacji Satelitarnej (GNSS), a także innych sektorów, takich jak usługi komunikacji mobilnej.

Z roku na rok odnotowuje się coraz większy rozwój bezzałogowych statków powietrznych do zastosowań cywilnych.

Szacuje się, że globalny rynek dronów cywilnych wyniósł 2,8 mld USD w 2017 r., a w 2026 r. wzrośnie ponad 4-krotnie do 11,8 mld USD. Przewiduje się, że w ciągu dekady wielkość rynku cywilnych BSP wyniesie łącznie 73,5 mld USD, czyli średniorocznie rynek będzie rósł o 15,5 proc. w cenach stałych. Jednocześnie blisko trzykrotnie ma wzrosnąć liczba zakupionych dronów – z blisko 4,5 mln dziś do niespełna 12 mln w 2026 r. Wśród dronów cywilnych największy wzrost w ciągu dekady spodziewany jest w zastosowaniach komercyjnych – z 0,79 mld USD w 2018 r. do ponad 6,5 mld USD w 2026 r. Tym samym znacznie przewyższy w 2024 r. dziś najmocniejszy segment dronów, czyli konsumenckich do zastosowań rekreacyjnych [6].

2. ZASTOSOWANIE BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Zastosowania dronów zależne są od specyfikacji, zakresu potrzeb, a także celu wykorzystania przez dany sektor i rodzaj. Jedną z klasyfikacji opiera się na zależności pomiędzy parametrami, takimi jak waga i wielkość. Na rysunku 6 została zaprezentowana wspomniana klasyfikacja.

Zwracając szczególną uwagę na zastosowania cywilne, można wyróżnić trzy sektory ze względu na odbiorcę:

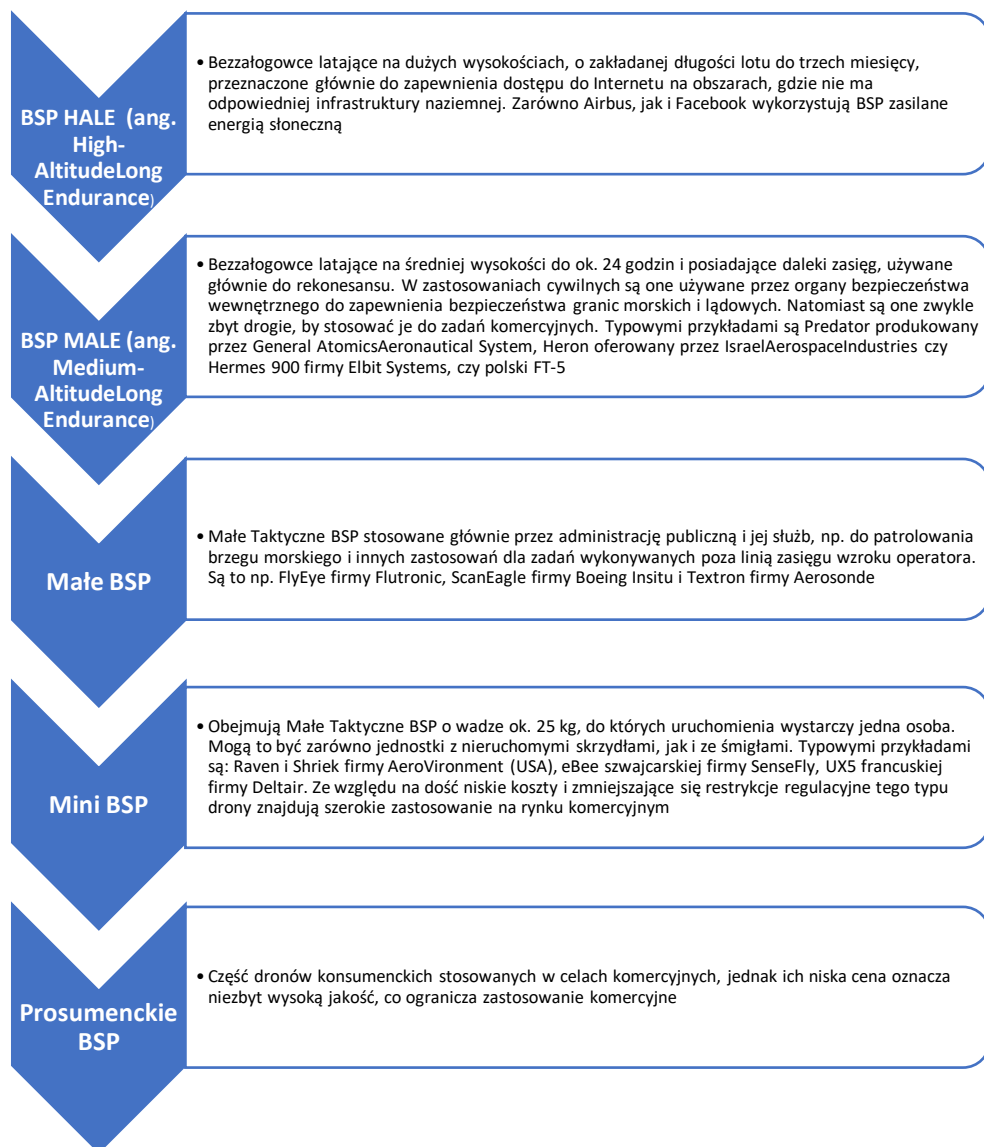
- konsumencki;
- przedsiębiorstw;
- administracji publicznej.

Pierwszy sektor wykorzystuje drony w celach rekreacyjnych, hobbystycznych. Bezzałogowce w tym sektorze produkowane są w Chinach na masową skalę. Sektor przedsiębiorstw wykorzystuje drony w budownictwie, rolnictwie, ubezpieczeniach, komunikacji, fotografii i spółkach skarbu państwa powiązanych z powyższymi branżami. Ostatni z nich odnosi się do administracji publicznej, skonstruowany został do utrzymania porządku publicznego i używany jest przez jednostki samorządu terytorialnego.

Znanych jest wiele zastosowań BSP, zapotrzebowanie na tego typu urządzenia jest bardzo szerokie. W rozdziale pierwszym wymieniono przykładowe sektory, w których zastosowanie dronów ma duży wpływ na wydajność i efektywność pracy.

Jednym z aspektów zastosowań BSP w transporcie jest doręczanie przesyłki do ostatecznego ogniwa, jakim jest konsument (tzw. logistyka ostatniej mili), wykorzystując drony jako „latających kurierów”. Nad tym pomysłem pracują m.in. firmy takie jak Amazon i DHL. Konsument, który zakupił produkty przez Internet,

otrzymałby je za pośrednictwem drona. Dzięki systemowi GPS klient, zamawiający dany przedmiot za pomocą aplikacji na swoim smartfonie, udostępniłby swoją lokalizację danemu bezzałogowcowi, który mógłby dostarczyć przesyłkę do miejsca, w którym nabywca aktualnie się znajduje.



Rys. 6. Klasyfikacja dronów według zastosowań

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Ministerstwo Infrastruktury, Biała Księga Rynku Bezzałogowych Statków Powietrznych U-SPACE – RYNEK – WIZJA ROZWOJU, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2019.

Dla tego typu rozwiązań przewidzianym rodzajem drona jest multikopter. Na ten moment opisywany projekt jest dopiero w fazie testów, gdyż istnieje wiele problemów natury technicznej oraz prawnej. Zignorowanie ich może spowodować wiele zagrożeń i niebezpieczeństw.

Wprowadzenie tego pomysłu w życie pozwoliłoby na odciążenie ruchu drogowego w dużych miastach oraz przyczyniłoby się do zmniejszenia emisji spalin poprzez wykluczenie znacznej liczby samochodów dostawczych.

Innym przykładem potencjalnego zastosowania dronów jest transport medykamentów. Umożliwiłby on przetransportowanie leków do rejonów trudno dostępnych, gdzie infrastruktura transportowa jest słabo rozwinięta lub gdy przez zbyt duże natężenie ruchu drogowego jest ona niewydolna. Dodatkowo tego typu środek transportu można przystosować do przewozu w taki sposób, aby medykamenty miały zapewnioną niską temperaturę oraz nie uległy zniszczeniu. Dzięki temu czas przemieszczenia, w którym leki byłyby wystawione na niebezpieczeństwo, uległby znacznemu skróceniu [2].

Kolejnym przykładem wykorzystania dronów w transporcie są dostawy ładunków z lądu na statek. Firma Airbus we współpracy z partnerem Wilhelmsen Ships Services rozpoczęła próby dostarczania ładunków (do 4 kg) drogą powietrzną na pokłady statków, które znajdują się na kotwiczowisku. Pierwsza próba transportu zaopatrzenia zakończyła się sukcesem. Za pomocą drona Skyways ładunek został przeniesiony z linii brzegowej portu na statek oddalony o 1,5 km. Lądując bezpiecznie na pokładzie statku i deponując swój ładunek kapitanowi statku, bezzałogowy pojazd powietrzny Skyways szybko wrócił do swojej bazy, a cały lot zajął 10 minut.

Wykorzystanie bezzałogowych systemów powietrznych w przemyśle morskim otwiera drogę do możliwego rozszerzenia istniejącego portfolio usług agencji okrętowych, przyspieszając dostawy nawet sześciokrotnie, obniżając koszty dostawy o 90%, zmniejszając ślad węglowy i znacznie ograniczając ryzyko wypadków związanych z dostawami łodzi startowych [10].

Rozwój technologii oraz środków walki ma wpływ na sztukę wojenną. BSP stosowane są w każdym rodzaju sił zbrojnych. Ze względu na możliwości taktyczno-techniczne bezzałogowych statków powietrznych wojsko wykorzystuje je w różnych celach: rozpoznanie, śledzenie przemieszczania się kolumn wojsk, ocenianie skutków rażenia ogniowego, a także do działań bojowych – niszczenie obiektów przeciwnika, osłanianie jednostek, jak również bycie ruchomym celem. Prognozy na obecną dekadę informują o dynamicznym rozwoju bezzałogowych statków powietrznych w przemyśle lotniczym. Siłą napędową jest rosnące zainteresowanie kolejną generacją systemów bojowych, m.in. tarczą antyrakietową.

Poniżej zaprezentowano specjalny dron szpiegowski RQ-4 Global Hawk wyprodukowany w Stanach Zjednoczonych (rys. 7) [7].



Rys. 7. Amerykański dron szpiegowski RQ-4 Global Hawk

Źródło: T. Mileszko, Amerykański dron szpiegowski RQ-4 Global Hawk zauważony na polskim niebie, Lublin 2020.

Bezzałogowe statki powietrzne mają wiele zastosowań w różnych dziedzinach. Jedną z nich jest branża nieruchomości. W tym przypadku drony wykorzystywane są m.in. do tworzenia ortofotomosaiki dla celów projektowych, kontroli robót, inwentaryzacji powykonawczej terenu, co pozwala na optymalizację procesu budowlanego. Dla pośredników nieruchomości najważniejszym zastosowaniem bezzałogowców jest fotografowanie i nagrywanie budynków z lotu ptaka, co umożliwia uatrakcyjnienie oferty danego biura, a także pozwala potencjalnemu kupującemu na precyzyjne zapoznanie się ze stanem technicznym elementów konstrukcyjnych budynku [14].

Innym ciekawym pomysłem jest wykorzystanie dronów w rolnictwie. Dzięki BSP można dokonać precyzyjnej oceny uszkodzeń roślin, określić niedobór składników pokarmowych, zaplanować ukierunkowane i dokładne nawożenie oraz oprysk roślin, czy też wykryć szkodniki. Takie zastosowanie bezzałogowców może ograniczyć koszty uprawy przy jednoczesnym zwiększeniu plonów. W celu zmniejszenia ryzyka zniszczeń pól uprawnych drony wyposażone w kamery termowizyjne mogą zidentyfikować obecność dzikich zwierząt. Przykładem firmy oferującej wykorzystanie BSP w rolnictwie jest SOLECTRIC GMBH [13].

Firma SmokeD stworzyła unikatowe oprogramowania do detekcji pożarów lasów. Narzędzie to pozwala na automatyczny monitoring przeciwpożarowy, oparty na bezzałogowcach i sztucznej inteligencji. Zadaniem systemu jest wspieranie straży pożarnej, nadleśnictw oraz parków narodowych w szybkim wykryciu pożaru oraz precyzyjnym zlokalizowaniu w terenie. System działa 24/7 zarówno nocą,

jak i w ciągu dnia, dzięki czemu prowadzi skuteczniejszą obserwację terenu. Do jego obsługi potrzebny jest wyłącznie mało angażujący nadzór, polegający głównie na obserwacji parametrów systemu [16].

BSP mają również zastosowanie w geodezji. Pomiary geodezyjne zrobione przez drony w znaczny sposób przyspieszają prace przygotowawcze przy budowie obiektów liniowych (drogi, koleje). Takimi zadaniami zajmuje się firma FlyTech UAV, która produkuje zaawansowane systemy fotogrametryczne do zastosowań w geodezji, energetyce, rolnictwie i ochronie środowiska. Systemy te pozwalają na zgromadzenie materiału zdjęciowego z ponad 20 km pasa drogowego/kolejowego w ciągu jednego dnia. Korzystając z podobnych systemów pomiarowych, Grupa DBS wykonała w 2018 roku zdjęcia z powietrza, stosując drony na prawie 1000 km linii kolejowych. Prace te posłużyły do stworzenia ortofotomap, które pokazały aktualną sytuację panującą dookoła torowisk w celu opracowania projektu koncepcyjnego, dotyczącego światłowódów.

Podsumowując, dzięki takiemu zastosowaniu bezzałogowych statków powietrznych znacząco obniżono koszty zdjęć lotniczych, dostępne stało się obrazowanie terenu w formie map i ortofotomap, jak również tworzenie modeli 3D oraz proste inwentaryzowanie wykonanych inwestycji [16].

PODSUMOWANIE

W niniejszym artykule zaprezentowano możliwości i zastosowania bezzałogowych statków powietrznych. Wraz ze światowym rozwojem technologicznym dronów wzrasta popyt na ich wykorzystywanie w wielu sektorach gospodarczych. Dalszy postęp i funkcjonowanie BSP uzależnione jest od właściwie sformułowanych regulacji prawnych, a także od prac nad nowymi rozwiązaniami technologicznymi. Firmy prześcigają się na polu zdalnego sterowania i łączności, powstają systemy, których dokładności pozycjonowania oraz jakość przesyłanych sygnałów są na bardzo wysokim poziomie. Z roku na rok odnotowuje się coraz większy rozwój bezzałogowych statków powietrznych do zastosowań cywilnych. Wdrożenie koncepcji *U-space* w przyszłości umożliwi sterowanie zdalne oraz autonomiczne platform latających, które dzięki precyzyjnemu zarządzaniu ruchem lotniczym będą bezpiecznie wykonywać operacje w przestrzeni powietrznej. Prowadzenie dalszych prac nad bezzałogowymi systemami powietrznymi może przyczynić się do poszerzania spektrum zastosowań, minimalizacji masy dronów, a także zwiększenia długotrwałości i bezpieczeństwa lotu.

LITERATURA

1. Bukowski P., Szala G., *Bezzałogowe statki powietrzne – geneza, teraźniejszość i przyszłość*, Postępy w Inżynierii Mechanicznej, Scientific – Technical Journal, 2018, nr 11(6), s. 5–19.

2. Drass D., Wilk T., *Możliwości wykorzystania bezpilotowych statków powietrznych (BSP) w środowisku cywilnym i wojskowym*, Zeszyty Naukowe Ruchu Studenckiego, 2016, nr 2, s. 59–70.
3. Hołdanowicz G., *Seryjne FlyEye dostarczone*, Raport nr 12, 2010.
4. Merkisz J., Nykaza A., *Zastosowanie bezzalogowych statków powietrznych w kryminalistyce rozpoznawczej i wykrywczej*, Autobusy, 2016, nr 6, s. 297–306.
5. Mileszko T., *Amerykański dron szpiegowski RQ-4 Global Hawk zauważony na polskim niebie*, Lublin 2020.
6. Ministerstwo Infrastruktury, *Biała Księga Rynku Bezzalogowych Statków Powietrznych U-SPACE – RYNEK – WIZJA ROZWOJU*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2019.
7. Smaga D., *Bezzalogowe systemy powietrzne w konfliktach zbrojnych. Drony – użycie bojowe*, Wrocław 2019, s. 15–34.
8. Urząd Lotnictwa Cywilnego, *Bezzalogowe statki powietrzne w Polsce*, Raport otwarcia, Warszawa 2013.
9. Wieteska S., *Możliwości zastosowania bezzalogowych statków powietrznych do likwidacji szkód w ubezpieczeniach upraw rolnych w Polsce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2017, nr 331.

Źródła internetowe

10. Airbus, https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2019/03/airbus-skyways-drone-trials-worlds-first-shoretoship-deliveries.html?fbclid=IwAR3KwP_yISHWjW2e4-Lsc91SoctFe_W2cC85LHVm9hbepbsRUGjpvIO41_w (dostęp 06.03.2021).
11. *Bezzalogowce*, <http://bezzalogowce.pl/bezzaogowiec-w-podlaskiej-stray-poarnej/> (dostęp 01.03.2021).
12. *Drony*, <http://drony.us/category/zastosowanie-dronow/> (dostęp 04.03.2021).
13. https://solectric.pl/rolnictwo-z-drona/?fbclid=IwAR11VNOe_Xb9d5pnFx2mvLkdDQ0B4Gi8HWYFtqH6Q6ArdpP7A7JHgpRvrGI/ (dostęp 04.03.2021)
14. *Nieruchomości*, <https://www.nieruchomosci-online.pl/porady/prawne-aspekty-uzycia-drona-w-branzynie-nieruchomosci-7961.html> (dostęp 03.03.2021).
15. *Samoloty w lotnictwie polskim*, <http://www.samolotypolskie.pl/samoloty/13908/126/WB-Electronics-Flytronic-FlyEye> (dostęp 01.03.2021).
16. *Świat dronów*, <http://www.swiatdronow.pl/geomonitor-unikatowy-polski-dron> (dostęp 01.03.2021).

CONCEPTS OF USE FOR UNMANNED AIRCRAFT

The development and use of unmanned aerial vehicles depend on many factors. A thorough analysis of the drone market will allow you to understand the role they play in the national as well as global economy. It is worth paying attention to the main features of drones, such as access to public space for all users, minimizing the impact on the environment and accelerating the implementation of the U-space concept. It is also worth paying attention to many applications such as transport, monitoring, medicine, in which unmanned aerial vehicles have been irreplaceable for a long time. The aim of the article is to present a wide spectrum of applications for unmanned aerial vehicles.

Keywords: *unmanned aerial vehicles, aircrafts, drones, U-space.*

Patryk Jarosiński, Alicja Peplińska

Uniwersytet Morski w Gdyni

AUTOMATYCZNIE STEROWANE POJAZDY – MOŻLIWOŚCI LOKALNEGO ORAZ GLOBALNEGO WYKORZYSTANIA

W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania automatycznie sterowanych pojazdów, zarówno tych poruszających się po lokalnych, czyli stosunkowo niewielkich obszarach przedsiębiorstw, np. pojazdy AGVs (ang. Automated Guided Vehicles), jak i o większym – globalnym zasięgu, np. zautomatyzowane systemy pociągów. Opisano również metody nawigacji takich pojazdów oraz ich zalety i wady. Pod koniec oceniono, jakie są perspektywy rozwoju oraz opisano, w jakim kierunku zmierza przyszłość tego obszaru. Celem artykułu jest przedstawienie obecnych osiągnięć w rozwoju automatycznie sterowanych pojazdów głównie w transporcie lądowym i logistyce oraz ocena perspektyw na wykorzystanie ich w przyszłości.

Słowa kluczowe: automatycznie sterowane pojazdy, intralogistyka, autonomiczne pojazdy, zautomatyzowane systemy pociągów.

WSTĘP

Automatycznie sterowane pojazdy to takie, które poruszają się bez pomocy człowieka najczęściej wzdłuż wyznaczonej trasy. Systemy automatycznie sterowanych pojazdów AGVS (ang. Automated Guided Vehicle Systems) wynalezione w latach 50. XX wieku i przez 70 lat swojego istnienia zostały dopracowane na tyle, że używane są powszechnie w wewnętrznych systemach logistycznych [4]. Pomimo początkowego zainteresowania technologią głównie przez przemysł motoryzacyjny niemal wszystkie gałęzie przemysłu wprowadziły jej rozwiązania do swoich sposobów zarządzania inwentarzem materiałowym. Pierwszy AGV był ciągnikiem prowadzonym po przewodzie umieszczonym w podłodze, kontrolującym swoją trasę poprzez czujnik magnetyczny, jednak wymagał towarzyszącego mu człowieka w celu załadunku i rozładunku. Wraz z rozwojem technologii sterowania i postępującej komputeryzacji obecność człowieka i jego ingerencja w system została zredukowana do minimum, a nawet wyeliminowana. Z upływem czasu coraz częściej można usłyszeć o ideach wprowadzenia AGV do przestrzeni publicznych, na drogi, linie kolejowe czy w przestrzeń powietrzną. Możliwości wykorzystania automatycznych bądź też bardziej zaawansowanych technologicznie autonomicznych pojazdów jest wiele. Niektóre stosuje się tylko lokalnie – na małych obszarach, a inne globalnie – czyli na bardziej rozległym terenie. Perspektywy, jakie oferują te pojazdy w transporcie oraz logistyce, zostaną przybliżone w dalszej części artykułu.

1. LOKALNE WYKORZYSTANIE AUTOMATYCZNIE STEROWANYCH POJAZDÓW

Szybkie tempo narzucone przedsiębiorstwom poprzez rozwijający się przemysł zmusiło je do implementowania nowych rozwiązań. Praca ludzi zawsze niesie za sobą straty czasu, ponieważ potrzebują oni przerw oraz odpoczynku w przeciwieństwie do maszyn. Przyczyną wielu strat jest również tzw. błąd ludzki, czyli spowodowany przez nieuwagę człowieka. Żeby wyeliminować czynniki, ograniczające ciągłą pracę przedsiębiorstw, i poprawić jej efektywność oraz odciążyc pracowników od nużących, powtarzających się czynności, coraz częściej wprowadza się AGVs (ang. *Automated Guided Vehicles*), czyli automatycznie sterowane pojazdy. AGVs wykorzystywane są przede wszystkim w intralogistyce [4], czyli logistyce wewnątrz przedsiębiorstwa. Obszary, w których AGVs są stosowane, obejmują m.in. komisjonowanie, wyszukiwanie, dostarczanie oraz wywóz towarów w miejscach składowania i produkcji, a także w obiektach specjalistycznych, takich jak szpitale [2]. Pojazdów AGV używa wiele gałęzi przemysłu, takich jak:

- motoryzacyjny;
- farmaceutyczny;
- chemiczny;
- produkcyjny;
- spożywczy;
- szpitalny;
- tematycznych parków rozrywki [8].

Możliwości wykorzystania zależą od typu pojazdu, niektóre są specjalnie budowane pod konkretne czynności. W przemyśle magazynowym, gdzie istnieje wiele powtarzających się czynności, pojazdy AGVs sprawdziły się bardzo dobrze. Wykorzystywane są w celu automatyzacji załadunku [9], piętrenia palet – często dokładniej i bezpieczniej niż ludzie [4], a także do kompletacji zamówień.

Linie produkcyjne dążą do minimalizacji pracowników uczestniczących w produkcji oraz maksymalizacji swojej wydajności. W fabrykach, np. w branży motoryzacyjnej, AGV przenoszą komponenty z jednego stanowiska do drugiego podczas produkcji, dzięki czemu pracownicy mogą skupiać się na swoich obowiązkach, czasem służą także jako stanowiska montażowe. Przyśpiesza to czas produkcji i redukuje liczbę wypadków na liniach produkcyjnych.

W szpitalach stosuje się pojazdy AGV w celu zwiększenia wydajności pracy, poprawienia czystości oraz ułatwienia pracownikom skupienia się na pacjentach. Głównymi zadaniami są wywóz śmieci i odpadów medycznych, co umożliwiają specjalnie zaprojektowane podwyższone wózki, transport posiłków na oddziały oraz odbiór pustych tac, czy transport sterylnych materiałów. Istnieją także bardziej zaawansowane technologicznie pojazdy AGV, czyli autonomiczne AMR (ang. *Autonomous Mobile Robots*), które dzięki swoim zdolnościom inteligentnego mapowania przestrzeni sprzątają oraz dezynfekują szpital, do czego klasyczne AGV nie są zdolne [12].

AGVs odpowiednie są również do zadań, które są niebezpieczne dla ludzi, np. w miejscach, gdzie promieniowanie używane jest do utrzymywania świeżej żywności, AGVs wykorzystuje się do transportowania towarów. Przydają się również tam, gdzie człowiek ma utrudnioną możliwość poruszania się, czyli np. w magazynach z kliszami, gdzie utrzymywane musi być ciemne środowisko. AGVs są tam niezastąpione, poprzez dostarczanie i wybieranie odpowiednich materiałów bez potrzeby oświetlania pomieszczeń.

Maszyny te stosuje się także często na lotniskach do transportu bagaży, czy też w urzędach pocztowych. Mają też nietypowe zastosowania, które obecnie są mało powszechne, np. w bibliotekach, gdzie służą do sortowania książek [23].

Kolejnym ciekawym zastosowaniem wspomnianych wcześniej pojazdów AMR jest dostarczanie przez nich zamówień na tzw. ostatniej mili, czyli w ostatnim etapie łańcucha dostaw. W niektórych spokojnych obszarach miejskich lub zamkniętych osiedlach mogą być wykorzystywane kapsuły chodnikowe. Są to niewielkich rozmiarów roboty, poruszające się na kołach lub nogach. W celach bezpieczeństwa zachowują niskie prędkości. W obszarach wiejskich do takiego samego celu mogą być wykorzystywane autonomiczne drony, dla których obszary miejskie są zbyt tłoczne i nieprzystosowane, przez co mogłyby stwarzać zagrożenie.

Słabo rozwinięte, aczkolwiek stopniowo zyskujące popularność, jest zastosowanie AMR w sklepach spożywczych. Początkowo głównie służyły one do wykrywania ewentualnych wycieków oraz ostrzegania przed nimi klientów, a czasem nawet do ich sprzątania. Dalej rozwijany obszar stanowią wykonywane prace inwentaryzacyjne – roboty mogą się przemieszczać po sklepie i sprawdzać, jakich towarów brakuje, a jakie są w nieodpowiednim miejscu. Pojazdy pracujące na zapleczach można porównać do tych wykonujących kompletacje zamówień w magazynach. Wybierają one pojemniki z zamówionym przez Internet towarem, dzięki czemu pracownik łatwiej może wybrać wszystkie produkty [14].

Zastosowań pojazdów AGV czy też ich specjalnego autonomicznego rodzaju jest bardzo dużo, można je projektować i dostosowywać do konkretnych czynności, w zależności od potrzeb. Mogą przewozić ciężkie ponadgabarytowe przedmioty, czy też zbierać niewielkie, ale duże ilościowo zamówienia i odciążać człowieka od nieskomplikowanych lub niebezpiecznych czynności. Jednakże głównym ograniczeniem tych urządzeń jest to, że nadają się przede wszystkim do powtarzających się czynności, a także w przypadku klasycznych AGV brak możliwości poruszania się bez wytyczonych ścieżek, czemu naprzeciw wyszły autonomiczne AMR, mające możliwość inteligentnego „widzenia otoczenia”.

2. GLOBALNE WYKORZYSTANIE

Globalne wykorzystanie AGV w niektórych krajach jest już standardem. Zautomatyzowane składy poruszają się po liniach pasażerskich w wielu miastach świata, np. linia Yurikamome w Tokio, czy linie niebieska, czerwona, pomarańczowa, żółta, fioletowa i zielona metra Riyadh w Arabii Saudyjskiej.

Aby móc linię określić jako w pełni zautomatyzowaną, należy najpierw poznać pięć stopni automatyzacji (GoA – *Grade of Automation*):

- GoA 0 – sterowanie przez człowieka, brak automatyzacji;
- GoA 1 – sterowanie przez człowieka, systemy chroniące przed specyficznymi zagrożeniami;
- GoA 2 – sterowanie przez system, maszynista nadzoruje warunki na szlaku i kontroluje pracę drzwi oraz moment odjazdu;
- GoA 3 – sterowanie przez system, maszynista jest obecny na pokładzie, by przeciwdziałać możliwym wypadkom;
- GoA 4 – system całkowicie zautomatyzowany, obecność maszynisty czy załogi nie jest wymagana [16].

Tak jak zautomatyzowanie kolejowego przewozu pasażerskiego eliminuje czynnik ludzki po stronie kierowania pojazdem, tak należy brać pod uwagę zawsze obecny czynnik przy przewozie osób – pasażerów. Wymaga to instalacji systemów informujących o dostaniu się człowieka na tory czy systemów zapobiegania takim zdarzeniom. Przykładami takich systemów mogą być czujniki laserowe, umieszczone pod płytą peronu, pilnujące bezpiecznego wjazdu na stację czy też bariery z bramkami na jego krawędzi, uniemożliwiające przypadkowe wtargnięcie człowieka na tor. Automatyzacja przynosi jednak wiele korzyści z punktu bezpieczeństwa. Eliminuje ona zdarzenia spowodowane nieuwagą czy zaniedbaniem maszynisty, zmniejsza szansę na wypadki z udziałem pracowników serwisujących urządzenia na szlaku, osób nieupoważnionych czy też osób, które znalazły się na torach przez przypadek [7]. Wprowadzenie zautomatyzowanych składów kolejowych również podnosi komfort pasażera, zapewniając punktualność, eliminując szarpnięcia czy nagłe przyśpieszenia i hamowania. Tego typu systemy pozwalają także na natychmiastowe wprowadzenie pociągu na szlak z zajezdni, jeśli wymaga tego sytuacja, bez potrzeby oczekiwania na maszynistę.

Z każdym kolejnym rokiem coraz częściej można przeczytać w Internecie o autonomicznych samochodach, jednak pierwsze kroki w tym kierunku podejmowano już w latach 50. Firma Tesla od 2014 roku wprowadza na rynek coraz to bardziej zaawansowane formy systemów Autopilot w swoich samochodach. Najnowsze ich modele potrafią bez ingerencji kierowcy zmieniać pasy ruchu, wyczuwać zagrożenia przed sobą, a nawet na żądanie opuścić miejsce parkingowe i przyjechać do właściciela. Firma Waymo, należąca do Alphabet Inc., od 2009 roku testuje swoją technologię w miastach Stanów Zjednoczonych przy użyciu zmodyfikowanych pojazdów, tj. Toyota Prius, Audi TT, Chrysler Pacifica czy Lexus RX450h [11].

Według raportu Waymo w styczniu 2020 roku ich flota pojazdów autonomicznych pokonała 20 milionów mil po drogach publicznych [6].

Rozwój autonomicznych samochodów nie kończy się na samochodach osobowych. Pierwsze testy autonomicznych pojazdów ciężarowych przeprowadziła firma Komatsu w kopalni miedzi Radomiro Tomic w Chile. Już trzy lata później flotę takich pojazdów wprowadzono komercyjnie w kopalni Gaby [22]. W 2016 roku Volvo i Mercedes-Benz przeprowadziły tygodniowe autonomiczne jazdy po drogach europejskich, a w Ameryce Uber Technologies wraz z Aneheuser-Busch dokonały pierwszej komercyjnej dostawy przy użyciu samoprowadzącego się samochodu ciężarowego. Była to dostawa piwa na odległość 120 mil. Firma TuSimple zapowiedziała gotowość do testów autonomicznych ciągników siodłowych bez obecności człowieka w kabinie na publicznych drogach Stanów Zjednoczonych w 2021 roku. Chińska firma Baidu ogłosiła w 2017 roku rozpoczęcie masowej produkcji Apolong Shuttle – autonomicznego autobusu mogącego jednocześnie przewozić 14 osób [10]. Niestety, nie są to jeszcze systemy perfekcyjne. Technologia, która pozwoliłaby komputerowi odczytać intencje z gestów wykonywanych dłońmi przez np. funkcjonariusza policji, nie jest jeszcze na tyle rozwinięta, żeby mogła być używana w tak dynamicznych warunkach.

3. NAWIGACJA AUTOMATYCZNIE STEROWANYCH POJAZDÓW

3.1. Lokalna nawigacja

W znaczący sposób na zakres wykorzystania wpływa metoda nawigacji pojazdów AGV, która w dużej mierze opiera się na podążaniu za wytyczoną ścieżką. Jednakże ścieżka ta może być wytyczona na różne sposoby. Każde przedsiębiorstwo dostosowuje indywidualnie metodę sterowania w zależności od wielu czynników, m.in. od jego możliwości finansowych, a także od wielkości obszaru czy układu miejsca, po jakim pojazdy będą się poruszać.

Podstawowym rodzajem nawigacji jest bardzo prosta w użyciu magnetyczna taśma naprowadzająca. Umieszcza się ją na powierzchni, po której jeżdżą pojazdy AGV, a one czytają ją swoimi sensorami i podążają jej torem. Często jest stosowana w połączeniu z technologią wykrywania przeszkód. Czujnik umieszczony na pojeździe skanuje poziomo przestrzeń i w zależności od rodzaju czujnika oraz odległości od przeszkody, gdy wykryje niezidentyfikowany obiekt na swojej trasie, informuje o tym, dając sygnały dźwiękowe lub/oraz świetlne, dzięki czemu pracownicy mają czas na reakcję. W ostateczności pojazd zatrzymuje się, aczkolwiek nie ma umiejętności ominięcia przeszkody [1].

Inną metodą, opartą na falach magnetycznych, jest indukcyjny kabel prowadzący. Kabel ten umieszcza się pod podłogą, a w pojazdach AGV montuje się sensory lub anteny, które wykrywają prowadzoną przez niego ścieżkę. System najczęściej składa się z generatora częstotliwości, anteny sterującej oraz wcześniej wspomnianego kabla w podłodze. Dużą zaletą tej metody jest nieuleganie

zanieczyszczeniom różnego rodzaju, przez co chętnie stosowana jest w portach czy zakładach przemysłowych [18]. Niestety, nie spełnia ona wymagań elastyczności i szybkiej adaptacji do zmian – w przypadku chęci do zmiany ścieżki konieczne jest zerwanie podłogi [3].

Nawigacja magnetyczna, w której nie jest konieczna fizyczna zmiana ścieżki, jest to siatka magnesów umieszczonych w podłodze – poprzez znajomość odległości między magnesami komputer może precyzyjnie zaplanować ścieżkę [4].

Alternatywą dla nawigacji magnetycznej jest nawigacja laserowa, stanowiąca przykład tzw. wolnej nawigacji (ang. *free navigation*), gdzie pojazd nie musi się już poruszać jedną wytyczoną trasą, tylko może pojechać w dowolne miejsce. Pojazd z takim sterowaniem wyposażony jest w dwuwymiarowy laser nawigacyjny, emitujący ciągły wachlarz modulowanego światła w układzie 360 stopni. W pomieszczeniu, w którym urządzenie się porusza, umieszczone są reflektory, wysyłające odbicie lasera do urządzenia. Pojazd AGV używa ich jako odniesienia do swojego położenia. Środek takiego reflektora powinien być na wysokości emitowanego lasera. Podczas „wolnej” nawigacji niezbędne jest częste obliczanie i korygowanie swojego położenia ze względów bezpieczeństwa. Kiedy urządzenia nie mają wytyczonej konkretnej drogi, tylko same muszą orientować się w przestrzeni, łatwiej mogą uderzyć w niepożądany obiekt, powodując duże straty [15].

Podane przykłady nawigacji dotyczą przede wszystkim nawigacji wewnątrz pomieszczeń, jednakże nawigacja poza obszarem budynku również jest możliwa. Służy do tego nawigacja po transponderze. Jest to bardzo odporny na zewnętrzne warunki pogodowe rodzaj nawigacji, którego głównym wymaganiem jest twarda powierzchnia. Umieszcza się pod nią płytko wzdłuż ścieżki transpondery czyli zakodowane nośniki danych. AGV umieszczoną na spodzie anteną odbiera indukowany prąd, gdy przejeżdża przez transponder. Ten z kolei wysyła swój zakodowany sygnał, umożliwiając pojazdowi zorientowanie się w przestrzeni.

Kolejną nawigacją zewnętrzną jest nawigacja satelitarna DGPS. Jest to zmodyfikowana nawigacja GPS, która używa dodatkowego odbiornika GPS zamontowanego na stałej instalacji. Odbiornik ten pomaga w korekcie błędów odbiornikom GPS, zamontowanym na pojazdach AGV w czasie rzeczywistym. Jest to rozwiązanie niewymagające kosztownej instalacji, tak jak w przypadku nawigacji po transponderze, jednakże w obszarze jego pracy nie mogą znajdować się wysokie konstrukcje, które zakłócają odbiór sygnału [4]. Inne rozwiązania nawigacyjne w praktyce nie mają możliwości zastosowania poza budynkiem ze względu na zmienne warunki atmosferyczne oraz świetlne.

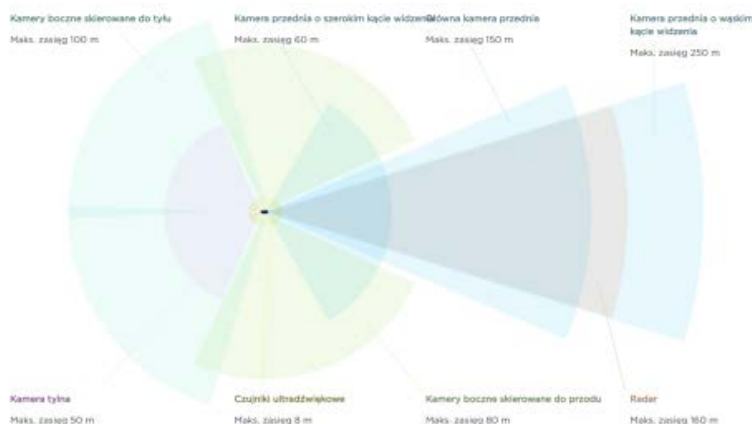
Bardziej technologicznie zaawansowanym typem pojazdów AGV są pojazdy autonomiczne AMR (ang. *Autonomous Mobile Robots*). Pojazdy te nie muszą podążać za wytyczoną ścieżką, są zdolne do samodzielnej zmiany i wytyczenia najbardziej optymalnej trasy. W przeciwieństwie do klasycznych pojazdów AGV, pojazdy AMR nie zatrzymują się przed przeszkodą, czekając na jej usunięcie, tylko mogą samodzielnie podjąć decyzje o jej ominięciu. Mają zdolność do identyfikowania oraz mapowania otoczenia poprzez sensory, kamery 2D lub 3D, skanery

Lidar czyli skanery, które obliczają odległości i odczytują otoczenie na podstawie wysyłanego i odbijanego światła.

Koncepcja poruszania się autonomicznych pojazdów nazwana jest SLAM (ang. *Simultaneous Localization And Mapping*), czyli koncepcją rzeczywistego analizowania rzeczywistości [5, 13].

3.2. Globalna nawigacja

System Autopilot, oferowany przez firmę Tesla, funkcjonuje na podstawie ośmiu kamer zapewniających obraz w 360° wokół pojazdu, dwunastu czujników ultradźwiękowych oraz skierowanego do przodu radaru. Przednia kamera o wąskim polu widzenia ma zasięg 250 m i używana jest głównie do orientacji przy dużych prędkościach. Główna frontalna kamera ma zasięg 150 m i analizuje podstawowe zadania. Kamera z zamontowaną soczewką „rybie oko” zapewnia 120° stopni widoczności w zasięgu 60 m i używana jest do analizy sygnalizacji świetlnej, przedmiotów wkraczających na planowaną trasę oraz przedmiotów w bliskiej odległości. Dwie kamery boczne „bloku A” służą do wykrywania pojazdów, które mogą niespodziewanie zmienić pas ruchu, oraz wspierają system operacyjny na skrzyżowaniach. Kolejne dwie kamery boczne „bloku B” kontrolują martwe pola, sprawdzając, czy zmiana pasa ruchu jest bezpieczna. Ostatnia kamera, skierowana do tyłu, jest używana głównie podczas parkowania. Radar radiowy o zasięgu 160 m stosuje się podczas jazdy przy warunkach pogodowych o słabej widoczności. Czujniki ultradźwiękowe mają zasięg 8 m i są głównie wykorzystywane do pomiaru odległości od samochodów na sąsiednich pasach ruchu oraz przy parkowaniu. Główny komputer pokładowy odpowiedzialny za funkcję Autopilot analizuje sygnały z kamer, radaru i czujników, a następnie wydaje pojazdowi polecenia zależne od aktualnej sytuacji [17].



Rys. 1. Układ kamer i czujników w pojeździe marki Tesla

Źródło: https://www.tesla.com/pl_PL/autopilot?redirect=no (dostęp 03.05.2021).

Automatyczne systemy sterowania pociągami składają się z czterech elementów:

- ATO (*Automatic Train Operation*) – automatyczne operowanie składem, do którego można zaliczyć regulację prędkości, zatrzymywanie na stacjach, otwieranie i zamykanie drzwi oraz odjazdy;
- ATC (*Automatic Train Control*) – automatyczna kontrola składu, jego położenia, prędkości;
- ATP (*Automatic Train Protection*) – automatyczna ochrona składu, sprawdzająca, czy prędkość pociągu nie przekracza dozwolonej wartości oraz aktywująca hamulec bezpieczeństwa w wypadku jej przekroczenia;
- TSE (*Train Supervision Equipment*) – narzędzia do nadzoru ruchu składu w formie zapisanych w pamięci komputera pokładowego godzin odjazdu z każdej stacji na danej linii, programów kontrolujących ustawienie zwrotnic adekwatnie do zaplanowanej trasy z uniemożliwieniem wystąpienia kolizji [20].

Jednoczesna praca tych systemów zapewnia poprawne działanie automatycznego systemu sterowania pociągami, nawet bez udziału człowieka w którymkolwiek z nich.

4. PERSPEKTYWY ROZWOJU W PRZYSZŁOŚCI

Patrząc na tempo rozwoju technologii oraz na coraz większy nacisk na automatyzację, wcale niehiperbolizowanym stwierdzeniem może być „przejęcie transportu przez maszyny”: zautomatyzowane samochody ciężarowe, systemy magazynowe, wózki widłowe, składy kolejowe, reagujące na siebie wzajemnie, wybierające najbezpieczniejsze i odpowiednie trasy, wymagające od człowieka jedynie przeglądów technicznych i zadań do wykonania, podania adresu docelowego danej przesyłki i nawet jej oczekiwanej zawartości. Można się spodziewać, że za kilkadziesiąt lat pociągi towarowe i pasażerskie będą prowadzić się same, od stacji początkowej do docelowej, komunikując się wzajemnie, eliminując całkowicie przypadki wypadków kolejowych pomiędzy pociągami.

Wcale nie tak odległa od rzeczywistości jest myśl, że łańcuchy dostaw do sklepów, a nawet do samych klientów, zostaną w dużej mierze zautomatyzowane. Zakładając tak optymistyczną wersję wydarzeń, wyjście na zakupy będzie równoznaczne z zamówieniem w sklepie produktów, a następnie wysłaniem do sklepu swojego pustego samochodu po odbiór. Statki nie będą potrzebowały załóg, zezwalając na jeszcze tańszą eksploatację, natomiast samoloty, automatycznie planujące najszybsze trasy, będą miały zerową szansę na kolizje.

PODSUMOWANIE

Mimo że pojazdy AGV zostały wynalezione i użyte pierwszy raz już wiele lat temu, to przez długi czas nie były chętnie wykorzystywane. Wynikać to mogło z takich czynników jak kosztowność pojazdów oraz całych systemów niezbędnych do ich działania, a także strach przed nowościami, czy też przed zajmowaniem miejsc pracy ludzi przez maszyny. Z upływem czasu jednak ludzie widząc ich efektywność, możliwość współpracy czy też odciążenia od repetytywnych czynności, zaczęli się do nich przekonywać. Maszyny jednak nie zawsze są idealnym rozwiązaniem. Pojazdy automatyczne, które muszą poruszać się po wyznaczonych torach, mają ograniczoną elastyczność i są zdolne głównie do czynności powtarzających się. Sprawdza się to w miejscach, gdzie wykonuje się tylko takie czynności, ale w rzeczywistości często zadania przydzielane są dynamicznie i priorytetyzowane na bieżąco. Natomiast pojazdy autonomiczne, pracujące na niewielkich obszarach, mają lepsze zdolności dopasowywania zadań i poruszania się, ale ze względu na ich swobodę ruchu ograniczana jest prędkość. W przypadku wszystkich pojazdów autonomicznych pod dużym znakiem zapytania stawia się również bezpieczeństwo. Ze względów bezpieczeństwa często konieczne jest montowanie dodatkowych systemów ochronnych i nie ma pewności, czy zadziałają w każdym możliwym przypadku. Dodatkowo wszystkie pojazdy automatyczne są bardzo kosztowne. Mimo że maszyny mają swoje wady, to ich potencjał i możliwości znacznie je przewyższają. Obecna sytuacja pandemii koronawirusa, ze względu na konieczność ograniczenia kontaktów społecznych, spowodowała jeszcze większe zainteresowanie i dynamiczny rozwój tego obszaru. Przewiduje się, że w najbliższych latach ten rynek dalej będzie się rozwijał w szybkim tempie [19].

LITERATURA

1. Fedorko G., Honus S., Salai R., *Comparison of the Traditional and Autonomous AGV Systems*, 2017.
2. Herčko J., Slamková E., Štefánik A., *Usage of Automated Guided Vehicle in Automotive Industry*, Conference InvEnt, Szczyrk 2017.
3. Murphy R., *Introduction to AI Robotics*, 2000.
4. Ullrich G., *Automated Guided Vehicle Systems A Primer with Practical Applications*, Springer-Verlag, Berlin – Heidelberg 2015.
5. Wisie M., *Understanding the Basics of AMR Technology: What You Need to Know*, 2019.

Źródła internetowe

6. <https://arstechnica.com/cars/2020/01/waymo-is-way-way-ahead-on-testing-miles-that-might-not-be-a-good-thing/> (dostęp 6.03.2021).
7. <https://automatykab2b.pl/temat-miesiaca/45585-automatyka-zapewnia-bezpieczenstwo-transportu-kolejowego/strona/2-czesc-ii-bezpieczenstwo-w-metrze#czesc-ii-bezpieczenstwo-w-metrze> (dostęp 03.05.2021).

8. https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_guided_vehicle (dostęp 5.03.2021).
9. https://pl.wikipedia.org/wiki/W%C3%B3zek_samojezdny_AGV (dostęp 5.03.2021).
10. <https://roboticsandautomationnews.com/2020/09/25/autonomous-shuttles-large-diesel-buses-being-replaced-with-electric-self-driving-shuttles/36803/> (dostęp 6.03.2021).
11. <https://techcrunch.com/2018/01/12/waymos-self-driving-chrysler-pacifica-begins-testing-in-san-francisco/> (dostęp 6.03.2021).
12. <https://www.agvnetwork.com/Automation-Hospitals-AGV-Autonomous-Mobile-Robots> (dostęp 5.03.2021).
13. <https://www.agvnetwork.com/autonomous-mobile-robots-explained-amr> (dostęp 5.03.2021).
14. <https://www.agvnetwork.com/top-amr-applications> (dostęp 5.03.2021).
15. <https://www.agvnetwork.com/what-is-a-laser-guided-vehicle-lgv> (dostęp 5.03.2021).
16. https://www.apta.com/wp-content/uploads/RC17-Keevill_Dave.pdf (dostęp 6.03.2021).
17. <https://www.easyelectriccars.com/how-does-teslas-autopilot-actually-work/> (dostęp 6.03.2021).
18. <https://www.goetting-agv.com/components/inductive/introduction> (dostęp 5.03.2021)
19. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/automated-guided-vehicles-market-industry> (dostęp 5.03.2021).
20. <https://www.princeton.edu/~ota/disk3/1976/7614/761405.PDF> (dostęp 6.03.2021).
21. https://www.tesla.com/pl_PL/autopilot?redirect=no (dostęp 03.05.2021).
22. <https://www.tradeearthmovers.com.au/industry-news/1802/komatsu-marks-10-years-of-autonomous-trucks> (dostęp 6.03.2021).
23. <http://www.agvblog.com/68.html> (dostęp 5.03.2021).

AUTOMATICALLY GUIDED VEHICLES – POSSIBLE LOCAL AND GLOBAL USES

The article presents the possibilities of using automatically guided vehicles, both those moving in local, relatively small areas of enterprises, and with a greater – global range, e.g. automated train systems. The methods for navigating such vehicles and their advantages and disadvantages are also described. At the end, the development prospects were assessed and the direction in which the future of this area is heading was described. The aim of the article is to present the current achievements in the development of automatically steered vehicles, mainly in land transport and logistics, and to assess the prospects for their use in the future.

Keywords: *automatically guided vehicles, intralogistics, autonomous vehicles, automated train systems.*

Dominika Kaczerska

Uniwersytet Morski w Gdyni

WSPÓŁCZESNE TENDENCJE ROZWOJU ŻEGLUGI PROMOWEJ W REGIONIE MORZA BAŁTYCKIEGO I MORZA PÓŁNOCNEGO

W pracy ukazano sytuację panującą na rynkach pasażerskiej i towarowej żeglugi promowej przed okresem pandemii koronawirusa oraz w trakcie jej trwania. Przedstawiono przesłanki oraz czynniki wpływające na kształtowanie się tendencji rynkowych. Celem artykułu jest identyfikacja czynników oraz współczesnych tendencji panujących na rynku żeglugi promowej w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego.

Słowa kluczowe: żegluga promowa, Morze Bałtyckie, Morze Północne, innowacyjność, proekologiczność, jednostki ro-ro, jednostki ro-pax.

WSTĘP

Na przestrzeni lat transport morski nieustannie się rozwija. Posiada ok. 80% udział w przewozach ładunków spośród wszystkich gałęzi transportu [1]. Rozwój sektora żeglugi morskiej również wpłynął na wzrost segmentu żeglugi promowej. Segment ten generuje większość przychodów z przewozów towarowych. Z podróży pasażerskich odnotowywano ok. 20% udział przychodów armatorów promowych w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego [2]. Ze względu na ochronę środowiska morskiego i ograniczenie negatywnego oddziaływania na wspomniane środowisko stosowane są proekologiczne, a zarazem innowacyjne, technologie. Jedne z najważniejszych przesłanek rozwoju nowoczesnych technologii w żegludze promowej stanowią zmiany regulacji prawnych oraz korzyści ekonomiczne.

Panująca pandemia koronawirusa wywarła mocny wpływ na ograniczenie działalności i zmniejszenie przychodów przewoźników promowych. Zmalała częstotliwość przewozów pasażerskich na niektórych trasach lub wybrane połączenia zostały zawieszono [20]. Wprowadzone restrykcje, nakładane przez rządy danych państw, spowodowały znaczne ograniczenie ruchu w promowej żegludze pasażerskiej [22].

1. CZYNNIKI I REGULACJE PRAWNE WPŁYWAJĄCE NA ROZWÓJ ŻEGLUGI PROMOWEJ W REGIONIE MORZA BAŁTYCKIEGO I MORZA PÓŁNOCNEGO

Na kształtowanie się tendencji na rynku żeglugi promowej w Regionie wpływa wiele czynników. Ważne są również powody, przez które dochodzi do określonych tendencji na rynku. Mogą mieć one podłoże ekonomiczne, środowiskowe, społeczne, technologiczne oraz regulacyjne.

Przesłanki oraz czynniki tworzenia się tendencji na rynku pochodzą z jego otoczenia. Z tego względu możliwe jest przeprowadzenie analizy PESTEL. Jest to analiza makrootoczenia, która może być przeprowadzona dla danego segmentu rynku lub jednego przedsiębiorstwa. Zawiera grupy czynników: politycznych (*political*), ekonomicznych (*economic*), społecznych (*social*), technologicznych (*technological*), środowiskowych (*enviromental*), prawnych (*legal*) [9].

Czynnikami politycznymi, które kształtują tendencje w segmencie żeglugi promowej, są: przynależność danych państw Regionu do organizacji międzynarodowych, jak też dbałość o stosunki zagraniczne. Większość państw Regionu Morza Bałtyckiego i Morza Północnego przynależy do Unii Europejskiej (UE). Kraje w Regionie, które nie należą do UE, są to: Wielka Brytania, Norwegia oraz Rosja. Państwa przynależące do UE prowadzą w części wspólną politykę rozwoju, również w zakresie segmentu żeglugi promowej. Pomiędzy państwami UE a Rosją relacje są znacznie bardziej sformalizowane oraz niełatwe. Na przestrzeni ostatnich 15 lat największa liczba oraz częstotliwość połączeń promowych utrzymuje się pomiędzy krajami UE oraz Norwegią czy Wielką Brytanią, z Rosją zaś są one ograniczone [3]. Jednakże z powodu Brexitu siatka połączeń promowych również ulegała przekształceniom. Ustanowienie odpowiedniej liczby połączeń pomiędzy krajami UE a Wielką Brytanią zależne było od zawarcia porozumień handlowych oraz przepływu osób [12].

Państwa UE prowadzą wspólną politykę z zakresu finansowania innowacji. Dostają dotacje od Komisji Europejskiej (KE) w ramach danych programów na realizację budowy proekologicznych rozwiązań na promach oraz na budowę innowacyjnych jednostek [15]. Niektóre państwa również wspomagają finansowo swoich rodzimych armatorów poprzez udzielanie im niskoprocentowanych pożyczek, aby mogli przetrwać kryzys, wywołany pandemią koronawirusa. Przykładami takich państw są Estonia czy Szwecja [6, 19].

Państwa Regionu mogą również przynależać do innych organizacji międzynarodowych, co wpływa na zawieranie umów i porozumień. Wszystkie państwa leżące nad Bałtykiem oraz Morzem Północnym przynależą do Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO – *International Maritime Organization*), która ustanawia regulacje prawne obowiązujące na morzach i oceanach [8]. Przynależność państw Regionu do Organizacji Traktatu Północnoatlantyckiego (NATO – *North Atlantic Treaty Organization*) oraz Organizacji Narodów Zjednoczonych (ONZ;

UN – *United Nations*) również wpływa na tworzenie relacji, międzynarodowych stosunków politycznych, a także chęci współpracy.

Do grupy czynników ekonomicznych można zaliczyć: sytuację oraz fazę cyklu gospodarczego, średnią wysokość zarobków i podatków w krajach Regionu Morza Bałtyckiego i Morza Północnego, poziom popytu i podaży na przewozy promowe oraz wysokość cen, jak też dotacje przyznawane przewoźnikom na wdrażanie innowacyjnych rozwiązań, czy pomoc finansową państwa w czasie kryzysu.

Z pozyskiwaniem dodatkowych dofinansowań oraz dotacji związane jest członkostwo w UE. Różnice w poziomie rozwoju gospodarczego państw Regionu są nieustannie wyrównywane poprzez przydzielanie większych dofinansowań państwom, które posiadają słabiej rozwiniętą infrastrukturę lub sektor B+R w całej UE. Polska od 2014 r. pozostaje największym beneficjentem środków unijnych [7, 14]. W latach 2005–2019 popyt na przewozy promowe zwiększał się, jednak przez pandemię koronawirusa sytuacja ta uległa zmianie. Z powodu okresowego zamknięcia granic, obostrzeń związanych z kwarantanną lub otrzymania negatywnego wyniku testu na obecność SARS-COV-2 oraz troski o własne życie i zdrowie popyt na przewozy promowe uległ znacznemu pogorszeniu [13].

Czynnikami społecznymi wpływającymi na segment żeglugi promowej w Regionie są: zróżnicowanie kulturowe społeczeństwa, potrzeba podróży w określonych celach lub przewozu towarów oraz wiedza (w tym również o rynkach promowych). W Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego występuje nieznaczne zróżnicowanie kulturowe – wyjątek mogą stanowić imigranci z innych kontynentów. Kultura europejska oraz potrzeby konsumentów stały się bardziej ujednoczone poprzez rozszerzanie się granic UE czy strefy Schengen. Wpływ na to miała również globalizacja [15]. Wiedza konsumentów jest czynnikiem determinującym kształtowanie się struktury rynku. Jeżeli konsumenci wiedzą, ilu jest przewoźników promowych funkcjonujących na rynku, mogą skorzystać z ich usług. Jednak, gdy tej wiedzy nie posiadają lub jest ona dla nich ograniczona czy trudno dostępna, największy udział przychodów może zostać generowany dla największego lub najbardziej rozpoznawalnego przewoźnika promowego.

Kolejną grupą są czynniki technologiczne. Zaliczane są do nich: wydatki państwa oraz poszczególnych sektorów, a w tym segmentów, na innowacje, oraz liczba lub poziom wdrożonych innowacyjnych technologii. Do tej grupy czynników zakwalifikować można również poziom automatyzacji, cyfryzacji i digitalizacji państw Regionu. Wdrażanie innowacyjnych technologii do żeglugi promowej jest wspierane poprzez otrzymywane z KE dofinansowania, środki państw przeznaczone na badania i rozwój oraz partnerstwo publiczno-prywatne. Polscy przewoźnicy promowi nie są liderami pod względem liczby wdrażanych innowacji we własnej flocie. W Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego głównie przewoźnicy Stena Line oraz DFDS wdrażają innowacyjne promy, które wykorzystują alternatywne napędy [18, 24]. Jednak polska stocznia Remontowa S.A. jest jedną z najbardziej rozpoznawalnych w Regionie pod względem budowy innowacyjnych jednostek [24]. Przewoźnicy z Regionu głównie korzystają z usług stoczni

Remontowa S.A. w celu modernizacji swojej floty i przekształcania jej na jednostki hybrydowe oraz budowy nowych promów zasilanych ekologicznie [18]. W Polsce innowacyjne technologie głównie wprowadzane są w portach morskich. W Porcie Gdynia budowany jest nowy terminal promowy wraz z innowacyjnym systemem odbioru i oczyszczania ścieków. Terminal ten ma służyć do obsługi pasażerskiej oraz towarowej [10].

Najważniejsze z grupy czynników środowiskowych są uwarunkowania biologiczne, chemiczne, geologiczne i geograficzne ekosystemu morskiego typowego dla Regionu Morza Bałtyckiego i Morza Północnego, jak również działania podejmowane w celu jego ochrony. Bałtyk posiada niski poziom zasolenia, który średnio wynosi ok. 7,5‰ i jest pięciokrotnie niższy niż w oceanach [11]. Poziom zasolenia Bałtyku waha się od ok. 5 do 30‰, a najwyższe wartości występują w Cieśninach Duńskich. Morze Północne charakteryzuje się wyższym poziomem zasolenia, które wynosi ok. 20–30‰.

Bałtyk ma ograniczoną wymianę wód. Raz na kilka lat dochodzi do tzw. wlewów wody z Morza Północnego do Bałtyku przez Cieśniny Duńskie [11]. Morze Bałtyckie posiada dodatni bilans wodny, spowodowany większą ilością wody wylewanej do Morza Północnego niż wlewanej z niego. W Morzu Bałtyckim dochodzi również do ograniczonego mieszania się wód powierzchniowych z bardziej zasolonymi wodami głębinowymi o większej gęstości, co stwarza nieodpowiednie warunki do życia organizmów morskich w niższych warstwach. Do Bałtyku wpływa wiele rzek i ich odpływów, co powoduje, że wody powierzchniowe morza są bardziej słodkie, natlenione i odżywione substancjami organicznymi i chemicznymi. Skutkiem tego jest wystąpienie eutrofizacji. Terminem tym określa się nadmierne użyźnianie wód morskich, przez co intensywnie kwitnie i rozrasta się flora morska (szczególnie glony i sinice), która ogranicza dopływ światła słonecznego do niżej położonych warstw morza. Uniemożliwia to przebieg procesu fotosyntezy, a skutkuje obumieraniem niżej występujących gatunków roślin morskich oraz niedożywieniem organizmów tam żyjących. Bałtyk posiada najwyższy poziom eutrofizacji spośród pozostałych akwenów świata [21].

Innym problemem jest występowanie gatunków inwazyjnych w Morzu Bałtyckim i Morzu Północnym. Jest to spowodowane przemieszczeniem organizmów morskich z akwenów, w których pobrana została woda balastowa, a następnie zrzucona do innego morza lub oceanu. Obce gatunki mogą negatywnie wpływać na cały ekosystem danego akwenu, gdyż zmieniają przebieg łańcucha pokarmowego, oraz mogą zwiększać swoją populację.

Regulacje prawne stanowią grupę czynników o największym wpływie na kształtowanie się tendencji w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego. Na przestrzeni lat regulacje są coraz bardziej restrykcyjne. Morze Bałtyckie i Morze Północne zostały uznane za obszary kontroli emisji tlenków siarki (SECA – *Sulphur Emission Control Area*) oraz obszary kontroli emisji tlenków azotu (NECA – *NO_x Emission Control Area*). Aktem prawnym ustanawiającym obszary kontroli emisji (ECAs – *Emission Control Areas*) jest Międzynarodowa Konwencja o Zapobieganiu

Zanieczyszczeniu Morza przez Statki (MARPOL – *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*). Konwencja ta w każdym ze swoich Załączników reguluje kwestie związane z poszczególnymi rodzajami zanieczyszczeń, m.in. oleje, szkodliwe substancje ciekłe przewożone luzem lub inne szkodliwe substancje w opakowaniach, śmieci, ścieki, wody balastowe i substancje zanieczyszczające atmosferę [21]. Konwencja MARPOL została wprowadzona przez IMO.

Tabela 1

Limity zawartości siarki w paliwie żeglugowym w SECA i poza SECA

Data	Limit zawartości siarki w paliwie żeglugowym w SECA [%]
Do 01.07.2010	1,5
Od 01.07.2010 do 01.01.2015	1
Od 01.01.2015	0,1
Data	Limity zawartości siarki w paliwie żeglugowym poza SECA [%]
Do 01.01.2012	4,5
Od 01.01.2012 do 01.01.2020	3,5
Od 01.01.2020	0,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.gov.pl/web/gospodarkamorska/emisje-tlenkow-siarki-i-tlenkow-azotu> oraz https://en.wikipedia.org/wiki/Emission_Control_Area (dostęp 28.12.2020).

W tabeli 1 przedstawiono, jak zmieniły się limity zawartości siarki w paliwach żeglugowych dla strefy SECA i poza nią. Od 01.01.2015 r. zawartość tlenku siarki (SO_x) w paliwie żeglugowym nie może przekroczyć 0,1%. W porównaniu z rokiem 2010 dopuszczalna ilość SO_x w paliwie zmniejszyła się o 1,4 punktu procentowego (p.p.). Limit poza SECA również uległ zmniejszeniu o 4 p.p. w porównaniu z rokiem 2012. W żegludze morskiej panuje spadkowa tendencja wykorzystywania konwencjonalnych paliw. Zamiast tradycyjnego okrętowego oleju napędowego (MDO – *Marine Diesel Oil*) oraz lekkiego morskiego oleju napędowego (MGO – *Marine Gas Oil*) stosowane są paliwa niskosiarkowe lub alternatywne, m.in. metanol, ciekły gaz ziemny (LNG – *Liquefied Natural Gas*), sprężony gaz ziemny (CNG – *Compressed Natural Gas*), wodór, energia elektryczna, biopaliwa [2].

Na przestrzeni lat limity dotyczące emisji tlenków azotu (NO_x) również są stopniowo redukowane. Limity te obowiązują w strefie NECA. Dopuszczalny poziom emisji NO_x zależy od prędkości znamionowej statku oraz jego pojemności GT (*Gross Tonnage*). Wprowadzono trzy kategorie, tzw. Tier I, Tier II i Tier III, w których w poszczególnych latach minimalizowano poziom emisji tlenków azotu. Różnica pomiędzy dozwolonym poziomem emisji NO_x dla Tier II z 2011 r. a Tier III z 2016 r. wyniosła ok. 75%, a pomiędzy Tier I z 2000 r. a Tier III – ok. 80% [20]. W Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego Tier III obowiązuje

od 01.01.2021 r. Dopuszczalny poziom emisji SO_x i NO_x zależy również od roku budowy statku [2]. Poziom emisji tlenków azotu w latach 2000–2021 ma tendencję spadkową, co jest efektem stosowania się przewoźników do obligatoryjnych regulacji prawnych. Taka sama tendencja utrzymuje się dla segmentu żeglugi promowej, zwłaszcza w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego.

Konwencja MARPOL zawiera kilka innych Załączników, w których określone zostały specjalne ograniczenia w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego. Załącznik IV MARPOL określa Bałtyk jako jedyny obszar specjalny zrzutu ścieków [21]. Zabroniony jest zrzut ścieków ze statków pasażerskich poza sytuacją, kiedy statek posiada zatwierdzoną i certyfikowaną oczyszczalnię ścieków. Region Morza Bałtyckiego i państw nad nim leżących zakwalifikowano jako Szczególnie Wrażliwy Obszar Morski (PSSA – *Particularly Sensitive Sea Area*) [21]. Został objęty szczególnym nadzorem przez IMO ze względu na ekosystem i ryzyko wysokiego poziomu zanieczyszczenia.

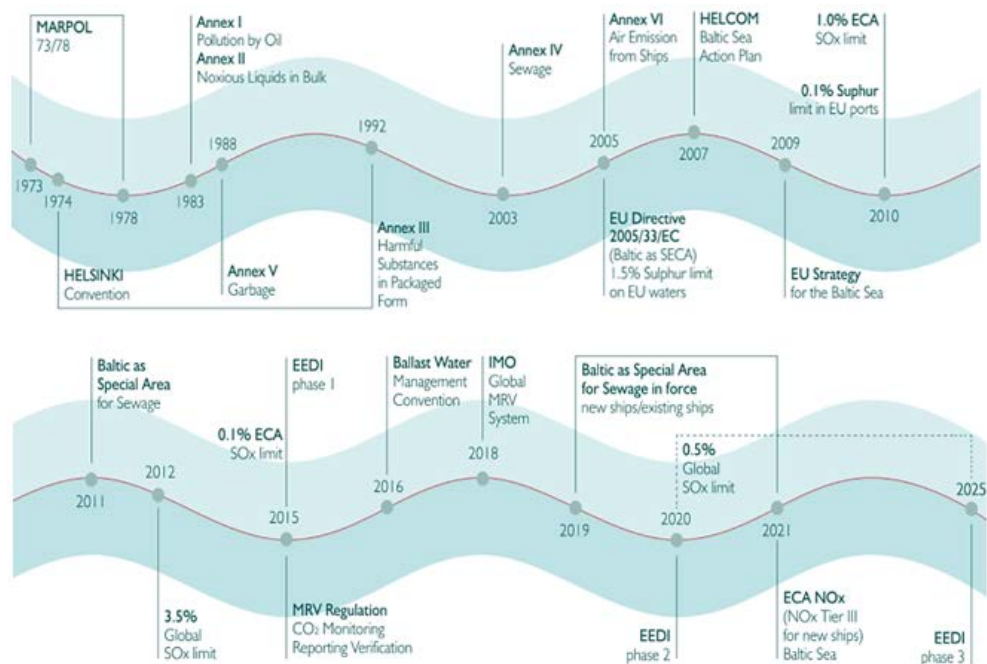
W poszczególnych latach wdrażano kolejne regulacje prawne, które były coraz bardziej restrykcyjne. Rosnąca liczba konwencji, wprowadzająca następne zaostreżenia wpłynęła na powstanie rosnącej tendencji wykorzystania proekologicznych rozwiązań, zwłaszcza w żegludze promowej, która funkcjonuje w obszarach kontroli emisji.

Na rysunku 1 przedstawiono daty wprowadzania międzynarodowych konwencji obowiązujących w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego oraz poszczególnych Załączników MARPOL. W 1974 r. utworzona została Komisja Ochrony Środowiska Morskiego Bałtyku (HELCOM), zwana również Konwencją Helsińską. Głównym zadaniem HELCOM-u jest podejmowanie działań na rzecz ochrony środowiska Bałtyku, jak np. monitorowanie, badanie poziomu zanieczyszczeń wód morskich [2]. Od 2005 r. widoczna jest również aktywność UE w zakresie ochrony ekosystemów morskich.

W 2009 r. UE opracowała Strategię Ochrony Morza Bałtyckiego. Określono w niej czynności, które zostały podejmowane, ograniczenia prawne oraz cele, jakie mają zostać osiągnięte. Dla Morza Północnego również została wyznaczona strategia. Ustanowiła ją Komisja Ochrony Morza Północnego.

Od 2015 r. IMO rozpoczęła prace nad wprowadzeniem Projektowego Wskaźnika Efektywności Energetycznej (EEDI – *Energy Efficiency Design Index*), który dotyczy głównie wymogów technicznych, jakie muszą spełniać stocznie przy budowie nowych statków [21].

Od 2016 r. weszła w życie Międzynarodowa Konwencja o Kontroli i Zarządzaniu Wodami Balastowymi i Osadami ze Statków (*The International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*), zwana również Konwencją BWM (*Ballast Water Management*).

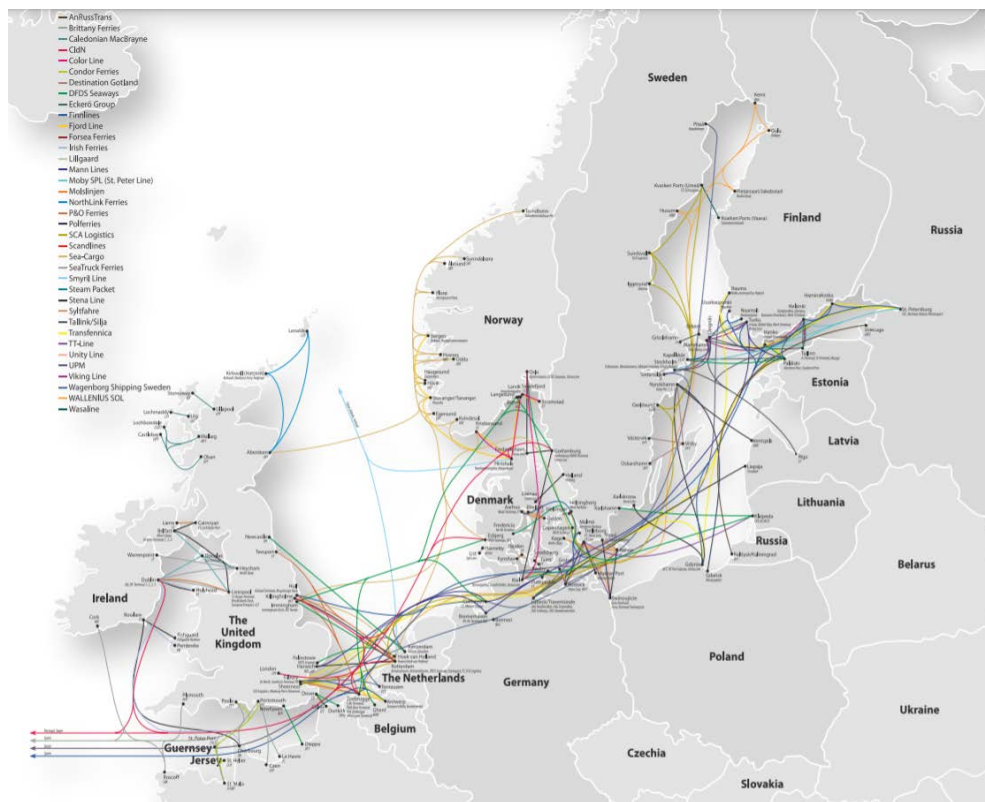


Rys. 1. Wprowadzanie regulacji prawnych obowiązujących w żegludzie morskiej w latach 1973–2025

Źródło: *The Baltic Sea as a model region for green ports and maritime transport*, Baltic Ports Organization, http://www.bpoports.com/BPC/Helsinki/BPO_report_internet-final.pdf.

2. TENDENCJE NA RYNKU ŻEGLUGI PROMOWEJ W REGIONIE MORZA BAŁTYCKIEGO I MORZA PÓŁNOCNEGO

Segmenty towarowej i pasażerskiej żeglugi promowej stawały się coraz bardziej rozwinięte na przestrzeni lat. Globalizacja, otwarte granice w Strefie Schengen, łatwość przepływu osób i kapitału w UE spowodowały wzrost liczby pasażerów oraz wykonywanych podróży w ostatnich 30 latach. Pasażerska żegluga promowa stała się konkurencyjna dla tanich lotów, oferowanych przez lotniczych przewoźników niskokosztowych (LCC – *Low Costs Carrier*). W Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego obsługiwanych jest wiele krótkich i średnich tras, co powoduje, że pasażerowie chętniej korzystają z rejsów nie tylko w celach rekreacyjnych, ale także w dojazdach do pracy.



Rys. 2. Mapa tras przewozów promowych na Morzu Bałtyckim i Morzu Północnym w 2019 r.

Źródło: Media Plan 2020, Baltic Transport Journal, <http://baltictransportjournal.com/assets/files/btj-media-kit-2020-duplicate.pdf>.

Na rysunku 2 przedstawiono trasy poszczególnych przewoźników promowych na Morzu Bałtyckim i Morzu Północnym w 2019 r. Największe zagęszczenie przepraw promowych zaobserwowano w Europie Zachodniej, głównie pomiędzy Wielką Brytanią a Holandią, Belgią i Francją oraz w Europie Środkowo-Wschodniej pomiędzy państwami skandynawskimi i ich wyspami oraz Niemcami.

W 2019 r. w Polsce obsługiwano 6 tras: 3 z nich ze Świnoujścia, 2 z Gdyni i 1 z Gdańska. Obsługiwane trasy charakteryzują się określoną częstotliwością dziennych lub tygodniowych odpłyńnięć, którą zawarto w rozkładach poszczególnych przewoźników. Jednak w 2020 r. liczba tras w Regionie zmniejszyła się z powodu ograniczonego ruchu pasażerskiego. Przyczyną tej sytuacji była nasilająca się pandemia koronawirusa. Niektóre z państw zamykały swoje granice lub ograniczały możliwość przemieszczania się do celów zawodowych oraz wprowadziły obowiązkowe dwutygodniowe kwarantanny lub posiadanie zaświadczenia o negatywnym wyniku testu na obecność SARS-COV-2. Kryzys wywołany pandemią koronawirusa był szczególnie odczuwalny w segmencie promowych

przewozów pasażerskich poprzez ograniczenie zapotrzebowania na podróże w celach rekreacyjnych. W segmencie frachtowym żeglugi promowej liczba tras nie ulegała zmniejszeniu, lecz niewielkiemu przeorganizowaniu, w przeciwieństwie do tras typowo pasażerskich.

W Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego funkcjonuje ponad 30 przewoźników promowych. W 2019 r. było ich 37 w segmencie pasażerskim i towarowym. Większość z nich prowadzi działalność w obu tych segmentach. Niektórzy przewoźnicy zawierają porozumienia i wykorzystują wspólnie przestrzeń ładowną floty, dzieląc się kosztami eksploatacji.

Najwięksi pod względem liczby obsługiwanych tras i najbardziej rozpoznawalni przewoźnicy promowi w Regionie są to:

- Stena Line (przewoźnik szwedzki);
- DFDS Seaways (przewoźnik duński);
- Viking Line (przewoźnik fiński);
- P&O Ferries (przewoźnik brytyjski);
- Brittany Ferries (przewoźnik brytyjski);
- Polferries (przewoźnik polski);
- Scandlines (przewoźnik niemiecko-duński);
- Color Line (przewoźnik norweski);
- Unity Line (przewoźnik polski);
- TT-Line (przewoźnik niemiecki);
- FRS (przewoźnik niemiecki);
- Norled (przewoźnik norweski);
- Tallink (przewoźnik estoński);
- Finnlines (przewoźnik fiński);
- Fjord Line (przewoźnik norweski);
- Irish Ferries (przewoźnik irlandzki).

Pozycja rynkowa przewoźników promowych zależy od możliwości przewozowych ładunków i pasażerów oraz od wielkości floty, jaką dysponują. Liderem w Regionie stał się przewoźnik Stena Line, który posiada również rozbudowaną siatkę połączeń na obu akwenach.

Na rysunku 3 przedstawiono największych przewoźników promowych na Morzu Bałtyckim w 2016 r. wraz z określonym potencjałem na 2020 r. Dla przewoźnika Stena Line nie uwzględniono liczby jednostek ro-ro dla przewozów towarowych, a mimo to przewoźnik był liderem na rynku pod względem liczebności floty i linii ładunkowej. Największą liczbę pasażerów przewoził operator Tallink – ponad 28 000 osób rocznie. W zestawieniu uwzględniono tylko flotę ro-pax przewoźnika Finnlines, składającą się z 7 jednostek, a mimo to zajął on 2. miejsce pod względem przewozów towarowych.

Dla największych armatorów na Bałtyku w latach 2016–2020 utrzymywała się wzrostowa tendencja przewozu ładunków. Przewozy towarowe nie są mocno wrażliwe na wystąpienie globalnego kryzysu, spowodowanego pandemią koronawirusa, w przeciwieństwie do promowych podróży pasażerów. W latach 2016–2020

wystąpiła spadkowa tendencja podróży pasażerskich dla liderów rynku. Jednakże rosnąca tendencja podróży pasażerów w latach 2016–2020 została utrzymana dla armatorów, mających mniejsze udziały w przewozach cargo.

Operator	Liczba promów		Liczba pasażerów		Linia ładunkowa	
	2016	2020	2016	2020	2016	2020
Stena Line *	17	17	16 984	16 484	36 869	37 218
DFDS Seaways*	9	9	8 229	7 876	16 991	17 211
Tallink Group	12	12	28 947	29 847	13 132	15 125
Viking Line	7	7	16 790	16 800	6 530	6 530
TT-Line	6	7	3 020	3 235	14 454	17 324
Scandlines	7	8	7 970	9 270	4 526	6 126
Color Line	6	7	12 598	12 975	7 580	9 566
Finlines **	7	8	3 196	3 750	25 878	30 078

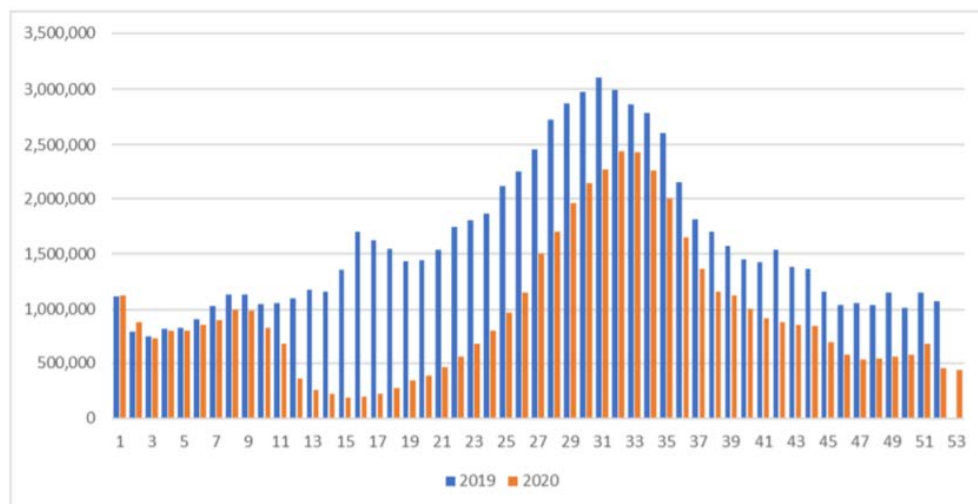
*wylącznie jednostki ro-pax eksploatowane na Morzu Bałtyckim **wylącznie promy ro-pax
 Źródło: opracowanie własne na podstawie Shippax Market 16, Shippax Information, Halmstad 2016, Shippax, Halmstad 2016, Shippax Market 19, Shippax Information, Halmstad 2019, Shippax Guide 19, Shippax, Halmstad 2016.

Rys. 3. Najwięksi przewoźnicy promowi na Morzu Bałtyckim i ich potencjał rynkowy

Źródło: *Na bałtyckim rynku promowym, Namiary na Morze i Handel, 2020, nr 4*, <https://www.namiary.pl/2020/03/20/na-baltyckim-ryнку-promowym-2/> (dostęp 20.03.2020).

W czasie pandemii koronawirusa tendencje panujące na rynku żeglugi promowej, utrzymujące się do 2020 r., uległy znacznym zmianom. Kryzys gospodarczy oraz ograniczenie możliwości przemieszczania się spowodowały spadek liczby przewiezionych osób. Rynek pasażerskich przewozów promowych charakteryzuje się sezonowością. Największa liczba osób korzysta z usług przewozowych w miesiącach letnich, przypadających na okres wakacyjny.

Na rysunku 4 przedstawiono liczbę osób korzystających z przewozów promowych w całej Europie w analogicznych tygodniach roku 2019 i 2020. Szczyt liczby przewiezionych pasażerów przypadał na tygodnie 29–33, czyli na przełom lipca i sierpnia. W 2019 r. w tym okresie z podróży promowych skorzystało ok. 3 mln osób, a w 2020 r. było to już 2,5 mln pasażerów. W okresie wakacyjnym granice między większością państw europejskich pozostawały otwarte, a restrykcje były łagodniejsze z powodu mniejszego natężenia zakażeń podczas trwającej pandemii. Największa różnica pomiędzy liczbą przewiezionych pasażerów w 2019 i 2020 r. przypadała na tygodnie 11–23, tu strata wynosiła ponad 1 mln pasażerów. W tym okresie rozpoczęła się epidemia koronawirusa we wszystkich europejskich państwach oraz trwał lockdown.

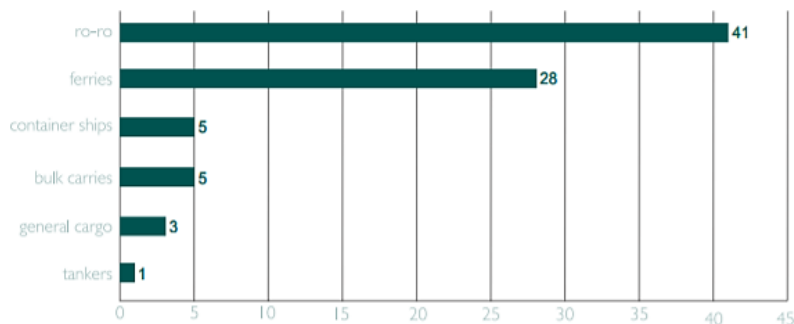


Rys. 4. Liczba pasażerów na promach ro-ro i statkach pasażerskich w Europie w latach 2019–2020

Źródło: *COVID-19 – impact on shipping, EMSA*, <http://www.emsa.europa.eu/newsroom/covid19-impact/item/4294-january-2021-covid-19-impact-on-shipping-report.html>.

Rynek żeglugi promowej rozwijał się aż do końca 2019 r. Zwiększał się wolumen przewiezionych ładunków oraz liczba pasażerów, korzystających z rejsów. Jednak sytuacja ta zmieniła się w 2020 r., kiedy nadszedł kryzys wywołany pandemią koronawirusa i cała gospodarka europejska, jak i światowa uległa ograniczeniom, mającym na celu zmniejszenie nasilenia zachorowań na COVID-19.

Na przestrzeni lat rynek promowy rozwija się również pod względem technologicznym. Regulacje prawne zobowiązują przewoźników do stosowania ekologicznych rozwiązań, mających ograniczyć negatywny wpływ na środowisko naturalne. Armatorzy promowi musieli dostosować swoją flotę do obowiązujących wymogów prawnych. Starsze jednostki zostały zmodernizowane i przystosowane do limitów obowiązujących w obszarach kontroli emisji tlenków siarki oraz tlenków azotu. Nowo budowane jednostki musiały spełniać narzucane wymagania, określone w Konwencji MARPOL. Żegluga promowa w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego staje się coraz bardziej ekologiczna, a jednocześnie innowacyjna. Na rynek dostarczanych jest coraz więcej nowoczesnych jednostek zasilanych paliwami alternatywnymi, głównie LNG oraz elektrycznych.



Rys. 5. Liczba statków zasilanych LNG w SECA w 2016 r.

Źródło: *The Baltic Sea as a model region for green ports and maritime transport*, Baltic Ports Organization, http://www.bpoports.com/BPC/Helsinki/BPO_report_internet-final.pdf.

Na rysunku 5 przedstawiono liczbę statków zasilanych LNG, pływających w strefie SECA w 2016 r. Najwięcej jednostek z napędem LNG posiadał segment promowy. Statki typu ro-ro, wykorzystywane do przewozu ładunków, stanowiły największy odsetek floty zasilanej LNG na Morzu Bałtyckim i Północnym (jako stref SECA) i było ich 41. Z kolei promów pasażerskich zasilanych tym alternatywnym paliwem było 28. Kontenerowa flota LNG w strefie SECA miała tylko pięć takich jednostek, tyle samo co flota masowców. Statków z innych segmentów żeglugi nieregularnej zasilanych LNG było jeszcze mniej. Oznacza to, że żegluga promowa stała się liderem pod względem wprowadzania alternatywnego zasilania LNG w swojej flocie.

W ciągu ostatnich sześciu lat można zaobserwować wzrostową tendencję intensywnego stosowania innowacyjnych rozwiązań przez przewoźników promowych w Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego. Jednym z nich jest Stena Line. Konkuruje pod względem liczby wprowadzonych innowacji z innymi armatorami w Regionie. Przewoźnik ten wprowadził *Zieloną Księgę*, w której zapisanych zostało ponad 100 wdrożonych, innowacyjnych rozwiązań. Swoje nowoczesne rozwiązania również notują inni armatorzy. P&O Ferries wdrożył strategię zrównoważonego rozwoju.

Na rysunku 6 ukazano liczbę zamówionych, innowacyjnych promów przez przewoźnika Stena Line. W latach 2019–2022 oddanych ma zostać osiem jednostek. Są to statki e-flexer, budowane w sposób tzw. szycia na miarę, czyli według projektu Stena Line. Każda z jednostek posiada nowoczesne systemy zasilania lub oczyszczania spalin poprzez wykorzystanie płuczek paliwowych (scrubberów) oraz dodatkowe systemy bezpieczeństwa. Zamówienie ośmiu nowoczesnych promów przez największego przewoźnika w Regionie wskazuje na tendencję powiększania floty. Pozostali przewoźnicy funkcjonujący na Morzu Bałtyckim i Morzu Północnym również zamawiają nowe jednostki. DFDS Seaways także zamówił dwa promy, które otrzyma w 2021 r. Z kolei dwie zamówione przez TT-Line jednostki zostaną dostarczone na rynek w 2022 r.

E-FLEXER CHARACTERISTICS:

Name/E-Flexer type	Yard n°	Delivery year	Length oa	Beam	Freight lanemetres	Cars on Deck 7	Pax+ crew	Cabins	Remarks (ice class)
STENA ESTRID/Mk I	W0263	2019	214.5m	27.8m	3,100	120	1,000	175	(1C)
Stena 2 TBN/Mk I	W0264	2020	214.5m	27.8m	3,100	120	1,000	175	(1C)
GALICIA/Mk I	W0267	2020	214.5m	27.8m	3,100	N/A	1,100	341	Scrubber, extra lifeboats (1C)
Stena 3 TBN/Mk I	W0266	2020	214.5m	27.8m	3,100	120	1,000	175	(1A)
DFDS TBN/Mk I	W0268	2021	214.5m	27.8m	3,100	120	1,000	N/A	Modified for Dover Strait (1C)
SALAMANCA/Mk I	W0269	2021	214.5m	27.8m	2,758	N/A	1,100	341	LNG-powered, extra lifeboats (1C)
Stena 4 TBN/Mk II	W0270	2022	239.7m	27.8m	3,600	200	1,200	263	Lengthened, extra lifeboats (1C)
Stena 5 TBN/Mk II	W0271	2022	239.7m	27.8m	3,600	200	1,200	263	Lengthened, extra lifeboats (1C)

Rys. 6. Promy zamówione przez Stena Line

Źródło: F. Holtof, *Stena ro-ro's e-flexer: the ultimate one size fits on*, Shippax Info 19, March 2019, https://www.shippax.com/en/publications/latest-shippax-cfi-online.aspx?fbclid=IwAR3MKNntMckHSTJ1JhRpve6obxcRXSUMNGNcHSL0nM1a0Ghlm_QuS3IzVk.

PODSUMOWANIE

Na kształtowanie się tendencji rynkowych w segmencie żeglugi promowej wpływa wiele czynników. Wykorzystanie analizy PESTEL pozwala na ich łatwiejszą identyfikację. Wpływ na kształtowanie się struktury rynkowej mają czynniki ekonomiczne, które kreowane są przez oddziaływanie sytuacji politycznej państwa oraz stopnia jego proeuropejskości, prowadzony styl życia większości społeczeństwa, dostęp i poziom technologiczny oraz liczbę podjętych działań ochrony środowiska naturalnego.

Największy wpływ na kształtowanie się rynku żeglugi promowej mają regulacje prawne o charakterze obligatoryjnym. W przypadku niedostosowania się do nich grożą kary finansowe i brak możliwości wykonywania przewozów. Budowa geologiczna oraz hydrologiczna Morza Bałtyckiego powoduje, że jest ono szczególnie narażone na zanieczyszczenie. Bałtyk jedyną wymianę wód prowadzi z Morzem Północnym. W akwenach tych występuje natężony proces eutrofizacji, przez co mogą zginąć organizmy w nim żyjące, a nawet ludzie.

W Regionie Morza Bałtyckiego i Morza Północnego obowiązuje wiele międzynarodowych konwencji, które narzucają szczególną ochronę środowiska morskiego. Akweny te zostały uznane za obszary kontroli emisji tlenków siarki i tlenków azotu, przez co jednostki funkcjonujące na tym terenie musiały zostać wyposażone w ekologiczne systemy napędowe. Wykorzystanie alternatywnych napędów charakteryzuje się rosnącą tendencją w Regionie, na co wskazuje liczba zamówionych i dostarczanych jednostek na rynek.

Największy udział statków napędzanych LNG można zaobserwować w segmencie żeglugi promowej w porównaniu z żeglugą kontenerową i nieregularną w strefie SECA. Wraz z rozwojem proekologicznych rozwiązań wyższy staje się poziom innowacyjności w segmencie żeglugi promowej.

Do 2020 r. na rynku żeglugi promowej na Bałtyku i Morzu Północnym rosła liczba obsługiwanych tras. Największe zagęszczenie połączeń promowych zaobserwowano pomiędzy Wielką Brytanią a krajami Beneluksu i Francją oraz Skandynawią i jej wyspami a Niemcami. W Regionie funkcjonowało 37 przewoźników promowych w 2019 r., z czego największy był Stena Line. Segment przewozów promowych charakteryzował się tendencją wzrostową, zwłaszcza u przewoźników o mniejszej specjalizacji w przewozach towarowych, a jednocześnie posiadających więcej jednostek typu ro-pax. Przewozy cargo również charakteryzowały się tendencją rosnącą.

Jednak tendencje rynkowe w segmencie przewozów w Regionie znacznie się zmieniły od marca 2020 r., co było spowodowane pojawieniem się pandemii wirusa SARS-COV-2. Liczba pasażerów korzystających z podróży promowych w Europie znacznie się zmniejszyła w porównaniu z 2019 r., co wiązało się z obowiązującymi restrykcjami, okresowo zamkniętymi granicami oraz obawą konsumentów o własne zdrowie i życie. Najtrudniejszy okres dla pasażerskich przewozów promowych trwał od marca do maja 2020 r., kiedy w większości państw europejskich zamknięte zostały gospodarki. Panująca pandemia sprawiła, że tendencje na rynku pasażerskich przewozów promowych stopniowo stają się malejące. Segment przewozów towarowych nie jest tak podatny na zmiany wywołane pandemią jak rynek przewozów osób.

LITERATURA

1. Wojewódzka-Król K., Załoga E., *Transport*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2016.
2. Yercan F., *Ferry Services in Europe*, Routledge Revivals, Oxon 2018.

Źródła internetowe

3. *COVID-19 – impact on shipping*, EMSA, <http://www.emsa.europa.eu/newsroom/covid19-impact/item/4294-january-2021-covid-19-impact-on-shipping-report.html>.
4. Holtof F., *Stena ro-ro's e-flexer: the ultimate one size fits on*, Shippax Info 19, March 2019, https://www.shippax.com/en/publications/latest-shippax-cfi-online.aspx?fbclid=IwAR3MKNnt-MckHSTJ1JhRpve6obxcRX5UMNGNcHSL0nM1aaoGhlm_QuS3lzVk.
5. https://ec.europa.eu/budget/graphs/revenue_expenditure.html (dostęp 20.02.2021).
6. https://ec.europa.eu/regional_policy/pl/projects/poland/envisum-ensuring-a-cleaner-baltic-sea-shipping-industry (dostęp 05.11.2020).
7. <https://forsal.pl/artykuly/746890,ue-ma-budzet-na-lata-2014-2020-polska-najwiekszym-beneficjentem.html> (dostęp 24.02.2020).
8. <https://imo.org/> (dostęp 24.02.2020).
9. <https://mfiles.pl/pl/index.php/PESTEL> (dostęp 20.02.2021).
10. <https://naszbaaltyk.pl/hydrologia/> (dostęp 25.02.2021).
11. <https://naszbaaltyk.pl/zanieczyszczenia/> (dostęp 25.02.2021).
12. <http://promy.com.pl/mapy-polaczen-promowych> (dostęp 05.11.2020).

13. <https://promy24.com/pl/wiadomosci/epidemia-koronawirusa-informacje-armatorow.html> (dostęp 24.02.2020).
14. <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Polska-najwiekszym-beneficjentem-funduszy-UE-Co-czwar-te-wyplacone-euro-trafilo-do-kraju-8047451.html> (dostęp 24.02.2020).
15. <https://www.brexit.gov.pl/aktualnosci/> (dostęp 20.02.2021).
16. <https://www.dfds.com/en/about/group> (dostęp 05.11.2020).
17. <https://www.freightlink.pl/knowledge/artyku%C5%82y/aktualizacja-dfds-nowy-prom-humbria-seaways-na-trasie-immingham-rotterdam> (dostęp 24.02.2020).
18. <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-transport-tak-bedzie-wygladal-nowy-terminal-promowy-w-gdyni-39501> (dostęp 21.02.2021).
19. <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-transport/tallink-otrzyma-100-mln-euro-pozyczki-od-estonskiego-rzadu.html> (dostęp 05.11.200).
20. <https://www.gov.pl/web/gospodarkamorska/emisje-tlenkow-siarki-i-tlenkow-azotu> (dostęp 28.12.2020).
21. [https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx) (dostęp 25.02.2021).
22. <https://www.promyskat.pl/przeгляд-promowy/2485-epidemia-koronawirusa-sytuacja-w-branzy-promowej-na-zywo> (dostęp 02.03.2021).
23. <https://www.promyskat.pl/przeгляд-promowy/2529-podsumowanie-tygodnia-3-2021-a-w-nim-m-in-o-armatorach-ktorzy-na-biezaco-dostosowuja-sie-do-sytuacji-po-brexicie> (dostęp 20.02.2021).
24. <https://www.promyskat.pl/przeгляд-promowy/1978-stena-line-zamawia-kolejny-nowy-prom-z-serii-e-flexer> (dostęp 22.02.2021).
25. *Media Plan 2020*, Baltic Transport Journal, <http://baltictransportjournal.com/assets/files/btj-media-kit-2020-duplicate.pdf>.
26. *Na bałtyckim rynku promowym*, Namiary na Morze i Handel, 2020, nr 4, <https://www.namiary.pl/2020/03/20/na-baltyckim-rynku-promowym-2/> (dostęp 20.03.2020).
27. *Review of Maritime Transport 2019*, <https://unctad.org/webflyer/review-maritime-transport-2019> (dostęp 20.02.2021).
28. *The Baltic Sea as a model region for green ports and maritime transport*, Baltic Ports Organization, http://www.bpoports.com/BPC/Helsinki/BPO_report_internet-final.pdf.

CONTEMPORARY DEVELOPMENT TRENDS IN THE BALTIC AND NORTH SEA REGION

The article presents the situation on the passenger and freight ferry shipping markets before and during the coronavirus pandemic. Prerequisites and factors influencing the shaping of market trends are presented. The aim of the article is to identify the factors and contemporary trends in the ferry shipping market in the Baltic Sea and North Sea Region.

Keywords: *ferry shipping, Baltic Sea, North Sea, innovation, pro-environmental, ro-ro units, ro-pax units.*

Marta Knaak, Norbert Napiórkowski

Uniwersytet Morski w Gdyni

INNOWACYJNE SYSTEMY INTRALOGISTYCZNE WSPOMAGAJĄCE PROCESY PRODUKCYJNE

W opracowaniu przedstawiono najnowsze osiągnięcia nauki z dziedziny intralogistyki. Innowacyjne rozwiązania ułatwiają i przyspieszają procesy logistyczne wewnątrz przedsiębiorstw. Autonomiczne pojazdy AGV pojawiają się coraz częściej na liniach produkcyjnych czy w magazynach. Pomagają przenosić materiały, produkty lub komponenty w bardzo szybki i bezpieczny sposób, pokonując określoną trasę wyznaczoną przez system. Przedsiębiorcy sukcesywnie wprowadzają nowoczesną technikę, aby stać się bardziej innowacyjną i konkurencyjną firmą. Warto zwrócić uwagę, jak szybki jest postęp logistyczny w tych sektorach oraz zauważyć jego ogromny potencjał.

Słowa kluczowe: intralogistyka, innowacyjność, robotyzacja.

WSTĘP

Logistyka wewnątrzzakładowa stanowi ważny element łańcucha dostaw, jej usprawnianie w dużym stopniu poprawia efektywność działań przedsiębiorstwa. Istnieje wiele metod i układów wykonawczych, służących do zapewnienia sprawnego przepływu towarów, takich jak przenośniki, podajniki, dźwigi, suwnice, wózki ręczne, wózki jezdniowe automatyczne oraz autonomiczne. Na przestrzeni ostatnich lat widoczne są postępy w technice przesyłu materiałów, zwłaszcza w obecnym okresie pandemicznym. Na liniach produkcyjnych sytuuje się robota, a nie człowiek. Przedsiębiorstwa produkcyjne zmierzają do wyeliminowania czynnika ludzkiego w procesie produkcji, a nawet docelowo do powstania odrębnej jednostki w pełni autonomicznej, niekorzystającej z pomocy człowieka – jako samowystarczalna fabryka.

1. INTRALOGISTYKA

To określenie, które od niedawnych czasów wymieniane jest w publikacjach, książkach czy stanowiskach branży logistycznej. Innymi słowy, wyrażenie oznacza przepływ materiałów w magazynie z punktu A do B, zachowując plan łańcucha logistycznego. Transport materiału może odbywać się w zautomatyzowany sposób lub za pomocą ludzkiej siły. Ten obrót materiałowy zaczyna się od dostarczenia surowca do magazynu przyjęć przez dostawcę, a najczęściej kończy się przy odebraniu gotowego produktu z taśmy przemysłowej czy załadunku na naczepę.

Przedsiębiorstwa, stosujące metody produkcyjne *just-in-time* czy *just-in-sequence*, potrzebują zastosowania logistyki wewnętrznej w bardzo innowacyjny sposób, z użyciem automatycznych pojazdów transportujących produkty, czy robotów pomagających konstruować w precyzyjny i szybki sposób element produktu [2]. Przepływ materiałów gra wtedy wręcz priorytetową rolę. Zautomatyzowany sposób przepływu materiałów, elementów czy produktów zdecydowanie przyspiesza pracę, a nawet jak dowodzą badania, precyzyjniej składa elementy niż sam człowiek, dlatego samochody luksusowe, składane ręcznie, de facto nie są wykonane z profesjonalną dokładnością i dbałością o detale. Ceny są 3-krotnie wyższe niż ceny popularnych aut premium, czas oczekiwania na odbiór sięga kilku miesięcy, a nawet lat. Natomiast jakość, jak podkreślają autorzy, pozostawia czasami wiele do życzenia. W związku z tym w każdym sektorze coraz częściej wykorzystuje się cyfryzację i sztuczną inteligencję.

1.1. Aktualna sytuacja intralogistyczna w polskich przedsiębiorstwach

Obecna sytuacja wdrażania automatyzacji wewnątrz magazynów znajduje się jeszcze w młodej fazie rozwoju, dlatego perspektywy wdrożenia systemów w polskich przedsiębiorstwach są bardzo szerokie. Ten wczesny etap spowodowany jest przez zbyt małe nakłady finansowe czy obawy zainwestowania gotówki w obecnej, trudnej sytuacji epidemiologicznej. Nie da się ukryć, iż rozwój w sektorze automatyzacji intralogistyki delikatnie przystopował, a naukowcy skupili się nad sposobami walki z koronawirusem poprzez opracowywanie coraz to lepszej szczepionki czy tworzenie oprogramowania, ograniczającego kontakt międzyludzki, a dającego takie same lub lepsze efekty pracy człowieka.

Niemniej firmy produkcyjne w ostatnich latach bardzo rozbudowały swoje linie produkcyjne i sukcesywnie zastępują pracę ludzką wykonaniem tej czynności przez nowoczesną maszynę. W szczególności branża motoryzacyjna korzysta z pomocy robotów mobilnych. Według danych firmy Automotive w Polsce zajmują 30–35% obrotów w Europie w tej branży.

W ostatnich latach następuje rozwój sektora produkcji elektroniki, a także FMCG (*Fast-Moving Customer Goods*), czyli sektora produktów szybko zbywalnych, które sprzedawane są często, po względnie niskiej cenie, m.in. artykułów spożywczych, środków czystości. Według analityków wartość produktów tego rynku w Polsce w 2016 r. wynosiła 255 mld zł [13].

1.2. Definicja, założenia oraz wyzwania

Termin „intra-logistyka” jest pojęciem często używanym w publikacjach branżowych o tematyce transportu i magazynowania. W słowniku języka polskiego nie zapisano dotychczas znaczenia słowa „intra-logistyka” i jego desygnatów. W celu określenia semantycznego znaczenia wyrazu „intra-logistyka” posłużono się znaczeniami członów „intra-” oraz „logistyka”. W pierwszym przypadku pomocny okazał

się słownik łacińsko-polski, w drugim „Słownik języka polskiego” pod red. W. Doroszewskiego [10].

Pojęcie to jawi się wówczas jako połączenie:

Intra – < wewnątrz, w >

Logistyka:

- część logiki formalnej. opierająca się na metodzie ściśle dedukcyjnej; logika matematyczna < gr. *logistikos* = odnoszący się do myślenia > 2;
- w sztuce wojennej: zagadnienia transportu, zakwaterowania i zaopatrzenia wojsk w czasie operacji wojskowych < fr. *logistique* > 3.

Pierwszy człon „intra” określa miejsce, w którym przebiega dany proces lub zjawisko (np. w procesie transportu, zakwaterowaniu, zaopatrzeniu wojsk, operacjach wojskowych, czy wewnątrz organizacji). Drugi człon „logistyka” traktuje o praktycznej sztuce przemieszczania przy zastosowaniu logicznego myślenia. W połączeniu z konkretnym procesem określa dziedzinę działania, do której się odnosi (np. logistyka zaopatrzenia, produkcji, dystrybucji, transportu bądź magazynowania).

2. INTRALOGISTYKA JAKO LOGISTYKA PRAKTYCZNA

Innymi słowy, logistyka inżynierska jest to kierunek bardziej praktyczny, więc przyjęty jako termin „logistyka stosowana”. Podobnie jak kierunek informatyka posiada swoją praktyczną odmianę jako informatyka stosowana, opiera się to na praktycznym zapisie kodu, a w zasadzie skryptu, wykorzystującego dowolny język programowania, np. Python. Takie praktyczne kierunki bardziej skupiają się na obsłudze, tworzeniu czy projektowaniu i odbywają się tylko w formie studiów inżynierskich.

Logistyka stosowana opiera się na wiedzy i umiejętnościach w kształtowaniu oraz wymiarowaniu procesu przepływu ładunków i informacji w systemach logistycznych. Podjęte działania mają zaspokoić zapotrzebowanie w określonym obszarze, osiągając cel przy minimalnych kosztach i nakładach [10].

Analizując ową zależność, badacze posługują się narzędziami z różnych dyscyplin nauki i techniki. Badaniom poddawane są działające systemy logistyczne, w których wyniku wprowadza się usprawnienia i modernizuje przy użyciu dysponowanych lub zwiększonych zasobów. Powstają również projekty nowych systemów.

2.1. Koszty logistyki stosowanej na przestrzeni lat

Koszty logistyki nieustannie rosną. Opracowanie nowych rozwiązań technicznych jest rozwiązaniem koniecznym ze względów finansowych. Koszty logistyki sukcesywnie wzrastają – w porównaniu z rokiem 2018, do końca 2020 r. poniesione

wydatki będą wyższe o około 7–15% [6]. Wzrost kosztów przełoży się również na wzrost cen produktów, za które klient zapłaci około 10–15% więcej.

Wzrosty kosztów w logistyce wynikają głównie z działalności transportowej, rozumianej jako transport samochodowy i kolejowy. Transport lotniczy, morski oraz żegluga śródlądowa nie odnotowały porównywalnego wzrostu. Transport samochodowy notuje zauważalną tendencję wzrostową w udziale pracy przewozowej.

Według szacunków, tonaż przewozów na przestrzeni lat 2018-2022 wzrośnie z 1,14 do 1,44 mld ton [5].

W dziedzinie transportu kolejowego na przestrzeni ostatnich lat metoda ta notuje kilkuprocentowy wzrost. Jest on uśrednionym wynikiem rozwoju transportu intermodalnego, stabilizacji segmentu przewozów całopociągowych oraz redukcji segmentu przewozów wagonowych i grup wagonowych [2]. Nie należy bagatelizować również postępującej monopolizacji przewozów kolejowych przez kilka podmiotów, odpowiedzialnych za większość pracy przewozowej. Procent udziałów poszczególnych przewoźników wygląda następująco:

- PKP Cargo – 43,57%;
- Db Cargo Polska – 16,41%;
- Lotos Kolej – 5%;
- PKP LHS – 4,28%;
- CTL Logistic – 4,12%.

2.2. Koszty pracodawcy zatrudniającego specjalistę ds. logistyki na przestrzeni lat

W przypadku chęci odpowiedzi na pytanie, ile zarabia logistyk, zauważyć należy, że zarobki są różnorodne i zależą od wielu czynników. Kształtują się na poziomie ustalonym przez konkretną firmę, przy czym więcej zarabia się w dużych przedsiębiorstwach. W takich miejscach praca logistyka opiera się na negocjacji z dostawcami, jak i analizowaniu kosztów, co jest ściśle związane z controllingiem logistycznym [1].

Poniżej zaprezentowano szczegółowe informacje, dotyczące zarobków logistyków z niewielkim doświadczeniem i zmieniające się wartości pensji na przestrzeni lat od 2011 do 2017. Jak w każdej profesji, również w logistyce kwoty pną się do góry, ze względu na wzrost cen usług, produktów codziennego użytku czy cen dóbr materialnych. Z roku na rok podwyżki muszą być uwzględniane. Jednak gdy wzrastają proporcjonalnie do inflacji pętającej, czyli korzystnej dla gospodarki kraju, wartość pensji jest bardzo zbliżona do tej z ubiegłego roku.

Najlepiej zarabiającą grupą specjalistów w sektorze logistycznym jest grupa osób adaptująca urządzenia na ich potencjalne pozycje w intralogistyce. Są to wykwalifikowani pracownicy, posiadający wybitne umiejętności techniczne, m.in. w zakresie automatyki, programowania czy intralogistyki. Również wykazują doskonałe poczucie estetyki oraz umiejętność wizualizacji zamysłu, stąd tworzą wybitne projekty.

Tabela 1

Zarobki logistyków brutto

Edycja	Dolny kwartył		Mediana		Średnia		Górny kwartył	
Wiosna 2011	3999 zł		5287 zł		5486 zł		6636 zł	
Jesień 2011	3927 zł	-2%	5005 zł	-5%	5255 zł	-4%	6555 zł	-1%
Wiosna 2012	3789 zł	-4%	4715 zł	-6%	5368 zł	+2%	6660 zł	+2%
Jesień 2012	3882 zł	+2%	5092 zł	+8%	5428 zł	+1%	6998 zł	+5%
Wiosna 2013	3898 zł	0%	4969 zł	-2%	5505 zł	+1%	6959 zł	-1%
Jesień 2013	3844 zł	-1%	4915 zł	-1%	5347 zł	-3%	6373 zł	-8%
Wiosna 2014	3875 zł	+1%	4868 zł	-1%	5344 zł	0%	6151 zł	-3%
Jesień 2014	4000 zł	+3%	4972 zł	+2%	5348 zł	+1%	6375 zł	+4%
Wiosna 2015	4000 zł	0%	5000 zł	+1%	5296 zł	-2%	6207 zł	-3%
Jesień 2015	3866 zł	-3%	4680 zł	-6%	4885 zł	-8%	5571 zł	-10%
Wiosna 2016	4200 zł	+9%	5241 zł	+12%	5592 zł	+14%	6467 zł	+16%
Jesień 2016	4351 zł	+4%	5311 zł	+1%	5743 zł	+3%	6763 zł	+5%
Wiosna 2017	4351 zł	0%	5434 zł	+2%	5736 zł	0%	6654 zł	-2%
Jesień 2017	4152 zł	-5%	5055 zł	-7%	5427 zł	-5%	6192 zł	-7%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.firma.egospodarka.pl/zarobki/logistyka-i-zakupy/specjalista-ds-logistyki/>.

W badaniu analizie poddana została Miesięczna Płaca Całkowita (MPC) na stanowisku Specjalisty ds. logistyki, czyli całość miesięcznego wynagrodzenia brutto (wynagrodzenie podstawowe powiększone o wszystkie premie, prowizje i inne dodatki związane z wydajnością, efektywnością lub wynikami pracy pracownika).

Średnia – średnia arytmetyczna ze wszystkich zebranych w badaniu wartości zarobków. W edycji badania jesień 2017 średnia płaca osób zatrudnionych na stanowisku Specjalisty ds. logistyki wyniosła 5427 zł.

Dolny kwartył – wartość, od której 25% wyników jest mniejsza lub równa, a od 75% wyników większa lub równa. W badaniu jesień 2017 dolny kwartył dla stanowiska Specjalista ds. logistyki wynosi 4152 zł. Oznacza to, że 25% badanych osób na tym stanowisku miało zarobki mniejsze bądź równe 4152 zł, a 75% osób miało zarobki większe bądź równe 4152 zł.

Mediana (zwana też wartością środkową lub drugim kwartylem) – wartość, od której 50% wyników jest mniejsza lub równa oraz 50% wyników większa lub równa. Według informacji zebranych w badaniu jesień 2017 mediana dla tego stanowiska

wyniosła 5055 zł, czyli połowa badanych osób zatrudnionych na stanowisku Specjalisty ds. logistyki miała zarobki mniejsze bądź równe 5055 zł, a połowa osób zarobki większe bądź równe 5055 zł.

Górny kwartył – wartość, od której 75% wyników jest mniejsza lub równa, a 25% wyników większa lub równa. W badaniu jesień 2017 górny kwartył wynosi 6192 zł. Oznacza to, że 75% badanych osób pracujących jako Specjalista ds. logistyki miało zarobki mniejsze bądź równe 6192 zł, a 25% – osób zarobki większe bądź równe 6192 zł.

3. INNOWACYJNY INTRALOGISTYCZNY POMOCNIK

Wózki samojezdne pozwalają nie tylko zautomatyzować proces transportu wewnętrznego, ale przede wszystkim znacznie zwiększyć jego elastyczność. W odróżnieniu od stacjonarnych podajników rolkowych lub taśmociągów te same roboty AGV mogą być wykorzystywane do różnorodnych zadań. Ponadto po przeprogramowaniu trasy będą przemieszczać się w zupełnie innym otoczeniu.

Prócz podajników rolkowych wózki samojezdne często zastępują również wózki widłowe przewożące detale o znacznie większej masie i gabarytach.

Także tutaj występuje szereg korzyści, gdyż transport za pomocą robotów mobilnych jest bezpieczniejszy, ryzyko uszkodzenia np. paczek przy przekładaniu, odkładaniu jest znacznie mniejsze, a cały proces transportu jest bardzo przewidywalny.

Pozwala to w bardzo przejrzysty sposób zaprojektować i zaplanować cykl dostaw w zakładzie produkcyjnym, zarówno w zakresie gospodarki materiałowej, jak i transportu wyrobów gotowych [6].

Robot AGV może przenosić nie tylko materiały lub wyroby gotowe, ale również ramiona robotów wieloosiowych. Wreszcie wózek samojezdny może sam stanowić mobilne stanowisko montażowe.

Po zintegrowaniu z oprogramowaniem typu SCADA, synchronizującym procesy przemysłowe, robot mobilny AMR staje się częścią inteligentnego organizmu nowoczesnej fabryki.

3.1. Miejsca zastosowania robotów AGV

Najbardziej popularną branżą dla robotów mobilnych jest *automotive*, jednak inne rodzaje przemysłu, takie jak FMCG, drzewny, meblarski czy maszynowy, również są bardzo zainteresowane tego rodzaju automatyzacją.



Rys. 1. Wózek WObit z paletą przemysłową 1200 x 800 w czasie pracy

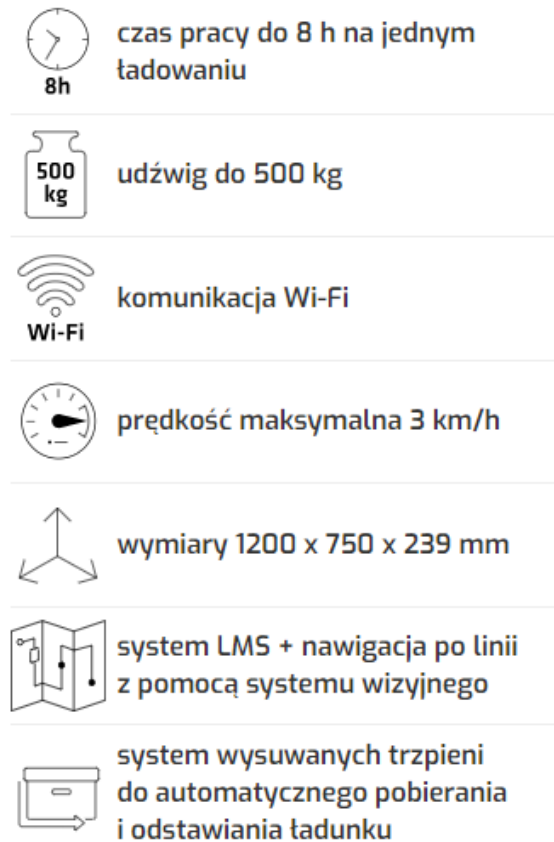
Źródło: <https://wobit.com.pl/produkt/12754/roboty-mobilne-mobot-agv-mw/robot-mobilny-mobot-agv-flatrunner-mw/>.

W zasadzie we wszystkich procesach, gdzie pracownik musi przetransportować duże ilości materiału na znacznych dystansach, występuje spory potencjał do wdrożenia wózków samojezdnych do optymalizacji transportu wewnętrznego [11].

3.2. Sukces AGV FlatRunner 004 w roku 2020

Przez wielu specjalistów uważany jest za najlepsze urządzenie do pracy w systemie intralogistycznym. Robot mobilny MOBOT® AGV FlatRunner 004 służy do automatyzacji transportu wewnętrznego i logistyki.

Jego zadaniem jest autonomiczny transport towarów pomiędzy wyznaczonymi punktami. Ten model idealnie sprawdzi się w automatyzacji transportu palet i średniej wielkości ładunków.



Rys. 2. Dane techniczne MOBOT® AGV FlatRunner 004

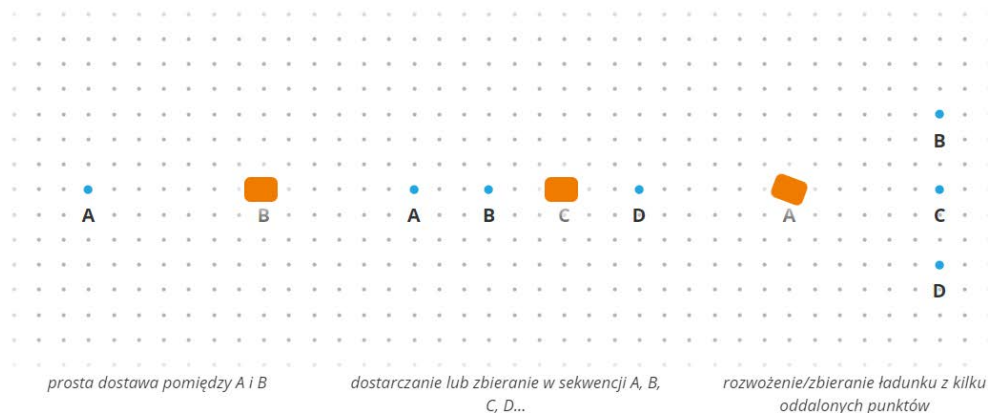
Źródło: <https://wobit.com.pl/produkt/13348/roboty-mobilne-mobot-agv/robot-mobilny-mobot-agv-flatrunner-ht-004/>.

3.3. Nowoczesna technologia we wnętrzu robota

Do nawigacji FlatRunner 004 stosowany jest system laserowego mapowania terenu (LMS) i śledzenia linii za pomocą systemu wizyjnego. W przypadku nawigacji LMS robot orientuje się w przestrzeni podobnie do człowieka.

Robot tworzy mapę otoczenia w swojej pamięci i skanując przestrzeń podczas jazdy, widzi punkty charakterystyczne (np. ściany), dzięki czemu zawsze dokładnie wie, gdzie jest.

Zarządzanie pracą robota odbywa się z poziomu terminalu sterującego, umieszczonego w punkcie bazowym. Do szczegółowej konfiguracji parametrów robota służy intuicyjne oprogramowanie MOBOT® RoutePlanner.



Rys. 3. Systemy sekwencji jazdy autonomicznego pojazdu

Źródło: <https://wobit.com.pl/produkt/13348/roboty-mobilne-mobot-agv/robot-mobilny-mobot-agv-flatrunner-ht-004/>.

Robot wydajnie pracuje dzięki pojemnym akumulatorom. Są one umieszczone w specjalnych kasetach, umożliwiających ich szybką wymianę. Robot może być ładowany również za pomocą stacji ładującej. Opcjonalnie istnieje możliwość zastosowania automatycznej stacji ładującej.

3.4. Korzyści wprowadzenia robota AGV do systemu intralogistycznego

Automatyzacja procesu logistycznego stanowi bezapelacyjną korzyść dla przepływu materiałów wewnątrz przedsiębiorstwa.

Wypunktowując te najistotniejsze korzyści, w prosty sposób zobrazowuje, jak wiele pozytywnych zmian wprowadza autonomiczny pojazd.

Należy zwrócić uwagę przede wszystkim na:

- szybkie wdrożenie bez zmian w miejscu pracy;
- automatyzację linii produkcyjnych i intralogistykę;
- zwiększenie wydajności produkcji i redukcję kosztów;
- łatwość w obsłudze;
- bezpieczną współpracę z ludźmi w ramach przewożenia ładunków;
- możliwość współpracy z robotami paletyzującymi.

4. ZROBOTYZOWANE MALOWANIE

Roboty przemysłowe dedykowane do malowania stosuje się wszędzie tam, gdzie wymagana jest najwyższa jakość malowanej powierzchni i duża wydajność, a praca stwarza lub może stwarzać niebezpieczeństwo dla zdrowia człowieka.

Dodatkową zaletę zrobotyzowania procesu stanowi fakt, że nie ma dużego znaczenia, jaki element jest malowany. Może to być karoseria samochodu, albo obudowa niewielkiego telefonu komórkowego. Roboty Kawasaki serii K – seria dedykowana do malowania – pomalują dowolny element z taką samą precyzją i wydajnością przy maksymalnym ograniczeniu kosztów. Specjalna konstrukcja wspomnianych robotów pozwala na malowanie każdej, nawet najbardziej skomplikowanej powierzchni, a proces programowania pozostaje niezmiennie prosty i przyjazny.

Bardzo często zdarza się, że farby stosowane w takich aplikacjach są lotne i łatwopalne. Seria K robotów Kawasaki jest przeznaczona specjalnie do takich zastosowań, ponieważ została wykonana i zabezpieczona w taki sposób, aby nie powodować niebezpieczeństwa wybuchu [12]. Dodatkowe uszczelnienia, precyzyjne kontakty oraz system utrzymywania nadciśnienia w korpusie robota gwarantują bezpieczną pracę w strefie EX. Stosowanie robotów daje możliwość wydzielenia stref zagrożonych wybuchem, w których pracują wyłącznie roboty. Dzięki temu zwiększone zostaje bezpieczeństwo personelu i zmniejszone nakłady na ten cel.

4.1. Główne zalety implementacji zautomatyzowanego robota nakładającego powłoki lakiernicze

Przemysł motoryzacyjny od lat próbuje zautomatyzować swoje linie konstrukcyjne, aby pojazdy były tworzone z wyjątkową precyzją oraz szybkością. To w branży *automotive* odnotowuje się największą potrzebę wdrażania automatyzacji. Dla przykładu, Polska oferuje jedno z najlepszych warunków dla sektora motoryzacyjnego na świecie. Ze względu na relatywnie tanią, ale wykształconą i wydajną siłę roboczą, niskie ryzyko prowadzenia działalności oraz nieograniczony dostęp do rynku unijnego, Polska jest uznawana za jedno z pięciu najlepszych miejsc dla przedsięwzięć motoryzacyjnych w Europie.

Wracając do głównych zalet zastąpienia pracownika fizycznego nowoczesnym i wydajnym urządzeniem, nakładającym powłokę lakierniczą, w szanghajskiej firmie produkującej samochody osobowe. Przede wszystkim wyróżnia się zalety, takie jak:

- eliminacja zagrożenia dla zdrowia pracowników;
- oszczędność kosztów i materiałów;
- minimalizacja odpadów;
- najwyższa jakość powłoki lakierniczej;
- zwiększenie wydajności.



Rys. 4. Roboty Kawasaki na linii malowania wstępnego w szanghajskiej firmie Automotive

Źródło: <https://www.astor.com.pl/rozwiazania/systemy-zrobotyzowane/malowanie.html>.

PODSUMOWANIE

Inteligentne środki transportu wewnętrznego, pojemniki monitorujące przechowywany asortyment, automatyczna weryfikacja stanu zapasów magazynowych, zaawansowane systemy informatyczne, WMS – wszystkie te rozwiązania logistyki 4.0 zwiększają widoczność, bezpieczeństwo oraz kontrolę ładunku w całym łańcuchu dostaw.

Cyfryzacja jest dziś widoczna w każdym elemencie globalnego systemu logistycznego. Skuteczne strategie, stosowane przez największe firmy dystrybucyjne, rosnące wymagania konsumentów, coraz większa liczba podmiotów w łańcuchu dostaw oraz pandemia COVID-19 wpływają na dynamikę tych zmian. Świat produkuje dziś olbrzymią ilość danych, a logistyka 4.0 szuka sposobów, jak te informacje efektywnie wykorzystać.

LITERATURA

1. Baj-Rogowska A., *Technologie automatycznej identyfikacji wspomagające funkcjonowanie logistycznego łańcucha dostaw*, Prace Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Gdańsku, 2014, nr 34.
2. Bednarz-Łuczewska P., Popiel J., *Roboty AGV w intralogistyce – teraźniejszość i wyzwania na przyszłość*, Warszawa 2018.
3. Dudziński Z., *Vademecum organizacji gospodarki magazynowej*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr Sp. z o.o., Gdańsk 2011.
4. Panfil W., *Roboty autonomiczne – przyszłość nowoczesnego zakładu*, Gliwice 2020.
5. Płaczek E., Osieczko K., *Zastosowanie robotów AGV w intralogistyce*, Łódź 2020.
6. Tokarz K., *Magazyn bez magazyniera: przeszłość intralogistyki*, Wrocław 2019.

Źródła internetowe

7. <https://wobit.com.pl/produkt/12754/roboty-mobilne-mobot-agv-mw/robot-mobilny-mobot-agv-flatrunner-mw/>.
8. <https://www.astor.com.pl/rozwiazania/systemy-zrobotyzowane/malowanie.html>.
9. <https://www.firma.egospodarka.pl/zarobki/logistyka-i-zakupy/specjalista-ds-logistyki/>.
10. Marcjaniak Z., *Intralogistyka, czyli logistyka stosowana*, Nedcon Silesia, 2020, online.
11. Tyczkiewicz J., *Zautomatyzowane wózki przyszłości*, 2019, online.
12. Vistil T., *Roboty mobilne i intralogistyka*, <https://automatykab2b.pl/rynek/53673-dodatek-specjalny-2021-roboty-intralogistyka-i-szkolenia>.
13. Weiss M., *Producenci FMCG na świecie*, <https://handelextra.pl/artykuly/226348,najwieksi-producenci-fmcg-na-swiecie>.

INNOVATIVE INTRALOGISTICS SYSTEMS TO SUPPORT PRODUCTION PROCESSES

The study presents the latest scientific developments in the field of intralogistics. Innovative solutions facilitate and accelerate logistics processes within companies. Autonomous vehicles (AGVs) appear more and more frequently on production lines or in warehouses. They help to move materials, products or components in a very fast and safe way. Covering a specific route set by the system. Entrepreneurs successively introduce modern technology in order to become more innovative and competitive. It is worth noting how fast is the progress of logistics in these sectors, and how much potential still lies in them.

Keywords: intralogistics, innovation, robotization.

Julia Kosiek

Uniwersytet Morski w Gdyni

ANALIZA WDROŻENIA SYSTEMU PORT COMMUNITY SYSTEM

Artykuł poświęcony jest systemowi Port Community System (PCS) w ujęciu jego roli w portach morskich na świecie, obecnie i w przyszłości. Celem artykułu jest przedstawienie terminologii PCS, potrzeby jego zastosowania w portach morskich i analiza problematyki jego wdrażania. Artykuł odpowiada na pytania: dlaczego system Port Community System jest nazywany „logistyką przyszłości” oraz dlaczego nie we wszystkich portach udało się go pozytywnie wdrożyć.

Słowa kluczowe: port community system, smartport, nowoczesne technologie, port morski.

WSTĘP

Port morski jest podstawowym punktem umożliwiającym żeglugę, transport morski i ruch pasażerski [10]. Jest łącznikiem między transportem lądowym a morskim. Poziom konkurencyjności portów na świecie wzrasta wraz z wprowadzaniem coraz to nowszych systemów technologicznych. Innowacyjne systemy technologiczne są wdrażane do portów morskich ze względu na zwiększony rozwój handlu w każdej gałęzi transportu. Technologie cyfrowe mają za zadanie umożliwić portom morskim niezawodne monitorowanie systemu przeładunkowego oraz usprawnić koordynację ruchu pojazdów.

Jednym z przykładów tego typu rozwiązań jest system *Port Community System*. Został opracowany w celu optymalizacji i automatyzowania wydajności procesów logistycznych poprzez pojedyncze przesyłanie danych, łącząc łańcuchy transportowe i logistyczne. Artykuł ten ma na celu przedstawić pojęcie systemu *Port Community System*, zastosowanie PCS na przykładzie konkretnych studiów przypadków oraz problematykę wdrażania systemu do portu morskiego.

1. POJĘCIE PORT COMMUNITY SYSTEM

Port Community System posiada wiele definicji. *Port Community Systems Association* (EPCSA) definiuje *Port Community System* jako neutralną i otwartą platformę elektroniczną, umożliwiającą inteligentną i bezpieczną wymianę informacji między publicznymi i prywatnymi interesariuszami w celu poprawy konkurencyjności społeczności portów morskich [13]. Natomiast P. Grizzel definiuje system następująco:

Centralny system operacyjny, umożliwiający transfer danych i oferujący realizację różnych usług operacyjnych na tych danych, które mogą być wykorzystane przez każdą stronę, która jest zainteresowana handlem morskim. Port Community System unika bilateralnego transferu danych [4].

Generalnie jest to program stworzony do obniżenia kosztów i skrócenia czasu obsługi ładunków. Usprawnia koordynację odpraw celnych, co skutkuje szybszym zwolnieniem danego towaru. Pozwala na sprawną wymianę danych między interesariuszami. System ten nie jest nowością na rynku technologicznym. Posiada w Europie długą tradycję. Pierwsze PCS powstały w portach w Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii. Rozpoczęły działalność na przełomie lat 70. i 80. XX wieku. Kraje takie jak Holandia i Hiszpania rozpoczęły swoje PCS w latach 90. [8]. Głównym powodem korzystania z PCS było rozwiązanie problemów wymiany informacji między różnymi interesariuszami. Aby system odniósł sukces, musi osiągnąć określony status jako przydatny i zaufany.



Rys. 1. Model komunikacji w portach morskich przy wykorzystaniu Port Community System [4]

Rozwój i wdrażanie powinny odbywać się w ścisłej współpracy z wieloma podmiotami, np. spedytorzy, agencja celna, urząd morski, importerzy itd. [1].

Na rysunku 1 został przedstawiony przykładowy model komunikacji w portach morskich przy wykorzystaniu systemu *Port Community System*.

2. ANALIZA PLANU WDROŻENIA SYSTEMU PORT COMMUNITY SYSTEM

Od lat w portach morskich istniały technologie komunikacyjne, np. faks, EDI. Komunikacja ta rozwijała się głównie w imię systemu typu punkt-punkt. Port np. może mieć dobrze ugruntowany system przesyłania danych handlowych od przewoźnika oceanicznego do terminalu portowego oraz inny system między terminalem a organami celnymi. Systemy te są nazywane wspólnotowymi systemami portów typu I. Służą prawie wyłącznie do prostego przesyłania wiadomości bez inteligentnej warstwy wsparcia [6].

Następna generacja systemów portowych, zwana wspólnotą portów typu II Systems, są to centralne systemy z inteligentnymi funkcjami wspomagania decyzji [7]. PCS typu II ma na celu zwiększenie możliwości integracyjnych danych.

Starsze architektury IT (PCS typu I) mają bardziej złożoną strukturę. Prowadzi to do wyższych kosztów utrzymania i napotyka trudności w rozszerzaniu o nowe usługi i kanały komunikacji. W związku z tym przejście z typu I do typu II nie następuje łatwo.

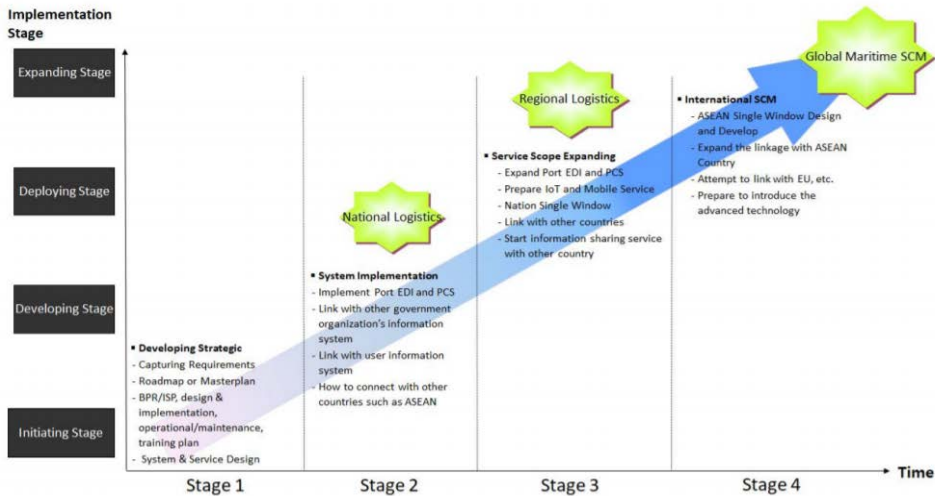
Wdrażanie systemu musi być odpowiednio rozłożone na etapy. Celem tego działania jest zainteresowanie i wsparcie wszystkich interesariuszy. Jedną z metod osiągnięcia tego celu jest modułowa strategia wdrażania. Każdy moduł ma jasne cele i szybko osiąga wymierne korzyści dla wszystkich zaangażowanych stron.

Jest to podejście przyjęte w praktyce przez wiele istniejących od dłuższego czasu systemów społeczności portowych, w tym system Dakosy w Hamburgu w Niemczech (zapoczątkowany w 1979 r.), system Portnet i Tradenet w Singapurze (zainicjowany odpowiednio w 1984 i 1986 r.) oraz system Seagha w Antwerpii w Belgii (zainicjowany w 1986 r.). Nowsze systemy, takie jak system Port Infolink w porcie w Rotterdamie w Holandii, również odniosły sukces w stosowaniu modułowego podejścia do wdrażania [6].

System informatyczny jest opracowywany poprzez przechodzenie przez kolejne etapy, takie jak analiza, projektowanie, wdrażanie itp., z wykorzystaniem metodologii rozwoju systemu w celu jego skutecznego wdrożenia.

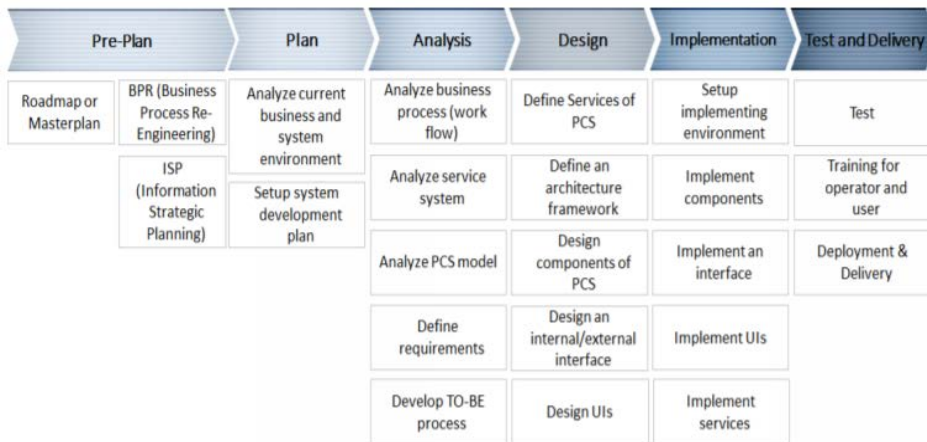
Państwa członkowskie IMO zalecają metodologię z sześcioma fazami: wstępny plan, plan, analiza, projektowanie, wdrożenie, test i dostawa [12].

Na rysunkach 2 i 3 zostały przedstawione przykładowe plany wdrożenia systemu PCS.



Rys. 2. Plan wdrażania systemu Port Community System [12]

Źródło: <https://www.unescap.org/sites/default/files/Report%20for%20Study%20on%20Facilitation%20of%20PCS%20Dec%202019%20V2.pdf>.

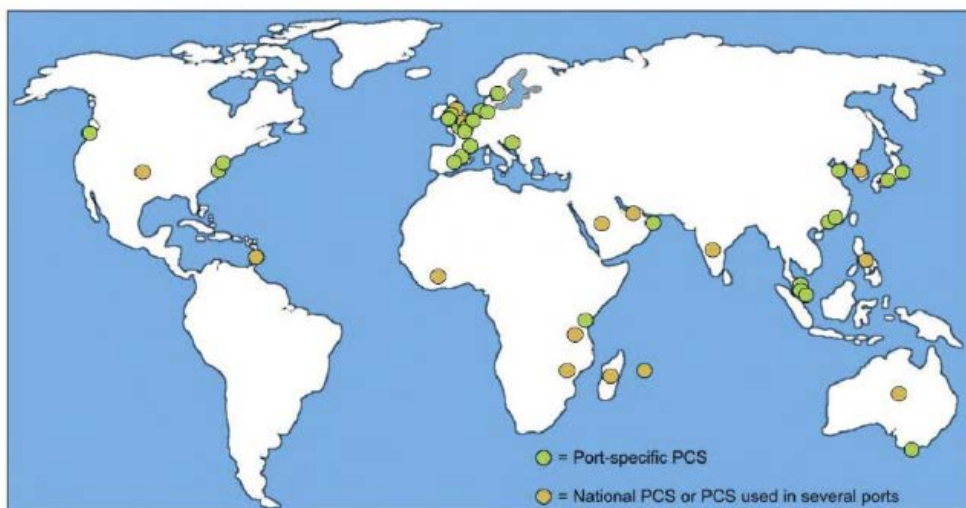


Rys. 3. Plan wdrażania systemu Port Community System na podstawie metody z sześcioma fazami [12]

Źródło: <https://www.unescap.org/sites/default/files/Report%20for%20Study%20on%20Facilitation%20of%20PCS%20Dec%202019%20V2.pdf>.

3. CASE STUDIES – ZASTOSOWANIA PCS NA PRZYKŁADZIE STUDIÓW PRZYPADKÓW

Obecnie na świecie funkcjonuje przynajmniej 30 różnych systemów *Port Community System* (rys. 4). Systemy społeczności portowych można spotkać w praktyce na każdym kontynencie. PCS koncentrują się w dużych portach, a zwłaszcza w portach kontenerowych. Wiele z nich zostało założonych w portach Europy Zachodniej oraz południowej, wschodniej i południowo-wschodniej Azji. To tam są skupione największe porty kontenerowe.



Rys. 4. Rozkład geograficzny systemów PCS na świecie [5]

Źródło: A. Posti, J. Häkkinen, U. Tapaninen, *Promoting Information Exchange with a Port Community System – Case Finland*, 2011.

W Stanach Zjednoczonych funkcjonuje mała liczba systemów PCS. Wysoce zaawansowane systemy społeczności portowych można spotkać m.in. w porcie w Hamburgu (system DAKOSY), w portach Amsterdamu i Rotterdamu (system Portbase), w porcie Singapur (system TradeNet/TradeXchange) oraz w Korei (krajowy PORT MISsystem) [5].

Tabela 1 przedstawia obecnie istniejące na świecie systemy portowe PCS. Nie zostały w niej uwzględnione systemy PCS, które są obecnie wdrażane lub planowane.

Tabela 1

Istniejące systemy PCS na świecie

Port community system	Port(s) where the system is in use
ADEMAR	Le Havre
BHT	Bremen
DAKOSY	Hamburg
Destin8	Felixstowe, Harwich, Ipswich, Immingham, Hull, Teesport, Tyne, Grangemouth, Aberdeen, Glasgow, Liverpool, Bristol, Thamesport, the Medway Ports, Tilbury, Greenock, Great Yarmouth and approximately 70 inside customs place
Easyport	Yantai
EDCS	Panama Canal
EDI	Kobe
eModal	Many ports and logistics terminals in US
FIRST	New York and New Jersey
GASYNET	National system in Madagascar
Harbour View	E.g. Melbourne, Tanzania and several Belgian ports
Indian Port Community System	National system in India
KleinPort	Several ports in America, Australia and Europe
Nanghai Port Community System	Nanghai
PACE	London
PLUS	Gothenburg, Johor, Mombasa and Muscat
Port Klang Community System	Klang
Portbase	Amsterdam and Rotterdam
PortBIS	National system in Australia
PortIC	Barcelona
PORT-MIS	National system in Korea
PORTNET	Seattle and Singapore
PortXcs	Zeeland
PROTIS	Marseille
Seagha	Antwerp
SPIN	Southampton
Tradelink	Hong Kong
TradeNet	National system in several countries (e.g. Ivory Coast and Singapore)
TradeXchange	Singapore
Valenciaportpcs.net	Valencia

Źródło: A. Posti, J. Häkkinen, U. Tapaninen, *Promoting Information Exchange with a Port Community System – Case Finland, 2011.*

4. ROTTERDAM I AMSTERDAM – PORTBASE

Portbase jest organizacją non-profit i uważana jest za podmiot niezbędny do poprawnej wymiany informacji logistycznej. Udziałowcami *Portbase* są Zarząd Portu w Rotterdamie i Port w Amsterdamie. Członkowie społeczności biznesowej są reprezentowani przez radę nadzorczą. Do rady nadzorczej należy ocena postępów

Portbase i nadzorowanie rozwoju systemu społeczności portowej. *Portbase* dzieli się na trzy główne działy: strategia i administracja, IT, marketing i sprzedaż.

System *Portbase* pozwala na wykonywanie wielu działań z wyprzedzeniem, co skutkuje zaoszczędzeniem czasu operacyjnego. Usługi zarządzania ładunkami importowymi i eksportowymi służą potrzebom agentów, importerów, linii żeglugowych, agentów spedycyjnych i spedytorów. Usługi transportu śródlądowego obejmują zarówno przewoźników drogowych, jak i linie kolejowe na peronie, co sprawia, że ogólna lista klientów i użytkowników jest długa. Użytkownicy to prawie wszyscy uczestnicy łańcucha dostaw. Do klientów należą: agenci, stacje kontrolne, operatorzy barek, firmy żeglugowe, maklerzy, operatorzy infrastruktury kolejowej, organy celne, operatorzy kolejni, składy pustych kontenerów, dostawcy trakcji, spedytorzy, terminale, eksporterzy, organy kontrolne, władze portowe, przewoźnicy drogowi i importerzy [9]. Firmy mogą korzystać z szeregu inteligentnych usług, umożliwiających bezpieczną i wydajną wymianę informacji 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu, zarówno między sobą, jak i z agencjami rządowymi, w Holandii i Europie. W ten sposób wszyscy uczestnicy mogą zoptymalizować swoje procesy logistyczne, poprawiając swoją pozycję konkurencyjną i pozycję portów [11].

Jedną z głównych korzyści związanych z *Portbase* jest możliwość ponownego wykorzystania przesyłanych przez niego danych, co sprawia, że SCP są bardziej wydajne. *Portbase* twierdzi, że jego główne zalety to [9]: większa wydajność, niższe koszty, lepsze świadczenie usług, lepsze planowanie, krótsze czasy realizacji, mniej błędów, optymalne ponowne wykorzystanie informacji, dostępność 24/7.

5. BARCELONA – PORTIC

W porcie w Barcelonie został wdrożony innowacyjny system PCS pod nazwą PortIC. Jego deklarowaną misją jest wzrost konkurencyjności, innowacyjności i zachowanie neutralności. Konkurencyjność definiowana jest przez twórców jako: PortIC zwiększa konkurencyjność firm w społeczności *Port Logistics*, czyniąc procesy bardziej efektywnymi i wydajnymi. Innowacyjność systemu definiowana jest następująco: poprzez Forum Telematyczne PortIC nieustannie opracowuje nowe rozwiązania, pomagające pokonywać bariery technologiczne i ekonomiczne. Neutralność opisywana jest jako: cała społeczność portowa, która posiada swój udział w PortIC [14]: Zarządzie Portu w Barcelonie, Stowarzyszeniu Agentów Żeglugowych w Barcelonie, Stowarzyszeniu Spedytorów Międzynarodowych w Barcelonie, Oficjalnym Stowarzyszeniu Urzędników Celnych i Komisarzy Barcelony, Stowarzyszeniu Firm Portowych w Barcelonie, e-la Caixa, Sabadell Atlántico Bank, Oficjalnej Izbie Handlu, Przemysłu i Żeglugi w Barcelonie.

Do użytkowników zaliczają się spedytorzy, agenci celni, przewoźnicy towarowi, spedytorzy, terminale i dokerzy. Spedytorzy korzystają z takich usług, jak instrukcje rezerwacji i wysyłki. Pełna komunikacja odbywa się dzięki platformom: INTTRA i GT Nexus (z którymi zintegrowany jest PCS) oraz usługom

zapewniającym komunikację z agentami celnymi w zakresie potwierdzania i odprawy celnej. Przewoźnicy towarowi korzystają ze zleceń transportowych, powiadomień o przylotach oraz odlotach oraz usług transportowych. Spedytorzy korzystają z większości usług [9].

PortIC podkreśla, że system wnosi do systemu portowego takie korzyści, jak: wydajność, redukcja kosztów operacyjnych i technologii oraz zwiększone bezpieczeństwo. Wydajność systemu związana jest z oszczędnością czasu na wymianę informacji i danych. Zaoszczędzony czas pozwoli na optymalizację kosztów operacyjnych [9].

6. FINLANDIA

Systemy i usługi informacyjne wykorzystywane w fińskich portach są dość zaawansowane. W fińskich portach morskich obecnie prężnie działają takie systemy jak: PortNet, GOFREP, IBNet i Visy Gate. PortNet służy do wymiany informacji między władzami przedsiębiorstwa. Obowiązkowy system raportowania statków stanowi GOFREP. System informacji o ruchu jest to IBNet. IBNet zaprojektowany został do celów lodołamania. System planowania zasobów przedsiębiorstwa Port Data System dla władz portowych i Visy Gate, zautomatyzowany system kontroli dostępu i obszaru używany jest w kilku fińskich portach [5].

Pomimo tak wielu nowoczesnych systemów port fiński boryka się z wieloma problemami związanymi z brakiem systemu *Port Community System*. Głównymi problemami portu są: szerokie wykorzystanie tradycyjnych metod komunikacji dwustronnej, duża liczba i różnorodność dokumentów/komunikatów (te same dane muszą być wprowadzane wielokrotnie w kilku miejscach) oraz niekompatybilność systemów informacyjnych różnych podmiotów związanych z portami. Wdrożenie PCS w porcie fińskim pozwoliłoby na elektryfikację wymiany informacji między małymi przedsiębiorstwami a innymi podmiotami portowymi, co wiąże się z usprawnieniem procesów wymiany danych, zaoszczędzeniem czasu i kosztów operacyjnych [5].

7. ANALIZA PROBLEMATYKI WDROŻENIA PCS

Podczas wdrażania PCS najtrudniejsze jest spełnienie odpowiednich form prawno-organizacyjnych i dyrektyw. Ramy prawne tego systemu powinny uwzględniać regulacje, ustawodawstwo i dyrektywy na poziomie międzynarodowym i krajowym. Muszą zostać spełnione wszystkie wymogi prawne, umożliwiające interoperacyjność różnych systemów.

Formy prawno-organizacyjne operatora PCS dzielą się następująco [1]: formy prywatne, formy państwowe, formy mieszane (publiczno-prywatne). Forma prawno-organizacyjna prywatna polega na utworzeniu przedsiębiorstwa prywatnego – operatora systemu. Operator systemu jest odpowiedzialny za stworzenie, wdrożenie

oraz utrzymanie systemu. Jeśli forma prawna przyjmuje charakter państwowy, to PCS wdrażane przez podmiot państwowy stanowi inicjatywę odgórną, podejmowaną przez właściwy organ państwowy: ministerstwo branżowe lub zarząd portu morskiego. Mieszana forma prawna obejmuje partnerstwo publiczno-prywatne. W tym przypadku zazwyczaj podmiot prywatny jest odpowiedzialny za tworzenie, wdrożenie i utrzymanie systemu. Wymagania prawne stanowią bariery dla informatyzacji procesów i elektronicznej dokumentacji. Wymagane są np. oryginały lub wersje papierowe dokumentów [1]. Bariera prawna utrudniła wdrożenie systemu PCS, np. w porcie w Gdyni, gdzie brak odpowiednich przepisów prawnych, umożliwiających funkcjonowanie takiego systemu, znacznie utrudnił implementację systemu.

Na etapie analizy i projektowania systemu rozpoczyna się przekształcanie systemu, opartego na kontekście biznesowym, w model informatyczny. Model informatyczny jest podstawą do zaprojektowania architektury systemu informatycznego oraz wyboru języka i formatu komunikacji. W szczególności architektura systemu powinna odzwierciedlać kontekst organizacyjny. System, który odzwierciedla obecne środowisko operacyjne, będzie postrzegany mniej jako radykalna zmiana. Odbiorcy będą postrzegać go jako technologię ułatwiającą lub innowacyjną. Tak jak projekt systemu może pomóc w budowaniu zaufania i osiągnięciu sukcesu, tak może również utrudniać wdrażanie. Jeśli architektura systemu jest zbyt radykalnym odejściem od obecnych operacji, sponsorom systemu trudno będzie przezwyciężyć kwestie zaufania i oporu przed zmianami [6]. Brak zaufania odbiorców może zdecydowanie utrudnić wprowadzenie systemu do portów morskich.

Inną barierą, napotykaną podczas implementacji systemu, jest koszt operacji. Możliwość inwestowania w portowy system informacyjny jest w dużej mierze związana z zasobami, którymi dysponuje firma. Małe firmy nie posiadają wystarczających funduszy na stworzenie odpowiedniego systemu PCS, dlatego powszechną techniką jest sponsorowanie systemu przez rząd. Również koszty użytkowania finalnej aplikacji są wysokie. Koszty zazwyczaj ponoszą wszyscy użytkownicy. Najczęściej wykorzystywany jest w tym celu abonament za dostęp do aplikacji. Koszty mogą także być naliczane podczas każdorazowej „transakcji”. Można też spotkać się z opłatami za wolumen [4].

Ponadto system powinien spełniać wszelkie wymagania bezpieczeństwa, przepustowości oraz niezawodności. Muszą zostać wdrożone odpowiednie zabezpieczenia sieciowe, tak, aby zagwarantować pełną poufność danych i nie dopuścić do cyberataku. W przeciwieństwie do ataków konwencjonalnych cyberatakami mogą być przeprowadzane, gdy atakujący działają z bezpiecznej odległości. Atakujący mogą monitorować systemy i zbierać informacje w celu wykrycia luk w zabezpieczeniach przed wykonaniem ataku, który może doprowadzić do poważnych zakłóceń. W przeciwieństwie do ataków fizycznych wykrycie naruszenia cyberprzestrzeni jest trudniejsze. Ponadto zwykle polisy ubezpieczeniowe nie obejmują cyberataków. Poufne dane mogą być szpiegowane lub manipulowane przy użyciu zmanipulowanych kont użytkowników w celu przygotowania się do czynów przestępczych,

takich jak kradzież ładunku lub przemyt narkotyków. Manipulowanie danymi, np. w przypadku kontenerów załadowanych towarami niebezpiecznymi, może prowadzić do składowania bez uzyskania wymaganych prawem instrukcji separacji. Może to spowodować reakcje chemiczne substancji niebezpiecznych i ostatecznie doprowadzić do pożaru lub wybuchu [2]. Według badania z 2013 roku opublikowanego przez Brookings Institution, poziom świadomości i kultury cyberbezpieczeństwa w portach, np. USA, jest stosunkowo niski. Tylko jeden z sześciu zaangażowanych portów ma ocenę cyberpodatności.

Tabela 2

Analiza SWOT systemu PCS

Lp.	Silne strony	Słabe strony
1	Rozwój atrakcyjności portu na tle konkurencji	Silna konkurencja w klastrze
2	Dobry punkt wyjścia dla istniejących systemów informatycznych	Koszt wdrażania systemu
Lp.	Szanse	Zagrożenia
1	Zwiększona liczba przeładunków w porcie	Cyberatak
2	Redukcja kosztów	Konkurencja innych systemów, np. FRS
3	Zwiększona wydajność wewnętrzna portu	
4	Krótszy czas operacji systemowych	
5	Poprawnie naliczone podatki	
6	Dodatkowe źródło dochodów dla władz rządowych/administracji państwowej	
7	Odpowiednie przygotowanie portu na zwiększone wymagania klientów	

Źródło: opracowanie własne na podstawie zebranych danych.

Żaden nie ma planu reagowania na incydenty cybernetyczne. Każda awaria PCS musi zostać jak najszybciej usunięta. Z tego powodu system musi działać przez 24 godziny na dobę przez cały rok. Jeśli parametry operacyjne nie pozwoliłyby na to, może przyczynić się to do generacji bardzo wysokich strat i utraty reputacji.

PODSUMOWANIE

Zbadane przypadki podkreślają rolę, jaką pełni system *Port Community System* w globalnych łańcuchach dostaw. Zalety PCS są doceniane przez największe porty morskie świata. Eksperti z Webb Fontaine określili go „systemem przyszłości”. Stwierdzili, że wraz z postępowaniem PCS dane będą płynąć szybciej niż ładunek [5]. Podczas gdy port może być ograniczony geograficznie, PCS nie musi być ograniczony w podobny sposób. Jest to jego główna zaleta. Dzięki temu portowe systemy społecznościowe mogą przekazywać informacje na całym świecie. Rozszerzenie zasięgu systemów informacji portowej stwarza szansę dla całego

łańcucha usługi. Wyższa efektywność portu jest osiągnięta dzięki zautomatyzowaniu przetwarzanych danych i redukcji liczby dokumentów w formie papierowej. Odpowiednie połączenie systemów bezpieczeństwa i płynny przepływ danych pomiędzy wszystkimi interesariuszami sprawia, że PCS staje się niezbędny w społeczności portowej. W chwili obecnej sytuacja w klastrze portów jest daleka od ideału. Pomimo trudności, które organizatorzy napotykać podczas implementacji systemu, system *Port Community System* jest niezbędny portom, które chcą polepszać swoją pozycję na tle konkurencji.

LITERATURA

1. Gustafsson I., *Interaction between Transport, Infrastructure, and Institutional Management*, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2007.
2. Larsen N., Müller R., *Enhancing the Cybersecurity of Port Community Systems. Dynamics in Logistics*, 2018.
3. Marek R., *Rola port community system w portach morskich*, 2016.
4. Marek R., *Development of the Polish Port Community System*, 2018.
5. Posti A., Häkkinen J., Tapaninen U., *Promoting Information Exchange with a Port Community System – Case Finland*, 2011.
6. Srour F., Van Oosterhout J., Van Baalen P., Zuidwijk R., *Port Community System Implementation: Lessons Learned from an International Scan*, 2008.
7. Van Baalen P., Zuidwijk R., Van Oosterhout M., Van Nunen J. (eds.), *Interorganizational Information Systems in Port Communities and Supply Chains: Continuing the Success of Containerized Transport Supply Chains*, 2007.

Źródła internetowe

8. <https://ipcsa.international/pcs/pcs-general/>.
9. <https://publications.iadb.org/en/international-case-studies-and-good-practices-implementing-port-community-systems>.
10. <https://www.nik.gov.pl/plik/id,3661,vp,4666.pdf>.
11. <https://www.portbase.com/en/port-community-system/benefits/>.
12. <https://www.unescap.org/sites/default/files/Report%20for%20Study%20on%20Facilitation%20of%20PCS%20Dec%202019%20V2.pdf>.
13. <http://tfig.unece.org/contents/port-community-systems.htm>.
14. <http://www.portic.net/ENG/mision.shtml>.

IMPLEMENTATION ANALYSIS OF THE *PORT COMMUNITY SYSTEM*

The article is devoted to the Port Community System (PCS) in terms of its role in sea ports in the world, now and in the future. The purpose of the article is to present to the reader PCS terminology, the need for its application in sea ports and an analysis of the issues of its implementation. The article answers the questions: why the Port Community System is called "logistics of the future" and why not all ports have successfully implemented it.

Keywords: *Port Community System, smartport, modern technologies, seaport.*

Justyna Kulesza, Przemysław Dobke

Uniwersytet Morski w Gdyni

POJAZDY WODOROWE A ROZWÓJ TRANSPORTU

W artykule zostały poruszone kwestie związane z wykorzystaniem wodoru jako paliwa zasilającego pojazdy różnych środków transportu. Temat podjęto w kontekście konieczności wprowadzenia zmian w sposobie zasilania ze względu na występujące problemy z zanieczyszczeniami powietrza spowodowanymi transportem. Omówiono korzyści oraz straty, które mogą się wiązać z takim rozwiązaniem, wykorzystując do tego analizę SWOT.

Słowa kluczowe: wodór, ekologia, transport, pojazdy wodorowe.

WSTĘP

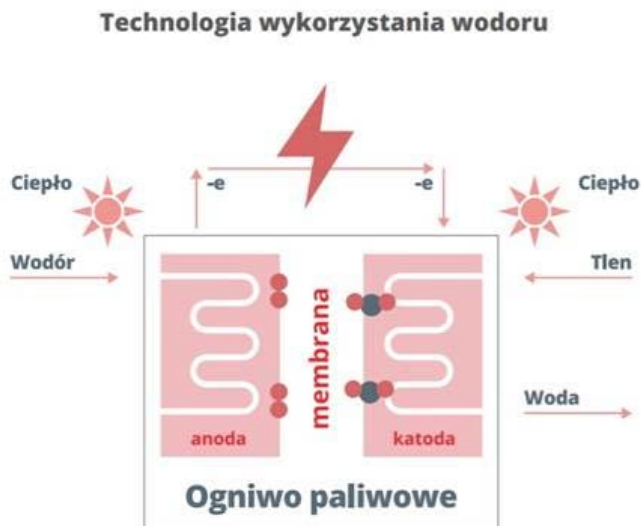
Wodór to pierwiastek chemiczny, który jest jednym z najczęściej spotykanych na Ziemi. To bezbarwny, bezwonny i nietoksyczny gaz. Pozyskiwany jest poprzez elektrolizę wody, jak również z odpadów komunalnych lub rolnych. Wodór wykorzystuje się do przetwarzania paliw kopalnianych, czy też przy produkcji amoniaku. Został on wykorzystany jako paliwo konwencjonalne w raketach [14].

Dla tego pierwiastka znaleziono również inne zastosowanie. Wodór jest doskonałym nośnikiem energii. Pozwala przechowywać jej więcej niż akumulator o tej samej masie, gromadząc ją w sposób łatwy i ekologiczny [18]. Te kwestie przyczyniły się do wykorzystania go jako zasilania dla pojazdów drogowych, szynowych, a nawet wodnych. Czy rzeczywiście może on zastąpić dotychczas wykorzystywane paliwa? Jak bardzo wprowadzenie napędu wodorowego przyczyni się do rozwoju transportu?

1. WYKORZYSTANIE WODORU W TRANSPORCIE

Wodór wykorzystywany jest jako nośnik energii w ogniach paliwowych. Dochodzi tam do przemiany energii chemicznej na elektryczną przy dopływie paliwa z zewnątrz, tj. wodoru.

Szczegółowy schemat działania ogniwa został przedstawiony na rysunku 1. Jak można zaobserwować, proces ten jest stosunkowo prosty, a także ekologiczny. Do ogniwa dostarczane jest paliwo (wodór) oraz tlen. W trakcie procesów zachodzących podczas wytwarzania energii jedynymi produktami wychodzącymi są ciepło i woda [2].



Rys. 1. Schemat działania ogniw paliwowych z wykorzystaniem wodoru

Źródło: <https://enerad.pl/aktualnosci/energetyka-wodorowa-czy-prad-z-wodoru-to-przyszlosc-oz/> (dostęp 08.03.2021).

Tego typu paliwo zostało już wprowadzone w niektórych środkach transportu, takich jak: samochody osobowe i ciężarowe, statki oraz kolej. Kwestia opłacalności tego rozwiązania jest jednak dla każdego z nich inna. Na świecie dużą popularnością zaczęły cieszyć się pojazdy wykorzystujące baterie litowo-jonowe (pojazdy elektryczne akumulatorowe). To dobre rozwiązanie dla samochodów osobowych i na krótkie dystanse, natomiast dla samochodów dostawczych czy ciężarowych już niekoniecznie. Aby poznać bliżej temat wykorzystania wodoru w pojazdach należy przyjrzeć się każdemu środkowi transportu z osobna.

1.1. Wodór w transporcie drogowym

Prace nad samochodami zasilanymi wodorem trwały już od lat 90. XX wieku, uwzględniając dwa sposoby wykorzystania tego pierwiastka. Pierwszym z nich było bezpośrednie spalanie wodoru w komorze cylindra, drugim zaś – użycie go do produkcji energii elektrycznej z zastosowaniem ogniw paliwowych [1]. W pojazdach wodorowych wykorzystywana jest druga opcja zasilania. Samochody tego typu posiadają silniki elektryczne, dla których prąd powstaje w wyniku utleniania wodoru. Pierwszym wyprodukowanym pojazdem tego typu jest japońska Toyota Mirai z 2014 roku.

Pojazdy wodorowe tak jak elektryczne nie emitują zanieczyszczeń oraz są stosunkowo ciche podczas użytkowania. Oznacza to, że stopień głośności oscyluje wokół 50 dB [7]. W innych kwestiach jednak stanowczo różnią się od siebie, co zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Porównanie samochodów wodorowych z samochodami elektrycznymi

Wskaźnik	Samochód wodorowy	Samochód elektryczny
Czas ładowania/tankowania	ok. 3 min	30–60 min
Cena pokonania 100 km	ok. 45 zł	ok. 8 zł
Zasięg	ok. 500 km	ok. 200 km
Efektywność	25–35%	70–80%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.wyborcierowcow.pl/samochody-elektryczne-czy-wodorowe-ktore-sa-bardziej-eko/> (dostęp 08.03.2021).

Pojazd napędzany wodorem tankuje się tak samo szybko jak samochód z silnikiem spalinowym. Można zauważyć, że w przypadku napędu elektrycznego ten czas jest o wiele dłuższy. Prawdą jest, że pojazd wodorowy może pokonać przy jednym pełnym tankowaniu odległość nawet 500 kilometrów, jednak podróż nim jest kosztowna. Cena ładowania samochodu elektrycznego jest niższa, jak również posiada on większą efektywność. Straty energii związane z jej transportem do akumulatora i przemianą prądu do napędu elektrycznego wynoszą 20–30%. Dla pojazdu wodorowego te straty są o wiele większe. Samo pozyskanie wodoru w procesie elektrolizy to już strata 45% energii, a przecież jeszcze musi nastąpić jego przemiana na prąd [21].

Toyota Mirai początkowo była najpopularniejszym modelem samochodu napędzanego na wodór. Do pojazdu można zatankować 5 kg wodoru, co pozwala mu na pokonanie 500 km. Z czasem Toyota została wyparta przez Hyundai Nexa w wersji SUV. W 2019 roku był to najlepiej sprzedający się pojazd wodorowy. Jego zbiornik na wodór jest w stanie pomieścić 6,5 kg wodoru, dając możliwość przejechania 666 km, co dorównuje Toyocie Mirai. Oba modele wykorzystują około 1 kg wodoru na 100 km przebiegu. Niestety, auta te nie są jeszcze do kupienia w Polsce, a dodatkowo są bardzo drogie. Hyundai Nexa w Niemczech kosztuje 64 000 euro. Należy również liczyć się z wyższymi stawkami AC ze względu na wyższą wartość samochodu [4].

Na drogach prócz pojazdów osobowych pojawiają się również autobusy z ogniwem wodorowym. Pierwsze autobusy, wykorzystujące wodór, zostały wprowadzone dzięki programowi Unii Europejskiej CUTE z 2001 roku, mającemu na celu wspieranie nowoczesnych technologii w zakresie transportu publicznego [17]. W Europie produkcją autobusów wodorowych zajęła się firma Solaris Bus & Coach, których model – Solaris Urbino 12 hydrogen – już odbył w Polsce jazdę próbną. Pojawiły się pierwsze deklaracje od miasta Poznań, dotyczące zakupu 84 autobusów napędzanych wodorem. Plan ten jest jednak rozłożony w czasie na lata 2022–2025 [20]. Holandia zaś już podpisała umowę na zakup 10 pojazdów typu Urban 12 hydrogen i najprawdopodobniej w grudniu tego roku autobusy wyjadą na ulice [19].

Firma Hyundai stała się twórcą pierwszego samochodu ciężarowego napędzanego wodorem: modelu Hyundai XCIENT Fuel Cell. Pojazd posiada siedem zbiorników o łącznej pojemności ponad 32 kg, co pozwala mu pokonać odległość

około 400 km. W lipcu do Szwajcarii wysłano 10 ciężarówek tego typu, a do roku 2025 Hyundai planuje dostarczyć ich w sumie 1,6 tys. [22].

Produkcją pojazdów ciężarowych zajęły się też inne firmy, w tym Nikola Motor Company, której plany okazały się najciekawsze. Nikola, będąc producentem ogniwo paliwowych, połączyła swoje siły z producentem samochodów ciężarowych IVECO, tworząc tym samym Nikola One dla rynku amerykańskiego i Nikola Tre dla rynku europejskiego. Firma ma zamiar dodatkowo wybudować 700 własnych instalacji do produkcji wodoru, jak również stacje do jego tankowania. Wykorzystana ma zostać energia z odnawialnych źródeł, a produkcja ma wynosić nawet 40 ton wodoru dziennie [12].

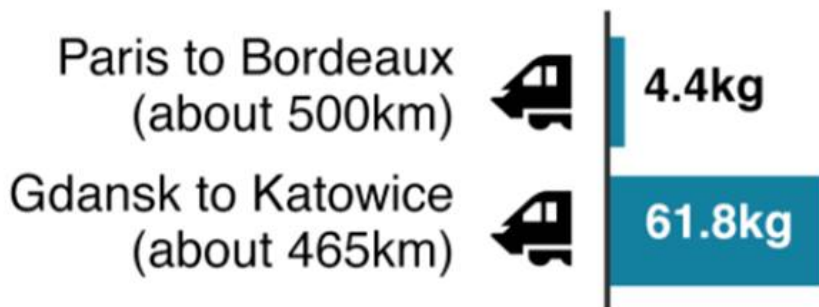
Według specjalistów wodór jest przyszłością dla branży transportowej, jednak jego wprowadzenie na rynek wymaga czasu oraz funduszy. Bariery są jego dystrybucja i magazynowanie, które to procesy okazały się być wyzwaniem dla większości państw. Ze względu na wybuchowość tego pierwiastka zbiorniki do przechowywania muszą być bardzo szczelne i wyposażone w specjalne powłoki. Dodatkowo wodór ma wysoką zawartość energetyczną w momencie, gdy jest skompresowany pod wysokim ciśnieniem (350–700 barów). To sprawia, że pojemniki stają się ciężkie, a ich cena jest stosunkowo wysoka przez konieczność użycia drogich materiałów (np. włókno węglowe) [4].

1.2. Wodór w transporcie kolejowym

Koleje pełnią coraz ważniejszą rolę w transporcie. W ciągu ostatnich lat na całym świecie widać wzrost towarowych przewozów intermodalnych [8]. Ma to również swoje odzwierciedlenie w cenie frachtu, co nie oznacza, że jego cena jest wyższa niż cena frachtu samochodowego. Pociągi pasażerskie również stają się atrakcyjną alternatywą dla pojazdów drogowych, ale, niestety, nie w Polsce. Może być to spowodowane niedogodnym rozkładem jazdy i ubogą siecią transportową kolei. W innych krajach, jak np. w Czechach, ten sposób podróżowania jest coraz popularniejszy. Powodem są prawdopodobnie atrakcyjne warunki oferowane przez przewoźników. Inną zaletą kolei jest zmniejszanie śladu węglowego, przynajmniej w krajach produkujących swoją energię z ekologicznych źródeł.

Różnicę w emisji CO₂ pomiędzy kolejami elektrycznymi, gdzie dla jednej energia produkowana jest w elektrowniach atomowych, a dla drugiej – w elektrowniach węglowych, ilustruje schemat na rysunku 2.

Według danych BBC w Polsce 80% energii elektrycznej produkują elektrownie węglowe, we Francji zaś 75% pochodzi z elektrowni atomowych. Na odcinku podobnej długości powoduje to różnicę w emisji CO₂, która wynosi 63,4 kg. Pokazuje to konieczność wdrożenia bardziej ekologicznych rozwiązań w krajowym transporcie kolejowym [9].



Rys. 2. Różnica emisji CO₂ przez pociąg w zależności od sposobu wytwarzania prądu elektrycznego

Źródło: <https://www.bbc.com/news/science-environment-49349566> (dostęp 06.03.2021).

Pierwsze koleje wodorowe zostały zaprezentowane podczas targów InnoTrans w Berlinie w 2016 roku przez francuską firmę Alstom. niespełna dwa lata później pierwsze pociągi tego typu kursowały w Niemczech. Napełniając zbiornik do pełna, pojazd jest w stanie przejechać do 1000 kilometrów. Pociąg napędzany wodorem działa na zasadzie wykorzystania wodoru do zamiany na energię elektryczną, która zasila baterie. Dzięki nim można uzyskać stabilne źródło prądu, gdyż tego typu pociągi są też elektryczne. Baterie zasila również energia generowana przez hamowanie pojazdu.

Kolej elektryczna wymaga dostarczenia energii z zewnątrz. Energia ta, produkowana w elektrowniach, musi zostać dostarczona do pojazdów za pomocą sieci trakcyjnej. Według dr. inż. Andrzeja Massela z Instytutu Kolejnictwa długość zelektryfikowanych linii PKP PLK w roku 2015 wynosiła 11 795 km z 18 510 km, co oznacza, że elektryfikacji poddano 63,7% linii. Taki stan rzeczy nie może być uznany za optymalny. Co więcej, występują wąskie gardła w ciągach przewozowych, czyli odcinki niezelektryfikowane. Oznacza to konieczność zmiany lokomotywy, co wydłuża czas podróży i powoduje ewentualne przesiadki [5].

Elektryfikacja linii kolejowych pociąga za sobą koszty wybudowania i utrzymania infrastruktury. Alternatywą jest inwestycja w taboru spalinowe, hybrydowe, bądź wodorowe. Ostatnia opcja stanowi wybór ekologiczny i przyszłościowy. Wiele państw europejskich ma jeszcze mniej zelektryfikowanych linii niż Polska, więc do obsługi swoich linii kolejowych zwykle korzysta ze składów napędzanych silnikami diesla. O tym, że kolej wodorową coraz częściej bierze się pod uwagę jako alternatywę dla pociągów spalinowych, świadczy to, że w Niemczech do 2021 roku flota pociągów wodorowych ma znacząco wzrosnąć, dzięki dużemu wsparciu rządowemu [11]. Warto wspomnieć, że w Niemczech zelektryfikowano około 50% wszystkich linii.

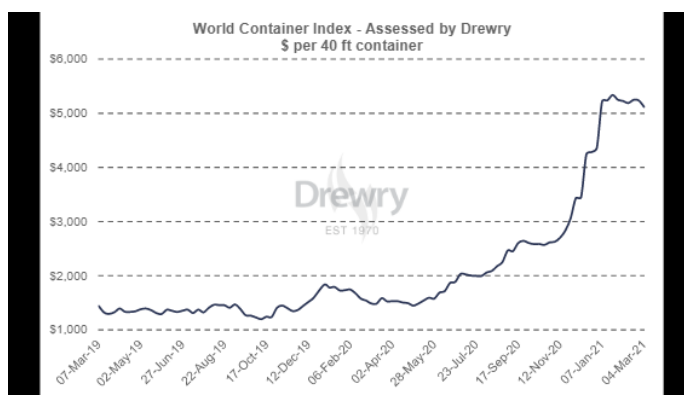
Jeśli przyjrzeć się rynkowi polskiemu, można dojść do wniosku, że rodzimi przedsiębiorcy również dostrzegają potencjał pociągów napędzanych wodorem. Według serwisu „Rynek Kolejowy” PESA przygotowuje się do prezentacji

lokomotywy towarowej, napędzanej ogniwami wodorowymi w 2021 roku. Paliwo do tej lokomotywy zostanie dostarczone przez PKN Orlen, które planuje zaopatrywanie w wodór nie tylko kolei, ale także samochodów osobowych i ciężarowych. Wprowadzeniem kolei wodorowych do Polski interesuje się również rząd. Ministerstwo Klimatu i Środowiska w styczniu roku bieżącego rozpoczęło konsultacje społeczne w sprawie projektu „Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.” Jednym z celów projektu jest wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie, z uwzględnieniem transportu kolejowego. Według Strategii, w Polsce kolej wodorowa ma być stosowana głównie w połączeniach regionalnych. Obecnie planuje się wykorzystanie lokomotyw wodorowych na trasach trudnych do zelektryfikowania [6].

Koleje napędzane wodorem wydają się atrakcyjną alternatywą dla pociągów napędzanych silnikami diesla. Największą ich wadą jest brak potrzebnej infrastruktury do tankowania wodoru i jego wytwarzania. Optymizmem napawają plany rządu polskiego oraz rządów innych krajów, planujących mocną ekspansję w dziedzinę transportu, a nawet gospodarkę opartą na wodorze.

1.3. Wodór w transporcie wodnym

Ostatni rok przyniósł duże zmiany dla branży transportowej. Konieczność dostosowania się do wymogów bezpieczeństwa, mających przeciwdziałać rozprzestrzenianiu się COVID-19, spowodowała spowolnienie w wielu gałęziach branży transportowej. Pandemia koronawirusa wytworzyła również zwiększony popyt na import, szczególnie z Dalekiego Wschodu. Transporty te, realizowane głównie drogą morską, są obecnie coraz bardziej popularne, a za wzrostem popytu idzie wzrost cen frachtu. Podane zjawisko dobrze obrazuje World Container Index, tworzony przez Drewry Shipping Consultants Limited (rys. 3).



Rys. 3. Średnia cena frachtu kontenera 40DV na przestrzeni ostatniego roku

Źródło: <https://www.drewry.co.uk/supply-chain-advisors/supply-chain-expertise/world-container-index-assessed-by-drewry> (dostęp: 06.03.2021).

Z powyższego wykresu wynika, że przeciętna cena frachtu jednego kontenera w ciągu roku zmieniła się o prawie 4000 \$. Zwiększona ilość obrotu towarami na morzu nie jest obojętna dla środowiska.

Według organizacji pozarządowej Transport and Environment transport morski odpowiada za produkcję około 13% gazów cieplarnianych w Europie. Według tej samej organizacji statki wycieczkowe, pomimo stanowienia niewielkiego procentu wszystkich jednostek pływających, mają nieproporcjonalnie duży wpływ na klimat, zanieczyszczenia i środowisko. Jednym z powodów danego stanu rzeczy jest potrzeba zapewnienia energii elektrycznej potrzebnej do obsługi gości i zapewnienia im rozrywki. Drugim powodem jest to, że statki wycieczkowe często używają ciężkiego paliwa opałowego, które jest jednym z najbrudniejszych dostępnych paliw. Zawiera ono ponad 3500 razy więcej siarki niż paliwo stosowane na drogach. Statki wycieczkowe, należące do firmy Carnival Corporation & PLC, wyemitowały 10 razy więcej tlenu siarki niż 260 milionów samochodów osobowych poruszających się po Europie [24].

Statki tworzą poważne obciążenie dla środowiska. Rozwiązaniem dla tego problemu może być zastosowanie bardziej ekologicznego paliwa, jakim jest m.in. wodór. Wśród armatorów obserwuje się zainteresowanie tą technologią, największe zaś wykazuje firma CMA CGM. Prowadzi ona współpracę z Energy Observer w celu promocji i badań nad paliwem o zerowej emisji, które może być stosowane w branży żeglugowej. Statek stworzony w wyniku współpracy będzie pozyskiwać wodór z wody morskiej, dzięki wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii. Pojazd będzie swoistym laboratorium, zbierającym dane, które mogą się przyczynić do promocji paliwa wodorowego w światowym przemyśle żeglugowym [10].

Badania te wpisują się w strategię zmniejszania emisji gazów cieplarnianych, która została stworzona przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO). Zakłada ona zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, produkowanych przez przemysł żeglugowy, o 50% do 2050 roku [23].

Badania prowadzone przez ICCT, czyli Międzynarodową Radę ds. Czystego Transportu, pokazują, że prawdopodobnie nawet ogromne kontenerowce, obsługujące trasy pomiędzy Chinami a USA, będą mogły korzystać z paliwa wodorowego. Zgodnie z analizą, aż 99% transportów kursujących po nadmienionej trasie w 2015 roku mogłyby korzystać z paliwa wodorowego. Wymagałoby to zmniejszenia przestrzeni ładunkowej o 5% w celu zwiększenia możliwości przewozu paliwa lub dodania portu do trasy w celu tankowania. Warto nadmienić, że 43% rejsów towarowych nie wymagałoby zmian w przestrzeni ładunkowej lub przystanku w celu dotankowania. Kontenerowce mogłyby korzystać z ogniw wodorowych równocześnie z ciekłym wodorem [3].

Paliwa wodorowe w światowym przemyśle żeglugowym cieszą się coraz większym zainteresowaniem przedsiębiorców. Stanowią również pomoc dla wspólnych wysiłków armatorów i IMO w dążeniu do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych emitowanych przez statki. Problem stanowi konieczność budowy nowej infrastruktury bądź zmniejszenie ładowności statków.

2. ANALIZA SWOT

Każdy środek transportu, mogący korzystać z paliwa wodorowego, będzie się charakteryzował innymi wadami i zaletami. Aby jednak móc podsumować i odpowiedzieć na pytania zadane na początku artykułu, należy zebrać wnioski w jedno miejsce i porównać ze sobą, stosując analizę SWOT. To jest jedna z najbardziej popularnych metod analizy strategicznej, za pomocą której można zestawiać pozytywne i negatywne czynniki. Nazwa „SWOT” pochodzi od pierwszych liter angielskich sformułowań, które dokładnie opisują poszczególne części analizy:

- S – *Strengths*, czyli mocne strony;
- W – *Weaknesses*, czyli słabe strony;
- O – *Opportunities*, czyli szanse;
- T – *Threats*, czyli zagrożenia [15].

Analizie SWOT poddano: wprowadzenie pojazdów wodorowych do światowego przemysłu transportowego.

Mocne strony:

- paliwo wodorowe stanowi bardziej ekologiczną alternatywę dla paliw;
- pojazdy zasilane wodorem są ciche, ze względu na inną pracę silnika;
- pojazd podczas użytkowania nie emituje CO₂, z pojazdu wydostaje się jedynie ciepło i woda;
- pociągi wodorowe nie potrzebują specjalnie dostosowanych linii kolejowych, trasy nie muszą być elektryfikowane;
- koncerny chemiczne i paliwowe mają możliwość produkcji wodoru na masową skalę, np. Orlen;
- wodór jest powszechnie występującym i łatwym w produkcji pierwiastkiem, w związku z czym w przyszłości może zostać niewyczerpalnym źródłem energii.

Słabe strony:

- jednostki pływające, które miałyby być zasilane wodorem, potrzebują przebudowy bądź powinny być intencjonalnie stworzone w celu wykorzystania tego pierwiastka;
- obecnie wodór jest drogim paliwem, chcąc przejechać 100 km samochodem, koszt wynosi około 45 zł za kilogram tego pierwiastka;
- do dystrybucji wodoru konieczna jest budowa infrastruktury punktowej;
- pojazdy drogowe są mało efektywne, proces tworzenia prądu z ogniw wodorowych jest wysoko energochłonny;
- utrzymanie i zakup samochodu wodorowego są bardzo kosztowne;
- wodór ze względu na swoją specyfikację chemiczną jest trudny w transporcie i magazynowaniu.

Szanse:

- dzięki wykorzystaniu wodoru w transporcie wodnym istnieje szansa na zmniejszenie zanieczyszczenia wód przez wycieki paliwowe;

- emisja szkodliwych gazów przez statki może zostać ograniczona przez wykorzystanie technologii paliw wodorowych;
- wprowadzając na rynek pojazdy wodorowe, z czasem mogą ulec wyparciu pojazdy o silnikach spalinowych, które emitują CO₂;
- wykorzystanie źródeł energii odnawialnej do produkcji wodoru ma pozytywny wpływ na warunki klimatyczne panujące na świecie;
- przemysł transportowy jest jednym z największych emitentów CO₂ w światowej gospodarce, ten wpływ mógłby zostać ograniczony przez zastosowanie paliwa wodorowego;
- producenci samochodów mają możliwość zapełnienia nowej niszy rynkowej poprzez wytwarzanie i wprowadzanie do obiegu aut ekologicznych, opartych na nowych technologiach;
- koncerny chemiczne i paliwowe będą mogły rozszerzyć swoją działalność o produkcję paliwa wodorowego.

Zagrożenia:

- wodór jest pierwiastkiem, który zmieszany z powietrzem wybuchą, co stanowi niebezpieczeństwo dla użytkownika pojazdu, którego działanie opiera się na ogniwach wodorowych;
- aktualnie na rynku detalicznym panuje niski popyt na pojazdy wodorowe, co może być zniechęcające dla potencjalnych inwestorów.

PODSUMOWANIE

Obecnie jednym z największych światowych problemów jest wysokie zanieczyszczenie powietrza oraz ocieplenie klimatu. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest transport, który generuje duże ilości dwutlenku węgla oraz innych gazów cieplarnianych poprzez korzystanie z paliw ropopochodnych. Rozwiązaniem tego problemu jest wykorzystanie wodoru jako źródła zasilania. Dzięki coraz większemu zaangażowaniu organów państwowych oraz organizacji pozarządowych w projekty wykorzystujące energię odnawialną, paliwa wodorowe mają szansę na stworzenie zielonej alternatywy dla wysoko toksycznych paliw.

Paliwa wodorowe mają pozytywne oraz negatywne strony, co zostało przedstawione w analizie SWOT. Można również zaobserwować, że te strony różnią się w zależności od środka transportu. Dla pojazdów kolejowych wykorzystanie wodoru jako napędu niesie dużą korzyść pod względem infrastrukturalnym. Ten typ pociągów nie wymaga zmian poprzez elektryfikację linii, mimo że to również są pociągi elektryczne. Prawdopodobnie właśnie ten rodzaj transportu skorzystałby na rozwiązaniu wodorowym najbardziej.

Dla transportu drogowego paliwo wodorowe może okazać się lepszą alternatywą niż samochody elektryczne wykorzystujące akumulatory. Pojazdy te są w stanie pokonać o wiele większą odległość, co daje dużą swobodę dla użytkownika.

Mimo tych plusów wprowadzenie paliwa wodorowego niesie za sobą wysokie koszty zarówno magazynowania, jak i dystrybucji. Kształtowanie się cen uzależnione jest od wysokości popytu wśród nabywców detalicznych.

Transport morski również wykazuje zainteresowanie wykorzystaniem ogniw wodorowych. Wiąże się to z celami redukcji gazów cieplarnianych, stawianymi sobie przez Międzynarodową Organizację Morską (IMO). Zastosowanie tego paliwa w niektórych wypadkach wymaga zmniejszenia przestrzeni ładunkowej dla umieszczenia większych zbiorników. Innym rozwiązaniem są dodatkowe porty na trasach w celu zatankowania.

Wodór daje nadzieję na to, że w przyszłości transport przestanie wywierać tak duży wpływ na środowisko klimatyczne. Aby jednak został on wdrożony na większą skalę, wymaga odpowiednich nakładów pieniężnych oraz zainteresowania wśród firm branży TSL. Dalszy rozwój transportu uwarunkowany jest progresywnym podejściem do ekologii, co umożliwiają paliwa wodorowe.

LITERATURA

1. Babula M., Pietruszczak D., *Wybrane aspekty ekologicznych pojazdów samochodowych*, Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2017, nr 6, s. 50–53.
2. Dorociak M., Tomecki M., *Wodór – paliwo przyszłości*, Raport: 300Research, Warszawa, październik 2019.
3. Georgeff E., Mao X., Rutherford D., Osipora L., *Liquid Hydrogen Refueling Infrastructure to Support a Zero-Emission U.S.–China Container Shipping Corridor*, International Council on Clean Transportation, 2020.
4. Igliński H., *Auta wodorowe przyszłością motoryzacji?* Flota, 2019, nr 10(184), s. 18–21.
5. Massel A., *Potrzeby w zakresie elektryfikacji linii kolejowych w Polsce*, Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2017.
6. *Polska Strategia Wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.*, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Biuletyn Informacji Publicznej, Warszawa 2021.
7. Rzędowska A., *RAPORT: Autobusy elektryczne w inteligentnych miastach*, 2018.
8. Urząd Transportu Kolejowego, *Rekordowy rok przewozów intermodalnych*, Warszawa 2020.

Źródła internetowe

9. *Climate Change: Should You Fly, Drive or Take the Train?* <https://www.bbc.com/news/science-environment-49349566> (dostęp 08.03.2021).
10. *CMA CGM będzie współpracował z Energy Observer nad badaniem paliwa wodorowego*, Gospodarka Morska, <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-transport-cma-cgm-bedzie-wspolpracowal-z-energy-observer-nad-badaniem-paliwa-wodorowego-47320> (dostęp 08.03.2021).
11. *Fedoruk A., Pociągi przyszłości i ambitny plan Niemiec. Polska przygląda się nowej technologii*, <https://www.forbes.pl/technologie/pociagi-wodorowe-siemens-i-alstom-w-niemczech-projekt-pesy-i-pkn-orlen/bebxt33> (dostęp 04.03.2021).
12. <https://klasterwodorowy.pl/po-autobusach-przyszla-kolej-na-ciezarowki-na-wodor,78.pl>. (dostęp 08.03.2021).
13. <https://enerad.pl/aktualnosci/energetyka-wodorowa-czy-prad-z-wodoru-to-przyszlosc-oze/> (dostęp 08.03.2021).

14. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wod%C3%B3r>. (dostęp 08.03.2021).
15. <https://questus.pl/blog/analiza-swot-na-czym-polega-i-kiedy-ja-stosowac/> (dostęp 08.03.2021).
16. <https://www.drewry.co.uk/supply-chain-advisors/supply-chain-expertise/world-container-index-assessed-by-drewry> (dostęp 06.03.2021).
17. <https://www.green-projects.pl/wodorowe-autobusy-zero-emisji/> (dostęp 08.03.2021).
18. <https://www.kierunekchemia.pl/artykul,60389,wodor-ekologiczne-paliwo-przyszlosci.html>. (dostęp 08.03.2021).
19. <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/kolejne-wodorowe-solarisy-pojada-do-holandii-67379.html> (dostęp 08.03.2021).
20. <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/mpk-poznan-zawnioskowalo-o-zakup-84-autobusow-wodorowych-67443.html> (dostęp 08.03.2021).
21. <https://www.wyborcierowcow.pl/samochody-elektryczne-czy-wodorowe-ktore-sa-bardziej-eko/>. (dostęp 08.03.2021).
22. <http://www.pgt.pl/pierwsza-na-swiecie-ciezarowka-na-wodor> (dostęp 08.03.2021).
23. *IMO: zmniejszenie o 50 proc. emisji CO₂ z transportu morskiego do 2050 r.*, <https://www.portalmorski.pl/prawo-polityka/39029-imo-zmniejszenie-o-50-proc-emisji-co2-z-transportu-morskiego-do-2050> (dostęp 08.03.2021).
24. *Transport and Environment, Shipping and the Environment*, <https://www.transportenvironment.org/what-we-do/shipping-and-environment> (dostęp 04.03.2021).

HYDROGEN VEHICLES AND THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT

The article discusses the issues related to the use of hydrogen as a fuel to power vehicles of various means of transport. Our essay relates to a matter of changes in the power supply method due to the existing problems with air pollution caused by transport. The benefits and losses that may be associated with such a solution were discussed, by using the SWOT analysis.

Keywords: *hydrogen, ecology, transport, hydrogen vehicles.*

Justyna Kulesza, Alicja Peplińska

Uniwersytet Morski w Gdyni

WPŁYW BLOKADY W KANAŁE SUESKIM NA ŁAŃCUCH DOSTAW

Kanał Sueski w dniu 23 marca 2021 roku został zablokowany przez wielki statek kontenerowy „Ever Given”. Artykuł przedstawia okoliczności powstania zatoru, jego skutki dla łańcucha dostaw oraz podjęte działania, minimalizujące konsekwencje. W podsumowaniu przedstawiono rozwiązania, które w przyszłości mogłyby zapobiec problemom, wynikającym z braku przepływu przez główny szlak handlowy.

Słowa kluczowe: Kanał Sueski, transport morski, łańcuch dostaw, „Ever Given”, blokada.

WSTĘP

23 marca 2021 roku to data, której specjaliści branży TSL, sprzedawcy detaliczni, importerzy czy eksporterzy nie zapomną na długo. Tego dnia doszło do blokady głównego szlaku handlowego dla transportu morskiego, którym jest Kanał Sueski. Zator zakłócił pracę już i tak podupadającej przez pandemię COVID-19 gospodarki poprzez uniemożliwienie statkom handlowym przepływu w obydwu kierunkach na trasie Europa – Azja.

Blokada trwała jedynie sześć dni, ale jej skutki okazały się być długofalowe. Zrozumiano, jak ważną rolę spełnia kanał w obrocie towarami, jak i w całym łańcuchu dostaw. Sytuacja zmusiła do poszukiwania alternatywnych rozwiązań oraz ukazała problem wąskiego gardła, jaki powstaje przy zatrzymaniu przepływu przez kanał.

1. PRZEBIEG ZDARZENIA

Zdarzenie miało miejsce w Kanale Sueskim, który jest sztuczną drogą wodną w Egipcie, wykopaną w latach 1859–1869. To typ kanału głębokowodnego, który łączy Morze Czerwone z Morzem Śródziemnym, tym samym oddzielając kontynent afrykański od azjatyckiego. Przez kanał przechodzi około 12% światowego handlu. Jego długość wynosi 163 kilometry, szerokość to około 300 metrów, a dopuszczalne zanurzenie statku wpływającego to 23 metry [8].

Aby zwiększyć przepustowość kanału oraz zmniejszyć czas oczekiwania na wpłynięcie, w 2015 roku rozpoczęły się prace modernizacyjne. Początkowo kanał był na tyle wąski, że nie było możliwości wpuszczenia jednostek z obydwu jego stron. Szerokość wahała się między 160 a 200 metrami, a dopuszczalne zanurzenie

statku nie mogło przekroczyć 11,6 metrów. Dzięki dobudowie nowego odcinka, mierzącego 35 km długości, wprowadzono ruch dwustronny, co przyspieszyło czas jego pokonania z 18 godzin do 11 i pozwoliło większym jednostkom na skrócenie trasy [11]. W latach 2015–2020 przepłynęło przez ten szlak 90 000 statków przewożących 5,5 miliarda ton ładunku, co rocznie daje około 19 000 jednostek, pokonujących tę trasę. Liczby ukazują, że droga przez Kanał Sueski jest chętnie wybierana przez armatorów, mimo bardzo wysokich kosztów biletu za przepływ, sięgających nawet kilkuset tysięcy dolarów.

Kanał Sueski stanowi główne źródło dochodu dla Egiptu, gdyż średni zarobek dzienny to 15 milionów dolarów [17]. Za rok 2020 dochód dla państwa wyniósł aż 5,6 miliarda dolarów, który i tak w porównaniu z rokiem poprzednim był niższy ze względu na sytuację epidemiologiczną na świecie. Szlak ten codziennie pokonują jednostki z różnego rodzaju ładunkiem [10].

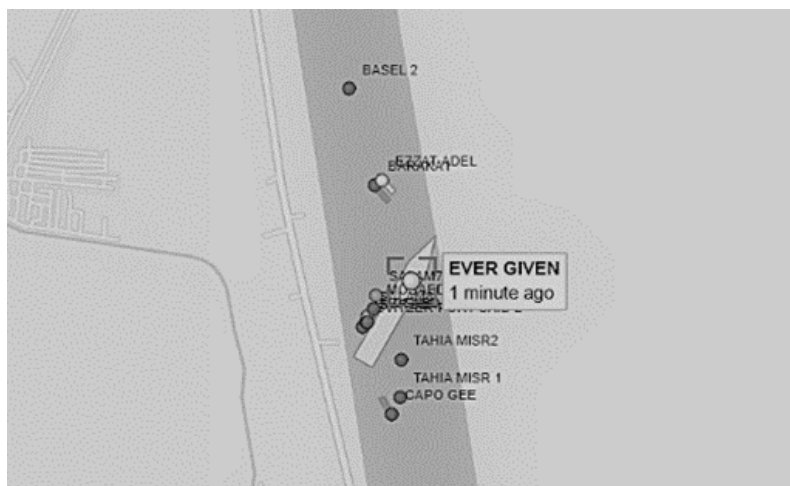
Trasa jest szczególnie dla statków przewożących ropę oraz gaz z Chin do Europy, gdyż według szacunków przez kanał przechodzi codziennie około miliona baryłek z ropą oraz miliona produktów ropopochodnych. Dodatkowo ten szlak handlowy pokonuje około 12% całego światowego ruchu kontenerów, 17% globalnego wolumenu handlu ryżem oraz 15% globalnego wolumenu handlu zbożem [3].

Statkiem, który 23 marca 2021 roku osiadł na mieliźnie w Kanale Sueskim, był „Ever Given”. Jest to jeden z największych na świecie kontenerowców o maksymalnym obciążeniu 200 000 ton. Ma długość 400 m oraz szerokość 49 m, a jego zanurzenie wynosi około 15 m. Pływa pod banderą Panamy, a jego armatorem jest znana na całym świecie firma Evergreen. Tego dnia statek był w podróży z Malezji do Rotterdamu w Holandii. Niestety, nie udało mu się dotrzeć do celu i utknął w kanale aż do 29 marca.

Prawdopodobnie na całe zdarzenie złożyło się kilka czynników. Głównym powodem były przede wszystkim trudne warunki pogodowe, ale możliwy był także błąd ludzki oraz problemy techniczne. Gabaryty kontenerowca również w dużej mierze przyczyniły się do tego nieszczęśliwego wypadku. Bardzo silne boczne wiatry, które w tamtym momencie wynosiły około 75 km/h, spowodowały unoszenie się z ziemi pyłu oraz piasku. Przypuszcza się, że ze względu na burzę piaskową oraz ograniczoną widoczność, załozde ciężko było zapanować nad statkiem. Ostatecznie zahaczył on dziobem o piaszczysty brzeg kanału, co spowodowało obrót jednostki [23].

Kanał w niektórych miejscach ma zaledwie 160 m, więc obrót tak ogromnego statku spowodował zablokowanie go na całej szerokości. Dodatkowo, wspomniane wcześniej silne wiatry mogły nanieść w okolice kanału duże ilości piasku, przez co zrobił się on jeszcze węższy.

Położenie „Ever Given” przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Pozycja statku „Ever Given” w trakcie blokady kanału w dniu 27 marca 2021 r.

Źródło: <https://www.vesselfinder.com/pl> (dostęp 27.03.2021) – printscreen.

Kolejnym problemem było to, że im dłużej kontenerowiec stał w miejscu, tym bardziej osiadał na dno, więc kluczowa była szybka akcja ratunkowa. Polegała ona przede wszystkim na pogłębianiu gruntu przy dziobie oraz pracy holowników. Do pomocy ściągnięto specjalnie jednostki ratunkowe z Holandii oraz Włoch, mające pomóc przesunąć statek. Przy manewrach holowników wykorzystywano również przyływy.

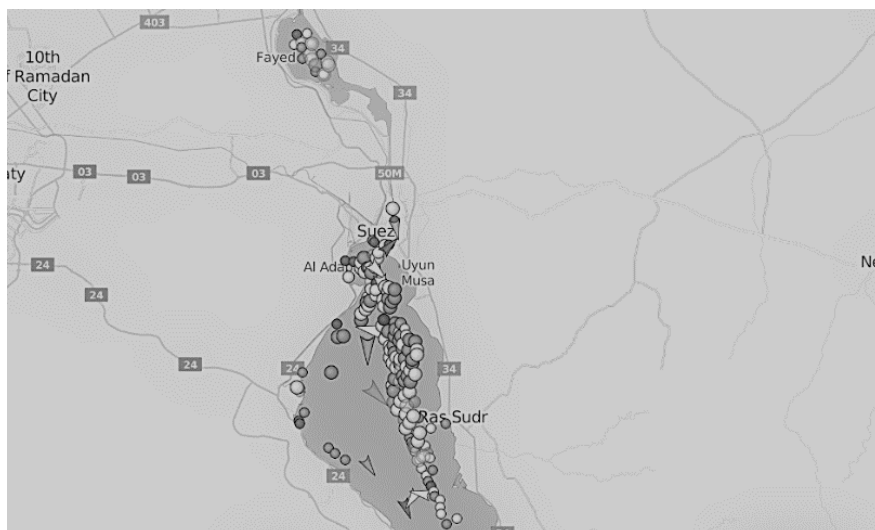
Zanim udało się uwolnić statek, odkopano 27 tysięcy m² piasku na głębokość 18 m [1]. Jednak najbardziej pomocna była natura. Szacuje się, że przyływy, które przypadały na czas odblokowania kanału, mogły podnieść poziom wody o około 46 cm. Po sześciu dniach zmagania statek wypłynął na tor wodny z uszkodzeniami na dziobie, przez które dostała się woda. Ostatecznie wodę wypompowano, a uszkodzenia zabezpieczono, stabilizując tym jednostkę [10].

2. SKUTKI BLOKADY

Blokada w kanale pociągnęła za sobą szereg negatywnych skutków, które wpłynęły na działanie całego łańcucha dostaw.

Pierwszym podstawowym problemem była ciągle powiększająca się kongestia, która na 29 marca sięgnęła około 453 statków, oczekujących na wejście do kanału od strony Morza Śródziemnego i Morza Czerwonego [1].

Skala zatłoczenia została przedstawiona na rysunku 2, który obrazuje mapę, określającą położenie statków.



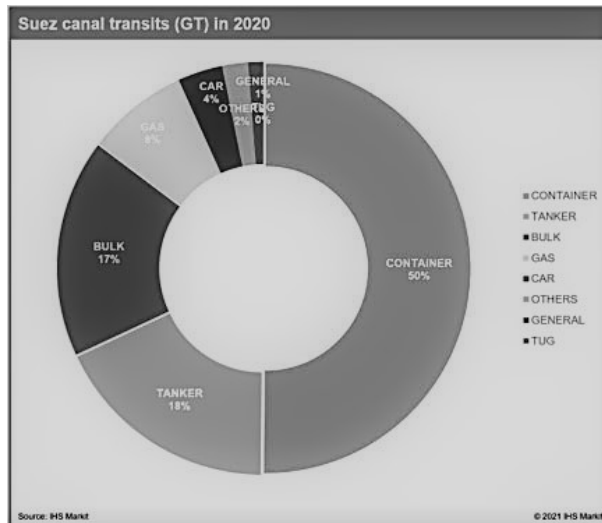
Rys. 2. Kongestia po obu stronach kanału w dniu 27 marca 2021 r.

Źródło: <https://www.vesselfinder.com/pl> (dostęp 27.03.2021) – printscreen.

Kanał Sueski jest głównym szlakiem żeglugowym światowego handlu, co wiąże się z tym, że codziennie przepływają przez niego różnego rodzaju jednostki pływające.

Wykres kołowy na rysunku 3 przedstawia wartości procentowe udziału danych typów statków, które w 2020 roku przepłynęły kanał. Jak można zaobserwować, statki kontenerowe stanowią aż 50% wszystkich jednostek przepływających przez ten szlak. Oznacza to, że zablokowanie kanału spowodowało bardzo duże opóźnienia w dostawach towarów, które znajdowały się w kongestii na tychże kontenerowcach, a co za tym idzie, przesunięcia w harmonogramach wypłynięć innych statków.

Cała sytuacja odbiła się również na wszystkich innych częściach łańcucha dostaw, którego przepływ został zakłócony. W następstwie bardzo ograniczyła działalność firm E-Commerce, takich jak Amazon, eBay oraz AliExpress. W wyniku kongestii ucierpiało wiele kontenerów z towarami tych przedsiębiorstw, co spowodowało zwiększenie kosztów wysyłki, dostawy po terminach oraz utratę wielu łatwo psujących się produktów, a także produktów sezonowych, które powinny były przybyć przed Świętami Wielkanocnymi. Według szefa działu badań konsumenckich w ParcelHero, Davida Jinksa, opóźnienie będzie kosztować światowy handel ponad 5 miliardów euro [4].



Rys. 3. Schemat rodzajów statków przepływających przez Kanał Sueski w roku 2020

Źródło: <https://ihsmarkit.com/research-analysis/suez-canal-blockage-significantly-impacts-commodity-trade-flow.html> (dostęp 22.04.2021).

Kolejny duży problem, który nasilił zator, stanowił brak kontenerów w relacjach eksportowych oraz importowych. Już z początkiem roku 2021 Chiny ogłosiły „globalny kryzys transportowy”, związany z niedostateczną liczbą kontenerów, spowodowany pandemią COVID-19. W związku z zatrzymaniem gospodarki w wielu krajach europejskich oraz amerykańskich, państwa azjatyckie, po wznowieniu działalności, wysyłały w tamtych kierunkach dużo więcej ładunków skonteneryzowanych w porównaniu do ilości ładunków zwrotnych. Kolejną przyczyną było również wstrzymanie potwierdzenia zamówień na kontenery w połowie 2020 roku. Klienci, którzy nie mogli sobie pozwolić na realizowanie zleceń po zaproponowanej stawce, anulowali je. Według Larsa Jensena, eksperta w branży transportu kontenerowego, blokada mogła spowodować opóźnienie 1 010 000 TEU ładunków oraz 55 000 TEU kontenerów dziennie, które miały wrócić do Azji [24].

Do największych statków, które utknęły w blokadzie, należał statek „Gdańsk” o pojemności 23 964 TEU, należący do armatora HMM.

Po odblokowaniu przepływu przez Kanał Sueski terminale kontenerowe zaczęły zmagać się z problemem napływania dużej liczby statków w podobnym czasie. Miały one jedynie tydzień na przygotowanie się do obsłużenia spodziewanych jednostek. Wiele z nich musiało wdrożyć nowe rozwiązania, m.in. takie jak wprowadzenie ścisłych zasad składowania kontenerów, aby obsługa odbyła się szybko i bez komplikacji.

Przykładowo, DCT w Gdańsku zabroniło składowania przybywających pełnych kontenerów eksportowych szybciej niż 8 dni przed datą przybywu statku do portu. Dodatkowo, terminal dyktował możliwość podejmowania kontenerów przez ograniczoną liczbę dostępnych stanowisk [2]. Port w Rotterdamie zdecydował się zawrzeć umowy z dalekomorskimi terminalami kontenerowymi w kwestii dostaw kontenerów eksportowych. Ich przedwczesna dostawa mogłaby ograniczyć obsługę kontenerów importowych od strony morza oraz skomplikować składowanie na terminalu [20].

Firmy armatorskie cały czas obserwowały sytuację w kanale oraz dynamicznie dostosowywały do niej swoje możliwości. Nie zawieszono całkowicie krótkoterminowych rezerwacji, jednak zostały one mocno ograniczone w zależności od dostępności docelowych portów i przepustowości. Klienci musieli liczyć się z tym, że ich ładunek może nie dostać potwierdzenia bookingu w najbliższym czasie. Armatorzy starali się na bieżąco informować importerów, przewożących towary na statkach znajdujących się w kongestii, poprzez swoje strony internetowe oraz aktualizowali planowane harmonogramy kolejnych wypłynięć [15, 18].

Według firm logistycznych i transportowych zator nie mógł pojawić się w gorszym momencie. Blokada bardzo mocno wpłynęła na ponowny wzrost stawek frachtowych, których dynamika wzrostu w ostatnim czasie wynosiła 17,5% [13]. Stawki są w tym momencie na tyle wysokie, że prawie sięgają rekordowych wartości z końca 2020 roku. Sytuacja zmusiła również armatorów do wprowadzenia do cen frachtu dodatków, jakim jest np. PSS (*Peak Season Surcharge*). Ten dodatek jest naturalnie wliczany dla ładunków z Azji w okresie wzmożonych przewozów, tj. 1.06–31.10. W wyniku blokady jest on 3-krotnie wyższy od dotychczasowego ustalonego poziomu. Dodatkowo, miejsca na statkach dla kontenerów wcale nie są gwarantowane, co zniechęca klientów do wyboru transportu morskiego. Może to mieć znaczący skutek w postaci zmniejszającego się popytu na usługi spedycji morskiej.

Za podniesionymi stawkami frachtowymi kryją się ogromne straty poniesione podczas niedrożności kanału. Według danych przedstawionych przez analityków blokada przynosiła straty 400 milionów dolarów każdej godziny, biorąc pod uwagę wartość towarów przepływających codziennie przez kanał. Zostało to przedstawione przez Lloydsa na podstawie wcześniejszych wyliczeń, w których wartość handlu przez kanał wynosiła dziennie 5,1 milionów dolarów na północ oraz 4,5 milionów dolarów na południe [7]. Najbardziej poszkodowany jednak w całej sytuacji jest Egipt. Londyńska firma analityczna Refintiv stwierdziła, że blokada to dla Egiptu 95 milionów dolarów utraconych opłat tranzytowych. Tracił więc on około 15 milionów dolarów dziennie. W związku z poniesionymi stratami Egipt żąda od tajwańskiego armatora roszczenia w wysokości około 1 miliarda euro. Na czas prowadzenia rozmów pomiędzy stronami i braku zakończenia negocjacji statek został skonfiskowany przez egipskie władze. Koszty odszkodowania takiej wysokości dla firmy Evergreen byłyby olbrzymim obciążeniem i armator mógłby sobie z nim nie poradzić. Sytuacja stała się na tyle szczególna, że postanowiono

ogłosić awarię wspólną. Taka awaria jest zazwyczaj ogłaszana w momencie, gdy armator decyduje się poświęcić transportowany ładunek lub ponieść ogromne koszty, aby tylko uchronić statek i znajdujące się na nim towary [22]. W takim przypadku wszystkie podmioty przewożące swój ładunek na statku „Ever Given” zobowiązane są do współdzielenia poniesionych strat. W nieco lepszym położeniu znaleźli się importerzy, którzy wykupili ubezpieczenie „cargo”.

Ponadto całe zdarzenie zwróciło uwagę świata na transport morski. Okazało się, że w miejscu zebrania się tylu jednostek pływających występuje bardzo duża emisja dwutlenku siarki, którą dostrzec można było z satelity. Statki korzystają z bardzo brudnych rodzajów paliwa, zawierających często dużo siarki i mazutu. Stężenie w wyniku jej spalania zostało w powietrzu przekroczone pięciokrotnie. Dwutlenek siarki generowany przez transport morski ma negatywny wpływ na zdrowie ludzi oraz zanieczyszczenia środowiska, o czym nie mówi się zbyt często [6].

W 2020 roku wprowadzono jednak dodatek „IMO 2020” do stawki frachtowej o wysokości 200 dolarów za jednostkę TEU. Powstał on w celu zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, wywoływanych transportem morskim. Niektórzy armatorzy zdecydowali się nawet wycofać swoje jednostki, w których nie było możliwości umieszczenia katalizatorów, ograniczających wydostawanie się siarki do powietrza. W przyszłości takie działania mogą się przyczynić do spadku liczby statków emitujących ten pierwiastek.

3. DZIAŁANIA PODJĘTE W CZASIE ZATORU

Blokada Kanału Sueskiego zmusiła armatorów do szukania różnych natychmiastowych rozwiązań w celu uniknięcia dalszych konsekwencji. Powszechnie zdecydowano się na zmianę trasy, aby uniknąć oczekiwania na wejście do kanału. Alternatywną drogą jest szlak żegludowy prowadzący przez Przylądek Dobrej Nadziei, co wiąże się z opłynięciem całej Afryki. Ta droga jest dłuższa o około 10-14 dni oraz może przynieść potencjalne niebezpieczeństwo, dotyczące ataku piratów. Pierwszym statkiem, który zdecydował się wybrać tę trasę, był statek armatora OOCL „United Kingdom”, którego podróż miała się wydłużyć o 11 dni [16].

Mimo odblokowania kanału powstały korek żegludowy rozładowywano stopniowo, w ramach możliwości przepustowych. Z tego powodu wielu armatorów zdecydowało się na zmianę szlaku dla statków wypływających z portów wyjścia w obu kierunkach między Azją a Europą. Przykładem jest francuska firma CMA CGM i jej statki „Alexander Humboldt” oraz „Chile”. Tankowce przewożące gaz ziemny z USA z Cheniere oraz Shell/BG również zostały przekierowane przez Przylądek Dobrej Nadziei. Urząd Kanału Sueskiego, widząc coraz większą liczbę jednostek omijających kanał, zdecydował się na wprowadzenie upustu, aby utrzymać klientów. Dla statków płynących z lub do wschodniego wybrzeża USA ta obniżka wynosi 45–65%, a dla statków „europejskich” 6% [19]. Trasa dookoła

Afryki jest dobrą alternatywą na czas kongestii, lecz zazwyczaj nie jest korzystna finansowo. Jest o wiele dłuższa, a co za tym idzie, wymaga więcej zasobów paliwa oraz dłuższych kontraktów dla załogi.

W obliczu trudnej sytuacji jest jednak możliwość korzystania z serwisu, który prowadzi przez Morze Północne, trasą nazywaną "Północnym Szlakiem Morskim". Ta droga morska nie mogła być wykorzystana przez statki uwięzione w kongestii, jednak jest ona alternatywą w dłuższej perspektywie czasu. Szlak okrąży kontynent azjatycki od strony północnej wzdłuż brzegu Rosji i pozwala na handel drogą morską między Azją Wschodnią a Europą. Co więcej, droga ta jest o około 1/3 krótsza od trasy prowadzącej przez kanał. W przeszłości na szlaku północnym niezbędne było używanie lodolamaczy na odcinku Oceanu Arktycznego, a płynięcie bez nich wiązało się z dużym ryzykiem. Przychodzące ocieplenie klimatu zmniejszyło jednak zapotrzebowanie na lodolamacze oraz umożliwiło samodzielną żeglugę statkom handlowym. Tą trasą zaczęły interesować się również Chiny, co pomogło Rosji w jej spopularyzowaniu. Znaczenie szlaku rośnie z każdym kolejnym rokiem, a obecna sytuacja może pomóc w jeszcze większym uaktywnieniu rejsów [14].

Alternatywy dla szlaku prowadzącego przez Kanał Sueski przedstawiono na poniższej mapie (rys. 4).



Rys. 4. Mapa przedstawiająca alternatywne trasy dla Kanału Sueskiego

Źródło: <https://www.portalmorski.pl/zegluga/44846-wielkie-kontenerowce-na-trasie-miedzy-azja-i-europa-okrazaja-afryke-omijajac-kanal-suezki> (dostęp 22.04.2021).

Ze względu na zwiększające się stawki frachtowe, opóźnienia i niepewne harmonogramy w transporcie morskim, zaczęto wykorzystywać inne środki transportu. Popyt wzrósł szczególnie na transport kolejowy i lotniczy. Spedytorzy zdecydowali się na transport kolejowy zwłaszcza w przypadku towarów wrażliwych

cenowo i takich z priorytetowymi dostawami. W tym celu zaczęto wykorzystywać Nowy Jedwabny Szlak, który jest nawiązaniem do historycznego Jedwabnego Szlaku. Tworzy go sieć dróg i połączeń między Azją a Europą. W dalszym ciągu jednak kolej boryka się z opóźnieniami, których głównym powodem są kontrole ładunku na wszystkich granicach i tworzące się zatory [21]. Pociąg ma również o wiele mniejszą ładowność. Aby przewieźć 20 000 TEU, potrzeba 50 pociągów lub jednego większego statku kontenerowego. Oznacza to, że transport kolejowy może być alternatywą transportu morskiego, a nie całkowicie go zastąpić. Firma Maersk uruchomiła w 2019 roku serwis AE19, który łączy oba te środki transportu na trasie z Dalekiego Wschodu do Gdańska. Kluczową korzyścią jest bardzo szybki czas tranzytu, wynoszący 18–22 dni. Opiera się na standardowych dokumentach przewozowych oraz konosamencie morskim [12].

Transport lotniczy towarów jest wykorzystywany głównie przy przesyłkach, dla których czas ma największe znaczenie lub są ładunkami wysokowartościowymi. Jednakże w tej szczególnej sytuacji transport powietrzny zaczął być wykorzystywany dla każdego rodzaju ładunków. Samoloty przez swój stosunkowo krótki czas podróży mogą z łatwością nadrobić opóźnienia, spowodowane blokadą. Mimo to odczuwalne skutki pandemii COVID-19, związane z brakiem dostępnych samolotów, spowodowały, że ta forma transportu nie była dostępna dla każdego. Mogły sobie pozwolić na to jedynie przedsiębiorstwa, które były w stanie ponieść dodatkowe koszty, poza i tak już ośmiokrotnie wyższą stawką w porównaniu do transportu morskiego [9].

Powstała na skutek zatoru kongestia zmusiła niektórych armatorów do zwiększenia liczby tzw. Blank Sailingów. Blank Sailingiem, a inaczej „pustym żeglowaniem”, określa się sytuację, w której statek opuszcza port/region lub całą trasę, która jest zaplanowana i widnieje w harmonogramie. Powodem ich wprowadzenia przez właścicieli statków były zatłoczone porty, chęć zniwelowania deficytu dostępnego sprzętu do obsługi statków oraz ewentualne zmiany trasy rejsu.

Niektórzy klienci z racji rosnących stawek frachtowych zdecydowali się na opóźnienie transportu swojego towaru, czekając na unormowanie się sytuacji rynkowej. Ceny wzrosły gwałtownie nie tylko w przypadku transportu morskiego, ale również kolejowego oraz lotniczego. Uważa się, że gwałtowny wzrost może potrwać do kilku miesięcy, dlatego też warto obserwować sytuację na bieżąco.

PODSUMOWANIE

Blokada Kanału Sueskiego pokazała, jak ważnym elementem łańcucha dostaw jest ten 163-kilometrowy odcinek. Każdego dnia przepływa przez niego 12% światowego handlu. Zablokowanie kanału spowodowało wiele opóźnień dostaw na całym świecie, a w konsekwencji zaszkodziło ciągłości produkcji i dalszych dostaw dla klientów. Opóźnienia w obrocie towarami przekładają się też na ogromne straty pieniężne dla wszystkich uczestników łańcucha dostaw.

Władze Egiptu, żeby wyrównać straty, zażądały od firmy Evergreen odszkodowania w wysokości około miliarda dolarów. Nawet dla tak dużego przedsiębiorstwa jest to horrendalna kwota, dlatego też postanowiono ogłosić tzw. awarię wspólną. Wszyscy importerzy ładunków znajdujących się na tym kontenerowcu zostali zobowiązani do pokrycia części odszkodowania. W najlepszej sytuacji znaleźli się jednak tacy, którzy wcześniej zaopatrzyli swój towar w odpowiednie ubezpieczenie „cargo”, pokrywające część lub całość wymaganej kwoty. Sytuacja pokazała, że transport morski bywa nieprzewidywalny, co w przyszłości może skłonić importerów do ubezpieczania ładunków.

Blokada kanału ukazała Kanał Sueski jako „wąskie gardło” w łańcuchu dostaw, czyli newralgiczną trasę, dla której ciężko znaleźć satysfakcjonującą alternatywę. Droga przez Przylądek Dobrej Nadziei jest znacznie dłuższa i bywa niebezpieczna. Należałoby jednak zwrócić uwagę na trasę przez Morze Północne, która jest krótszym szlakiem żeglugowym, łączącym Europę z Azją. Wcześniej uważana za niebezpieczną, ze względu na występujące tam lodowce, teraz może okazać się nawet lepszym wyborem. Izrael oraz Zjednoczone Emiraty Arabskie zaproponowały budowę alternatywnego kanału łączącego Morze Śródziemne z Morzem Czerwonym. Projekt okazał się być jednak niezwykle kosztowny i nieopłacalny. Aktualnie oczekuje się od Egiptu rozbudowy istniejącego kanału lub zbudowania równoległej trasy, co byłoby znacznie tańszym rozwiązaniem i zmniejszyłoby prawdopodobieństwo ponownej blokady.

Zastój w handlu morskim zwrócił uwagę na inne dostępne środki transportu. Najchętniej decydowano się na wybór transportu kolejowego oraz lotniczego. Ostatecznie zauważono, że samodzielne wykorzystanie pociągu czy samolotu nie dorównuje ładownością transportowi morskemu, a koszty przewozu są o wiele wyższe. Rozwiązaniem tej sytuacji jest wprowadzenie przez armatorów serwisów, wykorzystujących transport kombinowany.

Reasumując, blokada Kanału Sueskiego była sytuacją niespodziewaną i krytyczną dla gospodarki. Konsekwencje w postaci droższych cen frachtu, braku dostępnych kontenerów, czy braku możliwości zarezerwowania krótkoterminowego przewozu odczuwalne były natychmiast. Natomiast długofalowe skutki, takie jak wzrost cen produktów, można odczuć dopiero za jakiś czas. Należy jednak zaznaczyć, że zator miał miejsce w bardzo burzliwym dla gospodarki światowej okresie pandemii COVID-19. W innym czasie konsekwencje blokady prawdopodobnie nie byłyby tak mocno odczuwalne dla łańcucha dostaw.

LITERATURA

1. <https://businessinsider.com.pl/piec-najciekawszych-wydarzen-w-gospodarce-teraz-raport-29-marca-2021/37ev79k> (dostęp 22.04.2021).
2. https://dctgdansk.pl/tymczasowa-zmiana-zasad-skladania-pelnych-kontenerow/?fbclid=IwAR0SwdLjPL7QieRu-85pWz96WR_k3O_u5_yoLLDyrjGY9EoojWk8cqfrSKg (dostęp 22.04.2021).
3. <https://dnarynkow.pl/dlaczego-kanal-sueski-jest-tak-wazny-dla-swiata/> (dostęp 22.04.2021).

4. <https://ecommercenews.eu/the-impact-of-the-suez-canal-blockage-on-ecommerce/> (dostęp 22.04.2021).
5. <https://ihsmarkit.com/research-analysis/suez-canal-blockage-significantly-impacts-commodity-trade-flow.html> (dostęp 22.04.2021).
6. <https://next.gazeta.pl/next/7,172392,26976386,blokada-kanalu-sueskiego-pokazala-brudny-sekret-transportu.html> (dostęp 22.04.2021).
7. <https://pl.investing.com/news/commodities-news/miliardowe-straty-z-powodu-blokady-kanalu-sueskiego-281058> (dostęp 22.04.2021).
8. https://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82_Sueski (dostęp 22.04.2021).
9. <https://www.freightwaves.com/news/suez-bypass-good-luck-finding-an-air-cargo-alternative> (dostęp 22.04.2021).
10. <https://www.gospodarkamorska.pl/kontenerowiec-ever-given-juz-plynie-przestal-blokowac-kanal-sueski-58284> (dostęp 22.04.2021).
11. <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-logistyka-kanal-sueski-dal-zarobic-egiptowi-13408> (dostęp 22.04.2021).
12. <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-transport-maersk-uruchomil-nowy-serwis-ae19-statek-pociag-statek-z-dalekiego-wschodu-do-gdanska-42995> (dostęp 22.04.2021).
13. <https://www.gospodarkamorska.pl/raport-kwiecien-na-rynku-morskich-przewozow-kontenerowych-58475> (dostęp 22.04.2021).
14. <https://www.hellenicshippingnews.com/russia-seeks-to-create-alternative-to-suez-canal-via-northern-sea-route/> (dostęp 22.04.2021).
15. <https://www.maersk.com/news/articles/2021/03/24/vessel-blockage-in-the-suez-canal> (dostęp 22.04.2021).
16. <https://www.money.pl/gospodarka/kanal-sueski-pierwszy-statek-plynacy-do-gdanska-z-towarami-okrazy-afryke-bedzie-drozej-i-duzo-pozniej-6622366543776640a.html> (dostęp 22.04.2021).
17. <https://www.money.pl/gospodarka/zablokowal-kanal-sueski-to-nie-koniec-problemow-kontenerowca-6627317082700512a.html> (dostęp 22.04.2021).
18. <https://www.msc.com/pol/notices/2021-march/suez-canal-blockage> (dostęp 22.04.2021).
19. <https://www.portalmorski.pl/zegluga/44846-wielkie-kontenerowce-na-trasie-miedzy-azja-i-europa-okrazaja-afryke-omijajac-kanal-suezki> (dostęp 22.04.2021).
20. <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/logistics-chain-preparing-for-clearance-of-suez-canal-blockade> (dostęp 22.04.2021).
21. <https://www.railfreight.com/intermodal/2021/04/20/ever-lasting-ever-given-effects-on-silk-road-rail-freight/> (dostęp 22.04.2021).
22. <https://www.shiphub.pl/kanal-sueski-zablokowany-przez-kontenerowiec/> (dostęp 22.04.2021).
23. <https://www.tawernaskipperow.pl/czytelnia/wiesci-z-oceanow/dlaczego-ever-given-utkna1%25F8282> (dostęp 22.04.2021).
24. <https://www.thehindubusinessline.com/economy/logistics/suez-canal-blockage-to-have-ripple-effect-on-the-container-trade/article34197006.ece> (dostęp 22.04.2021).
25. <https://www.vesselfinder.com/pl> (dostęp 27.03.2021) – printscreen.

IMPACT OF THE BLOCKADE IN THE SUEZ CANAL ON THE SUPPLY CHAIN

The Suez Canal was blocked on March 23, 2021 by the huge container ship „Ever Given”. The article presents the circumstances of the congestion, its consequences for the supply chain and the actions taken to minimize the consequences. In summary, solutions are presented that could prevent problems arising from the lack of flow through the main trade route in the future.

Keywords: *Suez Canal, maritime transport, supply chain, „Ever Given”, blockade.*

Błażej Mach, Aleksandra Pyrzyńska

Uniwersytet Morski w Gdyni

FILOZOFIA ZRÓWNOWAŻONEGO ROZWOJU PRZYSZŁOŚCIĄ BRANŻY TSL

Niniejszy artykuł przedstawia koncepcję zrównoważonego rozwoju w szeroko pojętej branży TSL. Artykuł przedstawia korzyści płynące z wdrożenia systemów, mających na uwadze wzrost gospodarczy, społeczny oraz środowiskowy. Zdaniem autorów, zrównoważony rozwój jest jednym z najefektywniejszych spośród dostępnych obecnie modeli wzrostu. Poniżej przedstawiony artykuł prezentuje korzyści i koncepcje modernizacji miast oraz łańcuchów dostaw na podstawie paradygmatu zrównoważonego rozwoju.

Słowa kluczowe: zrównoważony rozwój, transport, łańcuch dostaw, ekologia, aglomeracja miejska.

WSTĘP

Postępujący w ostatnich latach skok technologiczny oraz gospodarczy przyniósł zauważalną zmianę myślenia o rozwoju społeczno-gospodarczym w wymiarze globalnym. W obecnych czasach ochrona środowiska stanowi największy paradygmat w związku z wciąż pogarszającą się sytuacją ekologiczną, która jest wynikiem wzmożonej degradacji przyrody oraz maksymalizacji światowej konsumpcji. Problemy ekologiczne skłaniają do refleksji naukowców wielu dyscyplin naukowych, a pierwsze debaty, których tematyka dotyczyła globalnej eksploatacji środowiska naturalnego, sięgają lat 60. i 70. XX wieku. Tym sposobem do dnia dzisiejszego rozwijają się i wchodzą w życie różne koncepcje społeczne i gospodarcze, mające na celu pogodzić rozwój technologiczny z troską o środowisko naturalne. Współczesny świat to miejsce, w którym niezbędny jest balans pomiędzy możliwościami a zasobami, ponieważ rozłam mógłby doprowadzić do globalnego kryzysu gospodarczego, a także społeczno-ekonomicznego. Ograniczenia zasobów, zmiany klimatyczne, wzrost nierówności społecznych oraz coraz to wyższe oczekiwania grup interesów różnych źródeł stanowią obecnie powód do refleksji i bodziec do zastosowania innej filozofii zarówno w skali mikro-, jak i makroekonomicznej. Filozofia zrównoważonego rozwoju może stanowić odpowiedź na dylematy ekonomiczne, środowiskowe oraz społeczne obecnych czasów, a istniejące rozwiązania przynieść skuteczne efekty w dalszej perspektywie. Zrównoważony rozwój to doktryna ekonomii politycznej, stawiająca jakość życia na poziomie współmiernym ze współczesnym rozwojem cywilizacyjnym, w zgodzie i trosce z naturalnym środowiskiem.

W artykule poruszono temat obecnie występujących problemów, z którymi zmagają się globalna gospodarka oraz stan środowiskowy, a także przedstawiono rozwiązania, stosowane zgodnie z duchem koncepcji zrównoważonego rozwoju w łańcuchu dostaw oraz funkcjonowaniu współczesnych miast w Polsce.

1. ZRÓWNOWAŻONY ŁAŃCUCH DOSTAW

1.1. Elementy zrównoważonego łańcucha dostaw

Logistyka zrównoważonego rozwoju była przez długi okres interpretowana jako nierentowna i w ogólnym rozrachunku kosztowna dla przedsiębiorstw wdrażających tę ideę do swoich działań. Obecnie coraz więcej operatorów logistycznych zwraca się jednak w kierunku zrównoważonego rozwoju. Łańcuch dostaw, obejmujący wszystkie aspekty życia produktu od pierwszej fazy jego produkcji do problemu dostarczenia finalnego towaru ostatecznemu klientowi, jest jednym z podstawowych narzędzi branży TSL, wpływającej na społeczeństwo, środowisko oraz wynik gospodarczy.

Obecnie istniejące trendy nie tylko wywołały zainteresowanie firm z branży logistycznej implementacją zrównoważonego łańcucha dostaw w kontekście pozyskania klientów poprzez nowe rozwiązanie marketingowe, ale także zwróciły uwagę, iż realnie przekłada się to na oszczędności oraz przychody firmy, nie wpływając negatywnie na czas oraz jakość świadczonych usług.

Jednym z pierwszych społecznych badań, dotyczących zrównoważonego rozwoju, było przeprowadzone w roku 2010 przez Forum Odpowiedzialnego Biznesu badanie, które miało na celu określenie kryteriów doboru dostawców. Wśród istniejących kryteriów znalazły się także społeczne oraz ekologiczne. Od tego momentu świadomość uczestników branży TSL w kontekście wdrażania zrównoważonego łańcucha dostaw zaczęła rosnąć [5]. Warto nadmienić, iż każdy z jego aspektów połączony jest z pozostałymi, co finalnie powoduje, że odpowiednio zaplanowany oraz realizowany łańcuch dostaw może przynosić realne korzyści na wielu płaszczyznach za pomocą zastosowania jednego rozwiązania. Przykładem może być aspekt proekologiczny, który oprócz pozytywnego wpływu na środowisko jest także elementem, który może zostać wykorzystany przez firmy w celach marketingowych, zwiększając liczbę klientów oraz kontrahentów.

Wiele firm załadunkowych czy odbiorczych stawia wymagania wobec operatorów transportowych w kontekście norm emisji spalin, w związku z czym sama współpraca z danym załadowcą może być dla przewoźnika nie tylko korzyścią materialną w postaci kontraktu, ale zwiększa to jego rzetelność, a także wiarygodność na tle pozostałych firm świadczących usługi przewozowe. Mimo że początkowe fazy wprowadzenia zrównoważonego rozwoju wymagają nakładów finansowych, to jednak czas zwrotu wkładu pieniężnego jest stosunkowo krótki, ponieważ wprowadzone zmiany przynoszą wymierne efekty zaraz po ich wprowadzeniu. Rozwinięcie systemów informatycznych wykorzystywanych w danej firmie

natychmiastowo przynosi korzyści w postaci skrócenia czasu potrzebnego na kompletowanie oraz przesył danych czy eliminacji czynnika ludzkiego jako źródła błędu. Dzięki temu zwiększają się możliwości produkcyjne, a wykorzystanie elektronicznej formy przesyłu informacji zmniejsza wykorzystanie papieru. Odpowiednie planowanie tras dostaw oraz przejazdu pojazdów umożliwia uniknięcie pustych przebiegów. Kiedy pojazdy są ponownie ładowane w niewielkiej odległości od miejsca rozładunku, firma transportowa nie tylko oszczędza fundusze, ale także zarabia dodatkowe środki, dzięki realizacji kolejnego zlecenia. Takie rozwiązanie jest również przyjazne dla środowiska poprzez zmniejszenie ruchu pojazdów towarowych. Według Uber Freight odpowiednio zaplanowana sieć dostaw i podjęcie jest w stanie zmniejszyć liczbę pustych przebiegów o nawet 50% [10].

Wdrożenie zrównoważonego łańcucha dostaw w zakres działalności przedsiębiorstwa wymaga więc jednoczesnego rozwoju wszystkich jego elementów. Jednakże wykorzystanie odpowiednich narzędzi umożliwia czerpanie jednoczesnych korzyści zarówno z rozwoju ekonomicznego, ekologicznego, jak i społecznego.

1.2. Logistyka zwrotna

Jednym z podstawowych narzędzi podczas stosowania zrównoważonego łańcucha dostaw jest wykorzystanie logistyki zwrotnej podczas codziennego funkcjonowania przedsiębiorstwa. Rozwiązanie to umożliwia zwiększenie przychodów, zmniejszenie wydatków, pozytywnie wpływając na odbiór społeczny przedsiębiorstwa, a także jest proekologiczne.

Istotnym elementem logistyki zwrotnej jest współpraca na linii dostawca-konsument. Wypracowanie odpowiedniego schematu kooperacji niesie za sobą wiele pozytywnych skutków dla wszystkich stron handlu. Zwrotowi najczęściej podlegają wielorazowe pojemniki, jak np. butelki, które mogą zostać ponownie wykorzystane przez przedsiębiorstwo produkcyjne. Jest to oczywista oszczędność funduszy potencjalnie przeznaczanych na wyprodukowanie lub zakup opakowań. Podczas takiej współpracy klient płaci za sam produkt [5]. Kolejnym pozytywnym aspektem jest proekologiczność takich zachowań. W takiej sytuacji zarówno producent, jak i konsument mogą definiować siebie jako podmioty, wspierające zachowania ekologiczne. Dla przedsiębiorstwa jest to silny argument marketingowy, którego targetem są odbiorcy, ceniący sobie rozwiązania przyjazne dla środowiska. Z perspektywy odbiorcy zaś ma to aspekt psychologiczny, ponieważ ostatnimi czasy coraz szerzej promuje się postawę świadomego konsumenta, podejmującego decyzje zakupowe, biorąc pod uwagę ich skutki dla społeczeństwa i środowiska. W tym aspekcie logistyki zwrotnej ważna jest więc współpraca między producentem a konsumentem. Producent poprzez realizowanie swoich zachowań prokonsumentkich może liczyć na stałego klienta, który wybierze jego produkty, a także mobilizuje pozostałych producentów w danej branży do działań na rzecz klienta oraz środowiska.

Logistyka zwrotna rozwiązuje także dosyć istotny problem dotyczący powstawania coraz większej ilości odpadów poprodukcyjnych. Dzięki uświadamianiu konsumentów o ich roli w łańcuchach dostaw, możliwe stało się wprowadzenie zwrotnych łańcuchów dostaw nie tylko w skalach regionalnych czy krajowych, ale nawet globalnych. Dzięki popularyzacji takich zachowań procesy produkcyjne nie tylko umożliwiają oszczędzenie środków finansowych konsumenta i producenta, ale dzięki temu, że odzyskiwalne elementy produktu nie są usuwane z rynku, są one przygotowywane, oczyszczane lub przetwarzane i ponownie wykorzystywane w procesach produkcyjnych. Jest to znacząca oszczędność dla nadmiernie eksploatowanych surowców naturalnych. Oprócz tego odpady, które generowane są w trakcie różnych etapów produkcji, zajmują coraz większe powierzchnie, w związku z czym coraz trudniej jest je składować. Ponowne wykorzystanie takich elementów w oczywisty sposób zmniejsza problem z nadmiernie wykorzystywanymi powierzchniami odpadowymi [4].

Socjologiczne zmiany, dotyczące świadomości społeczeństw oraz ich udziału w kształtowaniu i funkcjonowaniu łańcuchów dostaw, spowodowały, że konsumenci zaczęli samodzielnie tworzyć poziome łańcuchy dostaw. Coraz większa troska o środowisko oraz promocja ponownego wykorzystywania wszelkiego rodzaju materiałów spowodowały, że odbiorcy rozpoczęli wymianę dóbr między sobą. Szczególnym przykładem może być wymiana używanej odzieży między jej użytkownikami. Tak stworzone wymiany konsumenckie są dodatkowo wspierane przez producentów ubrań, którzy oferują w swojej ofercie zwroty nieużywanej odzieży w zamian za zniżki lub zupełnie nowy produkt. Rozwój technologiczny oraz potrzeby rynkowe spowodowały powstanie aplikacji oraz programów, umożliwiających kontaktowanie się między sobą użytkowników oferujących produkty oraz potencjalnych nabywców [9].

Wykorzystanie Internetu, aplikacji mobilnych oraz programów komputerowych także pozytywnie wpływa na zmniejszenie kosztów oraz proekologiczność. Dzięki takim rozwiązaniom przedsiębiorstwa oszczędzają fundusze, związane z utrzymaniem, zakupem i dzierżawą stacjonarnych placówek. Ze strony konsumenckiej możliwość sprawdzenia oferty i dokonania zakupu w dowolnym czasie i z dowolnego miejsca jest znaczącą wygodą. Natomiast z ekologicznego punktu widzenia zmniejsza się liczba przejazdów konsumentów do dystrybutorów, co pozytywnie wpływa na zanieczyszczenie środowiska.

1.3. Problem „ostatniej mili” w kontekście zrównoważonego łańcucha dostaw

W związku z coraz powszechniejszym wykorzystywaniem kanałów elektronicznych podczas procesów transakcyjnych oraz dystrybucyjnych, badania sugerują, że do 2026 roku udział tego typu sprzedaży w kontekście handlu detalicznego powinien wzrosnąć do 40%. Wzrasta również liczba produktów dystrybuowanych drogą elektroniczną. Coraz popularniejsze stają się portale

streamingowe, dzięki którym konsumenci są w stanie zakupić chociażby film bez nabywania wersji fizycznej. Taka droga dystrybucji jest wygodna dla klienta, ponieważ otrzymuje on produkt praktycznie w momencie dokonania transakcji, a także dla dystrybutora, który oszczędza w skali globalnej znaczące środki potencjalne, przeznaczone na fizyczną dystrybucję filmów.

Mimo znaczącego rozwoju dystrybucji dóbr w postaci cyfrowej, a także zwiększenia dostępności usług elektronicznych, niektóre produkty ze względu na ich charakterystykę wymagają oraz będą wymagały dystrybucji fizycznej. W związku z tym istotną częścią łańcucha dostaw jest problem „ostatniej mili”, który uchodzi za najmniej efektywny i najbardziej kosztowny element dostawy dóbr. Firmy odpowiedzialne za dostawy bezpośrednio do klienta lub innego wyznaczonego miejsca, np. paczkomatu, starają się więc poprawić efektywność i ekonomiczność na ostatnim etapie dostawy. Kolejnym stymulantem, wpływającym na potrzebę rozwiązania problemu „ostatniej mili” są konsumenci, którzy wymagają od firm transportowych skrócenia czasu i kosztów dostaw. Coraz istotniejszym elementem jest także aspekt ekologiczny.

Szacuje się, że końcowy odcinek przewozu paczek może generować nawet około 50% całkowitych kosztów. Ponadto korki uliczne znacząco spowalniają realizację dostaw. W związku z tym coraz częściej rozważa się wykorzystanie alternatywnego środka transportu w stosunku do pojazdu samochodowego.

Rozwiązaniem mogą być drony powietrzne, które planuje się wykorzystać, aby rozwiązać powyższe problemy. Umożliwiają one dostarczanie przesyłek o szacunkowej masie 2,5 kg w promieniu 16 km w czasie 30 minut. Znaczącą wadą takiego rozwiązania są rozmiary przesyłek, a także sama charakterystyka techniczna tego środka transportu. Drony powietrzne są niezwykle podatne na zmiany warunków atmosferycznych, które mogą całkowicie uniemożliwić ich wykorzystanie. Zestawiając niewielkie jednostki latające z pojazdami kołowymi, wykorzystywanymi do przewozu przesyłek, można także zwrócić uwagę na różnice w ich energochłonności. Zakładając wykorzystanie dronów do przewozu niewielkiej liczby przesyłek na odcinkach krótkodystansowych, jednostki powietrzne są korzystniejszym rozwiązaniem. Wraz ze zwiększaniem dystansu, a także liczby paczek, pojazdy spalinowe stają się ekologiczniejszym środkiem transportu [2].

Drony powietrzne, jako rozwiązanie problemu „ostatniej mili”, mają potencjał, aby pozytywnie wpłynąć na rozwój zrównoważonego łańcucha dostaw. Mimo że obecnie nie osiągają one wymaganej efektywności zarówno czasowej, ekonomicznej, jak i ekologicznej, to jednak ich użycie jest koncepcją, która po wprowadzeniu wymaganych modyfikacji oraz rozwinięciu samej technologii może sprostać pokładanym w nich nadziejom.

2. ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ MIAST

Świat sukcesywnie podąża w kierunku urbanizacji. Obecnie ponad połowa populacji na całym świecie mieszka w miastach, a istniejące szacowania wskazują na to, iż w 2070 roku około 70% ludzi będzie stanowić część rozrastających się aglomeracji miejskich [14]. W związku z rosnącą tendencją demograficzną, która opanowuje kolejne miasta, wzrasta również presja związana z dobrze zorganizowaną infrastrukturą miejską. Miasta są bowiem spoiwem łączącym różne źródła rozwoju – miejsca koncentracji potencjału gospodarczego, zasobów naturalnych, innowacji oraz ośrodków usług świadczonych na rzecz utrzymania wysokiej jakości życia. Stanowią centra wzrostu gospodarczego i społecznego i w znacznym stopniu przyczyniają się do utrzymania globalnej, zrównoważonej gospodarki.

2.1. Zagrożenia środowiskowe i antropogeniczne występujące na terenach zurbanizowanych

Postępujące zjawisko urbanizacji niesie ze sobą liczne zagrożenia i wymaga podejmowania rozsądnych działań, które pomagają zachować balans pomiędzy innowacyjnym rozwojem a nieodnawialnymi zasobami naturalnymi. Istotnym problemem, z jakim zmagają się obecnie paradygmat zrównoważonego rozwoju, jest wzmoczony globalny konsumpcjonizm, niewspółmierny z istniejącymi potrzebami oraz problem rozlewania się miast i powstawania rozległych osiedli o niskim współczynniku gęstości zaludnienia [12]. W konsekwencji powoduje to wzrost kosztów i trudności świadczenia usług publicznych, eksploatację środowiska naturalnego oraz pojawienie się potrzeby, związanej z polepszeniem infrastruktury transportowej, która to wiąże się z ponowną degradacją zasobów naturalnych. Skutkiem niekontrolowanego rozszerzenia się struktur miejskich jest rozwój indywidualnej komunikacji samochodowej, a następnie wzmoczona kongestia. Ponadto efektem ubocznym są: emisja zanieczyszczeń do środowiska, zagrożenia hydrologiczne, meteorologiczne i geologiczne w postaci powodzi, suszy, miejskich wysp ciepła oraz pogarszający się klimat akustyczny miast, który zaniża jakość życia mieszkańców.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r., zmieniające rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, jasno określa dopuszczalne granice poziomu hałasu drogowego. W Polsce, z danych przypadających na rok 2017, ze sporządzanych map akustycznych wynika, że wartości graniczne przekraczają przyjętą normę, w wyniku czego około 10% mieszkańców miast, tj. Krakowa, Białegostoku, Warszawy, a także Gdańska, jest narażonych na hałas ponadnormatywny, wiążący się z utratą zdrowia [11].

Wśród wielu istniejących zagrożeń warto jednak zaznaczyć, iż transport samochodowy jest dominującym emitentem substancji zanieczyszczających powietrze atmosferyczne. Według badań przeprowadzanych w ostatnich latach najmniej zadowolonych z jakości powietrza są mieszkańcy Warszawy i Krakowa. Należy także

zaznaczyć, iż w stolicy jest bardzo dobrze rozwinięta sieć gazownicza i ciepłownicza, a emiterzy komunalno-bytowe znajdują się na obrzeżach – nie na terenie całego miasta, jak to wygląda w Krakowie. W wyniku takiej infrastruktury emisja lokalnych zanieczyszczeń powietrza w Warszawie przez komunikację drogową osiąga wartość 60–80%. Wyżej opisane zagrożenia mają ze sobą znaczące powiązanie, a jest nim natężenie ruchu, które wzrasta wraz z coraz wyższym wskaźnikiem motoryzacji. Mimo malejącego wskaźnika kongestii dla polskich miast wciąż znajdują się one na liście miast o najniższej przepustowości w Europie i na świecie. W raporcie TomTom Traffic Index z 2017 roku Łódź zajmuje 5. miejsce zaraz za Chongqing (Chiny), a przed takimi aglomeracjami jak Istambuł, Los Angeles czy Moskwa. Tak wysoka pozycja polskiego miasta ma tym samym przykre odbicie w rzeczywistości – korki na ulicach Łodzi powodują wydłużenie czasu podróży o ponad 50%, a w godzinach szczytu nawet o 88% w porównaniu z sytuacją, w której zatorowania ruchu nie występują [7].

Reasumując, samorządy terytorialne wymagają na dzień dzisiejszy interdyscyplinarnego podejścia i świadomej kontroli nad procesami rozwoju. Zapewnienie bezpieczeństwa mieszkańców stanowi najwyższy priorytet działań władz. Na obszarach szczególnie zurbanizowanych występuje konieczność zarządzania zgodnie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju, ponieważ masowe zlekceważenie występujących problemów ekologicznych, społecznych i ekonomicznych zagraża środowisku naturalnemu w wymiarze globalnym, a idąc tym tropem – również populacji [3].

2.2. Zrównoważony transport, czyli wysoka jakość życia mieszkańców miast

Transport od zarania dziejów determinował lokalizację, a także rozwój najważniejszych miast, i do dziś ma ogromny wpływ na ich rozmieszczenie oraz funkcjonalność. System transportowy ciągle ulega modyfikacjom, ze względu na wewnętrzne zmiany gospodarcze, prawne, społeczne, technologiczne czy instytucjonalne danej aglomeracji. Na charakter szeroko pojętej komunikacji składa się bowiem wiele czynników i w głównej mierze to przestrzeń kształtuje wizję transportu w danym miejscu, łącząc wszystkie funkcje w nim sprawowane. Potrzeby społeczno-gospodarcze, gospodarka przestrzenna, układ geograficzny, procesy demograficzne, model konsumpcji mieszkańców oraz ich rozmieszczenie, a także miejsc, do których uczęszczają, są czynnikami modelującymi system transportowy. Sieć komunikacyjna ośrodka zurbanizowanego powstaje poprzez konsekwentną i stopniową budowę nowych odcinków oraz ulepszanie już istniejących. Ma ona na celu objęcie funkcjonowania wszystkich rodzajów i gałęzi transportu w ten sposób, aby stworzyć integrację i koordynację wszystkich obszarów danego ośrodka [9].

Zrównoważenie transportu polega na organizacji systemu transportowego w mieście tak, by nie stanowił zagrożenia ani dla zdrowia ludzkiego, ani środowiska, wykraczającego poza obszar zurbanizowany. System transportowy powinien dodatkowo spełniać społeczne potrzeby oraz optymalizować wszelkie uwarunko-

wania na płaszczyznach ekonomii, geografii oraz zmian demograficznych. W zgodzie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju transport powinien stanowić gamę możliwości dla populacji oraz napęd dla gospodarki danego regionu, jednak w zgodzie z zataczającym się kołem ekosystemu – zużywać zasoby odnawialne w ilościach możliwych do ich odtworzenia oraz nieodnawialne, z możliwością zastąpienia ich przez substytuty odnawialne, przy minimalnej degradacji środowiska, emisji zanieczyszczeń i hałasu [12].

Miejska logistyka porusza różne kwestie, dotyczące balansu pomiędzy ekosystemem, gospodarką a społeczeństwem, przedmiotem zaś badań i jej zainteresowań są: skuteczna koordynacja miejskiego transportu pasażerskiego, towarowego, ruchu tranzytowego, a także wywóz i utylizacja odpadów komunalnych, oczyszczanie ścieków, zaopatrzenie miast w media (wodę, gaz, energię elektryczną i ciepło), kształtowanie powiązań transportowych aglomeracji w skali makroregionu, kraju oraz świata, jak również zapewnianie dostępności do sieci telekomunikacyjnych na terenie miasta. W nawiązaniu do ruchu pojazdów organizacja takiego transportu powinna umożliwiać bezpieczne przemieszczanie się pozostałych uczestników ruchu oraz innych pojazdów. Natomiast z punktu widzenia użytkowników transport zrównoważony to taki, który umożliwia każdej osobnej jednostce bądź grupie bezpieczne przemieszczanie się w przestrzeni, w wybrany sposób, z uwzględnieniem relatywnie niskich kosztów, najkrótszego czasu podróży oraz spełnienia potrzeb bez eliminacji mniej konwencjonalnego środka transportu niż samochód.

Cel zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości życia poprzez stworzenie warunków komfortowych do przemieszczania się różnymi środkami lokomocji, czyli transportem zbiorowym, rowerowym czy pieszo, wymaga realizowania uchwalonej polityki transportowej. Aby wyjść naprzeciw istniejącym zagrożeniom i spełnieniu podstawowych potrzeb, odpowiednie instytucje wydają dokumenty, w których to ogłaszają swoje postulaty.

Jednym z takich dokumentów, który stawia szczególny nacisk na paradygmat zrównoważonego rozwoju, bezpieczeństwo oraz ochronę środowiska, jest wydana przez Komisję Europejską „Biała Księga Transportu”. Jako inicjowane postulaty można w niej znaleźć wprowadzenie pojazdów elektrycznych, promocję proekologicznego stylu jazdy, rozwój transportu miejskiego oraz stworzenie infrastruktury drogowej na podstawie współczesnych innowacji [11].

Wśród innych istnieje także „Alternatywna Polityka Transportowa według Zasad Zrównoważonego Rozwoju”, wydana przez Fundację Instytut na rzecz Ekorozwoju, w którym przedstawiono pięć poniżej wymienionych reguł, uściślających działania rozwojowe w sprawie systemu transportowego, z uwzględnieniem transportu w miastach. Są to:

- racjonalizacja potrzeb podróżowania i transportu ładunków;
- racjonalizacja użytkowania samochodów osobowych i ciężarowych;
- promocja energooszczędnych i proekologicznych środków transportu;
- popieranie najlepszych, dostępnych technologii [13].

Zrównoważony rozwój transportu w miastach powinien nabierać odpowiedniej formy za pośrednictwem planów zrównoważonej mobilności, tzw. SUMP. W Polsce, dla miasta Gdyni, takie plany zostały już opracowane i uchwalone przez Radę Miasta. Na podstawie wytycznych Komisji Europejskiej, w ramach unijnego projektu CIVITAS DYN@MO został wcielony w życie Plan Zrównoważonej Mobilności Miejskiej dla Gdyni na lata 2016–2025 [13]. Plan ten angażuje do proekologicznego rozwoju wszystkie możliwe gałęzie transportu, chcąc dążyć do polepszenia atrakcyjności otoczenia, by stało się bardziej przyjazne dla mieszkańców i środowiska, nie zapominając jednak o zwiększeniu efektywności w transporcie ładunków, który stanowi ogromny potencjał ekonomiczny miasta.

Podstawą sprawnej koordynacji systemu transportowego miast jest komunikacja zbiorowa, która stanowi jedno z kluczowych ogniw, stymulujących zachowania transportowe. W jej skład wchodzi przemieszczanie się za pomocą: autobusów, trolejbusów, tramwajów, kolei oraz metra. Przewaga transportu publicznego może być osiągnięta poprzez możliwość wykonania postulatów, realizowanych do tej pory przez samochód. Oznacza to, że powinien on być szybki, bezpieczny, niezawodny, realizujący połączenia *door to door*, relatywnie tani i wygodny. Zapewnienie wysokiej jakości takiej gałęzi komunikacji wymaga cyklicznych inwestycji. Koszty, związane z omawianymi przedsięwzięciami, mogłyby znaleźć pokrycie z opłat parkingowych oraz oszczędności pozyskanych ze zmniejszonego zmotoryzowania indywidualnego. Takie rozwiązanie przekłada się na osiągnięcie zwiększonej wydajności ekonomicznej, ponieważ na transport pasażera autobusem wystarcza ośmiokrotnie mniej paliwa w porównaniu z jazdą własnym środkiem lokomocji. Dodatkowo przekłada się to na optymalizację emisji dwutlenku węgla, mniejszą liczbę wypadków oraz ograniczenie hałasu. Rozwój transportu publicznego w Polsce na przestrzeni lat osiągnął niewątpliwy sukces, pod względem poczyniń infrastrukturalnych, jednak pozytywne opinie użytkowników nie przełożyły się na wzrost liczby pasażerów w skali całego kraju [1].

Wśród innych planowanych działań, związanych z transportem publicznym, znajdują się inwestycje, dotyczące budowy nowych linii tramwajowych wraz z uczynieniem komunikacji tramwajowej podstawowym środkiem transportu. Ponadto można wymienić planowanie wzrostu udziału w ogólnej liczbie transferów, wykorzystanie potencjału miejskich węzłów kolejowych, wprowadzenie Systemów Informacji Pasażerskiej, optymalizację taryfy opłat, kształtowanie węzłów przesiadkowych oraz tworzenie wydzielonych torowisk i pasów autobusowych, zmniejszających wskaźnik kongestii [9].

W nawiązaniu do rozwiązań technologicznych konkretnym przykładem wdrażania ekologicznych środków transportu są elektrobusesy, które stanowią „zdrowy” substytut autobusów, napędzanych silnikami spalinowymi. Pojazdy te uznawane są w dalszej perspektywie za przyszłość transportu zbiorowego, dzięki innowacyjnym bateriom akumulatorowym, będącym zasobnikami energii. Obecnie elektrobusesami stają się coraz bardziej powszechne trolejbusy, których zaletą jest możliwość wykorzystania sieci trakcyjnej, umożliwiającej doładowywanie baterii.

Warto zaznaczyć, że w Gdyni pojazdy te obsługują 50% długości trasy linii trolejbusowej bez doładowania baterii ani dostępu do sieci trakcyjnej. Celem konstruktorów tych perspektywicznych pojazdów jest wzrost pokonywanego kilometrażu bez konieczności uzupełnienia mocy zasilaczy.

Oprócz takiego rozwiązania w komunikacji zbiorowej, w transporcie indywidualnym coraz większą popularnością cieszą się samochody elektryczne. W niektórych państwach, takich jak: Francja, Wielka Brytania, Niemcy, Norwegia czy Holandia, krąży już zapowiedź, iż od 2040 roku sprzedaż samochodów spalinowych będzie zakazana. Z kolei niektóre aglomeracje miejskie zapowiadają wdrożenie zakazu wjazdu samochodów z silnikiem Diesla do centrów miast wraz z rokiem 2025 [13].

Ograniczanie ruchu samochodowego przebiega jednak na różne sposoby. Jednymi z nich są: wprowadzenie opłat za wjazd samochodów do centrum miasta, zamknięcie centrum miasta dla samochodów ciężarowych, czy ograniczenie ruchu samochodów ciężarowych w centrum miasta, a przykładem wdrożenia takiego zachowania jest miasto Dublin, gdzie załadunek i rozładunek samochodów ciężarowych w centrum są możliwe poza godzinami szczytu [6].

Kolejnym przykładem przeciwdziałania rozszerzającej się motoryzacji jest *carsharing*, który polega na wspólnym wykorzystywaniu samochodów osobowych. Cała idea pojawiła się wraz z ekonomią współdzielenia (*sharing economy*), która ostatecznie zyskała uznanie wśród grona odbiorców. W Polsce *carsharing* znalazł już zastosowanie w Warszawie, Krakowie, Poznaniu, Łodzi oraz Trójmieście, a bodźcem zachęcającym do korzystania z tej usługi jest potencjalnie niższa cena niż za przejazd, np. taksówką. Docelowo innowacja ta ma być prowadzona za pomocą samochodów elektrycznych, odbijając się pozytywnie na obciążonym ekosystemie miast [13].

Mówiąc o aglomeracjach miejskich, duże znaczenie ma także planowanie przestrzenne. W imię idei zrównoważonego rozwoju umiejętne gospodarowanie terenem oznacza ograniczenie transferów wewnątrzmijskich, przywracanie wielofunkcyjności miasta, przestrzeganie zwartości aglomeracji wraz z lokowaniem usług blisko przystanków i ulic oraz strefowanie miasta, czyli uspokojenie ruchu za pomocą oddzielenia strefy śródmiejskiej z priorytetem transportu publicznego i ruchu pieszego, a także ograniczenie powierzchni parkingowej [9].

Opisane wyżej planowe działania, mające za priorytet podwyższenie jakości życia mieszkańców, nie zależą jedynie od odgórnych decyzji rządzących. Zmiana funkcjonowania modelu przemieszczania się po danej aglomeracji jest sprawą każdego, kto się w niej znajduje. Warunkiem jest jedynie wypracowanie społecznego kompromisu, który mierzyłby się w pewien sposób z ograniczeniem pozornej jakości podróżowania na rzecz dobra ogółu, przy jednoczesnym spełnieniu własnych potrzeb przemieszczania się. Podstawą do powodzenia wydobywania potencjału miasta jest zbiorowe uzmysłowienie faktu, iż priorytetem kształtowania miejskiego systemu transportowego nie jest zwiększanie przepustowości, ale stworzenie

wysokiego poziomu wygody i jakości życia, które jest możliwe dzięki wspólnemu zaangażowaniu.

PODSUMOWANIE

Filozofia zrównoważonego rozwoju staje się jednym z dominujących trendów w szeroko rozumianej branży TSL. Ze względu na wprost proporcjonalnie rosnącą świadomość społeczną wraz z zanieczyszczeniem planety, którego transport jest znaczącym źródłem, zaczęto rozwijać metody, które pozwolą ograniczyć koszty oraz pozytywnie wpłyną na środowisko, a także społeczeństwo. Aby zrealizować założone koncepcje, rozpoczęto ich wdrażanie za pomocą kilku sposobów. Firmy produkcyjne dążą do jak najmniejszych strat surowców, możliwie najwyższej maksymalizacji odzysku materiałów produkcyjnych, a w późniejszych etapach dystrybucji – do zmniejszenia wpływu transportu na środowisko przy jednoczesnym ograniczeniu jego kosztów. Skutkiem takich działań są powstające nowe koncepcje zarządzania produktem, a także łańcuchem dostaw. Obecnie łańcuchy dostaw tworzy się nie tylko mając na uwadze minimalizację kosztów przejazdu czy dystrybucji, ale także uwzględniając aspekt ekologiczny oraz społeczny. Nowoczesne łańcuchy dostaw mają za zadanie w jak najmniejszym stopniu ingerować w środowisko, jak również brać pod uwagę komfort ludności, która znajduje się na trasie przewozu dóbr.

Mimo że początkowy etap przekształcania środowiska w kierunku zrównoważonego rozwoju jest kapitałochłonny, to w późniejszych fazach wdrażania oraz zmiany modelu biznesowego przedsiębiorstwa przynosi on wymierne korzyści. Wprowadzenie takiego typu rozwiązania przynosi jednocześnie korzyści ekologiczne, społeczne oraz środowiskowe, aczkolwiek wymaga równomiernego rozwoju każdego z trzech elementów.

Kolejnym istotnym aspektem, dotyczącym zrównoważonego rozwoju, jest jego implementacja podczas rozwoju rejonów zurbanizowanych. Ludzkość wraz z postępowaniem nauki i technologii ustawicznie dąży do ułatwiania życia oraz funkcjonowania społeczeństw. Ze względu na dynamiczny rozwój miast, to jak znaczną część wszystkich ośrodków mieszkalnych stanowią, badanie aglomeracji miejskich pod względem logistycznym jest zasadne.

Ze względu na rosnące wymagania społeczeństw miejskich, dotyczące jakości życia, oczekiwań zarobkowych względem pracodawców oraz władz, coraz intensywniej rozwijają się koncepcje zrównoważonego rozwoju na temat funkcjonowania miast. Technicznie rzecz biorąc, ze względu na rosnącą liczbę ludności, kurczące się zapasy żywności oraz zasoby energetyczne, wprowadzenie koncepcji zrównoważonego w rozwoju urbanizacji było i jest konieczne. Rozwiązania proekologiczne umożliwiają nie tylko poprawę jakości życia mieszkańców, ale także oszczędność finansową i lepsze gospodarowanie zasobami. Przykładem może być rosnący stosunek wykorzystania wody deszczowej do takich

czynności, jak chociażby mycie naczyń. Dzięki temu rozwiązaniu zmniejsza się wykorzystanie zasobów wodnych, a rachunki gospodarstw domowych ulegają zmniejszeniu.

Zastosowanie filozofii zrównoważonego rozwoju w praktyce jest nie tylko potrzebne, ale wręcz konieczne. Jest to rozwiązanie, które w dalszej perspektywie jest w stanie zatrzymać procesy degradujące ekosystem oraz ulepszyć w finalnym rozrachunku funkcjonowanie łańcucha dostaw, zadowolając wszystkie zainteresowane strony. Tak samo, w spojrzeniu na obecne funkcjonowanie miast, filozofia zrównoważonego rozwoju wymaga popularyzacji, ze względu na wiodący cel polepszenia standardu życia populacji.

LITERATURA

1. Brzustewicz P., *Zrównoważone rozwiązania w transporcie miejskim – kierunki rozwoju*, Acta Universitatis Nicolai Copernici, Toruń 2013.
2. Cichosz M., *Drony w logistyce ostatniej mili – innowacja wspierająca zrównoważoną logistikę*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2020.
3. Cisowski T., Szymanek A., *Zrównoważony rozwój transportu miejskiego*, Politechnika Radomska, Radom 2006.
4. Gradowicz C., *Logistyka w strategii rozwoju miasta – aspekt transportu odpadów komunalnych*, Acta Universitatis Lodziensis, Łódź 2013.
5. Józwiak A., *Zrównoważony łańcuch dostaw*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2019.
6. Kopeć K., *Kształtowanie systemu transportowego miasta w celu osiągnięcia wysokiej jakości życia mieszkańców*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2016.
7. Korneć R., *System transportu miejskiego wobec zrównoważonego rozwoju*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce 2018.
8. Krysiński D., *Idea zrównoważonego transportu a kształt polityki transportowej w polskich miastach*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2014.
9. Latoszek E., Proczek M., Krukowska M., *Zrównoważony rozwój a globalne dobra publiczne w teorii i praktyce organizacji międzynarodowych*, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2016.
10. Mach B., Skrzypek M., *Uber Freight – rewolucja na rynku giełd transportowych*, Wyższa Szkoła Logistyki w Poznaniu, Poznań 2020.
11. Sokołowicz M., Przygodzki Z., *Logistyka miejska i transport zrównoważony*, Uniwersytet Łódzki, Łódź 2016.
12. Tuziak A., *Spoleczno-ekonomiczne aspekty zrównoważonego rozwoju w ujęciu globalnym i lokalnym*, Instytut Socjologii Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2010.
13. Wyszomirski O., *Zrównoważony rozwój transportu w miastach a jakość życia*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2017.

Źródła internetowe

14. <https://www.green-news.pl/499-hm-wchodzi-w-handel-uzywana-odzieza> (dostęp 02.03.2021).
15. <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosc/koncepcyjne-budowanie-rewitalizowanie-miast-5962.html> (dostęp 02.03.2021).

SUSTAINABLE DEVELOPMENT PHILOSOPHY – THE FUTURE OF TSL INDUSTRY

This article presents the concepts of sustainable development in the widely understood TSL industry. The article discusses the benefits of implementing systems with economic, social and environmental growth as an objective. According to the authors, sustainability is one of the most effective growth models available at present. The following article presents the benefits and concepts for modernization of cities and supply chains based on the application of sustainability.

Keywords: *sustainable development, transport, supply chain, ecology, urban agglomeration.*

Julia Marcinkowska, Paula Liszewska, Ewelina Szepielak

Akademia Morska w Szczecinie

WPŁYW E-COMMERCE NA KSZTAŁTOWANIE SYSTEMU LOGISTYCZNEGO

Znaczenie Internetu w obecnym świecie jest powszechne. Wielu ludzi decyduje się na zakupy online ze względu na niższe ceny i oszczędność czasu. W artykule zostały przeanalizowane trzy wybrane najpopularniejsze platformy e-commerce: Alibaba Group, Amazon, Allegro. Omówiono korzyści związane z e-handlem pod względem logistycznym. Przedstawiono strategię eliminującą bariery, utrudniające działanie handlu elektronicznego. Poddano analizie sposób, w jaki przedsiębiorstwa rozwijają sektor e-commerce, aby dotrzeć do jak największego grona odbiorców, przy jednoczesnym zaspokojeniu potrzeb klienta. Ukazano działania, które podejmują firmy, aby stać się liderem na rynku. Uzyskanie zaufania konsumentów wymaga wiedzy oraz zastosowania odpowiedniej polityki firmy. Istotne jest zabezpieczenie płatności przed nieuczciwymi transakcjami, sprawna i szybka wysyłka, innowacyjne pomysły promocyjne, konsultacje ze sprzedawcą, recenzje konsumentów. Z logistycznego punktu widzenia ważne jest zapewnienie poszerzonej oferty usług ze względu na szybkość rozwoju handlu elektronicznego.

Słowa kluczowe: e-commerce, logistyka, e-logistyka.

WSTĘP

Zakupy oraz korzystanie z Internetu stanowią nierozłączny element życia codziennego. Dzięki możliwościom, które udostępnia handel elektroniczny (*e-commerce*), oba czynniki można ze sobą połączyć. Według Y. Tian (Uniwersytet Missouri, USA) i C. Stewart (Uniwersytet Temple, USA) *e-commerce* odnosi się do kupna i sprzedaży towarów lub usług poprzez wykorzystanie komunikacji elektronicznej. Taki rodzaj handlu stanowi jedną z kluczowych metod rozszerzenia własnej pozycji na rynku konkurencyjnym, a także zwiększenia grona odbiorców [2]. Nie wychodząc z domu, każda osoba z urządzeniem posiadającym dostęp do Internetu jest w stanie kupić potrzebne produkty bądź usługi. Dzieje się tak ze względu na możliwość prowadzenia transakcji handlowych przez Internet [1]. Większość przedsiębiorstw jest przystosowana do takich warunków ze względu na szeroką konkurencję oraz chęć zadowolenia klienta.

Przykładowo rozpatrując branżę odzieżową, sklepy premium oferują sprzedaż *online*, która jest wymagana przez większość odbiorców. Podstawowe przyczyny chęci zakupu *online* są to: brak dostępności produktu w sklepie stacjonarnym, oszczędność czasu, promocje, kody rabatowe, dostawa *door to door*, możliwość zwrotu, szybka transakcja, wybór formy płatności, większy asortyment, realizacja dostaw przez kuriera, łatwy sposób wyszukiwania i porównywania produktów [37].

Wyróżnia się dwa typy handlu elektronicznego: *Business-to-Business* (B2B) oraz *Business-to-Consumer* (B2C). W sektorze B2C stanowią transakcje internetowe między przedsiębiorstwami a konsumentami [1]. Oznacza to, że towar, dobro, usługa, informacja trafiają do klienta indywidualnego. Zamówienie realizowane jest bezpośrednio, natomiast dostawa może zostać dokonana za pośrednictwem sieci internetowej bądź poza nią [12]. W przypadku określenia *Business to Business* model ten jest bardziej złożony. Wynika to z tego, że ostateczne urzeczywistnienie transakcji poprzedzone jest wieloma działaniami. Wyróżnia się tu m.in. negocjacje handlowe, konsultację, wypełnienie formularzy czy też dokumentów niezbędnych do finalizacji zamówienia [5].

Zauważyć można, że logistyka jest elementem niezbędnym do funkcjonowania największych platform *e-commerce*. Pomimo że procesy logistyczne znajdują się na równym poziomie z zarządzaniem i marketingiem, to uznać można, że również odgrywają ogromną rolę w *e-commerce* [35]. Proces logistyczny należy rozumieć przez czynności lub zespoły czynności każdego rodzaju, ich celem jest dodanie wartości do zasobów początkowych, a rezultat stanowi wartość dla wymogów klienta [36].

Logistyk dokonuje wszelkich starań, aby odbiorca uzyskał właściwy produkt. Powinno nie dopuszczać się do sytuacji, w której magazyn i transport są źle zorganizowane. Usługi dostawcze powinny zapewnić wykwalifikowanych kierowców oraz system ich śledzenia. Nie tylko sam kierowca, ale również klient, powinni mieć synchronizowane śledzenie lokalizacji w celu dostarczenia produktu we właściwe miejsce o właściwym czasie. Każdy użyty materiał i zastosowana usługa powinny posiadać odpowiednią wartość cenową. Służy to bieżącemu analizowaniu efektywności kosztownej usługodawcy. Każdy dostawca usług powinien również wiedzieć o tym, że właściwy klient oraz dobre zrozumienie jego potrzeb to klucz do sukcesu, który w szerokim stopniu ułatwia współpracę pomiędzy dwoma jednostkami. Dlatego tak istotne jest zwrócenie uwagi na wymogi, których spełnienie pomoże uzyskać nie tylko wskazówki prawidłowej pracy, ale również nowych klientów. Należy zapewnić odpowiednie warunki przechowywania. Magazynowanie musi odbywać się zgodnie z przepisami oraz regułami prawnymi, trzeba zadbać o odpowiedni sprzęt techniczny oraz technologiczny.

Najważniejszy jest czas. Ma on wpływ na wiele firm, pracowników, jak i samych klientów. Terminowość dostaw jest pożądana zwłaszcza przez odbiorcę, jednak pracownicy i dostawcy w przypadku niespełnienia umowy odczuwają jej niepożądane skutki, dlatego wszystkie działania realizowane są w celu poprawienia sprawności na każdym szczeblu, mogącym wspomóc system czasowy [39]. Wniosek jest oczywisty, kierując się zasadą 7W (ang. *7 right*), która zawiera: właściwy produkt, właściwą ilość, właściwą jakość, właściwego klienta, właściwy czas, właściwe miejsce, właściwą cenę [31]. Stwierdzić można, że niemożliwe byłoby prowadzenie przedsiębiorstwa w systemie *e-commerce* bez wpływu logistyki. Przeważnie usługodawca logistyczny w pierwszej kolejności odbiera towar od dostawcy. Dostawcą może być sam producent lub pośrednik. Następuje zbiór

czynności obejmujących kontrolę dostawy, wprowadzenie produktów do systemu, umieszczenie ich w miejscu składowania lub strefy dodatkowych usług (ang. *Value-Added Service* – VAS). Pracownicy powiadamiani są o zamówieniu, zajmują się przygotowaniem paczki do wysyłki. Istnieje także pewien model czynności posprzedażowych. Polega na dodatkowych usługach (np. konserwacja produktu), które nie są jeszcze wdrożone przez wszystkie przedsiębiorstwa. Ze względu na ciągły rozwój *e-commerce* coraz więcej firm będzie zmuszonych do poszerzenia oferty usług w celu polepszenia opinii klientów [33].

Celem artykułu jest analiza przedsiębiorstw *e-commerce* (Alibaba Group, Amazon, Allegro), na podstawie której przedstawiono poniżej, jak wpływ handlu elektronicznego jest istotny dla kształtowania branży logistycznej. Zebrane informacje pomogą ustalić czynniki, które są najważniejsze dla logistyki, aby sprzedaż internetowa funkcjonowała poprawnie.

1. ALIBABA GROUP

Jedną z najlepiej wiodących platform *e-commerce*, gdzie odbywa się sprzedaż działająca na zasadach B2B, jest Alibaba Group. Skupia się głównie na sprzedaży krajowej, ale odgrywa również ważną rolę na rynku globalnym. Jej założycielem jest Jack Ma, który po trzech latach rozbudował sieć biznesów i osiągnął wkład ponad 80 milionów dolarów od pozyskanych inwestorów. Rozbudowano platformę o serwis akcyjny TaoBao, platformę płatniczą Alipay i Aliexpress. Obecnie Alibaba jest to firma, która osiąga dochody znacznie większe niż suma Amazon i eBay, które działają na rynku. W Polsce bardziej powszechny jest portal Aliexpress, jednak na świecie oba z nich są znane większości użytkownikom, korzystających z usług *e-commerce*. Alibaba dysponuje także tłumaczeniem swojej strony na język angielski oraz japoński. Forma takiego tłumaczenia skierowana jest do klientów zza oceanu i do japońskich rynków.

Taobao oferuje program Rural Taobao zapewniający dostęp do różnych artykułów i usług, dzięki temu rolnicy mają możliwość sprzedaży swoich produktów różnym konsumentom miejskim [4]. Można by zastanowić się, dlaczego sprzedaż ta jest istotna. W Chinach wystawy branżowe są bardzo kosztowne i ich organizacja wymaga wielu poświęceń, technologia ta zatem pozwoliła różnym organizacjom na prowadzenie swoich biznesów w dowolnym miejscu na świecie w najbardziej dla nich korzystny sposób.

Należy zwrócić także uwagę, że Alibaba obniża koszty każdego dostawcy, przy czym pomaga im w ocenie danych rynkowych po to, żeby mogli oni przewidzieć popyt w swoich działalnościach. Alibaba zyskuje na tym, że pobiera niewielkie opłaty od dostawców. Są oni chętni na współpracę po obniżonej cenie ze względu na skuteczny marketing, który łączy się ze sprzedażą.

Kolejnym ważnym czynnikiem, przyczyniającym się do zaufania, którym konsumenci obdarzyli portal, jest stworzenie aplikacji płatniczej, nazywanej Alipay.

Jest zabezpieczona za pomocą Escrow (system zabezpieczający płatność, dzięki któremu kupujący dokonuje wpłaty do depozytu, po potwierdzeniu dostawy towaru depozyt zostaje odblokowany dla dostawcy), chroniąc prywatność kupujących i nabywców, nie ujawniając danych osobowych [13]. Wielu sprzedawców czuło się niepewnie do momentu, aż kupujący nie opłacił swojej należności. Kupujący zaś mieli obawy, że dostaną uszkodzony lub inny, niż zamawiali, produkt. Aplikacja pozwala również na komentarz osoby, która skorzystała z transakcji. Komentarze są widoczne na stronie internetowej, dzięki czemu inni konsumenci mogą dowiedzieć się o produkcie na podstawie opinii osób, które posiadają produkt. Oferta Alibaby daje wiele możliwości zarówno małym, jak i dużym przedsiębiorstwom. Ich sprzedaż w serwisie jest korzystna dla obu stron, a koszty zostają zmniejszone [43].

Rok 2019 pozwolił serwisowi Alibaba przejąć Koalę, czyli największą chińską platformę *e-commerce*. Działanie to pozwoliło na połączenie jej z ich Tmall Global Marketplace, a to przyniosło udział w rynku wynoszący 53%. Nowym trendem zapoczątkowanym w Chinach i mającym większą popularność przez pandemię stał się *live streaming*. Polega on na zaprezentowaniu produktu poprzez aplikację, którą posiada dana firma, w celu pokazania swojego produktu w czasie rzeczywistym. Odbiorca poprzez dowolne urządzenie z dostępem do Internetu ma możliwość „na żywo” obejrzeć prezentację danego dobra. Taka forma reklamy została przyjęta bardzo pozytywnie i pozwala przedsiębiorstwom na zwiększenie zysków. Jest to szczególnie istotne ze względu na to, że forma ta pozwala na szybką informację o rabatach, promocjach, stanie, jakości i wizualizacji. Stosuje się wiele technik, które mają przyciągnąć odbiorców. Są to m.in. konkursy, losowania, ograniczenie czasowe itp. Organizacja *live streamingu* jest na tyle elastyczna, że nie ma ograniczeń do prezentowanego dobra.

Branża logistyczna jest ściśle związana ze sprzedażą *online*. W większości przypadków wydajność logistyki ma bezpośredni wpływ na lojalność klientów wobec firmy zajmującej się sprzedażą *online*. Chiny są krajem, który przyjmuje podejście historii i jest ściśle związany z kulturą. Istnieją tu kwestie logistyczne, które stanowią problem w prowadzeniu firmy. Styl przedsiębiorczości ogranicza system zarządzania logistyką czy dostawami w wielu chińskich przedsiębiorstwach. Alibaba ze względu na dużą bazę klientów dysponuje znacznymi zasobami i są one niekwestionowanymi liderami kanałów swoich łańcuchów dostaw [7]. Zanim Chiny przyłączyły się do Światowej Organizacji Handlu, logistyka nie odgrywała ważnej roli na chińskim rynku konsumenckim, sektor ten nie był uznawany za ważny i potrzebny, dlatego nie skupiano się nad jego rozwojem.

E-logistyka – skrót od elektronicznej logistyki – odnosi się do głównego i znaczącego zastosowania informatyki w tej dziedzinie. Logistyka elektroniczna jest stosowana w informatyce na wiele sposobów. Przykładowo może być to aplikacja, baza danych czy też wykorzystanie identyfikacji radiowej (RFID). Łącząc ze sobą te informacje, zauważyć można, że e-logistyka stanowi znacznie szersze rozumienie terminu tradycyjnej logistyki [32].

Rozwój działu logistyki w firmie pojawił się także w 2017 r., gdy został otwarty pierwszy inteligentny magazyn, który wykorzystywał 60 autonomicznych robotów Vermillon Bird. W magazynie znajdują się inteligentne roboty i Szkarłatne ptaki, funkcjonujące dzięki technologii Wi-Fi, przez którą przepływają zamówienia. Urządzenia zbierają zamówienia z półek, przez co zwiększają wydajność magazynu nawet trzykrotnie [6]. Funkcjonowanie robotów wspomaga detekcja laserowa, która zapobiega przed wpadaniem ich na siebie. Ich czas pracy wynosi osiem godzin, w których nie jest uwzględniona przerwa. Dzięki wprowadzeniu robotów do magazynu pracownicy hali nie muszą wykonywać zadań związanych z pakowaniem i paletyzowaniem [11].

2. AMAZON

Amazon jest to przedsiębiorstwo internetowe, które poprzez swoje działania dąży do tego, aby klient poczuł się najważniejszy. Główne zasady Amazon to: stawianie dobra klienta ponad konkurencję, zaangażowanie operacyjne i długoterminowość [26]. Przedsiębiorstwo swój sukces zawdzięcza przede wszystkim narzędziu informatycznemu *big data*. Jak podaje *Directorate for Financial and Enterprise Affairs, Competition Committee OECD*, termin ten oznacza potencjał technologii zaawansowanego oprogramowania, które kolekcjonuje, zmienia i analizuje dane. Charakteryzuje się prędkością wytwarzania, precyzowaniem profili potrzeb klientów [9]. Należy zadać pytanie, dlaczego Amazon.com zdecydował się na wykorzystanie *big data*.

Pierwszym zabiegiem stosowanym w przedsiębiorstwie jest zmiana cen nawet kilkanaście razy dziennie, co uzależnione jest od odwiedzin strony internetowej. Technika ta nazywana jest dynamicznym kształtowaniem cen. Gigadane pozwalają firmie na analizę czynników, takich jak: konkurencyjne ceny, dostępność zapasów, świadome ustalanie cen produktów. Ponadto istnieje ryzyko oszustów, np. pod względem zwrotów, przez co firma korzysta z algorytmów niwelujących fałszywe transakcje. Przykładowo kontrola w firmie polega na korzystaniu z historii transakcji, dzięki której łatwo wyeliminować osoby notorycznie dokonujące zwrotu towaru. Na podstawie produktów, które klient wyszukuje i umieszcza w „koszyku” lub dodaje do „ulubionych”, Amazon tworzy spersonalizowaną ofertę z podobnymi produktami z tej dziedziny. Jest to szczególnie korzystne nie tylko dla samej firmy, ale także klienta oraz przedsiębiorstw zewnętrznych, które mają możliwość wykupienia platformy, umożliwiającej poznanie potrzeb klienta. Amazon wykorzystuje własną bazę danych w celu rozwoju swojej działalności o dodatkowe przedsiębiorstwa [8].

Klienci sklepu mają możliwość skorzystania z dodatkowej opcji Amazon Prime. Określenie „*prime*” oznacza w tłumaczeniu „główny”, dzięki temu klient, korzystając z oferty, ma poczucie wyróżnienia spośród pozostałego grona nabywców. W zależności od kraju zamieszkania klienci posiadają bardziej

rozbudowaną lub ograniczoną wersję oferty. Serwis ten udostępnia: szybką i darmową dostawę (do dwóch dni roboczych), dostęp do ofert i rabatów krótkookresowych, zwrot 5% należności przy dokonywaniu zakupów spożywczych, korzystne warunki zakupów farmaceutycznych, dostęp do filmów, programów telewizyjnych, utworów muzycznych, gier oraz książek [29]. Szczególnie ważnym wydarzeniem dla klientów posiadających abonament w Amazon jest „Amazon Prime Day”, który odbywa się każdego roku w październiku. Dzień ten można porównać do Czarnego Piątku, czyli możliwości zakupu produktów w stosunkowo niższych cenach.

Amazon wzbogacił swoją ofertę o wydłużoną formę zwrotu produktów, ponadto stara się, aby wysyłki były realizowane w jak najkrótszym czasie [10]. Z powodu pandemii w 2020 r. wydarzenie Amazon Prime Day 2020 r. zostało przełożone z lipca na październik [28]. Zmiana ta okazała się być bardzo korzystna dla przedsiębiorstwa, sprzedawcy wygenerowali ponad 3,5 mld USD przychodu. Jak się okazuje, obrót ten w porównaniu z 2019 r. wzrósł o ponad połowę. Jednymi z najbardziej pożądaných produktów były tekstylia, artykuły spożywcze, akcesoria bezprzewodowe, farmaceutyczne i urządzenia z technologią Amazon Echo [24] (np. Alexa – inteligentna asystentka głosowa stworzona przez Amazon [38]). Sukces nie został osiągnięty wyłącznie przez sprzedawców, ale również użytkownicy abonamentu Prime zaoszczędzili 1,4 mld USD [24].

Ważnym aspektem jest dostarczanie towarów do klientów w jak najkrótszym czasie. Istnieją trzy rodzaje dostawy: dostawa przez dostawcę, dostawa w czasie krótszym niż 48 godzin; dostawa w czasie krótszym niż 2 godziny. Ponadto Amazon oferuje zmianę zamka w domu, w celu dostarczenia paczki, w momencie, w którym klient jest poza miejscem zamieszkania. Osoba dostarczająca paczkę byłaby filmowana w celu zapewnienia bezpieczeństwa [41].

Od wielu lat Amazon inwestuje w najnowsze technologie. Poza wcześniej wspomnianą *big data* zaliczyć tu można również Internet Rzeczy, wszechobecną łączność, robotyzację. Magazyny Amazon są na wysokim poziomie technologicznym. Stosowany w magazynie system IT informuje pracowników o tym, które towary oraz w jakiej kolejności trafiają do komplementacji. Umożliwia to lokalizacja wszystkich produktów, które zostały wcześniej zeskanowane. Regały są specjalnie przystosowane pod roboty. Roboty mają 30 cm wysokości oraz 1 m wysokości. Przemieszczają regały zgodnie z zapotrzebowaniem, dzięki wbudowanym czujnikom nie ma możliwości kolizji.

Innym ciekawym rozwiązaniem logistycznym jest *Treasure Truck* – klienci Amazon otrzymują powiadomienie wysłane SMS z ofertą dnia; mają możliwość dokonania zakupów przez aplikację i odebrania towaru w dogodnym dla nich miejscu bezpośrednio z ciężarówki [40].

Warto wspomnieć o modelu sprzedażowym, z którego korzysta Amazon. FBA czyli *Fulfillment By Amazon* (wypełnienie zobowiązań przez Amazon) umożliwia sprzedawcom wysłanie swoich produktów do magazynu Amazon, które są tam przechowywane do momentu sprzedaży. Zakres usług świadczonych przez Amazon

obejmuje: pakowanie, transport, śledzenie zamówienia, obsługę posprzedażową, zwroty i reklamacje [34]. Dzięki dołączeniu do programu sprzedawcy zwiększają swój poziom sprzedaży nawet o 50% [35]. Obecnie na świecie Amazon posiada 300 centrów *Fulfillment*, a w ich pobliżu znajdują się centra dystrybucji świeżych produktów (głównie w USA). Ponadto posiada również 80 małych magazynów, które umożliwiają Amazonowi realizację dostaw w ciągu dwóch godzin; magazyny po przejęciu Whole Food Group oraz Airport Hub, który jest w trakcie budowy w Kentucky [41].

Niewątpliwie Amazon zyskał zaufanie wśród swoich klientów poprzez wieloletnie funkcjonowanie na rynku. Potencjalny klient, który zauważa produkt dostarczony przez Amazon, wyraża większe chęci do zakupu. Amerykański Wskaźnik Zadowolenia Klientów (ang. *American Customer Satisfaction Index Amazon*) wskazuje, iż Amazon uzyskał miano lidera niezawodności wśród klientów amerykańskich w 2021 roku [3].

3. ALLEGRO

Najbardziej rozpowszechnioną platformą *e-commerce* w Polsce jest Allegro. Można to określić po analizie rankingu najczęściej odwiedzanych stron internetowych *e-commerce* w Polsce. Allegro góruje na szczycie listy utworzonej przez SimilarWeb [30], która zajmuje się dokładną analizą popularności witryn internetowych. W rankingu ogólnosiwiatowym, utworzonym przez tę samą stronę, zajmuje 10. pozycję [27]. Allegro funkcjonuje na rynku od 1999 roku. Działalność w serwisie prowadzi ponad 117 tys. różnych firm, a większość z nich jest polskiego pochodzenia. Platforma swoim zasięgiem obejmuje 90 mln ofert produktów z takich kategorii, jak: Dom i ogród, Dziecko, Elektronika, Firma i usługi, Kolekcje i sztuka, Kultura i rozrywka, Moda, Motoryzacja, Nieruchomości, Sport i turystyka, Supermarket, Uroda, Zdrowie i Inne opcje [15, 23].

Miesięcznie użytkownicy dokonują zakupu 30 mln produktów. Klienci systematycznie odwiedzają witrynę Allegro ze względu na elastyczność i szeroką gamę produktów. W sytuacji, w której konsument nie ma wystarczających informacji na temat produktu, ma możliwość m.in. skontaktować się ze sprzedawcą, zasugerować się opiniami na temat produktu, przejrzeć szczegółową analizę opisu produktu [23]. Dodatkowe zaufanie wzbudza Program Ochrony Kupujących. W przypadku, gdy: produkt zostanie opłacony, lecz nie dostarczono go do punktu odbioru; zamówienie jest niekompletne, niezgodne z opisem lub uszkodzone; przedmiot został zwrócony, natomiast nie uzyskano zwrotu pieniędzy, Allegro rekompensuje zaistniały problem poprzez zwrot pieniędzy oraz koszty przesyłki [22].

Platforma udostępnia również autorskie artykuły. Poruszają one różne zagadnienia, znaleźć w nich można informacje na tematy, takie jak: wybór najlepszego smartfonu, polecanych modeli radia w stylu retro, testu słuchawek bezprzewodowych, prezentu na Dzień Kobiet itp. Każdy z artykułów został napisany

po to, aby ułatwić wybór produktu odpowiedniego do okazji czy też preferencji użytkownika [16]. Klienci w chwili niepewności mają możliwość zadania pytania, konwersacji czy też wyrażenia opinii. Należy wyszukać zakładkę „*Gadane*” i „*Rozpocząć temat*”, następnie każda osoba odwiedzająca stronę internetową może dobrowolnie się wypowiedzieć na forach dyskusyjnych. Możliwość ta daje wiarygodne źródło odnośnie do opinii na tematy produktów, sprzedawców, czy też samych klientów lub serwisu [25].

Allegro posiada wiele ofert tego samego produktu. Konsument wybiera sprzedawcę, od którego zakupi poszukiwany towar, ma możliwość wyboru oferty w cenie, która jest najbardziej dla niego korzystna. Dokonanie płatności może odbyć się na kilka sposobów. Najpowszechniejsze metody są to: przelew internetowy, płatność kartą kredytową oraz płatność za pobraniem. Dodatkowo istnieje sprzedaż ratalna z niskim oprocentowaniem. Towary oznaczone ikoną „*raty zero*” są szczególnie korzystne dla konsumenta [19]. Kolejną metodą, która pozwala na dokonanie zakupów w niższej cenie jest płatność monetami. Przykładowo, gdy całkowity koszt zamówienia wynosi 50 zł, a klient posiada 10 monet, to zapłaci 10 zł mniej. Stałym użytkownikom serwisu warto zatem zwracać uwagę na produkty, które oznaczone są specjalną ikoną, informującą o uzyskaniu monet po dokonaniu płatności. Oznacza to, że kolejne zakupy będą tańsze [17].

Dla osób, które często korzystają z Allegro, szczególnie istotna powinna być ikona, która nazywa się „*Allegro smart*”. W celu uzyskania konta *smart* należy wykupić comiesięczną lub roczną subskrypcję. Miesiąc korzystania z usługi wynosi 10,99 zł, natomiast rok – 49,00 zł. Zakres oferty obejmuje:

- darmową dostawę do paczkomatów oraz punktów odbioru (dotyczy zakupów za kwotę minimum 40 zł);
- dostawę kurierem bez opłat przy zakupie za kwotę minimum 80 zł (dotyczy zakupu od jednego dostawcy);
- darmowy zwrot – oznacza to, że niezależnie od wysyłki towar można zwrócić w formie takiej samej, jak został dostarczony, płatność przy odbiorze oraz z góry;
- dostęp do wyjątkowych okazji wyłącznie dla użytkowników z abonamentem, czyli powiadomienia o specjalnych promocjach; zwrot pieniędzy w Programie Ochrony Kupujących zostanie dokonany w terminie nieprzekraczającym dwóch dni [20].

Dodatkowo istnieje również opcja *smart* dla studentów. Pozycja obejmuje podstawowy zakres konta *smart*, ale również umożliwia każdemu studentowi 20% zniżki na: przejazd hulajnogami, przejazdy autobusowe firmy FLiXBUS; dodatkowe 7 GB Internetu gratis w sieciach komórkowych Heyah i T-Mobile, 20% zniżki na usługi Multikina, ponadto kupon na specjalny zestaw barowy w kinie za kwotę 12,90 zł. Studenci przez sześć miesięcy korzystają z konta *smart* bez opłat, dopiero po zakończeniu okresu próbnego decydują, czy chcą przedłużyć swoją gwarancję, czy z niej zrezygnować. W przypadku, gdy osoba podejmie decyzję zakupu kolejnego miesiąca z usługą *smart*, jej koszt wyniesie 3,25 zł, natomiast cały rok użytkowania to cena 39 zł [21].

Allegro jest wartą uwagi stroną *e-commerce* nie tylko z punktu potencjalnego klienta, ale również osób, które planują rozpowszechnić swoją sprzedaż przy użyciu Internetu. Przedsiębiorca do zarejestrowania się na portalu potrzebuje jedynie NIP, pozostałe dokumenty realizowane są przez zespół pracowników Allegro. Sama realizacja promowania produktów jest mało skomplikowana. Należy opisać fotografie produktu, który ma zostać sprzedany, w późniejszym etapie sprzedaży Allegro dokonuje przelewu za produkty. Ostatnią czynnością jest wysyłka. Dla nowych użytkowników powstał pakiet, oferujący brak prowizji oraz osiem miesięcy zniżek. Przedsiębiorca może oczekiwać wsparcia serwisu poprzez bezpłatne szkolenia. Uczestnictwo należy potwierdzić poprzez wpisanie się na termin najbliższego szkolenia internetowego, przy użyciu technologii. Również Allegro Smart ma wpływ na sprzedawcę. Sprzedaż zwiększyć można nawet o 70% [18].

Logistyka Allegro również stanowi nierozłączny element funkcjonowania przedsiębiorstwa. Dostawy realizowane są na kilka sposobów. Pierwszy z nich to Program szybkich dostaw, który funkcjonuje od 4 stycznia do 31 grudnia 2021 r., polega na możliwości dostawy towaru w kolejnym dniu od zamówienia towaru, istnieje również opcja zaznaczenia konkretnej godziny, o której produkt zostanie dostarczony. Drugą opcją jest dostawa standard, która oferuje kurierów z firm UPS, DPD oraz dostawę za pośrednictwem Poczty Polskiej. Trzecią opcją jest dostawa do paczkomatu InPost, punktów odbioru (np. Żabka) [42]. To co jest istotne, to Allegro zachęca sprzedawców do udostępnienia numeru przesyłki oraz tłumaczy, dlaczego takie rozwiązanie jest korzystne.

Ze względu na wysoką pozycję na rynku w Polsce oraz ogromną liczbę zamówień i usprawnienie ich realizacji, Allegro zdecydowało się na wybudowanie nowego centrum logistycznego pod Warszawą. Umowa została podpisana pomiędzy Allegro a firmą Panattoni. Powierzchnia magazynu obejmuje 36 500 m², na obsługę zamówień przeznaczono powierzchnię aż 35 100 m². Planowane jest również wyposażenie centrum logistycznego w nowoczesną technologię z zakresu automatyki, a także zastosowanie systemów zarządzania magazynów, systemu przenośników i skanerów, zapewniających odpowiedni standard obsługi [14].

PODSUMOWANIE

Analizując opisane przedsiębiorstwa, dostrzega się, że ich rozwój oraz zaangażowanie na rynku są imponujące. Wiele czynności, modernizacji oraz przystosowania się do sytuacji w bieżącym czasie jest realizowanych na wysokim poziomie. Istnieje mnóstwo barier, które przeszkadzają w funkcjonowaniu *e-commerce*, są to: bezpieczeństwo, złe połączenie internetowe lub całkowity brak połączenia, brak bezpośredniej wizualizacji towaru, obawa przed brakiem konsultacji ze sprzedawcą, czas realizacji dostawy oraz jakość produktu.

Logistyka jest niezbędnym elementem, bez którego funkcjonowanie przedsiębiorstwa *e-commerce* byłoby niemożliwe. Przedsiębiorstwa, które decydują się na

sprzedaż internetową, powinny pamiętać, że towar należy dostarczyć i mieć gdzie go magazynować. Te dwa aspekty muszą zostać spełnione, żeby działalność miała szanse utrzymać się na rynku. Podstawy logistyki stanowią klucz sukcesu. Proces dostawy towaru do klienta składa się z wielu poprzedzających go czynności i tak naprawdę to właśnie zadania wykonywane przed samą dostawą są najbardziej istotne, zanim produkt trafi do odbiorcy.

Rozważając w pierwszej kolejności sukces Alibaba Group, firma pręźnie reklamuje swoje produkty, bez zabiegu marketingowego z pewnością liczba odbiorców byłaby znacznie mniejsza. Stąd też wniosek, który się nasuwa – właściwa reklama oraz promowanie produktów są kluczem do zwiększenia liczby odbiorców. Mogłoby się wydawać oczywiste, że bez zastosowania odpowiednich taktyk marketingowych sprzedaż byłaby ograniczona, jednak wiele współczesnych przedsiębiorstw wciąż boryka się z odpowiednią prezentacją swoich produktów przez brak wiedzy, stąd warto zaopatrzyć się w odpowiedni zespół pracowniczy i stworzenie działu odpowiedzialnego za promocję. Często słyszy się o osobach, które realizują pomysł stworzenia produktu, który ich zdaniem spełnia odpowiednie czynniki, aby wybić się na rynku konsumenckim. Problem polega na braku odpowiedniej wiedzy, w jaki sposób przedstawić go odbiorcom, aby wybrali konkretny produkt spośród ogromnej liczby podobnych ofert. Alibaba w środowisku swoich odbiorców mierzyła się z problemem braku zaufania zwłaszcza z procesem płatności. Klienci nie byli pewni, czy ich wpłata będzie w pełni bezpieczna, a produkt, który otrzymają, spełni ich wszystkie oczekiwania. Wprowadzono zatem nową metodę płatności, system Alipay, który umożliwia wpłatę depozytu. Klient zatwierdza swoją płatność w momencie, kiedy wie, że zakupiony towar spełnia jego oczekiwania. Aby tak się stało, należy produkt odpowiednio magazynować oraz dostarczyć. Magazynowanie odbywa się na wysokim poziomie, ponieważ wprowadzone technologie są nowoczesne, co pozwala pracownikom magazynu na lżejszą pracę, gdyż część obowiązków przejęły roboty. Paradoksalnie mogłoby wydawać się, że zespół logistyczny straci swoją pozycję w magazynie, ale nic bardziej mylnego. Robotami również trzeba sterować, zadbać o ich stan techniczny, towary należy zeskanować oraz zaplanować ich rozmieszczenie w sposób jak najbardziej wydajny.

Amazon poza reklamą oferuje Konto Prime, które jest korzystne z punktu widzenia klienta. Można by uznać, że firma stara się stworzyć społeczność, silnie związaną z Amazonem. Logistyka działa w sposób satysfakcjonujący, technologia jest rozbudowana, a firma nieustannie wprowadza nowe możliwości w celu rozszerzenia oferty. Dostawa realizowana jest na różne sposoby. Flota pojazdów jest ogromna, a sam proces dostarczenia przesyłki ma na celu zapewnienie jak najszybszego czasu. Kierując się zasadą 7R, wiadomo, że czas jest bardzo ważny. Bez odpowiedniego przygotowania planu wysłania pojazdów oraz produktów nie byłoby to możliwe.

Amazon jest doskonałym przykładem działalności, która faktycznie spełnia swoją wizję. Wiąże się to przede wszystkim z podejściem długoterminowym, które stosuje.

Allegro jest polską firmą, która szczytuje na liście najbardziej popularnych stron *e-commerce* w Polsce. Jest szeroko rozwinięta, swoją wartość osiągnęła poprzez wieloletni rozwój i wciąż dąży do polepszenia swoich usług. Szczególnie istotny jest fakt, że firma w celu rozwoju postanowiła więcej uwagi poświęcić logistyce. W tym celu budowane jest centrum logistyczne, które ma umożliwić szybsze realizowanie przesyłek.

Przyglądając się wszystkim analizowanym przedsiębiorstwom, zauważyć można, jak ważny wpływ ma logistyka na prowadzenie działalności internetowej oraz na wiele czynników, prowadzących do usatysfakcjonowania klienta. Pomimo upływu lat przedsiębiorstwa powinny wciąż udoskonalać swoje podejście i wprowadzać technologie, które będą adekwatne do spełnienia potrzeb konsumenckich.

LITERATURA

1. Stolecka-Makowska A., *Zakupy konsumentów przez Internet w Polsce i Unii Europejskiej – analiza porównawcza*, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach Wydział Ekonomii, Katowice 2016.
2. Tian Y., Stewart C., *Electronic Commerce: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 2008.

Źródła internetowe

3. *ACSI Benchmarks by Company*, https://www.theacsi.org/?option=com_content&view=article&id=149&catid=&Itemid=214&c=Amazon (dostęp 1.03.2021).
4. *Alibaba Group at Glance as of December 2017*, https://docs.alibabagroup.com/assets2/pdf/Alibaba_Group_Corporate_Overview_20171213_Eng.pdf (dostęp 12.02.2021).
5. Britenet, *Wdrożenie platformy e-commerce B2B, o czym warto pamiętać*, <https://brite-net.com.pl/api/content/uploads/2020/08/Wdrozenie-platformy-e-commerce-B2B.pdf> (dostęp 12.02.21021).
6. Brzeziński J., Rudnicka A., *Nowoczesne trendy w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw*, www.researchgate.net (dostęp 29.04.2021).
7. Chen H., Jin Y., Huo B., *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, www.emerald.com (dostęp 29.04.2021).
8. Danziger C., *How Amazon Used Big Data to Rule E-commerce*, 30.11.2019, <https://insidebigdata.com/2019/11/30/how-amazon-used-big-data-to-rule-e-commerce/> (dostęp 20.02.2021).
9. *Directorate for Financial and Enterprise Affairs, Competition Committee OECD*, https://przemyslprzyszlosci.gov.pl/wielki-wybuch-danych/?gclid=Cj0KCQiA4L2BBhCvARIsAO0SBdbD4FIXL2BaClirEkGQZ-1a7y_aFOEmxQfJbRf4mJ5hZi8aAi4cEALw_wcB (dostęp 19.02.2021).
10. Druś M., *Amazon przyspiesza o tydzień start Black Friday*, <https://www.pb.pl/amazon-przyspiesza-o-tydzien-start-black-friday-1100661> (dostęp 27.02.2021).
11. Dworakowska K., *Roboty w magazynie Alibaba*, <https://www.seaoo.com/blog/roboty-w-magazynie-alibaba/> (dostęp 29.04.2021).

12. Gefen D., *Consumer Trust in B2C e-Commerce and the Importance of Social Presence: Experiments in e-Products and e-Services*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0305048304000131> (dostęp 5.03.2021).
13. Gronkvist F., *How to Pay Suppliers on Alibaba: A Complete Guide*, <https://www.chinaimportal.com/blog/alibaba-supplier-payment/> (dostęp 22.02.2021).
14. <https://about.allegro.eu/pl/news-releases/news-release-details/allegro-buduje-nowe-centrum-logistyczne-aby-pomoc-sprzedajacym> (dostęp 29.04.2021).
15. <https://allegro.pl/> (dostęp 4.03.2021).
16. <https://allegro.pl/artykuly> (dostęp 4.03.2021).
17. <https://allegro.pl/kampania/monety> (dostęp 4.03.2021).
18. <https://allegro.pl/kampania/zacznij-sprzedaz#zaczac> (dostęp 4.03.2021).
19. <https://allegro.pl/metody-platnosci/raty/zero> (dostęp 4.03.2021).
20. https://allegro.pl/smart?bi_s=allegro_smart&bi_m=footer#czym-sa-smart-okazje (dostęp 4.03.2021).
21. <https://allegro.pl/smart/student> (dostęp 4.03.2021).
22. <https://dlakupujacych.allegro.pl/bezpieczenstwo/program-ochrony-kupujacych/warunki-skorzystania> (dostęp 4.03.2021).
23. <https://dlakupujacych.allegro.pl/wygodne-zakupy/najwiekszy-wybor> (dostęp 4.03.2021).
24. <https://ecommercenews.pl/amazon-podsumowal-prime-day-2020-branza-logistyczna-spodziewa-sie-znacznym-wzrostem-w-tegorocznym-okresie-swiatecznym/> (dostęp 1.03.2021).
25. <https://spolecznosc.allegro.pl/> (dostęp 4.03.2021).
26. <https://www.aboutamazon.com/about-us>, (dostęp 4.03.2021).
27. <https://www.allegro.eu/pl/o-nas/poznajmy-sie> (dostęp 4.03.2021).
28. <https://www.amazon.com>, (dostęp 1.03.2021).
29. <https://www.amazon.com/amazonprime/> (dostęp 27.02.2021).
30. <https://www.similarweb.com/top-websites/poland/category/e-commerce-and-shopping/> (dostęp 4.03.2021).
31. http://www.logistykawpolsce.pl/artykuly/zasada_7w,44.html (dostęp 5.03.2021).
32. Jingxuan X., *Logistics of E-commerce in the Chinese Market*, www.theseus.fi (dostęp 28.04.2021).
33. Kawa A., *Fulfillment Service in E-commerce Logistics*, University of Economics and Business, Poznań 2017, http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-c7d06d45-2230-4772-9318-a5d5a39b42d3/c/Fulfillment_service_Kawa.pdf (dostęp 5.03.2021).
34. Kenig-Westphal A., *Amazon FBA – wymagania, koszty i programy UE*, https://www.nethansa.com/pl/blog/modele-sprzedazy-i-logistyki-na-amazonie-co-to-jest-fba/?utm_term=amazon%20fba&utm_campaign=%5BSearch%5D+%5BBlog%5D+FBA&utm_source=adwords&utm_medium=pc&hsa_acc=2868883295&hsa_cam=8144831720&hsa_grp=83119731006&hsa_ad=397535255643&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-5129345077&hsa_kw=amazon%20fba&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQiAhP2BBhDdARIsAJEzXIHmsR1n0V6LE8D2ICEPtfudftkUdfPEJHi8cO29WIPcWyF0N2TU2nkaAmQ1EALw_wcB (dostęp 1.03.2021).
35. Kozierska M., *Obsługa logistyczna obszaru e-commerce*, Politechnika Częstochowska Wydział Zarządzania, Częstochowa 2014, http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-e62829e0-d557-46d9-9127-ca8f6224633a/c/Kozierska_ZNPSL_Org.Zarz._68_2014.pdf (dostęp 5.03.2021).
36. Kulińska E., *Wartość w procesach logistycznych*, http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2009/074_Kulinska.pdf (dostęp 4.03.2021).

37. Paślawski K., *5 najważniejszych powodów zakupów online i offline*, crn.pl (dostęp 4.03.2021).
38. Persona M., *Alexa i inni, czyli najciekawsze gadżety Internetu*, <https://mobilitynews.pl/alexa-i-inni-czyli-najciekawsze-gadzety-internetu-rzeczy/> (dostęp 1.03.2021).
39. Suresh S., Vasantha S., *Influence of 7R in Logistics Industry towards Customer Satisfaction*, <https://www.sciencepubco.com/index.php/IJET> (dostęp 5.03.2021).
40. Szymańska J., Pasierbski H., *O krok przed konkurencją, cyfrowa transformacja łańcucha dostaw w firmie Amazon*, <http://cejsh.icm.edu.pl/> (dostęp 29.04.2021).
41. Thieulex E., *Amazon Supply Chain & Logistic Secrets*, https://abcsupplychain.com/en/amazon-supply-chain-logistics/#Amazon_Warehouses_Automation (dostęp 29.04.2021).
42. www.allegro.pl (dostęp 29.04. 2021).
43. Yazdanifard R., Tun Hunn Li M., *Global Journal of Management and Business Research: E-Marketing*, https://globaljournals.org/GJMBR_Volume14/4-The-Review-of-Alibabas-Online-Business-Marketing.pdf (dostęp 15.02.2021).

THE IMPACT OF E-COMMERCE ON THE DESIGN OF THE LOGISTIC SYSTEM

Under present circumstances the meaning of the Internet is prevalence. Lots of people decided on online shopping in the view on reduction of the costs. On this article introduce three most importance platforms of e-commerce: Alibaba Group, Amazon, Allegro. The logistical benefits of online shopping were discussed. Introduce the strategy of elimination the barrier impedes activity of e-commerce. Analysed by means businesses develop the sector of e-commerce so that get round massive of group society. Their main aim is meeting demands of the customers. There is necessity introduce activities to became lider of the marketplace. To gain customer's confidence require knowledge and relevant politics company business. Major issue are protection payments from illegal transaction, functional and quick shipping, innovation concepts of the promotion, consultation with the seller, opinion of the customers. On the logistic point of view important is diversify the offers of the services. It is crucial due to rapid development.

Keywords: e-commerce, logistic, e-logistic.

Weronika Marzec, Katarzyna Skiba

Uniwersytet Morski w Gdyni

KONCEPCJA LEAN MANAGEMENT W ZARZĄDZANIU PRZEDSIĘBIORSTWEM

W opracowaniu przedstawiono najnowsze osiągnięcia nauki z zarządzania przedsiębiorstwem. Praca zawiera kluczowe informacje na temat koncepcji Lean Management. Omówion jej istotę i zasady. Porównano tradycyjne i szczupłe podejście do zarządzania. Opisano wybrane narzędzia Lean Management, takie jak: Just in Time, TPM, 5S, Kaizen i Kanban. Koncepcja szczupłego zarządzania została przedstawiona na przykładzie firmy kosmetycznej Oriflame. Analiza SWOT wskazała mocne i słabe strony przedsiębiorstwa, a także jego szanse i zagrożenia. Omówiono również filozofię zarządzania w tej firmie. Celem artykułu jest zdefiniowanie istoty Lean Management jako jednej ze skuteczniejszych w zarządzaniu przedsiębiorstwem, co zostało dokonane na przykładzie firmy Oriflame.

Słowa kluczowe: koncepcja, zarządzanie, nowoczesny, Lean Management.

WSTĘP

Zachodzące zmiany w gospodarce globalnej i krajowej kształtowane są przez czynniki, kreowane przez dynamiczne i turbulentyne otoczenie. Współczesne organizacje, niezależnie od formy oraz sektora gospodarki, w którym wytwarzają swoje produkty i usługi, aby funkcjonować i budować swoją pozycję konkurencyjną powinny dostosowywać swoje procesy do istniejącej sytuacji gospodarczej. Bieżące problemy, związane ze zrównoważonym rozwojem, wymaganiami stawianymi przez interesariuszy, postępem technologicznym, mają znaczący wpływ na wybór i stosowanie przez przedsiębiorstwa konkretnych koncepcji zarządzania. Jednym ze sposobów sprostania i dostosowania się do zmiennych warunków otoczenia jest koncepcja *Lean Management*.

1. ISTOTA I ZASADY LEAN MANAGEMENT

Filozofia zarządzania *Lean Management* (LM) została stworzona w Japonii na początku lat 40. XX w., kiedy to koncern motoryzacyjny Toyota Motor Company opracował model produkcyjny TPS (*Toyota Production System*), który z biegiem czasu zaczął przynosić pożądane przez przedsiębiorstwo efekty. Po wprowadzeniu udoskonaleń system ten zamienił się w koncepcję, która zaczęła być stosowana przez inne przedsiębiorstwa produkcyjne na świecie, a obecnie jest również przedmiotem zainteresowania właścicieli firm z sektora usług [5].

Lean Management („szczupłe” zarządzanie) jest znaną i coraz częściej wykorzystywaną koncepcją zarządzania, której istotą jest osiągnięcie jak najwyższego poziomu wydajności i efektywności produkcji oraz oferowanych usług, a w rezultacie uzyskanie pozytywnego wyniku finansowego. Celem takiego podejścia zarządzania jest dostosowanie organizacji i jej pracowników do panujących warunków otoczenia poprzez wprowadzanie radykalnych zmian w strukturze organizacyjnej czy w sposobie realizacji procesów wewnętrznych. Jest to proces długotrwały, polegający na ciągłym doskonaleniu i uczeniu się organizacji. Z drugiej strony jest skuteczny, ponieważ pomaga zidentyfikować i ograniczyć czynniki, wpływające na ponoszenie strat [4].

Koncepcja *Lean Management* opiera się na kilku najważniejszych, poniżej wymienionych zasadach [1]:

- tworzenie małych jednostek organizacyjnych, zespołów pracujących nad konkretnym zadaniem;
- eliminowanie niepotrzebnych kosztów związanych z funkcjonowaniem organizacji;
- ciągłe doskonalenie produktów/usług, procesów oraz kwalifikacji i kompetencji pracowników;
- maksymalizacja produkcji, minimalizacja zapasów;
- posiadanie elastycznej struktury, która umożliwi szybkie dostosowanie się do turbulentnego otoczenia;
- upraszczanie procesów i skrócenie cyklu produkcyjnego, aby zminimalizować ich wrażliwość na zmiany otoczenia;
- skupienie się na jakości i narzędziach, które mają zapewnić jak najwyższy jej poziom;
- stałe monitorowanie i reagowanie na zmieniające się potrzeby klientów;
- stosowanie jasnego podziału zadań i odpowiedzialności;
- terminowość dostaw;
- utrzymywanie relacji z partnerami biznesowymi opartych na wzajemnej współpracy i zaufaniu.

Ważnymi ujęciami, również mającymi odzwierciedlenie w tym sposobie zarządzania przedsiębiorstwem, są: praca zespołowa, wspólne podejmowanie decyzji oraz dostępność do informacji. Zastosowanie takich elementów pozwoli na kompatybilne funkcjonowanie poszczególnych jednostek w całym systemie organizacyjnym.

Koncepcja LM jest stosowana najczęściej w przedsiębiorstwach chcących ograniczyć koszty, zapobiec marnotrawstwu oraz poddać się restrukturyzacji [12]. Jak widać, wykorzystywanie koncepcji „szczupłego” zarządzania ma szerokie znaczenie dla przedsiębiorstw niezależnie od branży, w jakiej funkcjonują. Warto w tym miejscu wymienić kilka przykładów „szczupłego” zarządzania w zależności od profilu działalności firmy [2]:

- w firmach logistycznych (*Lean Logistics*);
- w administracji publicznej (*Lean Administration*);
- w służbie zdrowia (*Lean Healthcare*);
- w przemyśle produkcyjnym (*Lean Manufacturing*).

W tabeli 1 zestawiono różnice między zarządzaniem tradycyjnym a opartym na koncepcji *Lean Management*.

Tabela 1

Tradycyjne i „szczupłe” podejście do zarządzania

Aspekt	Zarządzanie tradycyjne	<i>Lean Management</i>
Integracja procesów	Niska	Wysoka
Struktura organizacyjna	Rozbudowana struktura	Płaska struktura
Poziom formalizacji	Wysoka formalizacja	Niska formalizacja
Przepływ produkcji	Produkcja masowa, dużych partii	Ciągły przepływ produktów według zapotrzebowania
Wpływ klienta na proces wytwarzania	Ograniczony wpływ na produkcję	Klient ma znaczący wpływ na proces wytwarzania i stosowanie innowacji
Relacje z dostawcami	Wielu przypadkowych dostawców	Posiadanie ograniczonej liczby dostawców, wieloletnia współpraca
Rola pracowników	Ciągły nadzór nad pracownikami	Pracownik stanowi ważny element organizacji, jest zaangażowany w jej procesy, nieustanne doskonalenie pracowników

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2].

1.1. Wybrane narzędzia *Lean Management*

Firmy, którym zależy na ciągłym doskonaleniu, swoje procesy ulepszają na każdym szczeblu. Wdrożenie *Lean Management* polega na tworzeniu produktów, czy usług jak najwyższej jakości, przy jednoczesnym i maksymalnym wykorzystaniu środków, jakimi dysponuje. *Lean* przystosowuje się do potrzeb, celów i możliwości danego przedsiębiorstwa. Jako koncepcja zarządzania organizacją oferuje szeroką gamę praktycznych narzędzi, ułatwiających wdrożenie jej zasad, które pozwalają na radzenie sobie z problemami napotykającymi firmę, a korzystanie z nich dodatkowo buduje kulturę Kaizen, czyli kulturę ciągłego doskonalenia [13].

Do narzędzi *Lean Management* należą:

Just in Time – głównym założeniem tej metody jest zarządzanie zapasami. Koncepcja ma na celu funkcjonalne organizowanie procesu produkcji, przy uwzględnieniu magazynowania surowców tak, aby nie przynosiły strat. Składa się na nią kilka elementów, które odpowiednio wdrożone pomagają wprowadzić JIT do

przedsiębiorstwa. Jej istnienie ma ograniczyć zapasy do minimum, co ma na celu wyeliminowanie marnotrawstwa. Opiera się głównie na czterech założeniach: redukcja zapasów do minimum, małe i częste dostawy surowców, krótkie cykle realizacji zamówień, wysoka jakość. Ma na celu wyeliminować gromadzenie zapasów, zmaksymalizować produkcję, podnieść jej jakość i ograniczyć opóźnienia. Pozwala na doprecyzowanie systemu w taki sposób, aby szybko wykrywać niezgodności i eliminować je w celu poprawy jakości produkcji. Zrezygnowanie z funkcji składowania to odważny krok, który ma ogromny potencjał, ponieważ magazyny dają zabezpieczenie przed wypadkami losowymi. Składowanie powoduje znaczne zamrażanie kapitału i ukrywa problemy powstałe w trakcie przewozu półproduktów. Kolejnym elementem JIT jest wykonywanie małych i częstych dostaw, co wiąże się z brakiem nadwyżek, ale także zmniejszeniem liczby strat, ponieważ dostawy są kreowane przez realny popyt [7].

TPM – *Total Productive Maintenance* – Kompleksowe Utrzymanie Ruchu – to system utrzymania zdolności zadaniowej maszyn i urządzeń. Metoda TPM wprowadza szereg niestosowanych wcześniej działań prewencyjnych, co pozwala na skrócenie liczby awarii oraz czasu ich usuwania, a także ułatwia lepszą gospodarkę częściami zamiennymi. Jednocześnie dzięki czynnemu uczestnictwu pracowników produkcyjnych w czynnościach konserwacyjnych maszyn następuje wzrost ich kompetencji, co przyczynia się do zwiększenia świadomości oraz bezpieczeństwa na stanowisku pracy. TPM stanowi nowoczesny sposób zarządzania systemami technicznymi i bezpieczeństwem eksploatowanych maszyn. Aby utrzymać produktywność, należy: zmienić maszyny starej produkcji na nowoczesne, aby były bardziej niezawodne, trwałe, użyteczne, łatwiejsze w obsłudze, zmienić politykę utrzymywania maszyn na „lepsze są działania prewencyjne niż leczenie”. Wprowadzenie systemu TPM wymaga zaangażowania pracowników całej firmy oraz śledzenia i oceniania efektów procesu wprowadzanych zmian oraz ewentualnej ich korekty. Aby system był skuteczny, musi być jasny i czytelny dla całej załogi, dlatego niezbędnym elementem wdrażania są szkolenia [6].

5S – ta metoda jest określana jako najskuteczniejsza względem zaangażowania pracowników w firmie. To zestaw technik i metod, mających na celu uzyskanie i utrzymanie wysokiej jakości stanowisk pracy. Jest to technika najczęściej wdrażana w firmach produkcyjnych i usługowych, stanowiąca podstawę do dalszych działań Kaizen. Nazwa ta pochodzi od pięciu japońskich słów, a także kroków postępowania:

- *Seiri* – sortowanie – wymaga porządku na miejscu wykonywanej pracy;
- *Seiton* – systematyka – narzędzia są ułożone w określonych i łatwo dostępnych miejscach na stanowiskach pracy;
- *Seiso* – sprzątanie – polega na unikaniu sytuacji, gdzie jakieś narzędzie jest niezdatne do pracy;
- *Seiketsu* – standaryzacja – polega na dokładnym poinformowaniu pracownika o zakresie obowiązków na stanowisku, na którym pracuje;

- *Shitsuke* – samodyscyplina – ma na celu, aby powyższe 4S stały się codziennością pracy w firmie.

5S pozwala na kontrolę procesu standaryzacji pracy [9].

Kaizen – jest podstawowym filarem doskonalenia firmy, z japońskiego oznacza „zmianę na lepsze”. W środowisku biznesowym jest to codzienne poprawianie procesów przy zaangażowaniu każdego pracownika firmy. Ulepszanie odbywa się stopniowo i od razu eliminuje napotkanie niezgodności. Ta technika wyrażana jest jako nowoczesny program pomysłów, które tworzą wszyscy pracownicy. Oprócz ciągłego doskonalenia procesów wyróżnia się narzędzia, które porządkują etapy pracy. Cały proces prowadzi do interpretacji, wprowadzonej przez Williama E. Deminga, a mianowicie cyklu PDCA, przedstawiającego nieprawidłowości zaistniałe podczas pracy. Cykl PDCA, znany również jako cykl Deminga, przebiega w kilku następujących po sobie etapach. Są to:

- P – *plan*-działaj – koncentracja na tym, co nie funkcjonuje prawidłowo, i opracowanie rozwiązań eliminujących niezgodność;
- D – *do-rób* – wprowadzenie zaplanowanych zmian w formie eksperymentu;
- C – *check*-sprawdź – analiza wyników, czy wprowadzony eksperyment przyniósł oczekiwany efekt;
- A – *act*-działaj – wprowadzenie zmian w produkcji, jeśli eksperyment był udany [11].

Kanban – ang. *Pull System*, wdrożenie systemu ssącego umożliwia produkcję w odpowiedzi na żądanie klienta, bez zbędnych zapasów. Kanban w „szczupłym” wytwarzaniu jest specjalnym narzędziem sterowania informacją pomiędzy procesami produkcyjnymi. Najprostsze zrozumienie metody Kanban zawiera się w siedmiu podpunktach:

- wyeliminowanie braków w dostawach;
- czasowość i brak opóźnień;
- niegromadzenie zapasów;
- pozbycie się kolejek;
- efektywna praca;
- brak nadmiernych i zbędnych operacji technologicznych;
- usuwanie zbędnych pomieszczeń.

Typowym elementem danego systemu jest całkowity brak magazynów przedprodukcyjnych, gdzie wszystkie produkty zapasu znajdują się na miejscu wykonywanej pracy. Cały proces jest bardzo dokładny, dzięki czemu dostarczenie do klienta zamówienia wiąże się z godzinową precyzją.

Kanban ma cztery główne cele: zapobiega nadprodukcji, dostarcza konkretne zlecenia produkcyjne, służy nadzorującym produkcję i jest narzędziem ciągłego doskonalenia. Istnieją dwa główne typy kanbanów: kanban, będący zleceniem produkcyjnym (ang. *make kanban*) i kanban, będący zleceniem pobrania części (ang. *move kanban*).

System posiada też wady: wykorzystywane są papierowe formularze, zwiększone koszty transportowe, niestabilność popytu osłabiająca produkcję, produkcja nie bierze pod uwagę zapasów, ponieważ cały proces zakłada, iż nie będzie żadnych braków, problematyczne wdrażanie systemu w przedsiębiorstwach poza Japonią (w systemie *pull* konieczne jest całkowite zaangażowanie pracowników w wykonywaną pracę i kulturę organizacji) [8].

2. KONCEPCJA *LEAN MANAGEMENT* JAKO DROGA DO DOSKONALENIA ORGANIZACJI NA PRZYKŁADZIE FIRMY ORIFLAME

2.1. O firmie

Oriflame jest szwedzką firmą, istniejącą na rynku od 1967 roku. Na przestrzeni ostatnich pięciu dekad zyskała renomę na międzynarodowych rynkach kosmetycznych, a swoje produkty dystrybuje w ponad 60 krajach na świecie. Posiada sześć fabryk, jedną w Polsce, w Warszawie. Oriflame jest notowana na szwedzkiej giełdzie – NASDAQ OMX.

Jednym z fundamentów filozofii funkcjonowania firmy jest szacunek dla natury, środowiska i ich głównego elementu – człowieka. Firma jest odpowiedzialna społecznie, udziela się charytatywnie na rzecz dzieci, w Polsce założyła Fundację Oriflame Dzieciom. Firma zajmuje się produkcją i dystrybucją kosmetyków w trzech kategoriach: ochrona skóry, ochrona ciała i kosmetyki kolorowe.

W poniższej tabeli (tab. 2) przedstawiono analizę SWOT firmy Oriflame.

Tabela 2

Analiza SWOT firmy Oriflame

Mocne strony	Słabe strony
Ugruntowana marka	Dostępność produktów w bardzo niewielu sklepach
Wysoka rozpoznawalność na rynku	Niskie ceny w przekonaniu klientów mogą odzwierciedlać niską jakość
Innowacyjne produkty charakteryzujące się wysoką jakością	Brak działań promocyjnych za pośrednictwem środków masowego przekazu
Szeroki i różnorodny portfel produktowy	
Produkty tworzone z naturalnych składników	
Posiadanie wykwalifikowanej kadry	
Stosunkowo niskie ceny	
Szanse	Zagrożenia
Inwestowanie w badania i rozwój, wprowadzanie nowych produktów poprzez innowacje	Stale rosnąca konkurencja firm produkujących kosmetyki
Stały rozwój branży i wiedzy z zakresu produkcji kosmetyków	Agresywna polityka cenowa konkurencji
Rozwój sieci dystrybucji	Zmiana potrzeb i oczekiwań nabywców
Ekspansja sprzedaży na obszary wiejskie	Koszty wewnętrzne firmy

cd. tabeli 2

Zwiększenie działań promocyjnych w mediach społecznościowych	Polityka fiskalna państwa
Międzynarodowa współpraca	
Nieustanne prowadzenie badań nad strukturą produktów	
Identyfikacja potrzeb klientów	

Źródło: opracowanie własne na podstawie [14].

W latach 90. firma dynamicznie się rozwijała, również wtedy produkcja przeniosła się do Polski. Turbulentne otoczenie wykreowało nowe wyzwania stawiane firmie, co przyczyniło się do podjęcia działań ukierunkowanych na wprowadzenie nowych koncepcji.

2.2. Wprowadzanie nowych rozwiązań w zarządzaniu – *Lean Management*

Dynamiczny rozwój firmy, spowodowany wzrostem sprzedaży, wymusił wprowadzenie nowych rozwiązań w celu poprawy efektywności produkcji i dystrybucji. Istotne było odciążenie zakładów produkcyjnych, przeładowanych dużą liczbą maszyn, co przyczyniło się do braku miejsca na hali produkcyjnej. Rosnący popyt wymusił wprowadzenie nowych rozwiązań. Ważne było wdrożenie zmian usprawniających łańcuch dostaw. Poprawa sytuacji była uzależniona od zwiększenia dostępności do materiałów i uelastycznienia linii produkcyjnej. Aby to osiągnąć, wdrożono narzędzie TPM i zaangażowano pracowników we wprowadzanie zmian, wykorzystując przy tym standaryzację na stanowiskach pracy (mapowanie).

Pierwszym etapem było przeprowadzenie szkoleń, mających na celu zapoznanie z procedurami pracowników, a także wzrost świadomości i popularyzację wprowadzanej koncepcji. Powołane zostały zespoły, których zadaniem było stworzenie map strumienia. Mapa obejmowała też kontrahentów i interesariuszy. Zmiany dotyczyły obszaru wokół maszyn, doskonalenia logistyki wewnętrznej, eliminacji marnotrawstwa zasobów i komunikacji w strumieniu produkcji. Modyfikacja obejmowała wielkość zamówień, monitorowanie potrzeb klientów i dostosowanie do tego zużycia komponentów w celu eliminacji marnotrawstwa, częstotliwość w procesie dostarczania, liczbę dostaw i nakład obsługi logistycznej.

Działania związane z TPM zostały podzielone na cztery grupy. Wielozadaniowe grupy zajmowały się standaryzacją procesów na linii produkcyjnej, organizacją pracy oraz dbałością o utrzymanie dobrej kondycji maszyn. Skutkowało to usprawnieniem procesu produkcji, skróceniem czasu wytworzenia wyrobu i wzrostem efektywności realizacji dostaw. Wprowadzone zmiany przyczyniły się do poprawy kolejnych obszarów działalności przedsiębiorstwa, a także dywersyfikacji oferty firmy.

Jednakże nie wszystkie działania przyniosły oczekiwane rezultaty. Tempo wdrażania rozwiązań było zbyt dynamiczne w stosunku do zaangażowanych zasobów. Udział w przedsięwzięciu stanowił dla niektórych zespołów zadanie dodatkowe, co przyczyniło się do mniejszego zaangażowania i osłabienia wsparcia. Kolejną usterką był niedopracowany system zgłaszania awarii na liniach, tzw. *blue tagi*. Operatorzy pomimo przeszkolenia nie zauważali powiązań pomiędzy swoją pracą a wdrożonym rozwiązaniem. Słabo kontrolowany był także obieg kart, niektóre z nich znikwały lub były niszczone. Udział w procesach wdrażania wymagał uwzględnienia relacji między pracownikami poszczególnych działów oraz ustalenia zakresu obowiązków [10].

PODSUMOWANIE

Lean Management stanowi jedną z najbardziej popularnych koncepcji zarządzania przedsiębiorstwem. Fundamentalne założenia, które głównie skupiają się na ograniczaniu kosztów, integracji procesów wewnętrznych, budowaniu relacji partnerskich z dostawcami oraz stałym monitorowaniu potrzeb klientów, sprawiają, iż koncepcja „szczupłego” zarządzania znajduje swoje zastosowanie w każdej organizacji, chcącej osiągnąć przewagę konkurencyjną i maksymalizować swoją wartość rynkową. Stosowanie narzędzi *Lean Management* pozwala na efektywne wcielenie w kulturę organizacyjną podstawowych zasad oraz na realizację założonych przez firmę celów.

Na podstawie studium przypadku firmy Oriflame można wywnioskować, że wcielenie w życie koncepcji „szczupłego” zarządzania przyczyniło się do poprawy sytuacji firmy i jej rozwoju. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, iż każde wprowadzanie zmian w organizacji powinno być przemyślane i dopasowane do charakteru prowadzonej działalności oraz wewnętrznych potrzeb firmy, a nieumiejętne ich dostosowanie może przynieść negatywne skutki. Korzystanie z tej koncepcji również uelastycznia działania organizacji funkcjonującej w niepewnym otoczeniu i pozwala na lepsze wykorzystywanie ograniczonych zasobów.

LITERATURA

1. Krasieński M., *Lean Management w zapobieganiu i przezwyciężaniu kryzysu w przedsiębiorstwie*, Marketing i Rynek, 2015, nr 5.
2. Kwiatkowski M., Lorenc K., Nowicka D., Prośół H., Sikora M., Pham L., *Lean Management jako instrument zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstwa*, Management Systems in Production Engineering, 2016, nr 1(21).
3. Piasecka-Głuszak A., *Lean Management w logistyce wewnętrznej przedsiębiorstw na rynku polskim – wyniki badań ankietowych*, Studia Ekonomiczne, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2015, nr 249.

4. Smoczyński T., *Lean Management jako metoda usprawniająca funkcjonowanie procesów w organizacji*, [w:] Mieszajkina E. (red.), *Przedsiębiorczość w zarządzaniu*, Wydawnictwo WSPA, Lublin 2012, s. 21–23.
5. Urban W., *Zasady Lean Management w działalności usługowej*, Handel Wewnętrzny, 2017, nr 4.
6. Żółtowski M., *Wprowadzenie systemu TPM w zakładzie przemysłowym jako aspekt rozwiązań IT podnoszących jakość wyrobów*, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Polskie Stowarzyszenie Zarządzania Wiedzą, seria Studia i Materiały, 2010, nr 27.
7. Żurawek L., *Zarządzanie zapasami z zastosowaniem koncepcji Just in Time*, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Zeszyty Naukowe Studenckiego Koła Logistyków, 2014, nr 30(103), s. 315–318.

Źródła internetowe

8. <https://lean.org.pl/kanban-sterowanie-produkcja/> (dostęp 8.03.2021).
9. <https://lean.org.pl/5s-na-produkcji-i-w-biurze/> (dostęp 8.03.2021).
10. <https://lean.org.pl/wybor-lean-management-drogi-doskonalenia-organizacji-przykladzie-produkcji-kosmetykow-firmie-oriflame/> (dostęp 8.03.2021).
11. <https://leanpassion.pl/slownik/pdca/> (dostęp 8.03.2021).
12. https://mfiles.pl/pl/index.php/Lean_management (dostęp 8.03.2021).
13. <https://smartlean.pl/lean-management/> (dostęp 8.03.2021).
14. <https://www.swotandpestle.com/oriflame-holding-ag/> (dostęp 8.03.2021).

THE CONCEPT OF *LEAN MANAGEMENT* IN BUSINESS MANAGEMENT

The latest achievements of the company's management are presented in the study. The study contains key information about the idea of Lean Management. Its essence and principles are discussed here. There is a comparison of traditional and lean approach to management. There is a description of selected tools of Lean Management such as: Just in Time, TPM, 5S, Kaizen and Kanban. The concept of Lean Management was presented on the example of the cosmetic company Oriflame. SWOT analysis showed strong and weak points of the company, as well as its opportunities and threats. The philosophy of managing of this business was also presented. The aim of this article is to define the essence of Lean Management as one of the most effective in managing of the company which was done on the example of Oriflame.

Keywords: *concept, management, modern, Lean Management.*

Amelia Olewińska, Zofia Papierowska

Uniwersytet Morski w Gdyni

GŁÓWNE TRENDY CYFRYZACJI W TRANSPORCIE KOLEJOWYM

Celem artykułu jest przedstawienie pięciu głównych trendów cyfryzacji w transporcie kolejowym. Cyfryzacja jest już standardem w życiu codziennym i dotyka coraz szerszego zakresu różnych dziedzin. Opracowanie systematyzuje te trendy, zawierając przy tym szczegóły dotyczące wprowadzania ich w życie. Warto się z nimi zapoznać, ponieważ służą one wspomaganie zarządzania i sterowania oraz obejmują autonomiczność funkcji i sterowalność wybranych procesów i zadań.

Słowa kluczowe: transport kolejowy, cyfryzacja, technologie, kolej.

WSTĘP

Cyfryzacja niezmiennie od początku XXI wieku rozwija się w ekspresowym tempie i dotyka wielu przestrzeni życia codziennego, w tym różnorodnych środków transportu. Dzięki niej dotychczasowe standardy w transporcie stały się niewystarczające. Postęp technologiczny w zakresie cyfryzacji objął również kolejnictwo. Nowoczesne udoskonalenia w zakresie cyfryzacji pozwalają obniżyć koszty, zmniejszyć poziom szkodliwości dla środowiska, zredukować czas trwania przejazdu oraz wiele innych, równie istotnych aspektów. Dodatkowo pasażerowie, korzystający z usług wybranego przewoźnika, są skłonni wydać więcej pieniędzy, aby wielogodzinna podróż stała się przyjemniejsza. Tym samym na taki stan rzeczy można spojrzeć poprzez pryzmat popytu na nowe cyfrowe usługi w transporcie kolejowym, ich standaryzację oraz sposób upowszechniania.

Obecnie można zauważyć tendencję, że przedsiębiorstwa z tej branży dążą do wprowadzania pięciu rozwiązań. Są to aktualne trendy technologiczne, oparte na usługach cyfrowych dla transportu kolejowego, czyli *Connected Commuter*, *Mobility as a Service*, *Project Manager as a Service*, *Unattended Train Operation*, *Internet of Trains* [7, 24]. Głównym celem niniejszego artykułu jest przedłożenie oraz omówienie powyższych trendów.

1. USIECIOWIONY PASAŻER, CZYLI CONNECTED COMMUTER

Connected Commuter, czyli usieciowiony pasażer jest to usługa, która polega na tym, że klient przewoźnika kolejowego ma dostęp do Internetu w czasie trwania podróży. Jest to bardzo komfortowe rozwiązanie w transporcie kolejowym, szczególnie gdy dotyczy podróżowania na terenie całego kraju czy między krajami.

Przykładowo, zasięg sieci komórkowej w całej Polsce nie jest jednolity i występują miejsca, gdzie go brakuje, stąd pojawił się popyt na usługę Wi-Fi. Jest ona o tyle ważna, że wielu pasażerów za pomocą Internetu musi np. pracować zdalnie, a takie rozwiązanie jest sprostaniem nowoczesnym oczekiwaniom.

Pierwsze wzmianki w Polsce o takim rozwiązaniu można było usłyszeć w 2014 roku, gdy PKP Intercity zapowiedziały wprowadzenie bezprzewodowej sieci w kilku pociągach, jeżdżących na najpopularniejszych trasach [21]. Dostęp do Internetu w trakcie podróży koleją od tego czasu stał się dla podróżujących klientów tak ważnym standardem, że zaczęto stosować to rozwiązanie w innych tego typu transportach kolejowych, które także przemierzają trasy na terenie całej Polski.

Pomimo że bezprzewodowy Internet dla pasażerów wielogodzinnej podróży jest bardzo wygodny, nie jest on zapewniony w każdym składzie pociągu. PKP Intercity ma różne składy pociągów i nie udostępnia informacji, w którym z nich jest darmowy Internet [23]. To stanowi pewnego rodzaju problem dla pasażerów, dla których dostęp do Internetu jest bardzo ważny. Jeśli jest pilna potrzeba w korzystaniu z bezprzewodowego Internetu w czasie podróży, to należy wykupić droższy bilet na pociągi Pendolino. Zagwarantowano w nich bezprzewodowy, darmowy Internet. Takie rozwiązanie funkcjonuje od niedawna. Dopiero w 2019 roku PKP Intercity podpisały kontrakt o wartości 13,7 mln złotych na instalację sprzętu Wi-Fi w składach Pendolino. Od czasu wykupienia tych włoskich pociągów do momentu podpisania kontraktu o bezprzewodowy Internet minęło 8 lat [26].

PKP Intercity ujawniły, że pasażerowie tego środka transportu pobierają 72 GB danych każdego dnia. Średni czas korzystania z Wi-Fi przez pasażera to 53 minuty, co daje średni pobór 243 MB danych. Są to dane ze stycznia i lutego 2019 roku [20]. Wagony pociągu włoskiego producenta Alstom tłumią sygnały radiowe, przez co jest poważny problem, aby nawiązać rozmowę telefoniczną. Przekłada się to na niemalże brak możliwości korzystania z własnego Internetu w czasie podróży pociągiem. Problem związany z bezprzewodowym poborem danych w Pendolino polega na tym, że nie w każdym miejscu w Polsce, gdzie się znajduje pociąg, jest połączenie internetowe. Jest to związane z tym, że Internet dostarczają czterej największy operatorzy w Polsce – Play, T-Mobile, Orange i Plus – za pomocą sieci komórkowych, które nie wszędzie mają zasięg [14, 34].

PKP Intercity planuje na 2021 rok zwiększyć liczbę swoich środków transportu z dostępem do bezprzewodowego Internetu. Od stycznia 2020 roku do lutego 2021 przybyło 130 wagonów PKP Intercity z dostępem do Wi-Fi. W roku 2021 zaplanowano 150 nowych lub zmodernizowanych wagonów, które będą miały dostęp do bezprzewodowego Internetu. Celem tych inwestycji jest to, aby po 2023 roku co najmniej 77% pociągów przewoźnika PKP Intercity dawało możliwość pasażerom korzystania z darmowego poboru danych [18]. Są to poważne plany inwestycyjne, które różnicują spółkę akcyjną PKP Intercity na rynku transportu kolejowego w zakresie bezpłatnego dostępu do Wi-Fi dla pasażerów.

2. MOBILNOŚĆ JAKO USŁUGA, CZYLI MAAS – MOBILITY AS A SERVICE

Mobility as a Service (MaaS) jest to koncepcja mobilności, w której potrzeby pasażerów są zaspokajane za pomocą jednej usługi, aby jak najlepiej wykorzystać jej rozwój i możliwości. Obecnie tam, gdzie istnieje transport multimodalny, często wymaga się od pasażerów osobnej rezerwacji i płatności za każdy etap podróży. Doprowadza to do tego, że korzystanie z systemów jest kłopotliwe i frustrujące [28].

MaaS łączy ofertę przewoźników prywatnych, publicznych, współdzielone środki transportu, a także własne środki konsumenta. Dzięki systemom nawigacji oraz technologiom płatności, korzystanie z takiej oferty najczęściej odbywa się za pomocą dedykowanej aplikacji w smartfonie. Zapewnia to możliwość rozliczania wszelkich dostępnych usług poprzez umożliwienie płacenia za nie za jednym razem [5]. Aktualne dane o lokalizacji, rozkładach jazdy oraz liczbie dostępnych rowerów miejskich ułatwiają planowanie i wykonywanie podróży, zależnie od priorytetów konsumenta. Rozwiązanie może być najszybsze, najtańsze lub najbardziej przyjazne środowisku. Problem, dotyczący zbyt wielu opcji wyboru, zostaje rozwiązany poprzez proponowanie jednego, optymalnego rozwiązania [9, 22]. MaaS usprawnia poruszanie się po mieście, jak i przyczynia się do zmniejszenia presji na posiadanie własnych środków transportu. Tę usługę często określa się mianem multimodalnego planera podróży.

Platforma nie ma na celu wybrania sposobu podróży, ale przedstawienie użytkownikowi rzeczywistej oferty, na którą wpływa wiele zmiennych, jak: czas, dystans, cena, komfort podróży, ślad ekologiczny, dostępność parkingów, czy aktualna sytuacja na drogach. Finalną decyzję podejmuje konsument, zważając na swoje priorytety.

Zidentyfikowano pięć kluczowych warstw usług dla klientów:

- warstwa sieci mobilnej – klienci wybierają środek transportu spośród opcji publicznych, prywatnych, a także współdzielonych lub kombinacji tych trzech;
- warstwa optymalizacji mobilności w czasie rzeczywistym – klienci mogą na bieżąco przeglądać dostępne środki transportu, szacować czas podróży lub sprawdzać, czy nie występują zakłócenia podczas przemieszczania;
- warstwa cenowa mobilności – klienci mogą wybierać spośród dostępnych opcji płatności;
- warstwa usług wartościowych – dostawca MaaS może wstawiać dodatkowe, przydatne informacje do planowanej trasy podróży, np. pobliskie restauracje lub atrakcje;
- przyszła warstwa usług – możliwość dostosowania do dodatkowych potrzeb, które mogą się pojawić, lub realizacji korzyści lojalnościowych za wielokrotne korzystanie z platformy.

W założeniach ustalono, że platforma ma być łatwa w obsłudze, proces decyzyjny nieskomplikowany i dodatkowo ma sprostać nowym trendom podróży, które dotyczą promowania środków transportu przyjaznych środowisku [10].

Kluczowe znaczenie w powodzeniu takiego rozwiązania ma przyjęcie go przez społeczność. Jest to zależne od stopnia atrakcyjności możliwych wariantów transportu i ich porównań do zakupu za pośrednictwem punktów sprzedaży specyficznych dla danego środka transportu [2].

Coraz częściej poddaje się badaniu różnice w preferencjach i podobieństwa w popycie w różnych lokalizacjach, analizuje się bariery utrudniające powszechne przyjęcie MaaS oraz jego wpływ na wybór publicznego środka transportu. Oszacowano, że osoby dojeżdżające do pracy, podróżujące z wykorzystaniem MaaS, skróciłyby podstawową długość swoich podróży nawet o 37%. Przekłada się to na około 67 minut dziennie dla kierowców, którzy sami dojeżdżają i 61 minut dziennie dla osób, które korzystają z pozostałych środków transportu.

Lokalne firmy mogą odnieść znaczne korzyści z wdrożenia MaaS. Około 33% czasu, który pracownicy mogliby zaoszczędzić, można wykorzystać na produktywność firmy. Może to zwiększyć globalną produktywność o około 733 miliardy dolarów.

Testy przeprowadzone na 1000 osobach w 2014 roku przez wiedeńską aplikację Smile wykazały, że dzięki koncepcji MaaS użytkownicy mogli połączyć w jednej podróży wiele typów transportu, co doprowadziło do tego, że 26% użytkowników częściej jeździło komunikacją miejską. Wzrost liczby przejazdów pociągami wystąpił u 22% badanych i tyle samo procent użytkowników zadeklarowało, że rzadziej jeździło taksówkami. Podróże własnym samochodem były o 21% rzadsze [35].

Oprócz oszczędności czasu przez użytkowników istnieje również szansa dla nich na dodatkowy zarobek. Osoby posiadające samochód osobowy mogą go krótkoterminowo wypożyczać innym użytkownikom. Oszczędność czasu i pieniędzy oraz komfortu podróży mogą zachęcić do korzystania z tej usługi przez większą liczbę osób. Platformą mogą zainteresować się uniwersytety, firmy, instytucje lub pracodawcy, co, zwiększając liczbę pasażerów, tworzy nowe kanały przychodów dla lokalnej społeczności. Dostępność do systemu na wielu urządzeniach umożliwiłaby osobom dojeżdżającym wykrycie opóźnień, zanim je napotkają, co dodatkowo oszczędzi czas i pieniądze.

Pozytywny wpływ MaaS można obserwować w Helsinkach i działającej tam aplikacji Whim, wielokrotnie nagradzanej na arenie międzynarodowej. Umożliwia ona rezerwację i opłacanie wszystkich przewozów w ramach jednej podróży na raz lub w ramach jednego z dostępnych okresowych abonamentów. Odbyło się już ponad 16 milionów przejazdów z wykorzystaniem aplikacji Whim. Oferta aplikacji obejmuje transport publiczny, rowery miejskie, hulajnogi elektryczne, taksówki, bilety promowe, niedrogie samochody do wynajęcia oraz koleje regionalne [25].

3. ZAPOBIEGAWCZE UTRZYMANIE TABORU, CZYLI PMAAS – PROJECT MANAGER AS A SERVICE

Zarządzanie projektami jako usługa, czyli *Project Management as a Service* jest to elastyczna usługa konsultingowa, która umożliwia klientom zatrudnienie wykwalifikowanych i utalentowanych specjalistów w zarządzaniu projektami [30]. Przeprowadzają oni oceny, zapewniają wskazówki i zarządzanie, a także ludzi i narzędzia do poprawy realizacji i sukcesu projektu. Ważnym aspektem jest zdolność do zmieniania liczby zasobów w zależności od potrzeby. Zaletą PMAaS jest korzyść kosztowa. Nie utrzymuje się nadmiernej liczby pracowników, a dodatkowego specjalistę zatrudnia się, gdy jest wymagany. Istnieje również zwiększona przewidywalność kosztowa, dzięki profesjonalnemu planowaniu, ale jest to nowa koncepcja, przez co nie jest dokładnie sprawdzona w kwestii ryzyka. Do sprawnego działania tej koncepcji konieczne jest, aby od początku były określone wymagania i cele dotyczące projektu i zatrudnianych specjalistów [31].

Cyfrowa transformacja umożliwia rozwój w zakresie zapobiegawczego utrzymania taboru. Dostęp do danych w formie cyfrowej doprowadził do rewolucji w procesach utrzymania infrastruktury i taboru. Jest to możliwe dzięki analizie milionów danych, przechwyconych przez sensory, znajdujące się w kluczowych podzespołach pociągu. Przekazują one dane za pomocą chmury obliczeniowej do centrów danych. Dzięki temu wykrycie potencjalnych awarii jest możliwe z wyprzedzeniem, przed ich wystąpieniem.

Firma Siemens Mobility działa w koncepcji PMAaS i dzięki wykwalifikowanym specjalistom oraz najnowszym technologiom analizuje dane z pociągów wielu różnych operatorów. Łączy systemy, infrastrukturę danych, dane orientacyjne i aplikacje w celu wyciągnięcia wniosków odnoszących się do konserwacji zapobiegawczej. Dzięki sprawnemu działaniu możliwa jest optymalizacja czasu konserwacji urządzenia oraz przeprowadzenia jej, nim będzie już na to za późno. Zapobiega to odwoływaniu przejazdów, co do tej pory w przypadku pociągów Velaro, obsługiwanych przez wielu różnych operatorów, udało się w 100%. Tak wysoki wskaźnik braku odwołanych kursów wynika z wykrywania i usuwania usterki wtedy, kiedy pojazdy nie są w ruchu, dodatkowo zapobiegając potencjalnym awariom. Wysoka niezawodność systemu zmniejsza zapotrzebowanie na rezerwy operacyjne, które zwykle są utrzymywane na poziomie 5–15%, oraz zwiększa efektywność wykorzystania taboru.

Usługi w zakresie zapobiegawczego utrzymania taboru i infrastruktury obejmują [6]:

- monitorowanie stanu oraz lokalizacji pojazdów i ich podzespołów w czasie rzeczywistym;
- zdalną diagnostykę;
- analizę przyczyny usterki;
- autonomiczną wizualizację danych;
- algorytmy prewencyjnej analizy awarii.

Specjaliści z zespołu Siemens Mobility analizują terabajty danych, pochodzących z silników, łożysk, systemów drzwiowych, urządzeń klimatyzacyjnych i systemów sterowania pociągiem. Dzięki stworzonym nowoczesnym algorytmom otrzymany materiał jest obliczany i analizowany na platformie Railigent. Wykorzystując dane na temat środowiska oraz doświadczenie praktyczne, identyfikowane są wzorce, na których podstawie rejestrowane są ewentualne odchylenia. Wszelkie nieprawidłowości są poddawane ocenie i interpretacji. Eksperti nieustannie obserwują tabor kolejowy i ich trasy. Wszystko po to, by wyeliminować konieczność przesiadek pasażerów, zmiany pociągów w czasie podróży lub opóźnienia działań transportowych.

4. AUTOMATYZACJA I WSPÓLDZIAŁANIE SYSTEMÓW STEROWANIA RUCHEM, CZYLI GOA4 – UNATTENDED TRAIN OPERATION

Na całym świecie wybiera się coraz wyższy poziom automatyzacji dla nowych i istniejących już linii. Eksperti przewidują, że globalna długość linii metra zdolna do bezobsługowej eksploatacji pociągów wzrośnie trzykrotnie w ciągu najbliższych 8 lat. Określono pięć stopni GOA, które dotyczą automatyzacji prowadzenia pojazdu maszynowego. Są one określone na podstawie standardu UGTMS, czyli *Urban Guided Transport Management System*. Dotyczy on systemów zarządzania i kontroli jazdy pojazdu.

Można wymienić kolejno pięć stopni zautomatyzowania [3, 12, 17, 19]:

- GOA 0 jest to stopień, który informuje o tym, że wszystkie możliwe funkcje pociągu są obsługiwane przez maszynistę;
- GOA 1 jest to stopień, którego mianem określa się pociąg, gdzie część funkcji pociągu jest zautomatyzowana, ale maszynista musi być obecny podczas przejazdu. Prowadzi on pociąg, korzystając ze wskazań sygnalizatorów przytorowych;
- GOA 2 jest to stopień, w którym pociąg jedzie automatycznie, ale w obecności maszynisty. Jest on odpowiedzialny za zamykanie drzwi, wykrywanie przeszkód na torach i odpowiednią organizację w sytuacji, gdy są problemy awaryjne;
- GOA 3 jest to stopień, gdzie pociąg jedzie automatycznie, ale na pokładzie ma się znajdować osoba z obsługi, która jest odpowiedzialna za pasażerów i za bezpieczeństwo podróży. Gdy jest jakieś zagrożenie, to właśnie na niej ciąży odpowiedzialność za działania w sytuacji awarii;
- GOA 4 jest to stopień, gdy pociąg jedzie automatycznie ze stacji na stację i na pokładzie pociągu nie ma potrzeby, aby ktoś z personelu sprawował nadzór nad bezpieczeństwem podróży.

Do trendów cyfryzacji w transporcie kolejowym należy GOA 4, nazywany również UTO.

Zostało zrealizowane badanie, w którym przeprowadzono wywiady z grupami porównawczymi *Community of Metros* i *Nova Group*. Zebrano dane na temat tego, jak automatyzacja wpłynęła na koszty, personel, wydajność usług i niezawodność. Z badania wynika, że GOA 4 może zmniejszyć liczbę pracowników od 30% do aż 70%. Redukcja kosztów zależy od tego, czy pracownicy na liniach GOA 4 byli bardziej opłacalni. Pojawiła się również informacja, że zautomatyzowane linie były bardziej niezawodne, a czasem bardziej wydajne. Wywnioskowano, że GOA 4 ma szansę zwiększyć produktywność i efektywność metra. W badaniu zidentyfikowano ważną pracę potrzebną do zrozumienia wpływu GOA 4 i określenia, gdzie analizy statystyczne przyniosłyby wartość po udostępnieniu wystarczająco dużych zbiorów danych [1].

Międzynarodowy koncern Alstom, zajmujący się infrastrukturą energetyczną i transportową [11], zaplanował testowanie GOA 4 w Niemczech, podczas manewrowania regionalnych pociągów pasażerskich. Projekt badawczy rozpocznie się jeszcze w 2021 roku, a testowy przejazd pierwszych zautomatyzowanych pociągów zaplanowano na początek 2023 roku. Wszystko odbędzie się w ramach współpracy z Regionalnym Stowarzyszeniem Aglomeracji Brunszwiku, Niemiecką Agencją Kosmiczną oraz Uniwersytetem Technicznym w Berlinie.

Celem projektu jest wskazanie, w jaki sposób wykorzystanie w pełni zautomatyzowanych pociągów w codziennej obsłudze regionalnych pociągów pasażerskich może zoptymalizować eksploatację kolei, aby zapewnić opłacalną i zrównoważoną mobilność. Dwa pociągi zostaną wyposażone w Europejski System Sterowania Pociągami oraz w dodatkowe urządzenia systemu automatycznego prowadzenia pociągów, jak inteligentne wykrywanie przeszkód i rozpoznawanie otoczenia [27]. Umożliwi to automatyczne prowadzenie pociągów, testując przy tym stopnie automatyzacji GOA 3 i GOA 4. Wszystkie zadania, takie jak ruszanie i zatrzymywanie się, sterowanie trakcją i hamulcami oraz obsługa sytuacji awaryjnych, będą w pełni zautomatyzowane. Personel pozostanie na pokładzie w celu zapewnienia protokołu bezpieczeństwa podczas testów, ale docelowo GOA 4 jest przeznaczony do jazdy bezobsługowej, podczas której na pokładzie personel nie jest obecny. Istnieje możliwość kontroli zdalnej, jeśli taka będzie wymagana. Przedsiębiorstwo jest przekonane, że zautomatyzowane pociągi zmniejszą zużycie energii i zwiększą komfort jazdy, a to przyczyni się do ochrony klimatu i przyczyni się do rozwoju nowoczesnego, atrakcyjnego systemu kolejowego. Test ten będzie pierwszym testem na świecie, dotyczącym regionalnych pociągów pasażerskich.

W styczniu 2021 roku Alstom ogłosił, że ukończył siedem projektów metra w Chinach. Realizowane one były w trzech najbardziej zaludnionych miastach Chin kontynentalnych, czyli w Chengdu, Szanghaju oraz w Xi'an. Projekty zostały zrealizowane we współpracy ze spółkami *joint venture* w Chinach, głównie z Shanghai Alstom Transport Electrical Equipment oraz z CASCO Signal. Współpraca dotyczyła czterech linii bez kierowcy GOA 4, które udało się wprowadzić do obsługi pasażerów [32].

Stopień zarządzania i kontroli pojazdu GOA 4 obsługi transportu kolejowego najczęściej zostaje osiągnięty w Stanach Zjednoczonych. Wprowadzono go już tam aż w 33 miejscach. W Europie prowadzą Włochy, jeśli chodzi o zautomatyzowanie pociągów GOA 4 – występuje ono łącznie w 8 miejscach [13].

5. INTERNET POCIĄGÓW, CZYLI *INTERNET OF TRAINS*

Technologia Internetu Rzeczy, czyli *Internet of Things* lub IoT to system, w którym sieć urządzeń jest podłączona do Internetu. W tym rozwiązaniu technologicznym urządzenia są połączone ze sobą i udostępniają gromadzone dane użytkownikom za pośrednictwem Internetu [29]. Technologia IoT jest wykorzystywana z powodzeniem w transporcie kolejowym, przez co w tej gałęzi nazywana jest „Internetem Pociągów” (ang. *Internet of Trains*) lub „usieciowionym pociągiem” (ang. *The Connected Train*) [6]. Tę nazwę nadał koncern Siemens.

Internet Pociągów to zbiór inteligentnych urządzeń pokładowych, które za pomocą chmury obliczeniowej przekazują dane do centralnej platformy. Takie rozwiązanie techniczne służy usprawnieniu systemu kolejowego. Wykorzystywanie go niesie za sobą bardzo wiele korzyści na różnych płaszczyznach, m.in. w obrębie efektywności, bezpieczeństwa i ekologii. Wszystkie są ze sobą powiązane. W zakresie efektywności i bezpieczeństwa Internet Rzeczy w transporcie kolejowym pełni bardzo ważną funkcję. Daje on dostęp do informacji, dotyczących tego, co dzieje się na torach w czasie rzeczywistym. W momencie, gdy występują awarie, to inteligentne urządzenia pokładowe gromadzą taką informację. Osoba odpowiedzialna za bezpieczeństwo jest wówczas w stanie odpowiednio szybko zareagować w sposób adekwatny do problemu i go rozwiązać.

Raport grupy roboczej do Internetu Rzeczy przy Ministerstwie Cyfryzacji z kwietnia 2019 roku przedstawia główny cel rozwoju systemu IoT w obszarze transportu kolejowego w Polsce, jakim jest automatyzacja [8]. Wybór takiego celu jest spowodowany chęcią zmiany podstawowego ogniwa transmisji informacji w tym obszarze, jakim jest człowiek. Bardzo ważne jest nadanie większej roli cyfryzacji w transporcie kolejowym. W raporcie wspomniano, że trwają prace nad autonomizacją środków transportu kolejowego w Polsce. Po skończeniu prac oczekuje się przede wszystkim takich efektów, jak:

- zwiększenie prędkości pojazdów szynowych dzięki sieci połączeń szybkich;
- zmniejszenie pracochłonności i kosztów utrzymania złożonej infrastruktury;
- informatyzacja i automatyzacja procesów występujących w transporcie kolejowym;
- wpisanie kolei w łańcuchy transportowe, czyli multimodalizacja łańcuchów dostaw i podróży;
- gwarancja, że nowe rozwiązania będą służyć również ich przyszłym użytkownikom poprzez udział podmiotów kolejowych w procesie badań i rozwoju;

- stworzenie warunków do rozwoju innowacyjnych rozwiązań, inteligentnych specjalizacji rozwoju przemysłu 4.0 i eksportu o wyższej wartości dodanej.

Na konferencji „Perspektywy dla rozwoju Internetu Rzeczy w Polsce” z 4 października 2019 roku przedstawiciel spółki akcyjnej PKP przedstawił m.in. realizowane projekty w obszarze IoT [16]. Są one przede wszystkim skupione na wygodzie pasażerów oraz na tym, że mają być ekologiczne. Przedstawiono realizowane inicjatywy, takie jak:

- Program Inwestycji Dworcowych;
- pilotażowe wdrożenie infrastruktury „Beacon” na dworcu Bydgoszcz Główna;
- udział w europejskim projekcie SHIFT2RAIL.

Z wyżej wymienionych punktów jedynie udział w europejskim projekcie SHIFT2RAIL dotyczy stricte Internetu Pociągów. SHIFT2RAIL to partnerstwo publiczno-prywatne, które działa w sektorze kolejowym na rynku europejskim [33]. Jest to koncepcja, do której celów należy zwiększenie przepustowości europejskiego systemu kolejowego poprzez zastosowanie w kolejnictwie rozwiązań IoT. Wykorzystanie inicjatywy, jaką jest SHITF2RAIL, jest jednym z założeń Strategii Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku w celu zwiększenia konkurencyjności polskiej gospodarki [4].

PODSUMOWANIE

Pięć głównych trendów cyfryzacji w transporcie kolejowym stanowi wciąż aktualny temat. Podążanie za nimi niesie za sobą wysokie koszty, przez co każde państwo ma inne tempo rozwoju projektów związanych z transportem kolejowym. Wprowadzanie takich rozwiązań jest bardzo ważnym elementem w państwie, ponieważ są one przyszłościowe, a efekty długoterminowe. Trend, który został stworzony z myślą o pasażerach, czyli *Connected Commuter*, pozwala produktywnie wykorzystać czas podróży, np. ułatwiając pracę zdalną. *Mobility as a Service* pozwala dopasować podróż zależnie od priorytetów konsumenta, łącząc oferty przewoźników prywatnych i publicznych w jednej dedykowanej do tego aplikacji. Oszczędza to czas i pieniądze, zmniejszając presję na posiadanie własnego środka transportu. Niektóre z zalet *Project Manager as a Service* obejmują wykrywanie potencjalnych awarii przed ich wystąpieniem oraz zdolność do zmieniania liczby zasobów w zależności od potrzeby, co wpływa na zmniejszanie i większą przewidywalność kosztów. Technologia *Unattended Train Operation* dzięki zautomatyzowaniu pociągów minimalizuje zużycie energii, redukuje koszty oraz wpływa na wzrost produktywności kolei przy zmniejszeniu liczby pracowników. Rozwiązanie, jakim jest *Internet of Trains*, pozwala na gromadzenie informacji o ewentualnych awariach w systemie, co daje możliwość szybkiej i adekwatnej reakcji. Wpływa to na usprawnienie systemu kolejowego, jego niezawodność i znaczny wzrost bezpieczeństwa. Są to cechy, dla których podążanie za trendami jest niezwykle

ważnym kierunkiem w rozwijaniu innowacyjnej i ekologicznej gospodarki. Wykorzystywanie najnowszych technologii cyfrowych w kolejnictwie sprawia, że podnosi się poziom bezpieczeństwa, tworzą się nowe miejsca pracy dla pracowników w branży IP, co przyczynia się do rozwoju gospodarki państwa [15]. Korzyści długofalowe odczują nie tylko pasażerowie, ale również przedsiębiorstwa i środowisko.

LITERATURA

1. Cohen J.M., Barron A.S., Anderson R.J., Graham D.J., *Impacts of Unattended Train Operations on Productivity and Efficiency in Metropolitan Railways*, Railway and Transport Strategy Centre, Centre for Transport Studies, Department of Civil and Environmental Engineering, Imperial College London, United Kingdom, 2019.
2. Ho C.Q., Mulley C., Hensher D.A., *Public Preferences for Mobility as a Service: Insights from Stated Preference Surveys*, Institute of Transport and Logistics Studies, The University of Sydney Business School, NSW 2006, Australia, 2019.
3. Kochan A., Koper E., Wontorski P., *Automatyczne prowadzenie pociągu – analiza wymagań*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2018.
4. Monitor Polski, *Strategia Zrównoważonego Rozwoju Transportu do 2030 roku*, Warszawa 2019.
5. Pangbourne K., Mladenović M.N., Stead D., Milakis D., *Questioning Mobility as a Service: Unanticipated Implications for Society and Governance*, Institute for Transport Studies, University of Leeds, United Kingdom, Department of Built Environment, Aalto University, Finland, Faculty of Architecture and the Built Environment, Delft University of Technology, the Netherlands, Institute of Transport Research, German Aerospace Center (DLR), Germany, 2019.
6. Pieriegud J., *Transformacja cyfrowa kolei*, Siemens Mobility Sp. z o.o., Fundacja Pro Kolej, wydanie II zmienione, Warszawa 2019.
7. Poliński J., Ochociński K., *Cyfryzacja w transporcie kolejowym*, Instytut Kolejnictwa, Warszawa 2020.
8. Raport grupy roboczej ds. Internetu Rzeczy, *IoT w polskiej gospodarce*, Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa 2019.
9. Wong Y.Z., Hensher D.A., Mulley C., *Mobility as a Service (MaaS): Charting a Future Context*, Institute of Transport and Logistics Studies (ITLS), University of Sydney Business School, NSW 2006, Australia, 2019.

Źródła internetowe

10. <http://obserwatorium.miasta.pl/wiele-srodkow-transportu-jeden-system-czym-jest-mobility-as-a-service/> (dostęp 24.02.2021).
11. <https://en.wikipedia.org/wiki/Alstom> (dostęp 1.03.2021).
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_train_operation (dostęp 1.03.2021).
13. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_automated_train_systems (dostęp 1.03.2021).
14. <https://komorkomania.pl/7248,starcie-operatorow-sieci-komorkowych-zabiegiem-marketingowym> (dostęp 23.02.2021).
15. <https://kurier-kolejowy.pl/aktualnosci/30911/transformacja-cyfrowa-zrewolucjonizuje-kolej.html> (dostęp 2.03.2021).

16. <https://kza.krakow.pl/pkp-plk-sa-dla-rozwoju-internetu-rzeczy/> (dostęp 2.03.2021).
17. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40864-016-0046-9> (dostęp 1.03.2021).
18. <https://mlecznepodroze.pl/2021/02/12/rosnie-dostepnosc-wi-fi-w-pociagach-pkp-intercity/> (dostęp 23.02.2021).
19. <https://nomad-digital.com/articles/the-future-of-rail-technological-advancements/> (dostęp 1.03.2021).
20. <https://static.wirtualnemedi.pl/media/images/2013/images/pendolino-wifi1.jpg> (dostęp 23.02.2021).
21. <https://technologia.dziennik.pl/internet/artykuly/449034,wi-fi-wreszcie-bedzie-w-pociagach-intercity.html> (dostęp 23.02.2021).
22. <https://transportgeography.org/contents/chapter2/information-technologies-and-mobility/mobility-as-a-service/> (dostęp 24.02.2021).
23. <https://virginmobile.pl/blog/dlaczego-w-pociagu-nie-ma-zasiegu-oto-odpowiedz> (dostęp 23.02.2021).
24. <https://warsztat.pl/artykuly/cyfryzacja-nie-tylko-w-branzy-moto,64688,bm9uZSE2NDY4OCEhbm93b2N6ZXNueXdhcnN6dGF0LnBsL2FydHlrdWx5L29zdGF0bmkvb2xlamUvMTk> (dostęp 1.03.2021).
25. <https://whimapp.com/> (dostęp 24.02.2021).
26. <https://wiadomosci.onet.pl/kraj/kiedy-pendolino-w-polsce-utk-procedura-dopuszczenia-do-ruchu-potrwa-4-miesiace/q96y4> (dostęp 23.02.2021).
27. <https://www.alstom.com/pl/press-releases-news/2020/5/pierwszy-na-swiecie-w-niemczech-odbda-sie-testy-systemu-automatycznego> (dostęp 1.03.2021).
28. <https://www.businessmaas.com/apps/mobility-service-overcoming-issues-get-critical-maas/> (dostęp 24.02.2021).
29. <https://www.copadata.com/pl/produkty/platform-editorial-content/co-to-jest-iot-oraz-iiot/> (dostęp 2.03.2021).
30. <https://www.migso-pcubed.com/services/pmaas/pmaas-model-for-future/> (dostęp 25.02.2021).
31. <https://www.projecttimes.com/articles/project-management-as-a-service-challenges-and-key-considerations.html> (dostęp 24.02.2021).
32. <https://www.railway-technology.com/news/alstom-completes-seven-metro-projects/> (dostęp 1.03.2021).
33. <https://www.rynek-kolejowy.pl/wiadomosci/nevomo-z-finansowaniem-z-shift2rail-99832.html> (dostęp 2.03.2021).
34. <https://www.speedtest.pl/wiadomosci/wifi/wi-fi-pendolino-pobieranie-danych/> (dostęp 23.02.2021).
35. <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/mobility-as-a-service--ewolucja-w-poruszaniu-sie-po-miescie-54074.html> (dostęp 24.02.2021).

MAIN DIGITALISATION TRENDS IN THE RAILWAY TRANSPORT

The major purpose of this article is to present and highlight the five main digitalisation trends of the railway transport. Digitalisation is already a principle in everyday life and impacts wide scope of everyday activities. This study systematises those mentioned trends, including all the details and aspects regarding their implementation. It is worth to get acquainted with them and acknowledge them due to the fact their function is to support railway management with the autonomy of features, control of the chosen processes and tasks as well.

Keywords: *railway transport, digitisation, technology, innovations, railway.*

Kamila Partyka

Uniwersytet Morski w Gdyni

ANALIZA NATĘŻENIA HAŁASU W AUTOBUSACH TRANSPORTU MIEJSKIEGO W GDYNI

W artykule przedstawiono problematykę hałasu w transporcie miejskim. Zawarto teoretyczne aspekty zagadnienia, jego wpływu na organizmy żywe i związane z nim normy prawne oraz wykazano poziom natężenia dźwięku w autobusach transportu miejskiego miasta Gdyni. Problem badany był zarówno w kontekście globalnych trendów logistyki przyszłości, jak i aspekcie porównawczo-analitycznym. Celem artykułu jest ocena środowiska akustycznego wewnątrz autobusów za pomocą miernika poziomu dźwięku oraz przedstawienie wyników badań ze szczególnym uwzględnieniem roku produkcji pojazdu.

Słowa kluczowe: hałas, natężenie, analiza, dźwięk, transport miejski, Gdynia, autobus.

WSTĘP

Jednym z coraz silniej kształtujących się globalnych trendów logistyki przyszłości jest ekologia, a dokładniej – neutralizacja negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Praktyka wykazuje, że nowoczesne ulepszenia i rozwiązania mają za zadanie optymalizować przepływ surowców, towarów, czy usług, ale także minimalizować jego oddziaływanie na planetę. Za przykład może posłużyć dążenie do zmniejszenia emisji spalin w transporcie lub korzystanie z opakowań wielokrotnego użytku. Przy czym należy pamiętać, że negatywne oddziaływanie na środowisko to nie tylko emisja zanieczyszczeń i zużywanie materiałów, ale również hałas oraz jego wpływ na organizmy żywe.

Artykuł skupia uwagę na hałasie występującym w autobusach miejskiego transportu miasta Gdyni (modele niskopodłogowe MAN, Mercedes-Benz oraz Solaris o długości 12 i 18 metrów)¹.

W związku z tym przeprowadzono analizę natężenia poziomu dźwięku we wcześniej wspomnianych środkach komunikacji miejskiej, przedstawiono metodykę i zakres badania oraz omówiono otrzymane dane.

Współczesne przekonanie kształtuje pogląd, że rozwiązanie nowoczesne bądź w tym przypadku – nowszy model pojazdu to jednocześnie bardziej ekologiczny wariant, co autor rozpatrzył pod kątem otrzymanych wyników.

¹ W artykule posługiwano się zwrotem 12- i 18-metrowych pojazdów, natomiast dokładna długość autobusów wynosi 12,2 m i 18,1 m [13].

1. TEORETYCZNE ASPEKTY HAŁASU

Hałasem określa się wszystkie dźwięki odbierane przez narząd słuchu, które zakłócają spokój [7], są uciążliwe, a w najgorszym przypadku szkodliwe dla zdrowia i zwiększają ryzyko wypadku przy pracy [10]. Na potrzeby artykułu ograniczono podział hałasu do dwóch rodzajów: ze względu na charakter oddziaływania na organizm człowieka – uciążliwy (niewywołujący trwałych skutków w organizmie) i szkodliwy (wywołujący trwałe skutki lub powodujący ryzyko ich wystąpienia) oraz ze względu na przyczynę powstania i źródło – hałas komunalny (miejsca użyteczności publicznej) i hałas komunikacyjny (środki komunikacji) [10]. Ostatni z nich odnosi się do analizy badawczej artykułu, ponieważ występuje m.in. w środkach transportu publicznego, takich jak autobusy. Najbardziej narażona na działanie hałasu komunikacyjnego jest ludność zamieszkująca bądź pracująca w lokalach pozbawionych należytej ochrony przeciwdźwiękowej, w miastach lub aglomeracjach z całodobową komunikacją miejską oraz ruchem ulicznym o dużym natężeniu [3]. Do tego grona należy również doliczyć pasażerów i kierowców pojazdów transportu miejskiego. Wszystkie wyżej wymienione miejsca określa się mianem środowisk akustycznych, w których występuje określone natężenie dźwięku.

Tolerancja na hałas jest to wartość subiektywna, co oznacza, że dla każdego człowieka jest ona indywidualną wielkością, natomiast wpływ na organizm ludzki jest obiektywny i pozostaje niezmienny. W zależności od przedziału dźwięku wyrażonego w decybelach przedstawia się on następująco [6]:

- 0–25 dB – próg słyszalności [1], brak wpływu na organizm;
- < 35 dB – nieszkodliwy dla zdrowia, może wzbudzać irytację i stres w przypadku pracy;
- 35–75 dB – oddziałuje na układ nerwowy, powodując zmęczenie, spadek wydajności pracy, stan stałego podenerwowania i rozdrażnienia oraz utrudnia wypoczynek i sen;
- 75–85 dB – zakłóca prawidłowe funkcjonowanie organizmu i zmienia jego chemię, co objawia się nadciśnieniem tętniczym, bólami głowy, odczuwalnymi zaburzeniami pracy żołądka (w skrajnych przypadkach prowadzi do wrzodów żołądka), wzrostem wydzielania adrenaliny;
- 85–120 dB – osłabia słuch i powoduje jego trwałe ubytek oraz mechaniczne uszkodzenie;
- > 130 dB – powoduje natychmiastowe uszkodzenie narządu słuchu, które prowadzi do głuchoty (próg bólu [1]).

Ryzyko uszkodzenia słuchu w wybranym środowisku akustycznym powoduje nie tylko sama wartość dźwięku, ale również czas jego występowania. Na przykład przebywanie w określonym hałasie przez 8 godzin, czyli standardowym wymiarze czasu pracy, jest bardziej szkodliwe, niż przebywanie w tym samym miejscu tylko

przez jedną godzinę. W związku z tym ocena potencjalnego ryzyka szkodliwości hałasu zależy od dwóch czynników: jego poziomu natężenia i czasu trwania [1]. W autobusach transportu miejskiego Gdyni narażeni na skutki wystąpienia hałasu są pasażerowie oraz kierowcy. Dla pierwszej grupy oznacza to przebywanie w określonym natężeniu dźwięku w zależności od długości pokonywanej trasy (np. jeden przystanek to ok. 1–3 min, a cała trasa przejazdu, w zależności od linii, wynosi od 20 do 70 min). Natomiast kierowcy przebywają w tym samym środowisku akustycznym przez całą zmianę, czyli 8 godzin, co powoduje, że są oni bardziej narażeni na skutki występowania określonego poziomu hałasu.

Dopuszczone poziomy hałasu w środowisku reguluje stosowne Rozporządzenie Ministra Środowiska, rozgraniczając je odpowiednio dla terenów uzdrowiskowych i terenów szpitali poza miastem, terenów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego oraz terenów w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców [9]. Liczba ludności Gdyni wynosi ok. 244 tys. osób (dane z 2018 r.) [18]. W związku z tym dopuszczalne poziomy hałasu zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska należy rozpatrzyć dla ostatniego rodzaju terenu. Wartości te wynoszą $L_{AeqD} = 68$ [dB] w porze dziennej oraz $L_{AeqN} = 60$ [dB] w porze nocnej. Przy czym rozporządzenie określa również, że dla ośmiu najmniej korzystnych godzin dnia, kolejno po sobie następujących, jest to wartość $L_{AeqD} = 55$ [dB], natomiast dla jednej najmniej korzystnej godziny w nocy $L_{AeqN} = 45$ [dB] [9].

Dopuszczalny poziom hałasu wewnątrz pojazdów, takich jak samochód osobowy, ciężarowy i autobus, został określony w normie PN-90/S-04052 [8]. Dla autobusów międzymiastowych lokalnych i autobusów miejskich nie powinien on przekraczać wartości 85 [dB], czyli granicy, przy której hałas powoduje osłabienie słuchu, a nawet jego trwałe ubytki [10].

Na potrzeby badania przyjęto tę samą wartość jako największą dopuszczalną przy przeprowadzonych pomiarach natężenia dźwięku w autobusach. Jej ciągle przekraczanie oznaczałoby zagrożenie zdrowia pasażerów i kierowców komunikacji miejskiej Gdyni.

Zamierzeniem publikacji nie była ocena hałasu według istniejących rozporządzeń i norm [7, 8, 9], lecz analiza zmiany natężenia dźwięku wewnątrz autobusu transportu miejskiego Gdyni względem jego rodzaju, długości środka transportu (typu), miejsca pomiarowego wewnątrz pojazdu oraz roku produkcji. Powyższe dopuszczalne wartości poziomu hałasu zostały przedstawione na potrzeby przybliżenia teoretycznego aspektu problemu.

Jak wykazano, zagrożenie hałasu jest o tyle istotne, iż dotyczy każdego z nas, ponieważ spotyka się z nim na co dzień w różnych środowiskach akustycznych.

2. BADANIA NATĘŻENIA DŹWIĘKU W AUTOBUSACH

Badania zostały przeprowadzone w dniach 18–19 lutego 2021 r. na wybranych liniach autobusowych transportu miejskiego miasta Gdyni. Ich przedmiotem były autobusy niskopodłogowe o długości 12 m – typ SN i 18 m – typ PN (w większości marki MAN, trzy Solaris oraz jeden Mercedes). Konstrukcja badanych autobusów jest podobna, silnik napędowy znajduje się za tylną osią pojazdu. Wyjątek stanowią autobusy 18-metrowe, dodatkowo zawierające część przegubową, która umożliwia swobodne przemieszczanie się pasażerów między obydwoma sztywnymi częściami pojazdu. Linie autobusowe na terenie miasta wybierano losowo, kierując się zróżnicowaniem środków transportu pod względem modeli i roku produkcji oraz wykluczeniem tras z licznymi zatorami ulicznymi, aby zapewnić płynną jazdę autobusu bez konieczności ciągłego zatrzymywania. Trasy w mieście przebiegały suchą jezdnią asfaltową o dobrym stanie nawierzchni (z nielicznymi ubytkami, powodującymi charakterystyczny efekt akustyczny).

Zakres badań związanych z oceną środowiska akustycznego obejmował pomiary i analizy natężenia dźwięku wewnątrz autobusu (innymi słowy w przestrzeni pasażerskiej) podczas jazdy.

Wszystkie pojazdy transportu miejskiego, w których zostały przeprowadzane badania, przedstawia tabela 1.

Tabela 1

Badane autobusy ZKM Gdynia

Lp.	Model autobusu	Numer inwentarzowy	Typ	Rok produkcji	Linia	Przybliżona liczba pasażerów
1	MAN NL313	2027	SN	2002	133	10
2	MAN NG363	2270	PN	2003	147	11
3	MAN Lion's City G	2268	PN	2005	147	16
4	MAN Lion's City G	2212	PN	2009	152	18
5	MAN Lion's City G	2217	PN	2009	152	20
6	MAN Lion's City	2056	SN	2014	160	11
7	MAN Lion's City	2084	SN	2014	128	17
8	Solaris Urbano 12[III]	5085	SN	2015	141	13
9	Solaris Urbano 12[III]	5012	SN	2015	141	11
10	Solaris Urbano 12[III]	4045	SN	2016	S	14
11	Mercedes O530G C2	6296	PN	2017	R	15
12	MAN Lion's City	2044	SN	2019	119	5
13	MAN Lion's City G	5249	PN	2019	109	11
14	MAN Lion's City	5095	SN	2019	141	8

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ZKM Gdynia.

Badania przeprowadzono w 14 autobusach ZKM Gdynia: ośmiu pojazdach o długości 12 m i sześciu o długości 18 m. Ponadto ich zakres roku produkcji obejmował 17 lat (lata 2002–2019). Przybliżona liczba pasażerów znajdujących się wewnątrz pojazdów podczas pomiarów wyniosła od 5 do 20 osób, łącznie z kierowcą i osobą przeprowadzającą badania.

2.1. Metodyka badań

Pomiary dźwięku wewnątrz autobusów polegały na zmierzeniu poziomu natężenia hałasu w przestrzeni pasażerskiej. Na podstawie przestudiowanej literatury przedmiotu [1–10] opracowano własną metodykę badań, polegającą na pomiarach w trzech różnych miejscach wewnątrz pojazdu – na umownym przodzie (1), środku (2) i tyle (3) autobusu. Ze względu na istniejące ograniczenia w przebywaniu pasażerów blisko kabiny kierowcy pierwszy punkt pomiaru znajdował się możliwie najbliżej dopuszczalnej strefy.

Rysunki 1–3 przedstawiają schematy umiejscowienia miernika.



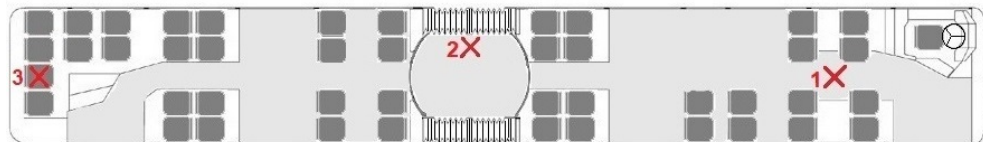
Rys. 1. Miejsca pomiarów w autobusie MAN typu SN

Źródło: opracowanie własne na podstawie Galicyjskiego Portalu Komunikacyjnego.



Rys. 2. Miejsca pomiarów w autobusie Solaris typu SN

Źródło: opracowanie własne na podstawie Solaris Club.



Rys. 3. Miejsca pomiarów w autobusie MAN/Mercedes typu PN

Źródło: opracowanie własne na podstawie MKM Szczecin.

Pomiarów dokonano za pomocą cyfrowego sonometru firmy Benetech typ GM1356 na odcinkach wybranych linii autobusowych. Miernik spełnia międzynarodowe normy IEC651 ANSI i S1.4 TYPE2 oraz umożliwia pomiar natężenia dźwięku za pomocą dwóch filtrów – A i C. W badaniu stosowany był pierwszy odpowiadający czułości ludzkiego ucha, używany przy pomiarach natężenia hałasu w otoczeniu. Urządzenie rejestruje do 4700 rekordów pomiarowych w pamięci. Zawiera pojemnościowy, polaryzacyjny mikrofon 1/2". Pasma przenoszenia wynosi od 31,5 Hz do 8,5 KHz. Wynik podawany jest w decybelach [dB]. Ponadto, w przypadku zastosowanego filtra zakres pomiarowy wynosił 30 ~ 130 dB. Producent zapewnia dokładność pomiaru $\pm 1,5$ dB (przyjęty błąd pomiarowy). Do badania użyto trybu SLOW, tzn. że dane rejestrowane były co 1 sekundę. Służyło to wyeliminowaniu dźwięków impulsywnych (np. najechania na ubytek nawierzchni, kaszel pasażera itp.), które mogły zakłócić rzetelność pomiaru.

2.2. Wyniki przeprowadzonych badań

Odczyt zarejestrowanego natężenia dźwięku został przeprowadzony za pomocą dedykowanego oprogramowania do analizy SoundLab. Ze wszystkich zebranych rekordów, dla wybranego autobusu, obliczono średnie natężenie dźwięku przedstawione w tabeli 2 (* – postój spowodowany światłami lub przystankiem; ** – alarmujący dźwięk drzwi lub komunikat głosowy).

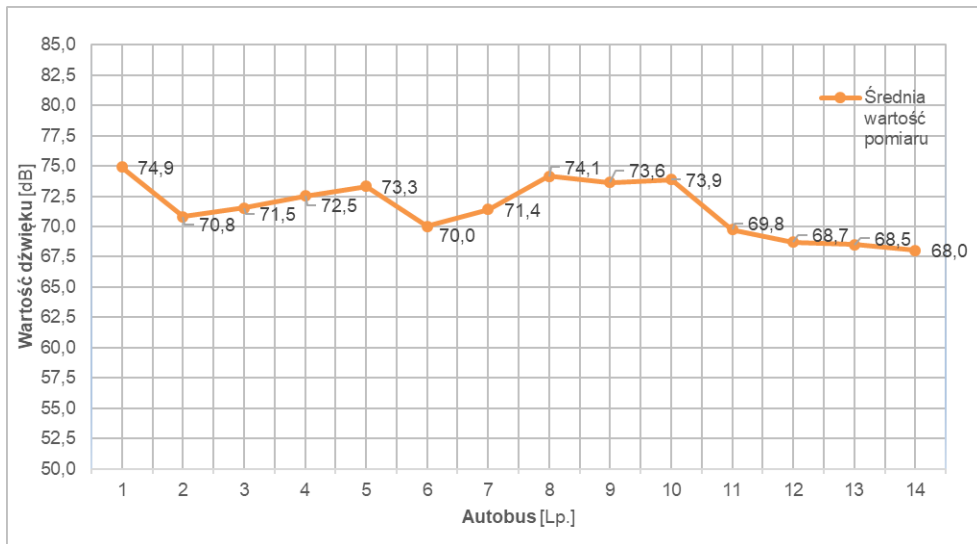
Tabela 2

Wyniki natężenia dźwięku w badanych autobusach ZKM Gdynia

Lp.	Numer inwentarzony	Średnie natężenie dźwięku [dB]				Wartość natężenia dźwięku [dB]	
		Przód	Środek	Tył	OGÓLEM	Maksymalna	Minimalna
1	2027	72,4	72,8	79,1	74,9	86,9	68,1
2	2270	69,0	70,2	73,2	70,8	84,1	50,4 *
3	2084	68,8	70,8	75,0	71,5	81,6	57,0 *
4	2268	71,5	71,7	74,3	72,5	80,2	60,9
5	2212	69,0	73,3	77,0	73,3	82,1	54,6 *
6	2217	68,8	70,8	70,4	70,0	82,4	59,9
7	2056	70,1	71,7	72,5	71,4	79,4	63,2
8	5012	71,6	74,6	76,2	74,1	83,2	66,1
9	5085	72,4	73,0	75,4	73,6	84,9 **	66,8
10	4045	72,8	73,7	75,0	73,9	80,0	69,0
11	6296	65,9	67,9	75,0	69,8	87,5 **	56,5
12	2044	66,3	67,7	71,8	68,7	81,7	61,3
13	5249	63,7	69,0	72,8	68,5	80,7	51,9 *
14	5095	62,3	69,0	72,4	68,0	78,4	56,6

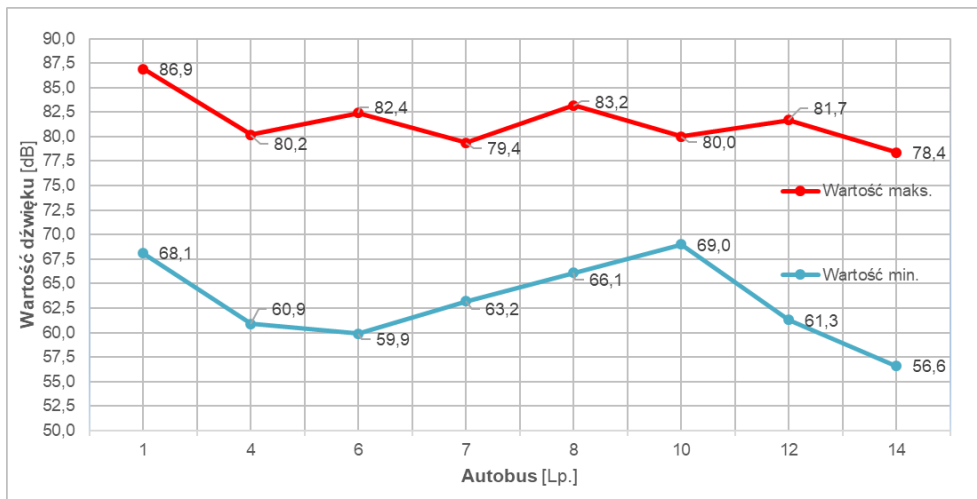
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych oprogramowania SoundLab.

Na potrzeby oceny i analizy natężenia hałasu wewnątrz autobusów transportu miejskiego Gdyni przedstawiono dane na wykresach liniowych (rys. 4 i 5).



Rys. 4. Średnie natężenie dźwięku wewnątrz badanych autobusów ZKM Gdynia

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SoundLab.



Rys. 5. Wartość maksymalna i minimalna dźwięku w wybranych autobusach ZKM Gdynia

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SoundLab.

Największa uzyskana średnia natężenia hałasu wewnątrz autobusu wyniosła 74,9 dB, natomiast najmniejsza – 68,0 dB. Ponadto zarejestrowano najwyższą maksymalną wartość dźwięku równą 86,9 dB oraz najniższą – 56,6 dB.

3. ANALIZA NATĘŻENIA HAŁASU

Otrzymane dane natężenia hałasu w przestrzeni pasażerskiej wybranych autobusów transportu miejskiego Gdyni nie wykazały jednoznacznej zależności we wroście poziomu dźwięku w modelach starszych względem modeli nowszych. Od autobusu wyprodukowanego w 2014 r. (Lp. 7) do pojazdu z 2003 r. (Lp. 2) widoczne jest załamanie tendencji wzrostowej średniego natężenia hałasu. Może być to spowodowane zmianą liczby pasażerów, przebywających w trakcie pomiarów wewnątrz poszczególnych autobusów. Zauważalne jest jednak, że pomiędzy modelem najnowszym (Lp. 14) a najstarszym (Lp. 1) istnieje różnica 6,9 dB, co oznacza, że w pierwszym z nich natężenie hałasu jest mniejsze, potwierdzając współczesne przekonanie. Ponadto w pojazdach firmy MAN (Lp. 2-7 i 12-14) zarejestrowany średni poziom dźwięku jest niższy niż w autobusach Solaris (Lp. 8-10). Wyjątek stanowi model MAN NL131 (Lp. 1), w którym odnotowano największe średnie natężenie hałasu spośród wszystkich badanych pojazdów. W najnowszym autobusie z 2019 roku – MAN Lion's City (Lp. 14) – zarejestrowano najniższe średnie natężenie hałasu, co również potwierdza początkową tezę. W jedynym badanym Mercedesie (Lp. 11) zarejestrowano występowanie mniejszego poziomu dźwięku niż w autobusach Solaris, natomiast większego niż w najnowszych modelach firmy MAN. Względem długości środka transportu (typu) nie można określić żadnej zależności, ponieważ otrzymane wyniki są zbliżone zarówno w pojazdach 12-, jak i 18-metrowych.

Jeżeli chodzi o umiejscowienie miernika w strefie pasażerskiej, to natężenie hałasu jest najniższe z przodu autobusu (1), a najwyższe w jego tylnej (3) części. We wszystkich pojazdach, w których dokonywane były pomiary, zauważa się widoczną tendencję wzrostu średniego poziomu dźwięku od przodu do tyłu autobusu. Zależność ta jest spowodowana konstrukcją wybranych autobusów. Jak już wcześniej wspomniano, posiadają one silnik napędowy za tylną osią pojazdu. Wytwarzany przez niego hałas nie jest na tyle tłumiony, aby można było mówić o równomiernym natężeniu dźwięku wewnątrz badanych środków transportu.

Przed analizą otrzymanych wartości maksymalnych i minimalnych natężenia dźwięku należy zwrócić uwagę na odnotowanie kilku skrajnych przypadków pomiaru. Pierwsze z nich (*) wystąpiły w momencie zatrzymania bądź postoju autobusu, spowodowanego światłami ulicznymi lub przystankiem na wybranej linii. Odnoszą się do pięciu badanych autobusów (Lp. 2, 3, 5, 11, 13). Drugie skrajne wartości (**) to zarejestrowanie natężenia dźwięku w momencie komunikatu głosowego odtwarzanego wewnątrz pojazdu lub sygnału zamykanych bądź

otwieranych drzwi. Ten przypadek odnosi się do dwóch badanych autobusów (Lp. 9, 11). Nie były one brane pod uwagę przy ocenie.

Zarejestrowane wartości natężenia dźwięku wskazują, że najwyższy poziom hałasu wystąpił w autobusie najstarszym (Lp. 1). Natomiast najniższe natężenie dźwięku wystąpiło wewnątrz pojazdu najnowszego (Lp. 14). Po raz trzeci zostaje potwierdzony współczesny pogląd mówiący o tym, że nowszy model pojazdu to jednocześnie bardziej ekologiczny wariant, co w tym przypadku odnosi się do mniejszego natężenia hałasu wewnątrz pojazdu.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono teoretyczne aspekty hałasu, przeprowadzone badania i analizę natężenia dźwięku wewnątrz wybranych autobusów transportu miejskiego w Gdyni. Celem badań była ocena otrzymanego poziomu hałasu oraz jego porównanie w różnych rodzajach pojazdów względem roku produkcji, typu (długości środka transportu) i miejsca pomiarowego w przestrzeni pasażerskiej autobusu. Pomiarów wykonano sonometrem firmy Benetech w trzech miejscach wewnątrz środków transportu. Za pomocą zarejestrowanych wyników obliczono średnie natężenie dźwięku kolejno dla każdego punktu pomiarowego oraz ogółem dla badanych autobusów MZK Gdynia.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz natężenia hałasu wewnątrz pojazdów sformułowano następujące wnioski:

- pomiędzy najstarszym a najnowszym badanym modelem autobusu istnieje różnica 6,9 dB;
- w pojazdach firmy MAN zarejestrowany średni poziom dźwięku jest niższy aniżeli w autobusach Solaris. Wyjątek stanowi model MAN NL131, w którym odnotowano największe średnie natężenie hałasu spośród wszystkich badanych autobusów miejskich;
- względem długości środka transportu (typu) nie można określić żadnej zależności, ponieważ zarejestrowane wyniki są do siebie zbliżone;
- wśród wszystkich badanych autobusów zanotowano widoczną tendencję wzrostu średniego natężenia hałasu od przodu do tyłu autobusu, co spowodowane jest konstrukcją wybranych pojazdów (silnik napędowy znajduje się za tylną osią);
- najwyższy zarejestrowany poziom dźwięku wystąpił w autobusie najstarszym (86,9 dB), natomiast najniższy – w pojeździe najnowszym (56,6 dB);
- potwierdzono tezę mówiącą o tym, że nowszy model pojazdu jest bardziej ekologiczny niż starszy (różnica wynosząca 17 lat), co w tym przypadku odnosi się do niższego natężenia hałasu wewnątrz pojazdu, a tym samym do mniejszej szkodliwości dla zdrowia człowieka.

LITERATURA

1. Brüel & Kjær, *Pomiary dźwięków*, Nærum 1988.
2. Józwiak Z., Stattler W., *Ocena natężenia hałasu generowanego przez transport samochodowy w wybranych punktach Szczecina*, *Autobusy*, 2013, nr 3, s. 2331–2344.
3. Kasprzyk H., *Metodyka wyznaczania poziomu hałasu na stanowisku pracy w przykładach*, Gliwice 2013.
4. Kirpluk M., *Podstawy akustyki*, Warszawa 2012.
5. Orczyk M., *Analiza hałasu wewnątrz autobusów komunikacji miejskiej*, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej*, 2018, z. 121, s. 295–305.
6. Oziomek E., *Dźwięk i jego percepcja*, Warszawa 2018.
7. PN-N-01307:1994, *Hałas – Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy – Wymagania dotyczące wykonywania pomiarów*.
8. PN-90/S-04052:1990, *Samochody – Dopuszczalny poziom hałasu wewnątrz pojazdu – Wymagania i badania*.
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku, *DzU*, 2014, nr 112.
10. Trzyniec K., *Poziom natężenia hałasu w otoczeniu pojazdów komunikacji zbiorowej*, *Autobusy*, 2019, nr 1–2, s. 128–131.

Źródła internetowe

11. Augustyńska D., Engel Z., Kaczmarek-Kozłowska A., Koton J., Mikulski W., *Hałas. Hałas infradźwiękowy i hałas ultradźwiękowy*, CIOP-PIB, http://nop.ciop.pl/m6-3/m6-3_1.htm (dostęp 15.02.2021).
12. Galicyjski Portal Komunikacyjny, <http://gsmk.org.pl/index.php?page=page3309> (dostęp 19.02.2021).
13. *Hałas – definicja, zagrożenia, wymagania techniczne dla ochrony przed hałasem*, <https://www.muratorplus.pl/biznes/prawo/haas-definicja-zagrozenia-wymagania-techniczne-dla-ochrony-przed-halaszem-aa-nqiK-Qtxu-V2Nm.html> (dostęp 15.02.2021).
14. *Katalog modeli MAN*, <https://www.bus.man.eu/pl/pl/autobusy-miejskie/przeglad-modeli/Przeglad-modeli.html> (dostęp 19.02.2021).
15. MKM Szczecin, <https://www.mkm.szczecin.pl/encyklopedia/ng313?guid=gallery&mid=1> (dostęp 19.02.2021).
16. *Słownik języka polskiego PWN*, <https://sjp.pwn.pl/szukaj/hałas.html> (dostęp 15.02.2021).
17. Solaris Club, http://galeria.solaris-club.com/categories.php?cat_id=47&sessionId=e782cbf2002068aea8b75 (dostęp 19.02.2021).
18. *United Nations Data Retrieval System*, <http://data.un.org/Data.aspx?d=POP&f=tableCode%3a240> (dostęp 15.02.2019).
19. Zarząd Komunikacji Miejskiej w Gdyni, <https://zkmgdynia.pl/sprawdz-pojazd#czytaj> (dostęp 18–19.02.2021).

ANALYSIS OF NOISE LEVELS IN GDYNIA'S URBAN TRANSPORT

In the study authors presented noise issues in urban transport. The article describes the issue, its impact on living organisms, related legal norms, and shows the level of sound intensity in the means of urban transport in Gdynia (buses). The problem is investigated both in the context of global trends in logistics of the future, as well as in the comparative and analytical aspect. The aim of the article is to assess the acoustic environment inside buses using a sound level meter and to present test results with particular emphasis on the year of production of the vehicle.

Keywords: *noise levels, analysis, sound, urban transport, Gdynia, buses.*

Ewa Pasiut, Alicja Pieńkowska

Uniwersytet Morski w Gdyni

KIERUNKI ROZWOJU NAPĘDÓW POJAZDÓW SZYNOWYCH

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie możliwych źródeł energii pojazdów szynowych. Autorki przedstawiły historię rozwoju kolei oraz opisały pięć dostępnych na rynku rodzajów napędów. Zobrazowały wady i zalety płynące z zastosowania w kolei opisanych napędów. Poruszyły problematykę pozyskiwania i magazynowania energii z odnawialnych źródeł energii.

Słowa kluczowe: pojazdy szynowe, napęd, rozwój technologiczny.

WSTĘP

Pojazdem szynowym nazywa się ruchome urządzenie poruszające się wyłącznie po szynach, wprawiane w ruch za pomocą własnego układu napędowego (pojazdy trakcyjne) lub też ciągnięte przez inny pojazd (wagony osobowe, wagony doczepne wagonów silnikowych, wagony kryte i wagony towarowe). W zależności od miejsca zastosowania wyróżnić można: tabor kolejowy, tabor metra, tabor tramwajowy. Pojazd trakcyjny zaś jest to pojazd kolejowy z napędem własnym, przystosowany do ciągnięcia lub pchania wagonów albo posiadający wydzieloną przestrzeń do przewozu osób czy ładunków. Pojazdami trakcyjnymi są: lokomotywy parowe, elektryczne, spalinowe, elektryczne lub spalinowe zespoły trakcyjne, autobusy szynowe, wagony spalinowe lub elektryczne. Trwają intensywne prace nad lewitacją nadprzewodnikową w zakresie pojazdów trakcyjnych (oraz łożysk w układach obrotowych, np. w elektromechanicznych magazynach energii).

Warto wspomnieć o początkach kolei, której ewolucja od form transportu przemysłowego (głównie w kopalniach) do publicznie dostępnego środka transportu z napędem mechanicznym najwcześniej miała miejsce w Wielkiej Brytanii, kraju, w którym zapoczątkowana została rewolucja przemysłowa. Od 1804 r. próbowano stosować parowozy. W tym czasie rozpoczęła się również historia kolei na Górnym Śląsku, gdzie w latach 1798–1802 powstała pod Chorzowem „Huta Królewska”, otrzymując połączenie konną koleją przemysłową z szybami kopalni „Król”.

Pierwszą lokomotywą parową, która odniosła sukces komercyjny, była 2-cylindrowa, posiadająca koło zębate „The Salamanca” (konstruktor Matthew Murray), wyprodukowana w 1812 r. dla wąskotorowej linii Middleton Railway w kopalni w Leeds. Intensywny rozwój transportu kolejowego rozpoczął się w 1825 r., kiedy to George Stephenson uruchomił pierwszą linię kolei publicznej, łączącą Stockton z Darlington. Jej znaczenie polegało na tym, że ponad wszelką wątpliwość

udowodniła możliwość funkcjonowania parowozu ciągnącego znaczną masę wyłącznie z wykorzystaniem tarcia między kołem i szyną. W 1830 r. została otwarta pierwsza linia trakcji wyłącznie parowej, łącząca Liverpool z Manchesterem [7].

1. WPŁYW LOKOMOTYWY PAROWEJ NA ROZWÓJ KOLEI

Lokomotywa parowa, czyli parowóz, jest to pojazd szynowy poruszany siłą pary pobieranej z kotła i doprowadzanej do silnika. Silniki pierwszych parowozów były wzorowane na stacjonarnych, o pionowych cylindrach i z przeniesieniem napędu za pośrednictwem dwuramiennych dźwigni, zwanych balansjerami. Nośnikiem energii z kotła do silnika w pierwszych parowozach była para nasycona (czyli mokra), później – znacznie korzystniejsza pod względem energetycznym para przegrzana (sucha). Para nasycona wpuszczona do cylindra, oziębiając się, traci prężność, trzeba więc ciągle dostarczać świeżą, aż do końcowego położenia tłka. Wtedy można zamknąć kanał wlotowy i otworzyć wylotowy, ale para opuszczająca cylinder ma jeszcze spory zasób energii, możliwej do wykorzystania w innym cylindrze. Takie podwójne rozprężanie pary, czyli podwójna ekspansja, jest korzystne zwłaszcza w silnikach zasilanych parą przegrzaną. Tu para wylotowa ma jeszcze sporą prężność i można ją doprowadzić do cylindra niskoprężnego, umieszczonego z drugiej strony parowozu. W takim silniku, zwanym sprzężonym, praca cylindra niskoprężnego jest uzależniona od pracy cylindra wysokoprężnego.

Do najstynniejszych polskich inżynierów, którzy przyczynili się do rozwoju parowozu, należą m.in. Albert Czczott, Kazimierz Zembrzuski, Antoni Xięzopolski, Wilhelm Mozer. Należy wspomnieć również o inżynierach i robotnikach w fabrykach, którzy potrafili zbudować parowóz w ciągu kilku miesięcy, np. serii Pt31 – od projektu zakończonego w lutym do września, kiedy to fabrykę opuściła pierwsza lokomotywa. Polscy inżynierowie i robotnicy zbudowali parowóz serii Pm36, który rewolucyjnie wyprzedził rozwój kolejnictwa. Polskie parowozy jeździły po torach różnej szerokości, w wielu krajach europejskich, w Indiach, Chinach. Dobre tradycje polskiego przemysłu budowy parowozów utrzymały się jeszcze wiele lat po zakończeniu II wojny światowej, aż do roku 1956, kiedy zapadła decyzja o zaprzestaniu ich produkcji. Nadeszła nowa epoka lokomotyw z silnikami spalinowymi, a później elektrycznymi [19].

2. KOLEJOWE SILNIKI SPALINOWE

Silnik spalinowy stanowi źródło mocy lokomotywy spalinowej. Najczęściej nie służy do bezpośredniego wytwarzania momentu napędowego, lecz używany jest do napędu prądnicy, zasilającej elektryczne silniki trakcyjne. Bezpośredni napęd momentem z silnika spalinowego z użyciem przekładni mechanicznej możliwy jest tylko w lekkich pojazdach (np. autobusy szynowe, drezyny).

Do grupy spalinowych pojazdów trakcyjnych zalicza się lokomotywy spalinowe, spalinowe wagony silnikowe i spalinowe zespoły trakcyjne napędzane umieszczonym na tym pojeździe silnikiem spalinowym. Pojazdy te przewożą ze sobą zapas paliwa. Są więc, w przeciwieństwie do pojazdów elektrycznych, autonomiczne, niezwiązane z obcym źródłem energii. Silnik spalinowy jest tak samo jak silnik parowy silnikiem cieplnym. Nie korzysta on jednak z pośrednictwa pary wodnej przy przetwarzaniu energii chemicznej (zawartej w paliwie) na energię mechaniczną (poruszającą pojazd). Unikając pośrednictwa pary i spalając paliwo bezpośrednio w silniku, uzyskuje się znacznie lepsze wykorzystanie energii paliwa.

Od idealnego silnika wymaga się przede wszystkim niezawodności, małego zużycia paliwa i oleju, przestrzegania norm toksyczności spalin, uzyskiwania dużej mocy przy małych rozmiarach i masie [12].

Bardzo ważne jest odpowiednie umieszczenie silnika na pojeździe. W lokomotywach liniowych, takich jak SP45, jest on zazwyczaj montowany na środku pojazdu tak, aby jego środek ciężkości pokrywał się z osią symetrii pojazdu. W lokomotywach manewrowych „kapotowych” silniki umieszczane są w przedziałach maszynowych przed kabiną. Ważne jest przy tym, aby silnik nie ograniczał widoczności, więc musi być dostatecznie wąski. Silnik wraz z przekładnią jest to bardzo ciężki zespół konstrukcyjny. Jego montaż wymaga odpowiedniego wzmocnienia ramy pojazdu. W tym celu ramy lokomotyw spalinowych mają specjalnie przygotowane miejsca do montażu silnika.

Rozwój trakcji spalinowej przebiegał w dwóch zbliżonych do siebie kierunkach. Pierwszym była budowa spalinowych silnikowych wagonów osobowych, następnie zespołów trakcyjnych, a współcześnie szynobusów. Drugim była budowa lokomotyw, przeznaczonych do poruszania normalnych wagonów, zarówno osobowych, jak i towarowych. Spalinowe pojazdy trakcyjne wykonują różnego rodzaju pracę i odpowiednio rozróżnia się obsługę nimi ruchu pociągów (towarowych, pośpiesznych, osobowych, podmiejskich i na liniach lokalnego znaczenia) oraz manewrów (lokomotywy manewrowe i przemysłowe). Mają one różne silniki oraz urządzenia do przenoszenia mocy silnika na osie napędne.

Tabor spalinowy jest droższy od elektrycznego, a w ujęciu historycznym – od parowego. Cena pojedynczej lokomotywy spalinowej wynosiła 350% ceny parowozu o porównywalnych parametrach. Trakcja spalinowa w przeciwieństwie do elektrycznej nie wymaga drogiej infrastruktury [18].

3. ELEKTRYCZNE SILNIKI TRAKCYJNE

Silnik elektryczny często uważany jest za najważniejszą część pojazdu trakcyjnego – bez niego nie mógłby on jechać. Silniki kolejowe charakteryzują się bardzo dużą mocą, około 750–1200 kW. Na sieci PKP zasilane są prądem stałym. Silnik składa się z części ruchomej, nazywanej wirnikiem i części nieruchomej –

stojana. Zarówno w wirniku, jak i w stojanie znajduje się uzwojenie elektryczne, wykonane z drutu miedzianego. Uzwojenie jest zagłębione w odpowiednio ukształtowanych żłobkach, których głównym zadaniem jest kształtowanie linii sił pola magnetycznego.

Silnik trakcyjny prądu stałego jest maszyną komutatorową, tzn. prąd do uzwojeń wirnika dostarczany jest za pośrednictwem szczotki trącej o segmenty komutatora. Szczotki wykonane są ze spiekane go grafitu. Oznaczają się dość dużą twardością i dobrym przewodnictwem elektrycznym. Są to elementy najbardziej zawodne w całym silniku. Z powodu ścierania trzeba je dość często wymieniać. Ponadto na styku szczotka-komutator powstaje iskrzenie, przyczyniające się do szybszego zużycia powierzchni komutatora i powodujące straty energii [17].

Komutator zbudowany jest z ułożonych promieniowo płytek miedzianych. Koniec każdej płytki (tzw. chorągiewka) jest połączony z odcinkiem uzwojenia wirnika. Wirnik, obracając się, powoduje, że prąd płynie przez kolejne uzwojenia, stymulując ciągłą pracę. Uzwojenie wirnika i stojana jest połączone szeregowo, dzięki czemu przepływa przez nie taki sam prąd [2].

4. SILNIK HYBRYDOWY

Napęd hybrydowy w pojazdach kolejowych jest to połączenie napędu spalinowego i napędu elektrycznego. Napęd elektryczny jest zasilany energią czerpaną z sieci trakcyjnej. Energia do przemieszczania się jest czerpana naprzemiennie z obu silników lub tylko z silników elektrycznych, zasilanych z akumulatorów.

Podczas pracy silnika spalinowego oraz hamowania ładowane są akumulatory, w procesie rekuperacji energii, poprzez wykorzystywanie silników elektrycznych jako prądnic.

W porównaniu z akumulatorami stosowanymi w samochodach osobowych akumulatory kolejowe mają większą pojemność i większe dopuszczalne natężenie prądu.

W zakładach produkcyjnych niemieckiego producenta samochodów Audi, w Ingolstadt, hybrydowa lokomotywa Alstom H3 typu *plug-in* o mocy 1000 KM zastąpiła pojazd użytkowy, którego zadaniem było dostarczanie części karoserii, silników, skrzyń biegów i gotowych samochodów z innych fabryk producenta. Kierownik zakładowych kolei Audi w Ingolstadt, Johann Schmid, zapewnia, że rozwiązanie jest jednocześnie ekonomiczne i efektywne pod względem zużycia energii oraz powoduje mniejszą emisję spalin do atmosfery. Przez teren fabryki w Ingolstadt przebiegają tory kolejowe o łącznej długości 18 km. Codziennie jedna zakładowa lokomotywa odbywa nawet 75 manewrów, a w ciągu roku pracuje średnio przez 3800 godzin.

Alstom H3 jest wyposażony w generator diesla o mocy 350 kW i akumulator o mocy 350 kW oraz emituje o połowę mniej dwutlenku węgla. W skali roku jest to

aż 60 ton. Lokomotywa w trybie jazdy elektrycznej może pracować do dwóch godzin. Podczas przerwy od pracy jej akumulator jest ładowany za pomocą wtyczki *plug-in*. Do procesu ładowania wykorzystywany jest prąd, uzyskany z odnawialnych źródeł energii [5].



Rys. 1. Hybrydowy pociąg kursujący w fabryce Audi w Ingolstadt

Źródło: <https://www.newag.pl/pierwszy-polski-pojazd-hybrydowy-impuls-2-na-torach/>.

21 stycznia 2021 r. odbyła się premierowa jazda na trasie Szczecin – Kołobrzeg pierwszego polskiego hybrydowego pojazdu szynowego IMPULS 2 typu 36WEh, który pozwala na przejazd po odcinkach pozbawionych sieci trakcyjnej.

Pociąg został zaprojektowany i wyprodukowany przez polską firmę Newag. W trybie elektrycznym osiąga prędkość do 160 km/h, a w trybie spalinowym – do 120 km/h [10].

Według projektantów taboru hybrydowego zastosowanie innowacyjnej technologii w IMPULSIE sprawia, że funkcjonalność i zakres zastosowania pojazdu przez przewoźników diametralnie wzrasta, a ponadto komfort jazdy pasażerów radykalnie się podnosi. Cena jednego pojazdu wynosi 10 mln zł. Województwo zachodniopomorskie jest liderem w użytkowaniu pojazdów typu IMPULS [14].



Rys. 2. Pierwszy polski hybrydowy pojazd szynowy IMPULS 2

Źródło: <https://www.newag.pl/pierwszy-polski-pojazd-hybrydowy-impuls-2-na-torach/>.

Spalinowo-elektryczne lokomotywy są rozwiązaniem w miejscach, gdzie niemożliwa lub nieopłacalna jest budowa sieci trakcyjnej. Tak jak w przypadku fabryki Audi, lokomotywa hybrydowa wydaje się być odpowiednim rozwiązaniem, ponieważ między manewrami jest dostateczna ilość czasu, aby doładować akumulator.

5. POCIĄGI WODOROWE

Hydrail (z ang.) jest to przymiotnik określający ogólnie wszystkie formy pojazdów szynowych, które wykorzystują paliwo wodorowe do zasilania silników trakcyjnych lub urządzeń pomocniczych. Pojazdy napędzane wodorem wykorzystują do procesu otrzymywania energii ogniwa paliwowe, zwane też ogniwami wodorowymi. Ogniwa paliwowe (*fuel cells*) to urządzenia, które energię chemiczną paliwa i utleniacza zamieniają bezpośrednio w energię elektryczną [11]. Generują one elektryczność bez spalania paliwa i utleniacza. Pozwala to na uniknięcie emisji szkodliwych związków, m.in. tlenków azotu, siarki, węglowodorów (powodujących powstawanie dziury ozonowej) oraz tlenków węgla.

Obecnie wodór wykorzystywany jako paliwo uzyskuje się na cztery możliwe sposoby: 30% powstaje podczas procesu reformingu benzyny, 48% powstaje podczas reformingu metanu parą wodną, 4% – podczas elektrolizy wody, oraz 18% uzyskuje się za pomocą metody Habera-Boscha (podczas rozkładu pary wodnej przy użyciu rozgrzanego do 1200°C koksu).

Istnieje jeszcze możliwość otrzymania wodoru przez najróżniejsze mikroorganizmy jako produktu ubocznego procesu fotosyntezy. Jednym z przykładów takiego mikroorganizmu może być glon *Chlamydomonas reinhardtii*, który w momencie usunięcia siarczanów z pożywki zaczyna wytwarzać wodór w efekcie działania enzymu hydrogenaza. Gazowy wodór generowany jest w ilości 4 ml/h z litra kultury tych alg [9].

5.1. Francuski Coradia iLint

W lutym 2020 r. dwa wodorowe zespoły trakcyjne iLint po pomyślnym zakończeniu oficjalnej fazy testowej, podczas której przez 530 dni przejechały 180 tysięcy kilometrów, zostały przekazane do użytkowania. Eksploatacja nadzorowana iLintów jest wstępem do dostawy kolejnych 14 pojazdów, które pojawią się na torach Dolnej Saksonii w 2022 r. Pociągi Coradia iLint zastąpią, będące obecnie w eksploatacji, spalinowe zespoły trakcyjne. Dystrybucją gazów zajmie się firma Linde, która zbuduje i będzie obsługiwać stację tankowania wodoru, w pobliżu stacji Bremervoerde [15].

Pełen bak hydraila francuskiego producenta umożliwia przejechanie odległości nawet 1000 km. iLint potrafi osiągnąć prędkość do 140 km/h. Coradia iLint to pierwszy na świecie pociąg pasażerski, wyposażony w ogniwa paliwowe do przetwarzania wodoru w energię elektryczną. Pociąg jest w pełni bezemisyjny i cichy. Emituje jedynie parę wodną i skroploną wodę. Został wyposażony w innowacyjne rozwiązania: technologię czystej konwersji energetycznej, umożliwiającą elastyczne magazynowanie energii w bateriach oraz inteligentny system zarządzania mocą napędową i dostępną energią. Pociąg zaprojektowany do użytku na trasach pozbawionych sieci trakcyjnej [1].

5.2. Brytyjski HydroFLEX

Firma Porterbrook wraz z Uniwersytetem w Birmingham zaprojektowała i wyprodukowała pierwszy brytyjski pojazd szynowy, napędzany energią wodorową. We wrześniu 2020 r. pociąg o nazwie HydroFLEX rozpoczął próby operacyjne na linii kolejowej. Jest to efekt prawie dwuletniej współpracy. Uniwersytet w Birmingham opracował moduł zasilania wodorowego i akumulatorowego, który można zamontować pod produkcyjną wersją pociągu, co zwiększy liczbę miejsc dla pasażerów. Firma Porterbrook ogłosiła również plany rozpoczęcia produkcji HydroFLEX w odpowiedzi na zapotrzebowanie klientów. Testowany obecnie HydroFLEX to model pokazowy, wyposażony w system pobierania energii

z sieci trakcyjnej i system uzyskiwania energii z paliwa wodorowego na odcinkach trasy niewyposażonych w sieć trakcyjną. Dzięki temu HydroFLEX będzie szczególnie atrakcyjny dla regionów i tras, w których występuje tylko częściowa elektryfikacja sieci. Pomyślne przejście testów pociągu HydroFLEX będzie stanowić przyzwolenie na masową produkcję pociągów wodorowych i otwarcie brytyjskiego rynku transportowego na dekarbonizację [13].

Ogniwa paliwowe to dla transportu ważna siła napędowa na drodze do bezemisyjnej i zrównoważonej mobilności w transporcie kolejowym. Jest to krok do dekarbonizacji kolei, unikającej emisji substancji tworzących dziurę ozonową.



Rys. 3. Maszynownia brytyjskiego pociągu wodorowego

Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=_Xfuxxx8ZD0&ab_channel=UniversityofBirmingham.

6. POCIĄGI ZASILANE ENERGIĄ SŁONECZNĄ

Najbardziej nowatorskim rozwiązaniem na uzyskanie energii potrzebnej do transportu jest idea czerpania energii z paneli słonecznych. Została ona wcielona w życie przez Byron Bay Railroad Company w Australii, prekursora pojazdu szynowego w pełni napędzanego energią słoneczną i całkowicie pozbawionego śladu węglowego [16].

Tabor kolejowy składa się z jednego pociągu pasażerskiego, który został zbudowany w 1949 r., oraz przekształcony na współczesne potrzeby w 2017 r. Stara wersja pociągu miała dwa silniki wysokoprężne, które zostały wyciągnięte, a na ich miejsce wstawiono akumulator, nową skrzynię biegów oraz sprzęt kontrolny. Konsekwencją napędu solarnego jest wyjątkowo ciche przemieszczanie się pojazdu.

Pociąg jeździ na ponad 3-kilometrowej trasie turystycznej między Byron Bay i North Beach Station. Mija na trasie doliny i wzniesienia, chociaż droga jest głównie płaska. Zastosowano hamulec rekuperacyjny, który podczas hamowania zamienia energię kinetyczną pojazdu w energię elektryczną, podczas gdy inne pojazdy,

niewyposażone w ten hamulec, zamieniają energię kinetyczną na energię ciepłą. Dzięki wprowadzeniu tego mechanizmu akumulator, magazynujący maksymalnie 77 kWh, jest dodatkowo ładowany. Jeden cykl jazdy zużywa ok. 5 kWh energii. Akumulator pociągu jest ładowany kilka razy dziennie, na zasadzie *plug-in*, tej samej, która jest wykorzystywana w niemieckich zakładach produkcyjnych Audi oraz podczas ładowania samochodów elektrycznych [3].

Na dachu pociągu znajdują się wbudowane panele słoneczne, o mocy 6,5 kW, a na stacji zasilania, będącej jednocześnie stacją kolejową, znajdują się panele słoneczne o mocy 36 kW. Podczas słonecznego dnia suma wyprodukowanej energii wynosi 150 kWh. W pierwszym roku użytkowania przedsiębiorstwo oddało do sieci 60 000 kWh. Jest to energia wystarczająca do utrzymania 17 trzypokojowych domów. Należy jednak pamiętać, iż pociąg kursujący między Byron Bay i North Beach Station jest zlokalizowany w Australii, ma więc zapewnione sprzyjające warunki pogodowe, które pozytywnie wpływają na ilość produkowanej energii [3].

6.1. Tunel słoneczny

Międzynarodowe pociągi na trasie Paryż – Amsterdam na odcinku w Belgii korzystają z energii wyprodukowanej przez tunel słoneczny o długości 3,6 km. Tunel składa się z 16 tysięcy paneli słonecznych, które rocznie produkują 3,3 MWh [4]. Jest to średnie roczne zużycie prawie 1000 rodzin. Wytworzona energia elektryczna jest dostarczana do pociągu przez źródła energii słonecznej zamontowane wzdłuż linii i zasilają infrastrukturę w celu oświetlenia sygnałów i punktów zasilania pociągu. Wykorzystując energię elektryczną wytwarzaną na miejscu, właściciele linii kolejowych są w stanie uniknąć strat energii i kosztów transportu, jakie powstałyby, gdyby farma fotowoltaiczna nie znajdowała się w pobliżu linii trakcyjnych [6].

Nie jest to pociąg, wykorzystujący wyłącznie zieloną energię, jednak jest to sposób na użycie alternatywnych źródeł energii do zasilania chociaż częściowo masowych środków transportu.

PODSUMOWANIE

Na przestrzeni lat napędy pojazdów szynowych nieustannie się zmieniały, od tradycyjnej lokomotywy parowej, przez lokomotywy z silnikami spalinowymi i elektrycznymi, aż po silniki hybrydowe i wodorowe. Rozwój napędów świadczy nie tylko o intensywnej dynamizacji kolei, ale również o ogromnym zapotrzebowaniu, co można zauważyć po intensywności badań prowadzonych w krajach bardzo wysoko rozwiniętych, takich jak Niemcy czy Wielka Brytania. Francuski Coradia iLint czy też tunel słoneczny na trasie Paryż – Amsterdam są żywym dowodem i przykładem tego, że transport kolejowy może być zarówno

ekonomiczny, jak i przyjazny środowisku. Prawdopodobnie trend polegający na umieszczaniu fotowoltaiki w pobliżu sieci trakcyjnej będzie coraz bardziej popularny, co można zauważyć nawet w Polsce, gdzie w ramach Programu Inwestycji Dworcowych na modernizowanych i budowanych dworcach będą umieszczane panele fotowoltaiczne o wartości 2 mld zł [8].

Istotną zaletą rozwoju współczesnych najpopularniej wykorzystywanych napędów jest fakt, iż nowo produkowane koleje wykorzystują silniki wodorowe lub hybrydowe, które, jeżeli tylko są zasilane zieloną energią, pozostawiają zdecydowanie zredukowany ślad węglowy. Jeżeli konstruktorzy i inżynierowie poradzą sobie z problemem otrzymywania i magazynowania wodoru, a państwa będą inwestowały w bardziej ekologiczne rozwiązania, można w rezultacie w niedalekiej przyszłości uznać pociągi wodorowe, hybrydowe, a może nawet słoneczne, za normę.

LITERATURA

1. <http://gashd.eu/2021/02/06/lokomotywa-na-wodor-od-crrc-pojedzie-w-niemczech/> (dostęp 9.03.2021).
2. <http://kolejnakolej.info/kierunki-rozwoju-napedu-lokomotyw-cz-2-lokomotywy-spalinowe-hybrydowe/> (dostęp 5.03.2021).
3. <https://edition.cnn.com/travel/article/solar-powered-train-intl-scli-gbr/index.html> (dostęp 9.03.2021).
4. <https://globenergia.pl/linia-kolejowa-zasilana-bezposrednio-z-fotowoltaiki-nowy-trend/> (dostęp 9.03.2021).
5. <https://insideevs.com/news/328130/meet-audis-plug-in-hybrid-locomotive/> (dostęp 7.03.2021).
6. <https://pl.ergonengineering.com/solar-tunnel-powers-part-paris-amsterdam-train-line-431961> (dostęp 9.03.2021).
7. https://pl.wikipedia.org/wiki/Historia_kolei (dostęp 5.03.2021).
8. <https://portalkomunalny.pl/pkp-chce-stawiac-panele-fotowoltaiczne-na-dworcach-412502/>.
9. <https://www.nakolei.pl/paliwo-wodorowe-przyszloscia-kolei/> (dostęp 9.03.2021).
10. <https://www.newag.pl/pierwszy-polski-pojazd-hybrydowy-impuls-2-na-torach/> (dostęp 7.03.2021).
11. <http://www.ogniwa-paliwowe.info/hydrogen1.php> (dostęp 9.03.2021).
12. <https://www.parowozy.pl/ekspozycja/spalinowe/> (dostęp 5.03.2021).
13. <https://www.railway-technology.com/projects/hydroflex-hydrogen-train/>.
14. <https://www.rynek-kolejowy.pl/mobile/newag-pokazuje-hybrydowego-impulsa-2-zdjecia-93694.html> (dostęp 7.03.2021).
15. <https://www.rynek-kolejowy.pl/mobile/niemcy-skladaja-najwieksze-w-historii-zamowienie-na-wodorowe-zespoły-trakcyjne-91977.html> (dostęp 9.03.2021).
16. https://www.youtube.com/watch?v=6Y4QGFte3T8&ab_channel=TomScott (dostęp 9.03.2021).
17. http://technikakolejowa.prv.pl/sil_el.htm (dostęp 5.03.2021).
18. http://technikakolejowa.prv.pl/sil_spal.htm (dostęp 5.03.2021).
19. http://www.zssplus.pl/transport/transkol/transkol_lok_par.htm#3 (dostęp 5.03.2021).

DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF RAIL VEHICLE DRIVES

The aim of this article is to present possible energy sources for rail vehicles. The authors presented the history of railway development and described 5 types of drives available on the market. They illustrated the advantages and disadvantages of using the described drives in turn. They touched upon the issues of acquiring and storing energy from renewable energy sources.

Keywords: *rail vehicles, drive, technological development.*

Oleksandr Perun

Uniwersytet Morski w Gdyni

ANALIZA WDROŻENIA CZWARTEGO POZIOMU AUTOMATYZACJI W TRANSPORCIE DROGOWYM W NAJBLIŻSZYM 10-LECIU

W przedstawionym artykule zbadano rozwój automatyzacji w transporcie drogowym, a szczególnie czwarty poziom automatyzacji, który w najbliższych latach będzie aktywnie wdrażany na całym świecie. Poddano również analizie jeden z systemów automatyzacji w transporcie drogowym, tj. platooning, pod kątem jego efektywności, sprawności i kosztów.

Celem artykułu jest przeanalizowanie danych, dotyczących wdrożenia czwartego poziomu automatyzacji na podstawie praktyk i technologii stosowanych przez europejskie oraz amerykańskie firmy produkcyjne samochodów ciężarowych oraz ocena gotowości gospodarczej do wdrożenia czwartego poziomu automatyzacji.

Słowa kluczowe: automatyzacja, ciężarówka, transport, nowoczesny, platooning, Traton, Navistar, Man, TuSimple.

WSTĘP

Analizując rozwój technologii na przestrzeni czasu, można bez trudności zauważyć że technologie, jak i człowiek, postępowo rozwijają się, człowiek i technologie stanowią nierozłączny związek i jedno bez drugiego jest mało efektywne lub bezsensowne. Z każdym 10-leciem jest nas coraz więcej na świecie, potrzebujemy z każdym razem dodatkowych rzeczy i nieustannie produkujemy, zwiększając ilości w odpowiedzi na większe zapotrzebowanie. Za tym wszystkim stoi transport jako niezbędny element efektywnego rozwoju człowieka, gospodarki narodowej, jak i światowej.

Transport jest to jedna z podstawowych technologii, wykorzystywanych przez człowieka, biorąc pod uwagę, że według GUS z 2019 r. więcej niż 80% towarów w Polsce transportowanych jest za pomocą samochodów ciężarowych, a nie samolotów czy statków [2]. Według amerykańskiego biura statystyki transportu, liczba ciężarówek w Ameryce Północnej wzrosła o 56% w ciągu ostatniej dekady [9]. Oczekuje się, że liczba ta podwoi się w ciągu następnych 25 lat. Można zrozumieć, że odgrywa to kluczową rolę, nawet małe zmiany w transporcie ciężarowym niosą za sobą poważne konsekwencje dla całego sektora transportowego w logistyce. Transport miał i ma wpływ na to, jakie otoczenie posiada człowiek, czyli jaka jest infrastruktura miejscowości, jak ukształtowana jest kultura i tryb życia człowieka wraz z jego przyzwyczajeniami i nawykami.

To, co czeka nas w najbliższych latach, stanie się tym rewolucyjnym momentem, w którym rozwój gospodarki światowej osiągnie nowy poziom ekonomiczny, a będzie nim wdrożenie autonomicznego transportu ciężarowego. Autonomiczność transportu jest mocno zaawansowana od strony technicznej i dlatego będzie rewolucyjna.

Automatyzacja samochodów ciężarowych jest potrzebna w odpowiedzi na niedoskonałość parametrów fizycznych, jak i psychicznych człowieka, co wiąże się z kosztami, komfortem i możliwością wykonywania wielu zadań jednocześnie, tzw. multitaskingiem. Na podstawie oszacowań przedstawionych przez firmę Morgan Stanley oszczędności, wynikające ze wdrożenia autonomicznego transportu ciężarowego, to 136 miliardów euro rocznie, z czego [8]:

- redukcja kosztów pracy na poziomie 57 miliardów euro to 42%;
- zoptymalizowane zużycie paliwa o 4–7% mniej, czyli 29 miliardów euro, to 21%;
- zmniejszenie liczby wypadków i ograniczenie ubezpieczeń to 28 miliardów euro czyli 20%;
- zwiększenie wydajności, przez całodobową pracę, czyli 22 miliardy euro oszczędności, to 17%.

W związku z tym rozwój autonomicznych ciężarówek będzie przyczyniać się do rosnącego zapotrzebowania na bezpieczne, niezawodne i opłacalne rozwiązania transportowe.

1. SYSTEMY AUTOMATYZACJI

W obecnych czasach pojazdy poruszające się po drogach są już wyposażone w półautonomiczne funkcje, takie jak system wspomagania parkowania i hamowania. Jednak pojazdów tych nie można nazwać autonomicznymi, dlatego że kieruje nimi człowiek, który jest niezbędny w samochodzie. Pojazdy autonomiczne, w odróżnieniu od nich, mogą poruszać się bez udziału kierowcy. W takim samochodzie każdy może być pasażerem.

Zautomatyzowany transport można podzielić według sześciu poziomów automatyzacji pojazdów kołowych. Określiła je branżowa organizacja SAE (*Society of Automotive Engineers*), regulując w standardzie J3016 (2014) [1]. Każdy kolejny poziom identyfikowany jest według stopnia interwencji od strony kierowcy. Każdy nowy poziom zaawansowania w drodze do całkowitej automatyzacji dodaje do elementów na poprzednim poziomie nowe funkcjonalności i cechy, które pojazd musi zawierać.

Kryteria oraz poziomy przedstawione zostały w tabeli 1.

Tabela 1

Poziomy automatyzacji

Lp.	Podział automatyzacji	Kierowanie, przyspieszanie, hamowanie	Monitorowanie otoczenia	Odpowiedzialność za sytuacje awaryjne	Tryb jazdy
0	Bez automatyzacji	Człowiek	Człowiek	Człowiek	n/a
1	Wsparcie kierowcy	Mieszane	Człowiek	Człowiek	Część trybów jazdy
2	Częściowo zautomatyzowane	Maszyna	Człowiek	Człowiek	Część trybów jazdy
3	Warunkowa automatyzacja	Maszyna	Maszyna	Człowiek	Część trybów jazdy
4	Wysoko zautomatyzowane	Maszyna	Maszyna	Maszyna	Część trybów jazdy
5	Całkowicie zautomatyzowane	Maszyna	Maszyna	Maszyna	Wszystkie tryby jazdy

Źródło: opracowanie własne na podstawie SAE (2014).

Poziomy są następujące:

- poziom zerowy – pojazd obsługiwany jest tylko przez kierowcę;
- poziom pierwszy – pojazd wyposażony w układ wspomagający (np. kierowania lub kierowcy) z pobieraniem danych o warunkach jazdy;
- poziom drugi – automatyzacja działa tak samo, jak w przypadku poziomu pierwszego z różnicą w tym, że pojazd może być wyposażony w wiele układów wspomagających;
- poziom trzeci – pojazd zautomatyzowany do prowadzenia we wszystkich aspektach jazdy, ale kierowca zobowiązany w odpowiednim momencie przejąć kierowanie, jeżeli będzie to potrzebne dla zwiększenia bezpieczeństwa;
- poziom czwarty – system dostosowany do jazdy we wszystkich aspektach jazdy i nie wymaga reakcji człowieka na przejście kierowania w awaryjnych sytuacjach;
- poziom piąty – pojazd całkowicie zautomatyzowany i dostosowany do prowadzenia we wszystkich aspektach jazdy i wszystkich warunkach drogowych.

Na bazie czwartego poziomu automatyzacji istnieją także rozwinięcia, które można nazwać udoskonaleniem czwartego poziomu – jest to system, zwany platooningiem. Platooning polega na grupie jadących jeden za drugim pojazdów ciężarowych, w której wszystkie samochody wyposażone są w czwarty poziom automatyzacji, pierwszy samochód z kolumny nadzorowany przez człowieka, który jest właściwie liderem. Dzięki temu tylko jeden pojazd musi mieć kierowcę, reszta kopiuje jego zachowanie i odpowiednio dostosowuje odstęp między innymi

samochodami i przeszkodami. Zalety tej metody to bezpieczeństwo jak dla kierowców, tak i dla natury, przez mniejsze emisje dwutlenku węgla, które mogą sięgać do 10%, a także mniejsze zużycie paliwa przez zachowanie optymalnego odstępu między pojazdami, co daje kolejny plus, o ile zajmują mniej miejsca na drogach, jak informuje firma MAN [3].

Analizowano próby wdrożenia systemu platooning w poprzednich latach na przykładzie trzymiesięcznych prób w 2016 r., w których był tzw. *European Truck Platooning Challenge*, oraz takie firmy jak MAN, Daimler, Scania, Volvo, IVECO oraz DAF, w konwojach wyposażonych w system platooning wyjechały na drogi kilku europejskich państw (Szwecja, Dania, Niemcy, Belgia) do Holandii. Po takim eksperymencie powstały różne wyniki oraz opinie w przypadku firmy MAN, która pokonała 35 tysięcy kilometrów, transportując nadwozie w godzinach wieczornych i nocnych, co też jest ważne, pokazując pozytywne oczekiwane wyniki. Jak informuje firma Daimler, po podobnym teście wyniki były inne, gdyż konwoje bardzo często się rozdzielały, tracąc na oszczędnościach planowanych podczas dostosowania odstępów między pojazdami [16].

Podsumowując, można wykazać, że platooning jest odpowiednim systemem w celu optymalnego zużycia paliwa oraz zmniejszenia emisji dwutlenku węgla, lecz w odpowiednich warunkach, tj. na autostradach, gdzie nie ma wielu skrzyżowań i trasa jest najbardziej przewidywalna. Dla poprawnego działania tego systemu powinny także zostać wdrożone specjalne znaki drogowe, które będą regulować ruch drogowy dla pojazdów zautomatyzowanych oraz pozostałych.

1.1. Wyposażenie autonomicznego pojazdu

Radar jest to system, który wykorzystuje fale radiowe do określania kierunku jazdy, odległości od pojazdów i otoczenia oraz rozmiarów tych obiektów, a także ich prędkości. Zazwyczaj w samochodzie autonomicznym stosuje się około pięciu radarów. Czujniki monitorują pozycję innych pojazdów w pobliżu. Takie czujniki są już stosowane w adaptacyjnych układach kontroli prędkości. Jednostki radarowe pozwalają samochodowi uniknąć uderzenia, wysyłając sygnał do pokładowej jednostki centralnej, aby zostały użyte hamulce lub aby samochód zjechał z drogi, gdy istnieje taka konieczność. Czujniki zamontowane w kołach w celu przesyłania dokładnych sygnałów do komputera centralnego, który przetwarza te dane i generuje potencjalne decyzje, pozwalają uniknąć potencjalnych wypadków [10].

GPS (*Global Positioning System*) to satelitarny system radionawigacji, który przesyła dane o geolokalizacji i czasie do odbiorników GPS w dowolnym miejscu. GPS jest połączony z odczytami z tachometrów, wysokościomierzy i żyroskopów, aby zapewnić dokładniejsze pozycjonowanie, niż jest to możliwe tylko w przypadku jednego GPS [13].

Sonar (czujniki ultradźwiękowe) stanowi kolejny system, w który jest wyposażony samochód autonomiczny. Stosuje się go do rozpoznawania najbliższego otoczenia pojazdu w maksymalnej odległości do 5 metrów. Działa on jak system

echolokacyjny i odpowiada za wykrywanie takich przeszkód, jak: krawężniki, słupki, łańcuchy, znajdujące się blisko zwierzęta czy ludzie. System czujników ultradźwiękowych pozwala na zaparkowanie nawet na bardzo wąskim miejscu parkingowym. W samochodach stosowane są także do wykrywania przeszkód i unikania kolizji, a także do napięcia pasów bezpieczeństwa w momencie uderzenia [13].

Odometria jest to system, który służy do wykorzystania danych z czujników ruchu do oszacowania zmiany pozycji w czasie. Ta metoda jest wrażliwa na błędy z powodu integracji pomiarów prędkości w czasie w celu uzyskania oszacowań pozycji. Dla poprawnego działania odometrii potrzebne jest szybkie i dokładne zbieranie danych i kalibracja przyrządów [13].

IMU (*Inertial Measurement Unit*) jest to układ pomiarowy, składający się z czujników, takich jak akcelerometry (czujniki mierzące przyspieszenie liniowe oraz położenie kątowe), żyroskopy (urządzenia do pomiaru lub utrzymywania położenia kąтового, działające na podstawie zasady zachowania momentu pędu), bądź inne czujniki ruchu i położenia. Analizując zbierane dane i dokonując odpowiednich obliczeń, można za ich pomocą wyznaczyć orientację i położenie obiektów w przestrzeni. W samochodach autonomicznych są wykorzystywane w celu wykrywania zmiany położenia i ruchu, a w układach czujników zderzeniowych – do sterowania otwarciem poduszek powietrznych.

Kamery wideo to system kamer o wysokiej rozdzielczości, które rejestrują obraz z wielu punktów jednocześnie i w różnych odległościach. System ten uzupełnia poprzednie systemy i odpowiada za identyfikację znaków drogowych, jak pionowych tak i poziomych, sygnalizacji świetlnej, śledzenie pozycji innych pojazdów i wykrywanie pieszych oraz innych przeszkód na drodze.

Pozycjonowanie jest systemem, który współpracuje z kamerami pokładowymi i przetwarza informację, która nadchodzi na bieżąco, a także pobiera dane GPS i o prędkości pojazdu, aby dokładnie określić pozycję każdego pojazdu. Jednocześnie system prowadzi inteligentne korekty dla takich czynników, jak ruch uliczny, ukształtowanie dróg i wypadki [12].

1.2. Reakcja społeczna na zmiany w transporcie drogowym

W 2020 r. Europejska Federacja Pracowników Transportu (ETF) poinformowała, że zwróciła się do przedstawicieli UE o włączenie pracowników transportu w dyskusje związane z automatyzacją branży transportowej i przejściem na nowe technologie.

29 października 2020 r. podczas spotkania ministrów transportu UE i EFTA została przyjęta deklaracja z Pasawy, dotycząca „inteligentnego podejścia do mobilności”. Deklaracja podkreśla korzyści, jakie automatyzacja i cyfryzacja mogą przynieść dla europejskiej branży transportowej. Jednak dokument nie wspomina o osobach, na które wprowadzenie nowych technologii wpłynie bezpośrednio, czyli o milionach pracowników branży transportowej. W związku z tym Europejska Federacja Pracowników Transportu wysłała pismo do Rady UE, sekretariatu EFTA,

prezydenta Niemiec i przedstawicieli państw członkowskich UE, aby wyrazić swoje obawy w tej sprawie. ETF twierdzi, że organizacja nie sprzeciwia się automatyzacji, ale te innowacje powinny być stosowane tylko w sytuacjach, w których mogą przynieść wyraźne korzyści społeczeństwu, a zwłaszcza pracownikom [19].

Rządy UE i EFTA powinny nawiązać silny dialog społeczny z pracownikami i ich przedstawicielami na temat polityki i inwestycji w automatyzację, wtedy wdrożenie nowych technologii będzie pomyślne, ponieważ takie przejście jest możliwe tylko przy zaangażowaniu pracowników, którzy znają realia tej pracy [7].

2. WDROŻENIE CZWARTEGO POZIOMU AUTOMATYZACJI

Wdrożenie nowych technologii do społeczeństwa jest jednym z najważniejszych elementów rozwoju gospodarki. Aby proces wdrażania był pomyślnie przeprowadzony, powinien spełniać niektóre warunki, które można podzielić na: testowanie, standaryzację, uregulowanie prawne oraz akceptację społeczną.

Testowanie jest niezwykle ważne dla wdrożenia zautomatyzowania w transporcie drogowym, dlatego że sprawdza ono możliwość stosowania nowej technologii w warunkach rzeczywistych pod kątem bezpieczeństwa, wydajności itp. oraz pomaga w usprawnieniu ewentualnych usterek. Obszarem testowania może być każda droga publiczna, prywatna lub teren własny. W 2019 r. testy na polskiej autostradzie A4 planowała firma Aptiv, jednak z powodu braku odpowiedniej dokumentacji testy przełożono [17].

Uregulowania prawne są kluczowe, bo to one pozwalają realizować proces wdrożenia automatyzacji i testowania na drogach publicznych. Rozwiązania prawne pozwalają na przeniesienie obszarów testowych i hal produkcyjnych na inne obszary, tj. ulice miast czy wsi. Za takie regulacje prawne odpowiadają prawa o ruchu drogowym, międzynarodowe konwencje, tj. genewska i wiedeńska. Sprawa wygląda inaczej w Stanach Zjednoczonych, gdzie nie ma takich konwencji, a ruch pojazdów autonomicznych jest domyślnie dozwolony. W ostatnich latach jednak sytuacja nieco się zmieniła i zostały wprowadzone tam niektóre ograniczenia, za które odpowiada Federalna Agencja Bezpieczeństwa na Autostradach (NHNTSA).

Standaryzacja jest powiązana z realizacją całościowej normalizacji, do której należą takie elementy, jak: cyberbezpieczeństwo, sprawność działania urządzeń mechanicznych i systemów informatycznych. Dla płynnego rozwoju pojazdów autonomicznych i ich wdrożenia na rynku, w którym występuje wielu producentów, potrzebne jest zapewnienie jednolitości miar i wymagań.

Akceptacja społeczna jest konieczna, biorąc pod uwagę, że każda nowa technologia, nawet jeżeli jest doskonała, nie będzie działać, jeżeli nie cieszy się zaufaniem swoich użytkowników.

Różne opinie można uzyskać dla poszczególnych typów transportu drogowego – na przykładzie badań amerykańskich wskazano, że 71% respondentów obawia się

korzystać z osobowych samochodów autonomicznych. Sprawa wygląda inaczej w przypadku samochodów ciężarowych, gdzie głównym obiektem, który jest przewożony, nie jest człowiek, a materiały produkcyjne itp. Tu – na odwrót – ludzie są chętni do wprowadzenia takiej technologii [1].

2.1. Dotychczasowe próby wdrożenia

Czwarty poziom automatyzacji polega na tym, że pojazd jest w dużym stopniu pod kontrolą systemu, który kieruje nim, ale jest nadzorowany przez człowieka, który w dowolnym momencie może przyjąć kierowanie pojazdem. System automatyzacji pojazdu w szczególnych sytuacjach informuje człowieka o potrzebie przejęcia kierowania pojazdem, ale w sytuacji, gdy człowiek nie reaguje, system dalej działa zgodnie z przypisanymi mu standardami.

Daimler Trucks od wielu lat jest liderem w rozwoju zautomatyzowanych ciężarówek. W 2014 r. wiodący na świecie producent ciężarówek zaprezentował Mercedes-Benz Future Truck 2025, pierwszą na świecie zautomatyzowaną ciężarówkę. Firma jako pierwsza zademonstrowała możliwości technologiczne i ogromny potencjał dla gospodarki i społeczeństwa w tym zakresie. Także Daimler Trucks był jedną z pierwszych firm, która w 2015 r. otrzymała pierwszą licencję na użytkowanie zautomatyzowanego pojazdu użytkowego na drogach publicznych.

Na targach *Consumer Electronics Show* (CES) w Las Vegas w 2019 r. Daimler Trucks przedstawił samochód ciężarowy pod nazwą *Freightliner Cascadia*, który oferuje półautomatyczne funkcje kierowania ciężarówką na drugim poziomie automatyzacji, co czyni go pierwszą w historii półautomatyczną produkcyjną ciężarówką na drogach w Ameryce Północnej. Także firma ta ogłosiła, że zainwestuje 500 milionów euro i utworzy ponad 200 nowych miejsc pracy w nadchodzących latach w ramach globalnego dążenia do wprowadzenia wysoko zautomatyzowanych ciężarówek na czwartym poziomie według SAE w ciągu następnej dekady.

W transporcie komercyjnym czwarty poziom stanowi kolejny znaczący postęp w stosunku do drugiego poziomu automatyzacji, zapewniając użytkownikom większą wydajność i produktywność, znacznie zmniejszając koszty transportu.

Daimler Trucks już od lat produkuje pojazdy wyposażone w drugi poziom automatyzacji, zamierza pominąć pośredni trzeci poziom automatyzacji i przejść do czwartego poziomu. Trzeci poziom nie zapewnia przewoźnikom znaczącej przewagi w obecnej sytuacji, ponieważ nie ma odpowiednich ustawodawczych inicjatyw, które mogłyby zrekompensować koszty wdrożenia tej technologii.

Wraz z otwarciem nowego centrum do autonomicznej jazdy przez Daimler Trucks w Nowym Meksyku firma rozszerza swoje możliwości w zakresie rozwoju zautomatyzowanej jazdy. Współpraca Daimler Trucks i Torc Robotics ma na celu rozwój technologii zautomatyzowanej jazdy. Firmy wspólnie dążą do wspólnego celu – wprowadzenia seryjnych, wysoko zautomatyzowanych ciężarówek na drogi w ciągu najbliższego 10-lecia. Ten program obejmuje również [12]:

- rozmieszczenie na drogach specjalnych parków do testowania;
- rozpoczęcie modernizacji podwozia samochodu ciężarowego;

- wdrożenie modelu od hubu do hubu;
- sformalizowanie standardów dla rygorystycznych testów;
- wyznaczenie procesu certyfikacji kierowców w zakresie bezpieczeństwa;
- poszerzenie możliwości zaawansowanego oprogramowania automatyzującego samochody.

Wszystkie powyższe punkty zostaną wdrożone przez *Autonomous Technology Group* w nowym centrum testowym w Stanach Zjednoczonych w Nowym Meksyku.

Pierwsze testy na drogach publicznych rozpoczęły się we wrześniu 2020 r. w południowo-zachodniej Wirginii, gdzie mieści się siedziba firmy Torc Robotics. Ponadto w Madras w stanie Oregon, na terenie *High Desert Proving Grounds*, należącym do Daimler Trucks, odbywają się testy drogowe na zamkniętym obszarze. W lutym 2020 r. Daimler Trucks i Torc ogłosiły plany rozszerzenia testów technologii zautomatyzowanych ciężarówek w innych częściach Stanów Zjednoczonych poprzez dodanie nowych tras publicznych. Plany te odłożono jednak z powodu pandemii COVID-19 [12].

2.2. Wdrożenie w najbliższych latach

Dzięki postępom w próbach wdrożenia czwartego poziomu automatyzacji i oszczędnościom z nich wynikającym firmy produkujące samochody ciężarowe są nastawione na to, żeby w najbliższym 10-leciu całkowicie przejść na ciągłą produkcję już autonomicznych pojazdów. Według raportu McKinsey & Company, do roku 2025 co najmniej jeden z trzech nowych samochodów ciężarowych będzie wyposażony w czwarty poziom automatyzacji. Jeżeli chodzi o sprzedaż, to na podstawie danych analityków firmy IHS Automotive roczna wielkość sprzedaży autonomicznych samochodów ciężarowych może wynieść 600 tys. pojazdów do 2035 r. [5].

Firmy MAN, Scania, Navistar i Volkswagen, które już zajmują się wdrażaniem zautomatyzowanych samochodów ciężarowych, są członkami Grupy TRATON, która jest ich właścicielem. Firma MAN będzie kontynuować projektowanie zautomatyzowanych pojazdów, a szczególnie platooningu, by jak najszybciej wprowadzić go do seryjnej produkcji. Szacuje się, że około 2023 r. konwoje z systemem platooning skończą testowanie i będą wypuszczane do produkcji [17].

Północnoamerykański producent Navistar i firma technologiczna TuSimple wspólnie opracują ciężarówkę z czwartym poziomem automatyzacji. Według wstępnych danych firmy Navistar, rozpoczęcie masowej produkcji planowane jest na rok 2024. TuSimple kupuje teraz standardowe ciężarówkę od Navistar, a następnie wyposaża je we własną technologię autonomicznej jazdy: 20 kamer i dwa czujniki laserowe LIDAR. Teraz firmy nastawione są na to, żeby zamiast przerabiać ciężarówkę wspólnie je produkować, z całkowicie zintegrowaną technologią TuSimple [14].

Przygotowanie pojazdu ciężarowego do późniejszej instalacji oprogramowania i sprzętu zajmuje kilkaset godzin pracy. Cały ten czas poświęcony jest na doposażenie układu hamulcowego i kierowniczego, modyfikację instalacji elektrycznej oraz podstawowego oprogramowania pojazdu – wszystko po to, aby system sztucznej inteligencji działał.

Jak zawiadamia firma TuSimple, wdrożenie zautomatyzowanych pojazdów na terenie Stanów Zjednoczonych przez Navistar i TuSimple będzie odbywać się w trzech etapach [18]:

- Etap I (2020–21) – autonomiczny transport ładunków między miastami południowo-zachodnich Stanów Zjednoczonych: Phoenix, Tucson, El Paso, Dallas, Houston i San Antonio. Trasy dostaw będą przebiegały wyłącznie po głównych autostradach.
- Etap II (2022–23) – sieć rozszerzy się z Los Angeles w Kalifornii do Jacksonville na Florydzie, łącząc wschodnie i zachodnie wybrzeże Stanów Zjednoczonych.
- Etap III (2023–24) – sieć autonomicznych samochodów ciężarowych obejmie wszystkie stany USA, umożliwiając klientom korzystanie z autonomicznych ciężarówek, wyposażonych w czwarty poziom automatyzacji, oraz dostarczanie towarów na wybranych trasach sieci do 2024 r.

PODSUMOWANIE

Podsumowując przedstawioną analizę wdrożenia czwartego poziomu automatyzacji na podstawie danych licznych firm, niewątpliwie można wywnioskować, że jest to system, który pozwoli społeczności rozwijać się szybciej, bezpieczniej oraz wygodniej. Pozwoli on na zoptymalizowanie środków finansowych i pracowniczych pojedynczego przedsiębiorstwa oraz gospodarki globalnej. Wdrożenie tego systemu przyczyni się również do wzrostu efektywności i produktywności przedsiębiorstw go wykorzystujących.

Spodziewać się trzeba, że na drodze do rozwoju i sukcesywnego wdrożenia nowych technologii wystąpią przeszkody. Dużym wyzwaniem dla autonomicznego transportu będzie zapewnienie bezpieczeństwa informatycznego dla centralnego systemu kierującego pojazdem przed możliwością nieupoważnionego przejęcia kontroli nad pojazdem, kradzieżą danych, cyberbezpieczeństwem, wirusami itd. Kolejnym wyzwaniem będzie odpowiednie uregulowanie prawne, które sformalizuje odpowiedzialność za szkody нанесione przez system kontroli, a także zasady wspólnego korzystania z infrastruktury drogowej przez pojazdy autonomiczne i nieautonomiczne, które powinny odpowiadać na oczekiwania i być zaakceptowane przez społeczeństwo. Pełne wdrożenie i stosowanie autonomicznego transportu drogowego narzuca konieczność wyposażenia infrastruktury drogowej w odpowiednie czujniki, pozwalające na koordynację ruchu pojazdów, tak całkowicie autonomicznych, jak i częściowo zautomatyzowanych. Uzbrojenie w odpowiednie czujniki to minimum, który trzeba będzie spełnić, kolejna sprawa to

przebudowa dróg w szerszym zakresie i ulepszenie nawierzchni wszystkich twardych dróg, po których będą poruszać się pojazdy.

Zaznaczyć warto, że pojazdy te w najbliższym 10-leciu nie będą nadawać się do transportu towarów z magazynu do sklepu ani do dostarczania towarów do domu. Fakt ten powinien uspokoić tych, którzy krytykują tę technologię, argumentując, że autonomiczne ciężarówki odbierają pracę kierowcom. W rzeczywistości wzrost produktywności przez całodobową pracę pojazdów autonomicznych przyczyni się do wzrostu zapotrzebowania na kierowców dla dostawy ostatniej mili.

LITERATURA

1. Darowska M., Grzeszak J., Sipiński D., *Autonomiczny transport przyszłości*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2020.
2. Dmitrowicz-Życzka K., *Przewozy ładunków i pasażerów w 2019 r.*, Urząd Statystyczny w Szczecinie, Szczecin 2020.
3. Drabarek A., Lesiński M., *Transport przyszłości – perspektywy rozwoju transportu drogowego w Polsce 2020–2030*, PwC, 2019.
4. Ficoń K., *Logistyka techniczna. Infrastruktura logistyczna*, BEL Studio, Warszawa 2009.
5. Penc J., *Strategie zarządzania. Perspektywiczne myślenie, systemowe działanie*, Placet, Warszawa 1994.
6. Pszczołowski T., *Mala encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1978.
7. Säfsten K., Winroth M., Stahre J., *The Content and Process of Automation Strategies*, International Journal of Production Economics, 2007, nr 110.
8. Solon O., *Self-driving Trucks: What's the Future for America's 3.5 Million Truckers?* The Guardian, 2016.
9. Svetlana D., *Daimler Trucks i Torc Robotics otmieczają god uspiesznowo sotrudnicestwa w razrabotkie awtonomnych gruzowikow*, LogistToday, 2020.
10. Winroth M., Säfsten K., Stahre J., *Automation Strategies – Existing Theory or ad hoc Solutions?* International Journal of Manufacturing and Technology Management, 2007, nr 11.

Źródła internetowe

11. <https://40ton.net/podsumowanie-testu-zautomatyzowanych-man-ow-4-proc-oszczednosci-odczucia-kierowcow/> (dostęp 02.03.2021).
12. <https://dvizhok.su/komtrans/daimler-trucks-investiruet-500-mln-evro-v-avtomatizirovannyye-gruzoviki> (dostęp 02.03.2021).
13. <https://komputery.pl/2019/07/25/samochody-autonomiczne-przyszlosc-czy-juz-rzeczywistosc/> (dostęp 01.03.2021).
14. https://logist.today/dnevnik_logista/2020-07-18/navistar-budet-proizvodit-robotizirovannyye-furysov-mestno-s-tusimple/ (dostęp 01.03.2021).
15. <https://teleroute.com/pl-pl/blog/article/konsekwencje-uzytkowania-autonomicznych-samochodow-ciezarowych-cykl-artykulow/> (dostęp 01.03.2021).
16. <https://www.freightlink.pl/knowledge/artyku%C5%82y/truck-platooning-jako-szansa-na-zmian%C4%99-%C5%9Brodowiska-transportu> (dostęp 02.03.2021).

17. <https://www.man.eu/pl/pl/o-nas/innowacje/jazda-zautomatyzowana/jazda-zautomatyzowana.html> (dostęp 01.03.2021).
18. <https://www.tusimple.com/> (dostęp 02.03.2021).
19. <http://tslnews.pl/zautomatyzowane-ciezarowki/> (dostęp 02.03.2021).

ANALYSIS OF THE IMPLEMENTATION OF THE FOURTH LEVEL OF AUTOMATION IN ROAD TRANSPORT IN THE NEXT 10 YEARS

The presented article examines the development of automation in road transport, especially the fourth level of automation, which will be actively implemented around the world in the coming years. One of the automation systems in road transport, ie Platooning, was also analyzed in terms of its effectiveness, efficiency and costs.

The aim of this article is to analyze data on the implementation of the fourth level of automation based on the practices and technologies used by European and American truck manufacturing companies, and to assess the economic readiness to implement the fourth level of automation.

Keywords: *automation, trucks, transportation, modern, platooning, Traton, Navistar, Man, TuSimple.*

Maciej Prokopowicz, Dominika Stromska

Uniwersytet Morski w Gdyni

CAR-SHARING – UDOGODNIENIE DLA LUDZI CZY RATUNEK DLA ŚRODOWISKA?

Celem artykułu jest analiza i ocena, czy car-sharing jest kolejną usługą, która tylko zaspokaja potrzeby konsumenckie, czy za aspektami użytkowymi przemawia również chęć wpłynięcia w pozytywny sposób na środowisko. W części teoretycznej przedstawiono istotę car-sharingu oraz jego rozwój w Polsce. Przybliżono sposób działania usługi oraz wskazano jej wady i zalety. Przedstawiono również szanse dla miast, które wiążą się ze zwiększeniem popularności car-sharingu wśród mieszkańców. Za pomocą ankiety zbadano, co skłania użytkowników do skorzystania z samochodów współdzielonych. Wnioski przeprowadzonego badania mogą wskazać, czy ludzie zdolni są zastąpić swój własny samochód na rzecz car-sharingu.

Słowa kluczowe: car-sharing, mobilność, ekologia.

WSTĘP

Zmiana tempa konsumpcyjnego życia człowieka i znaczny postęp mobilności w dużej mierze przyczyniły się do negatywnego wpływu na jakość powietrza w miastach. Według danych zawartych w raportach rocznych, dotyczących wypadków drogowych, opracowanych przez Komendę Główną Policji w Polsce, jeszcze do 2000 roku liczba zarejestrowanych samochodów osobowych wynosiła 14 724 293, z kolei w 2019 roku liczba tych pojazdów zwiększyła się aż o 53% i wynosiła 31 388 643 [2, 3]. Należy zwrócić uwagę na to, że w 2019 roku liczba ludności wynosiła 38 mln 411 tys., co pokazuje, że na jednego obywatela przypadało średnio 0,8 samochodu [1]. Dane te pokazują, że problem zwiększającej się liczby zarejestrowanych samochodów w kraju zauważalny jest co roku. Widoczne są przy tym zjawisku konsekwencje. Obserwuje się częsty brak miejsc parkingowych oraz liczne kongestie, zauważalne głównie w centrach dużych miast. Jednak kolejnym dużym problemem jest aspekt ekologiczny. Patrząc na coraz większe znaczenie ochrony środowiska oraz chęć rozwiązania przy tym trudnień, wpływających na życie codzienne, powstaje wiele nowych form mobilności, które miałyby łączyć oba te problemy i je rozwiązywać. Możliwość rozwiązania tych problemów daje jeden z modeli biznesowych, taki jak *car-sharing*.

1. ROZWÓJ I ISTOTA CAR-SHARINGU

Koncepcja *car-sharingu*, mimo że w Polsce jest znana stosunkowo krótko, sięga już lat czterdziestych, kiedy to holenderski polityk – Luud Schimmelpennik – stworzył pomysł, który opierał się na idei współdzielenia wśród społeczeństwa np. samochodów. Zarówno ten, jak i wiele kolejnych pomysłów (np. wspólne dzielenie samochodów w Zurychu czy projekt systemu ProcoTip) zakończyły się niepowodzeniem. Kolejne lata pozwalały na opracowywanie nowych rozwiązań oraz eliminowanie tych, które nie przynosiły oczekiwanych rezultatów. Dopiero po około 2007 roku usługa *car-sharingu*, po wieloletnich eksperymentach, przyjęła fazę komercyjną i zaczęła przynosić oczekiwane rezultaty i jednocześnie pomału zyskiwać popularność na całym świecie [5, 7].

Car-sharing, jak sama nazwa wskazuje, to nic innego jak współdzielenie samochodu, mówiąc inaczej, jest to wypożyczanie samochodu na określony czas. Można więc powiedzieć, że jest alternatywą dla starszych wersji wypożyczalni samochodów, tylko dużo wygodniejszą i szybszą, ponieważ pozwala na skorzystanie z usług z dowolnego miejsca o dowolnym czasie, jednak tylko wtedy, gdy w mieście użytkownika znajdują się firmy *car-sharingu*.

2. CAR-SHARING W POLSCE

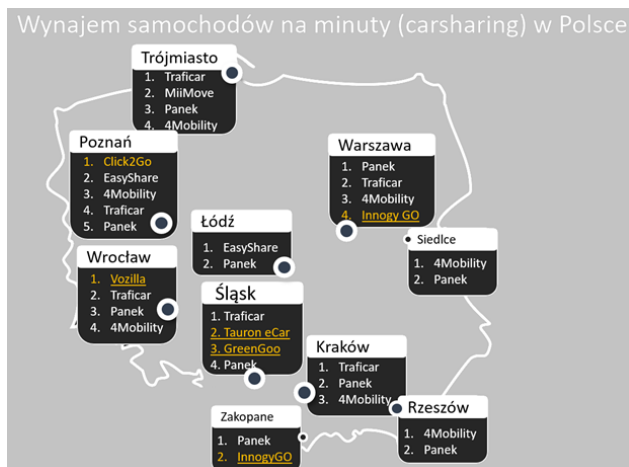
W Polsce pierwszą działającą usługę *car-sharingu* zaobserwować można było w Krakowie pod koniec 2016 roku. Jednak chęć wprowadzenia jej w życie kształtowała się już od roku 2013. Pomysł zrodził się w Express Car Rental, największej w Polsce wypożyczalni samochodów, która śledząc działania *car-sharingu* w krajach sąsiednich oraz na świecie, zapragnęła wprowadzić go także w Polsce. Zbierając informacje dotyczące działania tego systemu, zaczęto podejmować prace nad tworzeniem pierwszego projektu. I tak po trzech latach badań powstał Traficar – pierwsza usługa *car-sharingu* w Polsce i pierwsza tego typu usługa na świecie, która jako jedyna w tym czasie swoje działanie opierała na smartfonie, czyli była zaprojektowana w taki sposób, że samochody otwierały się tylko i wyłącznie za pomocą telefonu, kiedy to pozostali producenci umożliwiali użytkownikom korzystanie z pojazdu dopiero po rejestracji w klubie (np. w Stanach Zjednoczonych) lub po otrzymaniu karty RFID, która otwierała samochód w momencie zbliżenia jej do czytnika znajdującego się w samochodzie (Niemcy) [9]. Z kolejnym rokiem firma Traficar rozszerzyła swoje usługi o kilka aut dostawczych oraz zwiększyła zasięg o kolejne miasta – Warszawę, Poznań i Wrocław, a także Trójmiasto. Następne lata to dalszy rozwój współdzielonej mobilności w Polsce. Traficar wprowadza swoje usługi w kolejnych dużych miastach i jednocześnie powstają nowe, konkurencyjne firmy [4, 6]. Aktualnie w Polsce działa kilku usługodawców (rys. 1).



Rys. 1. Flota pojazdów poszczególnych firm w 2019 roku

Źródło: <https://autonaminuty.org/carsharing-2019podsumowujemy-odchodzacy-rok/> (dostęp 25.02.2021).

Niezaprzeczalnie liderami spośród wszystkich firm są: Panek CarSharing i Traficar, które dysponują największą liczbą samochodów o napędzie konwencjonalnym, hybrydowym i elektrycznym. Ich usługi spotkać można w największych miastach w Polsce, przedstawionych na rysunku 2. Największa konkurencja występuje w Poznaniu, Trójmieście i w Warszawie, w których działają m.in. wspomniane wcześniej Panek CarSharing, Traficar i 4Mobility.



Rys. 2. Wynajem samochodów na minuty (car-sharing) w Polsce

Źródło: <https://wysokienapiecie.pl/33010-koniec-innogy-go-elektryczne-bmw-i3-na-minuty-znikna-z-ulic/> (dostęp 26.02.2021).

Mimo że firmy cały czas poszerzają swoją ofertę o kolejne miasta i samochody, to, niestety, pojazdów elektrycznych w ofercie jest stosunkowo mało. Dodatkowo firmy takie jak Vozilla, Tauron eCar, GreenGoo czy konkurujący z firmami Traficar i Panek InnogyGo, mimo że w myśl ekologii w swojej ofercie posiadały wyłącznie auta elektryczne, to albo zrezygnowały z działalności, albo są na etapie wycofywania się z rynku *car-sharingu*. Powodów upadłości jest wiele, jednak główną przyczyną jest obecna sytuacja gospodarcza, związana z pandemią [15].

3. DZIAŁANIE ORAZ OCENA CAR-SHARINGU

Usługa *car-sharingu* działa na podstawie aplikacji mobilnej, którą należy pobrać na smartfon i w której należy dokonać rejestracji, aby móc zacząć korzystać z pojazdu. Aplikacja wymaga podania przez użytkownika danych osobowych oraz numeru prawa jazdy i karty płatniczej. Dodatkowo wymagane jest zrobienie zdjęć podanych wcześniej dokumentów, w celu weryfikacji poprawności podanych danych. Po zarejestrowaniu się możliwe jest korzystanie z samochodu. Problem może pojawić się w momencie, gdy użytkownik chce skorzystać z pojazdu, ale nie ma go w pobliżu. Tu z pomocą przychodzi mapa w aplikacji, która wyświetla wszystkie dostępne najbliżej pojazdy do skorzystania. Dodatkowo mapa wyświetla dane o każdym pojeździe, w których zawarte są np. numer rejestracyjny i stan paliwa. Aplikacje posiadają również funkcję „zarezerwuj”, dzięki czemu możliwe jest zarezerwowanie pojazdu na kilkanaście minut, aby zapobiec ewentualnemu wypożyczeniu przez inną osobę. Gdy już pojazd zostanie znaleziony, użytkownik ma kilka minut przed rozpoczęciem jazdy, aby dokładnie sprawdzić samochód pod względem czystości i ewentualnych uszkodzeń. Pomaga to zweryfikować, w jakim stanie pojazd został zostawiony przez poprzedniego użytkownika. Aplikacja służy również do zakończenia wynajmu samochodu.

Zastanawiać się można, jakie korzyści niesie za sobą *car-sharing* oraz czy jest on opłacalny. Korzystanie z samochodów współdzielonych posiada wiele pozytywnych aspektów. Wśród nich wyróżnia się:

- łatwość użytkowania – wszystko opiera się na aplikacji mobilnej. Na mapie zlokalizować można najbliższy znajdujący się samochód. Aplikacja służy zarówno do rezerwacji pojazdu, uruchomienia go, jak i zakończenia przejazdu;
- brak kosztów stałych – osoby, które nie posiadają własnego samochodu, a korzystają z *car-sharingu*, nie ponoszą kosztów związanych z ubezpieczeniem, przeglądami czy naprawami;
- możliwość wyboru – w zależności od tego, ile osób będzie brać udział w podróży, albo czy użytkownik chce jechać samochodem elektrycznym czy tym o napędzie konwencjonalnym, lub może potrzebuje pojazdu do przewiezienia dużych gabarytów, możliwy jest wybór samochodu, począwszy od 2-osobowego samochodu elektrycznego, po większe samochody dostawcze. Dodatkowo np. firma

Panek CarSharing rozwija swoją ofertę o samochody sportowe (BMW i8) oraz o samochody retro [12].

Warto też nadmienić, że użytkownicy często nie muszą płacić za parkingi i nie mają obowiązku tankować pojazdu, ponieważ odpowiedzialni są za to pracownicy poszczególnych firm, co przekłada się na kolejną korzyść.

Również ceny za przejazd wydają się być atrakcyjne. Przykładowo za 5 km płynnej jazdy trwającej 10 min Panek CarSharing pobiera 9,5 zł, z kolei Traficar 11,5 zł, gdzie przejazd takiej trasy tradycyjną taksówką to koszt około 20–30 zł. Możliwe jest również wykupienie pakietów dobowych lub nawet miesięcznych, a ceny różnią się nieznacznie od poszczególnych usługodawców [11].

Wymieniając pozytywne aspekty użytkowania pojazdów na minutę, nie można nie wspomnieć o ich wadach. Według obliczeń WysokieNapiecie.pl, *całkowite koszty przejechania 1 km własnym clio wynoszą 1,43 zł, a wypożyczenie tego modelu w Traficarze będzie o 40% droższe i wyniesie 2 zł/km. Z kolei koszty własnego yarisu wynoszą 1,60 zł/km, a w Panku możemy nim podróżować za 1,85 zł (o 16% drożej)* [14].

Na tej podstawie stwierdzić można, że dla osób, które samochodem przejeżdżają się codziennie, *car-sharing* okaże się droższy. Dodatkowo trzeba brać pod uwagę fakt, że w dużych miastach często jazda samochodem wiąże się z długim stanem w korkach, co w *car-sharingu* przekłada się na kolejne koszty związane z tzw. opłatą postojową. Użytkownicy mogą również ponieść dodatkowe koszty za większe zabrudzenie samochodu, kolizje, zgubienie kluczyka czy za przekroczenie średniego zużycia paliwa, co przekłada się na zdystansowanie się pewnych osób do *car-sharingu*. Dodatkowo *car-sharing* działa tylko w dużych miastach na określonych obszarach, których przekroczenie wiąże się z ponoszeniem kolejnych opłat.

4. SZANSA NA ZMIANĘ OBRAZU POLSKICH MIAST

Zwiększenie wykorzystywania *car-sharingu* wśród ludzi przełożyłoby się na bardzo dużo korzyści. Firma Traficar uważa, że jeden samochód, działający w usłudze *car-sharingu*, jest w stanie zastąpić nawet do 20 samochodów prywatnych [13]. Dla miast oznaczałoby to rozładowanie korków, które obecnie stanowią duży problem, szczególnie w godzinach szczytu.

Dodatkowo w grę wchodzi istotny w dzisiejszych czasach aspekt ekologiczny. Im więcej wykorzystywanych będzie samochodów współdzielonych, tym mniejsze pojawi się zapotrzebowanie na miejsca parkingowe. Pozwoli to uchronić tereny zielone przed wykorzystaniem ich na następne parkingi.

Firmy prowadzące *car-sharing* coraz większą uwagę zwracają na emisję pyłów produkowanych przez nowe pojazdy, np. firma Traficar posiada pojazdy, które zgodne są z normami Euro 6, co pozwala na zmniejszanie emisji pyłów o ponad 96%, a węglowodorów i tlenków azotu o 85% [10]. Przeniesienie się mieszkańców

z samochodów prywatnych na samochody współdzielone dałoby szansę na polepszenie jakości powietrza w polskich miastach i znaczną redukcję smogu, tym bardziej, że jak dotąd Polacy posiadają zbyt dużo samochodów wiekowych, których silniki nie spełniają nawet podstawowych norm zanieczyszczeń.

5. BADANIE

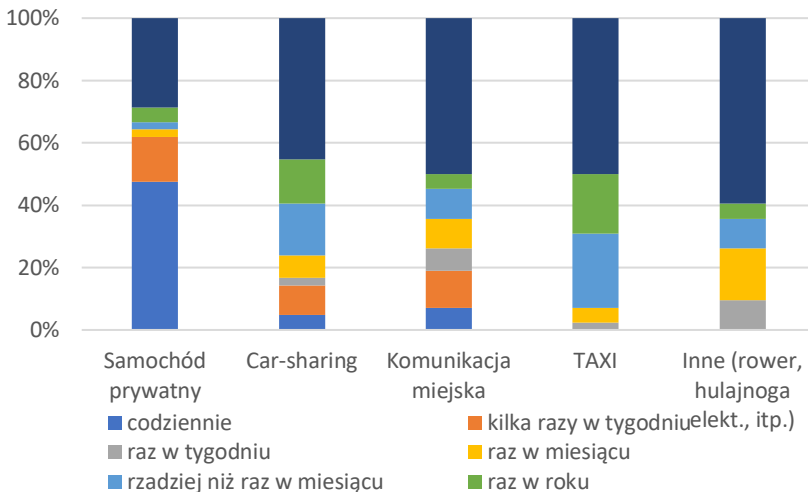
5.1. Metoda badawcza i wyniki

Największym czynnikiem, mającym wpływ na zwiększanie się popularności usług *car-sharingu*, są ludzie. Aby sprawdzić, czy za ich decyzjami przemawiają tylko indywidualne korzyści, czy mają również na uwadze aktualne problemy ekologiczne, przeprowadzono badanie w formie ankiety.

Największą część wśród wszystkich respondentów stanowiły osoby pomiędzy 18. a 30. rokiem życia (76,2%), 19% ankietowanych to osoby w wieku od 31 do 50 lat, pozostała grupa (4,8%) to respondenci powyżej 50. roku życia. W badaniu nie wzięły udziału osoby poniżej 18 lat. W miejscach zamieszkania 81% badanych występuje *car-sharing*, 11,9% ankietowanych zamieszkuje miasta, gdzie ta usługa nie występuje, z kolei pozostałe 7,1% badanych nie ma wiedzy na temat występowania *car-sharingu* w ich miejscach zamieszkania.

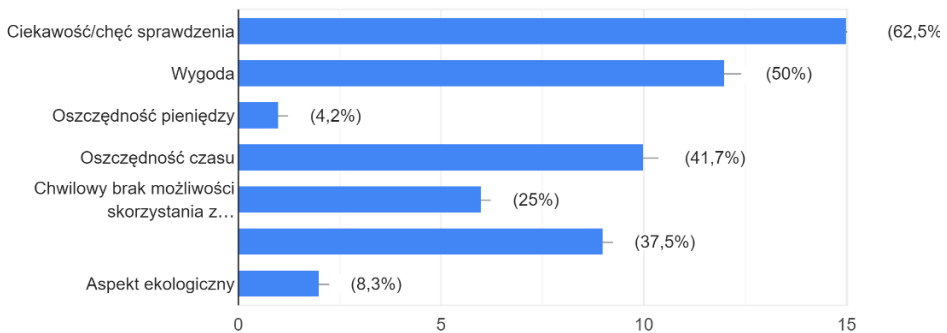
W kwestionariuszu zawarto pytania, których celem było zbadanie, z jakich środków transportu ankietowani korzystają najczęściej oraz co skłoniło ich do skorzystania z usług *car-sharingu*, a jeżeli nie skorzystali, co miało na to wpływ. Dodatkowo badanie miało na celu poznać, jakie zdanie respondenci mają na temat *car-sharingu* w porównaniu z pozostałymi środkami transportu oraz czy byliby skłonni zrezygnować z posiadania własnego samochodu na rzecz samochodów współdzielonych.

Postanowiono zbadać, jakimi środkami transportu respondenci podróżują najczęściej. Najwyższy udział, jeżeli chodzi o pojazd użytkowany codziennie, uzyskał samochód prywatny i komunikacja miejska, *car-sharing* zajął trzecie miejsce. Znaczna część respondentów, wypowiadając się na temat częstości korzystania z *car-sharingu*, odpowiedziała, że nie korzystała wcale.



Rys. 3. Odpowiedź respondentów na pytanie: „Jak często korzysta Pan/Pani z poszczególnych środków transportu?”

Źródło: opracowanie własne.



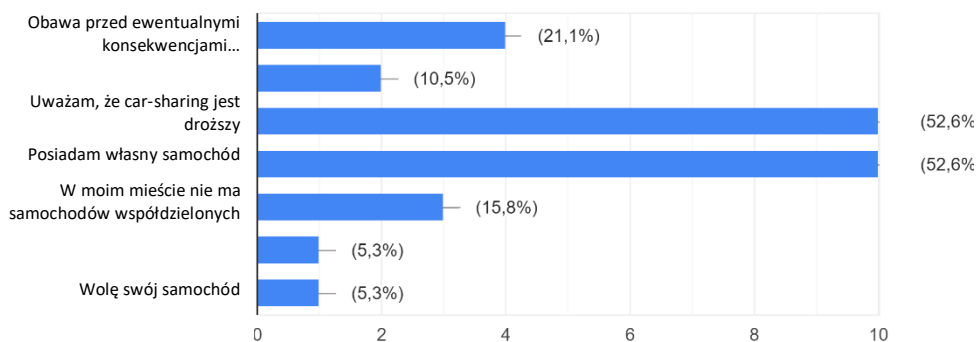
Rys. 4. Odpowiedź respondentów na pytanie: „Jeżeli skorzystał(a) Pan/Pani przynajmniej raz z *car-sharingu*, jaki był powód?”

Źródło: opracowanie własne.

Kolejne pytanie miało na celu poznanie, co wpłynęło na chęć skorzystania z samochodu współdzielonego. Najczęściej pojawiającymi się odpowiedziami były ciekawość, wygoda, oszczędność czasu i brak własnego samochodu. Niestety, najrzadziej padała odpowiedź związana z aspektem ekologicznym (8,3%).

Następnym pytaniem było pytanie otwarte: „Co najbardziej podobało się Panu/Pani w trakcie korzystania z pojazdu współdzielonego?” Wśród wszystkich

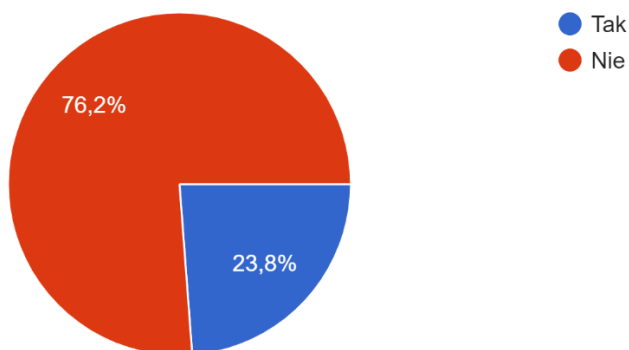
odpowiedzi bardzo często pojawiały się m.in. brak odpowiedzialności za samochód oraz możliwość wypróbowania innego modelu samochodu.



Rys. 5. Odpowiedź respondentów na pytanie: „Jeżeli nie skorzystał(a) Pan/Pani z *car-sharingu*, jaki był powód?”

Źródło: opracowanie własne.

Postanowiono również sprawdzić, jakie są powody, dla których ankietowani nie skorzystali z *car-sharingu*. Najczęstszą przyczyną było posiadanie własnego samochodu oraz stwierdzenie, że *car-sharing* jest droższy. Duża część osób obawiała się również konsekwencji, jakie niesie za sobą używanie samochodów współdzielonych.



Rys. 6. Odpowiedź respondentów na pytanie: „Czy *car-sharing* według Pana/Pani jest lepszą alternatywą dla samochodu prywatnego niż pozostałe, nieprywatne środki transportu?”

Źródło: opracowanie własne.

Kolejne pytanie miało sprawdzić, jaki stosunek do *car-sharingu* mają ankietowani względem pozostałych publicznych środków transportu w aspekcie pojazdu alternatywnego dla samochodów prywatnych. 76,2% respondentów odpowiedziało, że samochody współdzielone nie są lepszą alternatywą dla samochodu prywatnego niż pozostałe, nieprywatne środki transportu. Za główne powody badani podawali to, że *car-sharing* jest droższy, a korzystanie z niego wiąże się z większą odpowiedzialnością i konsekwencjami.



Rys. 7. Odpowiedź respondentów na pytanie: „Czy jest Pan/Pani w stanie zrezygnować z posiadania własnego lub potencjalnie własnego samochodu na rzecz *car-sharingu*, biorąc pod uwagę aspekt ekologiczny?”

Źródło: opracowanie własne.

Na koniec zadano respondentom najważniejsze pytanie, czyli czy byłoby w stanie zrezygnować z własnego lub potencjalnie własnego samochodu w ramach korzystania z *car-sharingu*. Niestety, najwięcej padło odpowiedzi negatywnych (57,1%), 31% osób byłoby w stanie zrezygnować tylko w momencie, gdyby *car-sharing* był tańszy niż samochód.

PODSUMOWANIE

Najważniejszymi w kwestionariuszu pytaniami, które pozwoliły ocenić stosunek badanych do usług *car-sharingu*, były:

- „Jeżeli skorzystał(a) Pan/Pani przynajmniej raz z *car-sharingu*, jaki był powód?”;
- „Jeżeli nie skorzystał(a) Pan/Pani z *car-sharingu*, jaki był powód?”;
- „Czy *car-sharing* według Pana/Pani jest lepszą alternatywą dla samochodu prywatnego niż pozostałe, nieprywatne środki transportu?”.

Niestety, na ten moment *car-sharing* jest jedynie kolejnym udogodnieniem dla mieszkańców miast. Bardzo mała część użytkowników pojazdów współdzielonych korzysta z niego ze względów ekologicznych, najczęściej za korzystaniem przemawia wygoda oraz ciekawość społeczeństwa, a nawet chwilowy brak własnego samochodu.

Głównymi przyczynami, które tworzą pewnego rodzaju blokadę w korzystaniu z tej usługi przez większą liczbę osób, są cena usługi oraz znaczna obawa przed konsekwencjami i karami, które w przypadku posiadania własnego samochodu są mniejsze. Przekłada się to na fakt, że ludzie w danym momencie nie są skłonni do tego, aby całkowicie zrezygnować z posiadania własnego samochodu.

Aby zwiększyć popularność *car-sharingu* wśród społeczeństwa oraz aby ludzie skłonni byli do rezygnacji ze swoich samochodów, należałoby pomyśleć o sposobach na obniżenie cen. Rozwiązaniem mogłoby być wsparcie przez miasta w postaci dofinansowania. Pozwoliłoby to na obniżenie kosztów jazdy oraz cen za ewentualne szkody podczas eksploatacji pojazdów współdzielonych. Warto byłoby wdrożyć karty stałego klienta, które uprawniałyby najczęstszych użytkowników do zniżek i promocji.

Dużym problemem jest również zbyt mała świadomość mieszkańców miast na temat konsekwencji zwiększającej się co roku liczby pojazdów w Polsce. Zanieczyszczenie powietrza ma bardzo duże, negatywne przełożenie na zdrowie ludzi, a kongestie oraz problem ze znalezieniem miejsca dotyczą praktycznie każdego kierowcy. Dlatego ważne jest ciągle podkreślanie tego problemu, np. w kampaniach reklamowych. Wdrożenie tych rozwiązań pozwoliłoby wyeliminować powody, przez które znaczna część osób czuje niepewność do *car-sharingu*. W konsekwencji *car-sharing* zyskałby większą popularność. Firmy, widząc coraz większe zainteresowanie *car-sharingiem*, rozszerzałyby swoje usługi o kolejne, mniejsze miasta.

W przyszłości zmniejszenie cen i zwiększenie świadomości problemu, jakim jest zbyt duża liczba pojazdów na polskich drogach, mogłoby zainicjować rezygnację z samochodów prywatnych na rzecz *car-sharingu*.

Car-sharing jest rozwiązaniem wielu miast i może być ratunkiem dla środowiska. Aby tak się stało, miasta, we współpracy z danymi firmami, powinny opracować plan działania, który zmotywowałoby mieszkańców do częstszego korzystania z *car-sharingu*. Przełożyłoby się to na korzyści dla miast.

Gdyby zmniejszyła się liczba samochodów prywatnych, zmniejszyłoby się zapotrzebowanie na rozbudowę infrastruktury pod miejsca parkingowe, co przełożyłoby się na zmniejszenie wydatków miasta oraz ingerencji w tereny zielone.

Ponadto *car-sharing* mógłby wpłynąć na zmniejszenie liczby samochodów w obiegu w aglomeracjach, a to przełożyłoby się na zmniejszenie się śladu węglowego. Takie rozwiązanie jest możliwe, jednak wszystko leży u podłoża polityki miast w zakresie planów zrównoważonej mobilności w miastach.

LITERATURA

1. GUS, *Ludność. Stan i struktura oraz ruch naturalny w przekroju terytorialnym w 2020 r. Stan w dniu 30 czerwca*, Warszawa 2020.
2. Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu Drogowego, *Wypadki drogowe w Polsce w 2001 roku*, Warszawa 2002.
3. Komenda Główna Policji, Biuro Ruchu Drogowego, *Wypadki drogowe w Polsce w 2019 roku*, Warszawa 2020.
4. Krzak M., *Carsharing jako element koncepcji „zielonego miasta” na przykładzie Wrocławia i wybranych polskich miast*, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Wrocław 2018.
5. Kubera M., *Geneza i rozwój carsharingu w Polsce*, Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2018.
6. Wolański M., Pieróg M., *Ocena potencjału rozwoju car-sharingu w Polsce* [w:] Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (red.), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot 2017.

Źródła internetowe

7. <https://autofakty.pl/po-godzinach/historia-carsharingu-to-juz-70-lat/> (dostęp 25.02.2021).
8. <https://autonaminuty.org/carsharing-2019podsumowujemy-odchodzacy-rok/> (dostęp 25.02.2021).
9. <https://fintek.pl/samochody-na-minuty-biznes-na-lata-polacy-pokochali-carsharing-wywiad/> (dostęp 25.02.2021).
10. <https://mojafirma.infor.pl/moto/auto-w-podrozy/abc-samochodowych-podrozy/751092,Jak-kierowcy-moga-walczyc-ze-smogiem.html> (dostęp 28.02.2021).
11. <https://subiektywnieofinansach.pl/car-sharing-w-polsce-nie-zrobi-kariery-porownujemy-ceny-haczyki-w-regulaminach/> (dostęp 26.02.2021).
12. <https://www.bankier.pl/wiadomosc/10-wad-i-zalet-carsharingu-czyli-wynajmowania-samochodow-na-minuty-7568973.html> (dostęp 26.02.2021).
13. <https://www.traficar.pl/carsharing> (dostęp 28.02.2021).
14. https://wysokienapiecie.pl/7693-carharing_wynajem_auta_na_minuty_test_vozilla_traficar_panek_4mobility/#dalej (dostęp 26.02.2021).
15. <https://wysokienapiecie.pl/33010-koniec-innogy-go-elektryczne-bmw-i3-na-minuty-znikna-z-ulic/> (dostęp 26.02.2021).

CAR-SHARING – A CONVENIENCE FOR PEOPLE OR A RESCUE FOR THE ENVIRONMENT?

The purpose of this article is to investigate whether car-sharing is another service that only meets consumer needs, or whether the usability is also supported by the will to have a positive impact on the environment. In the theoretical part, the authors presented the essence of car-sharing and its development in Poland. They introduced the way the service works and indicated its advantages and disadvantages. The authors also presented opportunities for cities, which are associated with the increasing popularity of car-sharing among residents. The survey examined what prompts users to use shared cars. The conclusions of the research conducted may indicate whether people are capable of replacing their own car with car-sharing.

Keywords: *car-sharing, mobility, ecology.*

Maciej Prokopowicz, Dominika Stromska

Uniwersytet Morski w Gdyni

ROLA TECHNOLOGII *BLOCKCHAIN* W SEKTORZE TSL

Sektor TSL jest jednym wśród wielu, który uległ dynamicznym zmianom za sprawą nowych technologii. Blockchain, mający duży potencjał, znajduje się w czołówce nowoczesnych rozwiązań, które znacząco odmieniają procesy w sektorze TSL. Celem artykułu jest przybliżenie rozwiązań oraz korzyści, wynikających z wykorzystania technologii blockchain w obszarze transportu, spedycji i logistyki. W artykule została przedstawiona istota, sposób działania i przykłady przedsiębiorstw wraz ze stosowanymi przez nie rozwiązaniami bazującymi na blockchain.

Słowa kluczowe: *blockchain, informatyzacja, przemysł 4.0, nowe technologie, technologie informacyjne.*

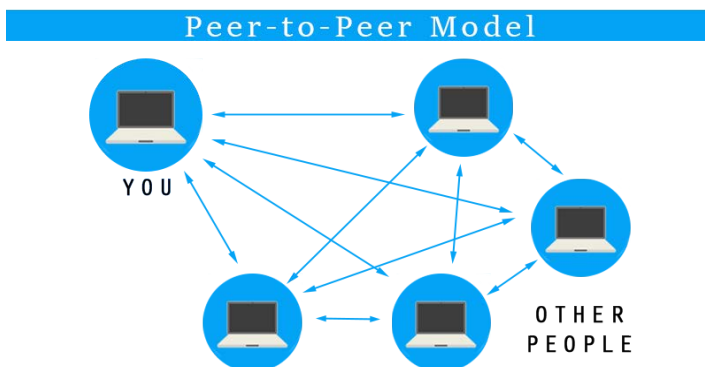
WSTĘP

Działalność logistyczna, będąca szkieletem wielu branż, ma przed sobą wyzwania organizacyjne i ekonomiczne. Procesy zaopatrzeniowe czy dystrybucyjne towarów w łańcuchu dostaw wiążą się z koordynowaniem wielu etapów, przeglądaniem dużej liczby dokumentów, rozproszeniem interesariuszy po całym świecie czy barierami kulturowymi. Ponadto problemy z płatnościami, szkody w przesyłkach czy opóźnienia eskalują problemy, związane z ogólną efektywnością przedsiębiorstw sektora TSL.

Ciągły rozwój technologii informacyjnych od czwartej rewolucji przemysłowej stawia czoło już nie tylko elementarnym i powtarzalnym problemom w funkcjonowaniu różnych podmiotów. Wśród wielu wschodzących technologii zyskujących na znaczeniu znalazł się *blockchain*, znany głównie ze stosowania go w kreowaniu najbardziej znanej waluty alternatywnej, czyli bitcoina. Aktualnie technologia ta wykorzystywana jest w branży finansowej, prawniczej, opiece zdrowotnej, administracji, nieruchomościach, energetyce oraz transporcie, spedycji i logistyce [16]. Wiele instytucji pozarządowych, a nawet rządowych, widzi duży potencjał w zastosowaniu *blockchain*, czego potwierdzeniem jest wartość tego rynku, która wynosiła w 2017 r. 1,64 mld USD, a do końca 2025 r. ma osiągnąć poziom 21,07 mld USD [15]. Szacuje się, że z wykorzystania tej technologii najbardziej skorzysta sektor transportu i logistyki [11].

1. ISTOTA TECHNOLOGII *BLOCKCHAIN*

Blockchain jest rozproszoną bazą danych działającą na podstawie przedstawionego na rysunku 1 modelu *Peer to Peer*, będąc dzięki temu technologią zdecentralizowaną. W wyniku tego, że jest to rozproszona baza danych, zmiany w zawartości bazy na jednym urządzeniu powodują zmiany we wszystkich urządzeniach działających w ramach jednej sieci [5].



Rys. 1. Model sieci *peer-to-peer*

Źródło: <https://www.skalex.io/blockchain-p2p-web/> (dostęp 10.02.2021).

Technologia *blockchain* ma pewne właściwości, które zostały przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1

Właściwości technologii *blockchain*

Lp.	Właściwość	Opis
1	Anonimowość	Wirtualne identyfikatory zastępują standardowe dane osobowe
2	Transparentność	Każdy uczestnik sieci posiada dostęp do danych na takich samych warunkach. Każda z transakcji ma czas operacji. Każdy użytkownik musi dokonywać przesyłu aktualnych danych
3	Niezależność	W wyniku decentralizacji, w technologii tej nie ma pośredników ani osób trzecich (np. rząd), mogących mieć wpływ na realizację danej transakcji. Niezależność i sprawiedliwość są gwarantowane przez mechanizmy kryptograficzne
4	Bezpieczeństwo	Praktycznie brak możliwości zmiany informacji w bloku, ponieważ zapisują się one każdorazowo w nowym bloku oraz są nieodwracalne. <i>Blockchain</i> wykorzystuje zaawansowane metody szyfrowania, które przy aktualnym poziomie wiedzy uniemożliwiają niepożądaną ingerencję

Źródło: opracowanie własne na podstawie: M. Wodnicka, *Technologie blockchain przyszłością logistyki*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, Tarnów 2019, s. 49; <http://it-filolog.pl/blockchain-gigantyczna-ksiega-rozrachunkowa-w-sieci-leksykon-2017/> (dostęp 24.02.2021).

Blockchain dzięki swojej architekturze i jej właściwościom umożliwił powstanie wielu innowacyjnych rozwiązań, których ciągle przybywa. Znalazł on zastosowanie w takich obszarach, jak:

- integracja Internetu Rzeczy i *blockchain* (monitoring tras i stanu towarów w czasie rzeczywistym);
- sektor finansowy (kreowanie, wymiana i płatności kryptowalutami);
- służba zdrowia (e-dokumenty);
- energetyka (rozliczenia transakcji);
- administracja rządowa (e-PIT, e-urząd skarbowy);
- tożsamość i jej weryfikacja;
- inteligentne kontrakty [7, 19].

W dalszej części artykułu przedstawiono wybrane rozwiązania w sektorze TSL.

1.1. Wady i ograniczenia *blockchain*

Mimo dużego zainteresowania i wielu zalet technologia *blockchain* ma również ograniczenia. Pierwszym utrudnieniem jest zasobochłonność. W wyniku ciągłego powstawania nowych bloków rejestrów w sieci *blockchain* pochłaniają one coraz więcej pamięci. Na stan z 26 lutego 2021 r. całkowity rozmiar łańcucha bloków bez indeksów baz danych wynosił 330 gigabajtów [23]. Ciągły wzrost listy rejestrów w sieci *blockchain* będzie powodował ograniczenie dla użytkowników w postaci braku możliwości pobrania i przechowywania danych [8].

Z pewnością można oznajmić, że *blockchain* jest technologią bezpieczniejszą niż inne, choć nie jest pozbawioną ryzyka. Jednostka kontrolująca 51% węzłów lub więcej może kontrolować sieć i w konsekwencji modyfikować dane w wirtualnej księdze. Wraz ze wzrostem liczby bloków w całej sieci *blockchain* możliwości oszustwa znikają. W praktyce nie udało się jeszcze skumulować na tyle dużej ilości mocy obliczeniowej, by móc zmieniać historyczne zapisy [14].

Kolejnym ograniczeniem jest kapitałochłonność wdrożenia i utrzymania technologii *blockchain* w swoim przedsiębiorstwie. Mimo że istnieją projekty *blockchain* typu *open source*, takie jak np. HyperLedger, które udostępniają wiele bezpłatnych narzędzi i struktur, to i tak kosztowny jest rozwój takich rozwiązań. Z kolei, wybierając licencjonowane rozwiązania, oparte na *blockchain*, trzeba liczyć się z jeszcze wyższymi kwotami na pokrycie takiej inwestycji [17].

Zarządzanie projektem opartym na *blockchain* jest trudne, ponieważ wymaga odpowiedniej wiedzy branżowej i praktycznej. Z kolei dziś wielu programistów nie jest ukierunkowanych w dziedzinie *blockchain*, co prowadzi do konieczności przeszkolenia ich w tym zakresie. Jeśli zaś uda się znaleźć programistę o odpowiednich kompetencjach i doświadczeniu, trzeba się liczyć z jeszcze wyższym wydatkiem ze względu na stosunek popytu i podaży na rynku pracy. Koszty wdrożenia i utrzymania technologii *blockchain* są na tyle duże, że na jej wdrożenie mogą pozwolić sobie duże i dochodowe przedsiębiorstwa [17].

Kolejną kwestią jest ugruntowanie technologii *blockchain* w prawodawstwie. Ze względu na dynamiczne zmiany w rozwoju i powstawaniu nowych zastosowań tej technologii nasuwa się wiele pytań, dotyczących interpretacji norm prawnych w odniesieniu do procedur *blockchain*.

W wyniku dużej swobody, anonimowości i niewystarczających norm prawnych i technicznych kreowane na bazie *blockchain* niektóre waluty kryptograficzne służą do prania brudnych pieniędzy czy handlu narkotykami w ciemnej sieci internetowej [24].

2. WYKORZYSTANIE *BLOCKCHAIN* W TSL

Obszarem, w którym *blockchain* znalazł istotne zastosowanie, jest transport i spedycja morska. W obrocie morskim podstawowym dokumentem jest konosament, który przede wszystkim upoważnia do odbioru ładunku od przewoźnika w konkretnym porcie. W związku z tym, że obsługa papierowych dokumentów jest kosztowna i wymaga sporo czasu, przedsiębiorstwo informatyczne TradeLens, powstałe w wyniku współpracy Maersk i IBM, udostępniło rozwiązanie cyfrowe – eBL, które usprawnia proces wystawiania, przekazywania czy zwrotu konosamentów. Procedura obrotu konosamentu na platformie TradeLens odbywa się w następujących etapach:

1. Przewoźnik wystawia ustrukturyzowany konosament w sieci *blockchain* do nadawcy.
2. Nadawca otrzymuje konosament i następnie przekazuje go dalej do odbiorcy ładunku w porcie.
3. Kiedy ładunek jest gotowy do odbioru, odbiorca zaznacza opcję „zrezygnuj” przy odpowiednim konosamencie i w konsekwencji przewoźnik wydaje ładunek.

Wśród korzyści wykorzystania eBL dostrzega się:

- zwiększenie bezpieczeństwa przekazywania dokumentów w stosunku do tradycyjnych metod (brak fałszerstw i możliwości zagubienia);
- redukcję kosztów (brak drukowania i kosztów transportu dokumentów);
- redukcję czasu (przesył dokumentów odbywa się błyskawicznie w ramach sieci P2P bez konieczności ich drukowania) [30].

Platformie tej zaufało ponad 175 różnych organizacji, w tym operatorzy portowi, agencje celne, przewoźnicy oceaniczni i inne firmy logistyczne [22].

Kolejnym przedsiębiorstwem, bazującym na technologii *blockchain*, jest wirtualny armator (NVOCC) Kuehne + Nagel, który pełni rolę załadowcy względem przewoźnika morskiego (VOCC). Jeden z obowiązków Kuehne + Nagel obejmuje przekazanie zweryfikowanej masy towaru (VGM) przewoźnikowi morskemu na podstawie otrzymanej przez rzeczywistego nadawcę wagi. Poprzez zaangażowanie *blockchain* w wymianie informacji o statusie VGM między różnymi partnerami w ramach procesu transportowego przedsiębiorstwo Kuehne + Nagel zyskało:

- wysoki stopień transparentności;
- dostęp do trwałych danych i pełnej historii VGM;
- brak konieczności korzystania z innych kanałów komunikacji;
- wysoki stopień prywatności i poufności [6].

W 2018 r. Kuehne + Nagel z wykorzystaniem *blockchain* obsługiwało 800 tys. transakcji miesięcznie [26]. Martin Kolbe, dyrektor IT Kuehne + Nagel International AG, podkreśla, że *technologia ta przynosi korzyści naszym klientom, stanowiąc w pełni bezpieczne rozwiązanie do wymiany informacji z trzecimi stronami, ze zwiększoną efektywnością i wyższą transparentnością* [20].

2.1. *Smart contract* oparty na technologii *blockchain*

Spedytor, będąc organizatorem procesów transportowych, nierzadko wciela się w rolę importera/eksportera, w związku z czym na co dzień do jego obowiązków należy poprawna realizacja zawieranych kontraktów. Aktualnie poza standardowymi kontraktami istnieje możliwość korzystania z inteligentnych kontraktów opartych na *blockchain*.

Smart contract jest zbiorem cyfrowych reguł biznesowych, wykonywanych za pomocą technik programistycznych. W momencie spełnienia warunków cyfrowego kontraktu, prawa do aktywów, będące przedmiotem kontraktu, są odpowiednio przenoszone pomiędzy stronami. Kolejne zdarzenia, wykonywane przez *smart contract* są zapisywane w bloku, a ich cofnięcie i zmiana jest niemożliwa [1].

Kluczowe różnice między tradycyjnym a inteligentnym kontraktem zostały przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2

Różnice między tradycyjnym a inteligentnym kontraktem

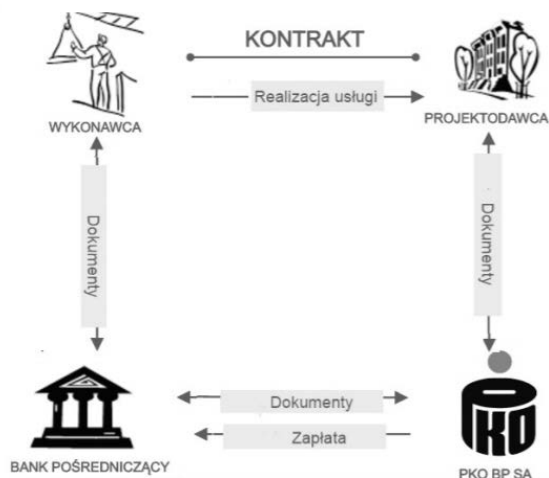
Tradycyjny kontrakt	Inteligentny kontrakt
Wiele dokumentów w formie papierowej (wydruku)	Kontrakt jest w pełni zdigitalizowany i nie można go zmieniać
Wykonanie umowy często jest zależne od podmiotów lub osób trzecich	Samowykonujący się – spełnienie warunków umowy generuje automatyczną realizację
Zobowiązania stron są określone zapisami w umowie	Zobowiązania stron są określone kodem komputerowym

Źródło: <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/podcasty/articles/Technologia-blockchain-i-jej-zastosowania.html> (dostęp 28.02.2021).

Główną zaletą inteligentnych kontraktów jest działanie wykorzystujące procedurę konsensusu, gwarantującą brak udziału stron trzecich.

Smart contract może być substytutem dla warunkowych płatności [9].

Na rysunku 4 przedstawiono procedury stosowane przy korzystaniu z akredytywy dokumentowej.



Rys. 4. Zastosowanie akredytywy dokumentowej w rozliczeniu

Źródło: D. Zimnoch, *Wpływ technologii blockchain na efektywność banku*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 2016, nr 281, s. 220–233.

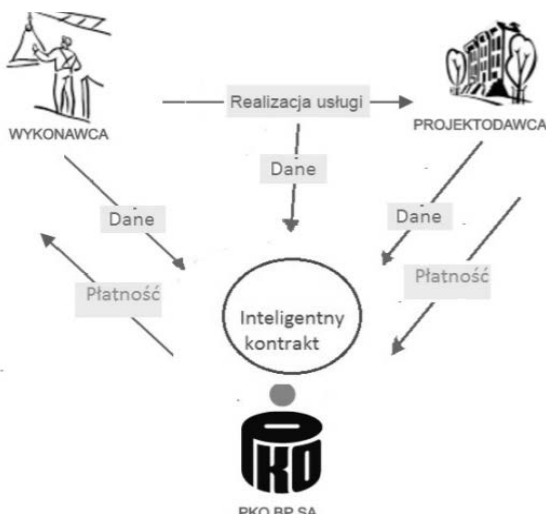
Akredytywa polega na tym, że bank na zlecenie importera zobowiązuje się wobec eksportera do wypłaty uzgodnionej wysokości środków pieniężnych w zamian za złożenie przez niego w odpowiednim terminie dokumentów [8, 10].

W wyniku zaangażowania wielu podmiotów w przypadku akredytywy, wydłuża się czas obiegu dokumentów oraz ponosi się wyższe koszty obsługi zarówno na niekorzyść eksportera, jak i importera. W przypadku wykorzystania technologii *blockchain* przy kontraktach nie trzeba angażować pośredników i bazować na papierowych dokumentach [2].

Na rysunku 5 przedstawiono protokół egzekwujący prawa i obowiązki stron kontraktu.

Spełnione warunki przez każdą stronę są weryfikowane przez *blockchain*. Na podstawie poprawnej weryfikacji środki pieniężne w banku projektodawcy są przekazywane na konto wykonawcy.

Wykorzystanie inteligentnych kontraktów jest korzystne przede wszystkim dzięki niezależności, szybkości i ograniczeniu liczby błędów.



Rys. 5. Inteligentny kontrakt i rozliczenie za pomocą *blockchain*

Źródło: D. Zimnoch, *Wpływ technologii blockchain na efektywność banku*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 2016, nr 281, s. 220–233

2.2. Kontrola temperatury wykorzystująca *blockchain* i Internet Rzeczy

Wśród niektórych grup przewożonych ładunków istnieje wymaganie zachowania łańcucha chłodniczego, który polega na dystrybucji towarów w zachowanej stałej temperaturze na całym etapie procesu transportowego. Zachowanie łańcucha chłodniczego na czas przemieszczania przy przewozie m.in. leków i żywności ma duże znaczenie, ponieważ wpływa na stan zdrowia ludzi. Utrzymanie odpowiedniego zakresu temperatury jest wyzwaniem szczególnie wśród wrażliwych i wysokowartościowych przesyłek, np. biofarmaceutyków. Szacuje się, że 8,5% przesyłek farmaceutycznych ma odchylenie temperatury [25]. Wśród tych przesyłek dużym problemem jest fakt, iż organoleptyczna ocena jakości po dokonaniu transportu cechuje się niemiernością.

Rozwiązaniem tego problemu zajęło się przedsiębiorstwo SkyCell, zajmujące się obsługą farmaceutycznych łańcuchów dostaw. Do efektywnej kontroli temperatury wykorzystano czujniki i rejestratory IoT (ang. *Internet of Things*) oraz technologię *blockchain*.

W wyniku umieszczenia czujników oraz rejestratorów w kontenerach na biofarmaceutyki zgromadzono w ciągu czterech lat 1,2 mld punktów kontroli na różnych mapach łańcuchów dostaw [25]. Zebrane informacje o temperaturze uległy wykorzystaniu przez firmy farmaceutyczne, odbiorców leków czy szczepionek oraz

przewoźników czy spedytorów lotniczych. Czujniki i rejestratory poza temperaturą były w stanie przekazywać informacje o geolokalizacji i wilgotności, które zostawały zapisywane w łańcuchu bloków [21]. W wyniku zastosowania *blockchain* zarejestrowane dane stanowiły wiarygodną i przejrzystą informację o warunkach mikroklimatycznych ładunku. Odpowiednia analiza danych stanowiła podstawę do poprawy wysokości temperatur w krytycznych punktach łańcucha dostaw. Finalnie przedsiębiorstwo SkyCell wykorzystując IoT i *blockchain* obniżyło współczynnik odchyleń do mniej niż 0,1% [32].

2.3. Aplikacje wykorzystujące technologię *blockchain*

Poza przedstawionymi wcześniej rozwiązaniami istnieją również wartościowe aplikacje, mające zastosowanie w logistyce.

Innowacyjne aplikacje wykorzystywane w logistyce zostały przedstawione w tabeli 3.

Tabela 3

Aplikacje bazujące na technologii *blockchain* wraz z ich obszarem wykorzystania

Aplikacja	Zastosowanie
SLYNC	Slync wykorzystuje <i>blockchain</i> i sztuczną inteligencję, aby zapewnić detalistom, producentom i dostawcom dostęp do ich lokalnych i globalnych przesyłek w czasie rzeczywistym. Aplikacja pomaga zautomatyzować monotonną pracę i przewidzieć wąskie gardła w procesie logistycznym
SYNCFAB	SyncFab koncentruje się na łańcuchu dostaw produkcji. Aplikacja umożliwia użytkownikom dostęp do śledzenia procesu tworzenia produktu w czasie rzeczywistym, zawierania umów z fabrykami i dostawcami za pośrednictwem inteligentnych kontraktów. Z usług firmy korzystały m.in. Amazon i Google
KOOPMAN LOGISTIC	Koopman zbudował rozwiązanie oparte na technologii <i>blockchain</i> , aby w pełni zdigitalizować procesy logistyczne wszystkich partnerów łańcucha w zakresie transportu i magazynowania samochodów nowych i używanych. Platforma umożliwia odczyt dokładnej lokalizacji pojazdu (VIN) podczas podróży z fabryki do dealera, pokazuje szacowany czas przybycia oraz dane o e-cmr
PROVENANCE	Provenance wykorzystuje <i>blockchain</i> w celu zwiększenia przejrzystości w branży detalicznej. Aby zwiększyć znajomość praktyk biznesowych wśród konsumentów, detaliści mogą udokumentować miejsca pochodzenia swoich produktów oraz zaprezentować swoje łańcuchy dostaw klientom (czas transportu i temperatura). Celem aplikacji jest pociągnięcie sprzedawców do odpowiedzialności, a jednocześnie pomoc w tworzeniu produktów o wyższej jakości

Źródło: opracowanie własne na podstawie: <https://www.slync.io/lo> (dostęp 27.02.2021); <https://www.vinturas.com/what-we-do/our-digital-platform> (dostęp 26.02.2021); <https://syncfab.com/about> (dostęp 26.02.2021); <https://www.provenance.org/whitepaper> (dostęp 27.02.2021).

Przedstawione aplikacje oferują rozwiązania, które wspomagają łańcuchy dostaw, sprawiając, że są one bardziej wydajne poprzez ograniczenie liczby pośredników, większą kontrolę jakościową nad przewożonym ładunkiem czy informację o przebytych trasach i czynnościach pośredniczących z miejsca pochodzenia do miejsca konsumpcji.

PODSUMOWANIE

Blockchain rewolucjonizuje wiele działów gospodarki, ale szczególnie potencjał widoczny jest w sektorze TSL. Ze względu na wschodzący etap tej technologii dotychczas na wdrożenie mogą pozwolić sobie największe przedsiębiorstwa. Bezpieczeństwo i niezależność, oparte na kryptografii, są największą zaletą, która powoduje rozwój i powstawanie nowych zastosowań.

Przedstawione w artykule rozwiązania, dotyczące cyfryzacji dokumentów w transporcie morskim, wykorzystania *smart* kontraktów czy kontroli odchyleń temperatur, to tylko niektóre z bardzo wielu innowacyjnych projektów opartych na *blockchain*, które poprawiają efektywność przedsiębiorstw [4]. Tego typu rozwiązania wpisują się w aktualne tendencje na rynku i umożliwiają zwiększenie poziomu konkurencyjności za sprawą korzyści oferowanych przez *blockchain*. Z jednej strony, jest to technologia przydatna i odmieniająca funkcjonowanie, ale i z drugiej strony, ze względu na nowość na rynku, stawiająca wiele wyzwań. Przedsiębiorstwa sektora TSL mają dotychczas trudności ze zrozumieniem korzyści i przypadków użycia, podczas gdy konsultanci i naukowcy martwią się o technologiczną dojrzałość *blockchain*. Próby na małą skalę z aplikacjami *blockchain* są niezbędne do zrozumienia barier i korzyści związanych z tą technologią. Logistycy powinni zaangażować się w eksperymenty, aby dowiedzieć się, czy i jak *blockchain* może być przydatny dla ich własnej firmy. Przyjęcie technologii *blockchain* w łańcuchu dostaw jest obiecującym ulepszeniem do zapewnienia korzyści wszystkim podmiotom zaangażowanym w proces transportowy. Przedsiębiorstwom sektora TSL pozostaje dowiedzieć się, ile przypuszczalnych korzyści związanych z *blockchain* może przekształcić się w wartość dodaną dla ich usług. To, że technologia ta będzie wykorzystywana w przyszłości, jest bardzo prawdopodobne, choć zastanawiające będzie tempo jej rozwoju, realne korzyści, zakres wykorzystania oraz możliwości ugruntowania prawnego.

LITERATURA

1. *A Distributed Ledger Technology (DLT) Approach to Monitoring UF6 Cylinders: Lessons Learned from TradeLens*.
2. Belu M.G., *Application of Blockchain in International Trade: An Overview*, Romanian Economic Journal, 2019, vol. 22(71), s. 2–15.
3. *Blockchain w Polsce – możliwości i zastosowania*, Polska Izba Informatyki i Telekomunikacji, Warszawa 2018.
4. Borowik G., Wawrzyniak Z.M., Cichosz P., *Blockchain Technology – Innovation and Security*, The Central European Journal of Social Sciences and Humanities, 2019, nr 4(136).
5. Ceranowski D., *Podręcznik spedytora*, t. 2, PISiL, Gdynia 2020.
6. Czachorowski K., Solesvik M., Kondratenko Y., *The Application of Blockchain Technology in the Maritime Industry*, 2019.

7. Dikariev H., Miłosz M., *Technologia blockchain i jej zastosowanie*, Politechnika Lubelska, Lublin 2017.
8. Kosior K., *Potencjał technologii blockchain w zapewnianiu bezpieczeństwa i jakości żywności*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2018, vol. 25, nr 4(117), s. 18–32.
9. Marciniak-Neider D., *Podręcznik spedytora*, t. 1, PISiL, Gdynia 2020.
10. Mougayar W., *The Business Blockchain: Promise, Practice, and Application of the Next Internet Technology*, Helion, Gliwice 2019.
11. Wodnicka M., *Technologie blockchain przyszłością logistyki*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, Tarnów 2019.
12. Zimnoch D., *Wpływ technologii blockchain na efektywność banku*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 2016, nr 281, s. 220–233.

Źródła internetowe

13. <http://it-filolog.pl/blockchain-gigantyczna-ksiega-rozrachunkowa-w-sieci-leksykon-2017/> (dostęp 24.02.2021).
14. <https://academy.binance.com/pl/articles/positives-and-negatives-of-blockchain> (dostęp 20.02.2021).
15. <https://bitcoin.pl/rynek-blockchaina/> (dostęp 16.02.2021).
16. <https://bithub.pl/felietony/chatka-cryptodziadka-co-to-jest-blockchain-czesc-i-skroty/> (dostęp 19.02.2021).
17. <https://101blockchains.com/disadvantages-of-blockchain/> (dostęp 22.02.2021).
18. <https://syncfab.com/about> (dostęp 26.02.2021).
19. <https://tokeny.pl/blockchain/> (dostęp 18.02.2021).
20. <https://trans.info/en/blockchain-in-transport-and-logistics-vgm-or-how-they-do-it-in-kuehne-nagel-137556> (dostęp 23.02.2021).
21. <https://trans.info/pl/blockchain-pozwala-znacznie-lepiej-kontrolowac-odchylenia-temperatury-138902> (dostęp 24.02.2021).
22. <https://trans.info/pl/jak-platforma-tradelens-pomaga-spedytorom-logistykom-137656> (dostęp 21.02.2021).
23. <https://www.blockchain.com/charts/blocks-size> (dostęp 17.02.2021).
24. <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/Forensics/articles/kryptowaluty-narzedzie-przestepcowczy-istotny-element-systemu-finansowego.html> (dostęp 23.02.2021).
25. <https://www.freightwaves.com/news/blockchain/skycellblockchaincoldchain> (dostęp 24.02.2021).
26. <https://www.logistics-manager.pl/2018/09/13/kuehne-nagel-wdraza-technologie-blockchain-dla-portal-u-vgm/> (dostęp 22.02.2021).
27. <https://www.provenance.org/whitepaper> (dostęp 27.02.2021).
28. <https://www.skalex.io/blockchain-p2p-web/> (dostęp 10.02.2021).
29. <https://www.slync.io/lo> (dostęp 27.02.2021).
30. <https://www.tradelens.com/marketplace/tradelens-eb1> (dostęp 20.02.2021).
31. <https://www.vinturas.com/what-we-do/our-digital-platform> (dostęp 26.02.2021).
32. <https://www.winnesota.com/blockchain> (dostęp 25.02.2021).

THE ROLE OF **BLOCKCHAIN** TECHNOLOGY IN THE TSL SECTOR

The TSL industry is one of many that has undergone dynamic changes due to new technologies. At the forefront of technologies with great potential is blockchain, which significantly changes the processes in the TSL sector. This paper presents the essence, solutions and benefits of using blockchain technology in the area of transport, forwarding and logistics. At the beginning of the article, the essence and operation of this technology was presented. Then, examples of enterprises were presented along with the solutions they use based on blockchain technology.

Keywords: *blockchain, computerization, industry 4.0, new technologies, information technologies.*

Olga Tylek, Joanna Żywicka

Wyższa Szkoła Bankowa w Gdańsku

WPŁYW PANDEMII WIRUSA COVID-19 NA TRANSPORT

Pandemia wirusa SARS-CoV-2 zaskoczyła cały świat. W artykule poruszono bezpośredni wpływ pandemii na dwie główne gałęzie transportu towarowego na świecie. Uwzględniono dane dotyczące przepływu dóbr w globalnych łańcuchach transportowych. Poruszono kwestie działania poszczególnych państw w celu minimalizowania skutków kolejnych fal wirusa.

Słowa kluczowe: pandemia, COVID-19, transport morski, transport drogowy.

WSTĘP

Epidemia zakaźnej choroby COVID-19 oficjalnie rozpoczęła się w połowie listopada 2019 roku w Wuhan w Chinach. Sytuacja ta była nowa i niespotykana, przez co została zbagatelizowana. Władarze państw nie przewidzieli tempa rozpowszechniania się wirusa. Zaledwie kilka miesięcy później, bo w marcu 2020 roku, objęła ona zasięgiem większość państw, co spowodowało ogłoszenie przez WHO pandemii wirusa SARS-CoV-2. Obawy związane z rozprzestrzenieniem się COVID-19 nie dotyczą wyłącznie strachu o stan zdrowia społeczeństwa – wpływ rosnącej epidemii ma swoje odzwierciedlenie również w gospodarce. W związku z epidemią ucierpiał wszystkie gałęzie transportu towarów.

1. TRANSPORT MORSKI

Pandemia koronawirusa ma ogromny wpływ na transport morski towarów. Główną cechą transportowania drogą morską jest działanie na szeroką, globalną skalę. Oznacza to, że zaburzenia i wahania w jednym porcie mogą mieć skutki, które będą wpływały na prace operacyjne w innym porcie, odwiedzanym na trasie żeglugowej danego statku. Analizując dane o liczbie zawinięć do portów oraz przewiezionej drogą morską ilości towarów, można wnioskować i przewidywać wpływ pandemii na światowy stan gospodarki.

Pierwsze skutki koronawirusa na światowym rynku morskim były widoczne w marcu 2020 roku, kiedy to nastąpił spadek zawinięć statków do portów o 2,3% w porównaniu z analogicznym okresem w 2019 roku. W pierwszym kwartale 2020 roku łączna pojemność brutto (GT) wejść do portów była niższa o 2,1%

w porównaniu z pierwszym kwartałem 2019 roku. Transport ładunków dalekomorskich spadł o 1,3%.

W 2020 roku pandemia dotknęła najpierw rynek chiński. Można to zauważyć po spadającej liczbie wejść do portów morskich. W lutym 2020 roku liczba ta zmniejszyła się o 9,4% w porównaniu z lutym 2019 roku. Analizując na podstawie pojemności brutto (GT), w marcu 2020 spadek wyniósł 4,1% w odniesieniu do marca 2019. W kwietniu 2020 roku Chiny postanowiły odmrozić gospodarkę. Przełożyło się to na wzrost zawinięć statków do portów o 12,6% w odniesieniu do kwietnia 2019 roku. Można stwierdzić, że gospodarka morska jest ściśle powiązana z gospodarką światową. W krajach, gdzie mimo koronawirusa władze postanowiły kontynuować produkcję i wznowić usługi, gospodarka morska rozpoczęła się i odrabiała straty [11].

Analiza danych dla portów polskich również pokazuje spadki obrotów ładunkowych w pierwszym półroczu 2020 roku. Rozpatrując dane GUS, można zauważyć, że od stycznia do czerwca 2020 roku przewieziono w Polsce 3,623 mln ton towarów drogą morską. Procentowo jest to wynik o 14,2% gorszy niż w pierwszym półroczu 2019 roku. W tym samym okresie spadły też obroty ładunkowe wśród wszystkich rodzajów ładunków o 10,6%, dając wynik 43 mln ton.

Największe różnice w wynikach nastąpiły w przewozie ropy naftowej – spadek dla tego towaru wyniósł aż 32,2%. Władze polskie po pierwszym lockdownie w czerwcu 2020 roku postanowiły poluzować obostrzenia. Restauracje, hotele, kina i teatry powróciły do działalności. Od razu przełożyło się to na poprawę wyników przewozów drogą morską. W czerwcu 2020 roku przewozy morskie z portów polskich wzrosły o 37,6% w porównaniu z przewozami w czerwcu 2019 roku. Jest to kolejne potwierdzenie tezy, że stan gospodarki wpływa na dynamikę obrotu ładunków w transporcie morskim. Transport morski bowiem odpowiada za przewóz 80% wolumenu i 70% wartości międzynarodowego handlu towarowego, co czyni go bezkonkurencyjnym w porównaniu z pozostałymi gałęziami transportu [14].

Niewątpliwie skutkiem pandemii dla transportu morskiego jest brak dostępności pustych kontenerów. Regionem świata, który odciska globalne piętno na cały światowy rynek, jest Azja. Niestety, w tamtym regionie problem jest najbardziej zauważalny, ponieważ z dziesięciu największych kontenerowych portów morskich na świecie aż siedem jest ulokowanych w Chinach. Szybkie rozprzestrzenianie się koronawirusa doprowadziło do zamykania granic i regionów, powstawania stref wyłączonych. Co więcej, produkcja i wytwarzanie nowych kontenerów zostały znacznie obniżone ze względu na przestoje w zakładach produkcyjnych.

Problemy z transportem (także drogowym) doprowadziły do braku podjęć pełnych kontenerów z terminali przez odbiorców. Ma to bardzo negatywny wpływ na możliwości armatorów do zwalniania i udostępniania pustych kontenerów klientom. Brak podjęcia kontenerów przez odbiorców naraża ich na wysokie koszty za składowanie, przestój i przetrzymanie. W przypadku kontenerów chłodzonych dochodzi pokrycie kosztów za chłodzenie.

Kolejnym negatywnym skutkiem jest niemożność wyładunku nowo dostarczonych kontenerów z eksportu. Armatorzy zmuszeni są tymczasowo odwoływać rejsy na przeciążonych kierunkach oraz przekierowywać kontenery do innych portów przeładunkowych. Dochodzi do dużej kongestii na redzie. Statki stoją bezużytecznie na kotwicy w oczekiwaniu na swoją kolej do obsługi na terminalu. Generuje to olbrzymie koszty: trzeba opłacić załogę, utrzymać funkcjonowanie statku, a jednocześnie nie ma możliwości wykorzystania sprzętu. Dodatkowe kongestie sprawiają, że powstają opóźnienia w dostawach. Armator nie jest w stanie przewidzieć dokładnej daty dostarczenia towaru do portu docelowego. Zdarza się, że czas podróży różni się na niekorzyść załadowcy nawet o miesiąc względem czasu deklarowanego w rozkładzie. Sprawia to, że powstają koszty kar umownych za niedotrzymanie terminu dostawy.

W przypadku przewozu żywności wskutek znacznego opóźnienia może dojść do zepsucia się produktów. Skrócenie czasu przydatności do spożycia również obniża wartość rynkową produktu. Transport żywności bądź leków wiąże się z dużym ryzykiem. Brak miejsca na przyjęcie na terminal kontenerów chłodniczych z eksportu wiąże się z tym, że nie ma możliwości podłączenia ich do agregatów zasilających chłodzenie. W momencie, kiedy dochodzi do uszkodzenia towaru, powstają bardzo wysokie koszty związane z utylizacją ładunku. Do ceny należy doliczyć także koszty, związane z pozwoleniami oraz inspekcjami sanitarnymi. Przeprowadzenie procedur może utrudniać zredukowana liczba pracowników urzędów, instytucji oraz tych pracujących na terminalu. Jest to spowodowane zachorowaniami pracowników na koronawirusa lub obowiązkowymi kwarantannami wykluczającymi z pracy.

Przewozy kontraktowe często bazują na regularności dostaw. Zakłócenie dostarczenia produktów i surowców może skutkować przestojami w produkcji. Przestoje generują koszty. Dochodzi do sporów między armatorem i załadowcą oraz roszczeń praw przewoźnika. Co do zasady, na przewoźniku nie spoczywa tutaj żadna odpowiedzialność. Przebieg oraz skutki pandemii są poza jego kontrolą i są niemożliwe do przewidzenia. Oznacza to, że wszelkie koszty będące następstwem niezrealizowania transportu na czas ciąży na załadowcy bądź odbiorcy, zależnie od zapisu w umowie. Strony mogą ubiegać się o odzyskanie części kosztów na podstawie polisy ubezpieczeniowej, jeżeli została zakupiona [13].

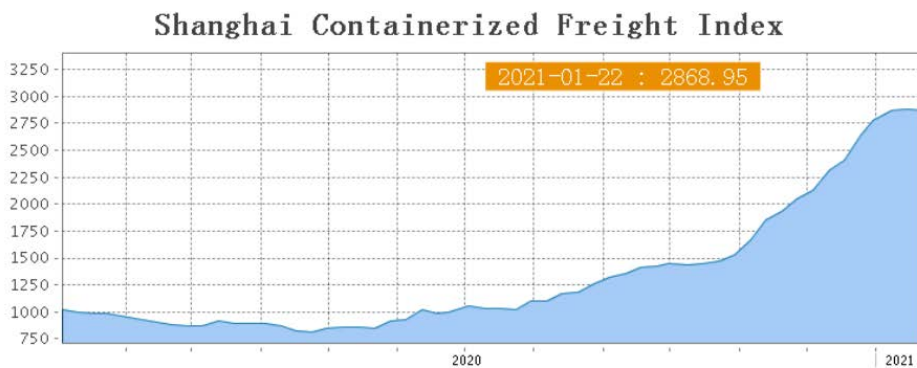
Pandemia koronawirusa jeszcze bardziej pogłębiła dysproporcję między wymianą handlową pomiędzy Europą a Chinami. W okresie pandemii bowiem wzrosło zapotrzebowanie na import z Chin do Europy sprzętu medycznego, maseczek, płynów do dezynfekcji. Trend i rządowe zalecenia pracy zdalnej w zawodach, gdzie jest to możliwe, spotęgowały zapotrzebowanie na import sprzętu komputerowego. Brak wolnych kontenerów przyczynił się do wzrostu stawek frachtu morskiego. Duża różnica w liczbie pustych kontenerów w Chinach wpłynęła na szybkość znoszenia restrykcji i obostrzeń w różnych regionach świata. Gospodarka chińska szybciej wznowiła działanie. Kontenery, które powinny być dostępne do importów z Chin, utknęły w rejonach dogłębnie dotkniętych

rozprzestrzeniającą się pandemią COVID-19. Sytuację na globalnym rynku transportowym pokazuje analiza stawek za fracht morski na przestrzeni roku. W grudniu 2020 roku ceny frachtu morskiego z Chin do Europy Północnej wzrosły o 264% w porównaniu z grudniem 2019 roku. Rozpatrując zaś ten sam przedział czasowy, fracht morski z Chin do Stanów Zjednoczonych wzrósł o 145% [1].

Parametrem, który pozwala na analizę stawek frachtu morskiego w czasie, jest *Shanghai Containerized Freight Index*. Umożliwia on sprawdzenie wysokości stawek frachtu na transportach z portu w Szanghaju do portów morskich w Felixstowe, Hamburgu, Antwerpii, Hawrze i w Gdańsku.

Z analizy poniższego wykresu *Shanghai Containerized Freight Index* wynika (rys. 1), że na przestrzeni roku stawki frachtu morskiego zwiększyły się prawie trzykrotnie. Na początku 2020 roku stawki kształtowały się na poziomie 1100 USD/TEU i notowały wzrosty w każdym miesiącu 2020 roku. W grudniu za ten sam transport należało już zapłacić około 2800 USD/TEU. Wraz z początkiem 2021 roku stawki ustabilizowały się na poziomie około 2800 USD/TEU. Stabilizacja jednak wynikała z przestoju w produkcji w zakładach w Chinach ze względu na świętowanie tam chińskiego Nowego Roku.

Ceny na rok 2021 niewątpliwie będą zależeć od przebiegu i dalszego rozwoju pandemii COVID-19. Wzrost cen stawek frachtu morskiego jest wynikiem opisanych wcześniej trudności, takich jak: brak pustych kontenerów, odwoływanie planowanych rejsów, brak podjęć pełnych kontenerów z terminali, ogromne kongestie w portach morskich.



Rys. 1. *Shanghai Containerized Freight Index*

Źródło: <https://en.sse.net.cn/indices/scfinew.jsp>.

Pandemia COVID-19 drastycznie wpłynęła na transport pasażerski i korzystanie z usług promów wycieczkowych. W lutym 2020 roku na wycieczkowcu „Diamond Princess” wykryto zarażenia koronawirusem wśród pasażerów. Według danych z całkowitej liczby pasażerów i załogi, określonej na

3711 osób, zakaziło się ponad 700 osób. Plasowało to wycieczkowiec „Diamond Princess” na drugim miejscu największych ognisk zakażeń na tamten moment na świecie po mieście Wuhan w Chinach. Niespotykana dotąd sytuacja przyczyniła się do ogromnego chaosu i braku procedur. Długo zastanawiano się, jakie podjąć dalsze działania. Ostatecznie zdecydowano o zatrzymaniu ludzi na statku i przeprowadzeniu tam kwarantanny. Następstwem tej decyzji była śmierć kilku pasażerów wskutek braku otrzymania odpowiedniej i wykwalifikowanej pomocy medycznej. Warunki na wycieczkowcu nie zapewniały chorym dostatecznie dobrej opieki, którą mogliby otrzymać w szpitalu.

Kryzys wywołany pandemią przyczynił się do potężnych strat w branży wycieczkowców. Statki te generują wiele miejsc pracy, począwszy od załogi dowodzącej po barmanów, kucharzy, animatorów, osoby sprzątające. Szacuje się, że gałąź turystyczna tworzy około 300 mln miejsc pracy. Większa część z tych osób przez pandemię straciła swoje miejsca pracy. Znaczące są także wpływy do budżetów państw z pieniędzy zostawianych w portach przez turystów. Generowali oni przychody z kupowania pamiątek, wizyt w muzeach oraz w restauracjach. Dla pokazania, jak duży jest to sektor, warto podkreślić, że flota wycieczkowców obejmuje ponad 315 jednostek pływających, które rocznie są w stanie uzyskać 20 mld USD przychodu. W 2020 roku podano, że przez pandemię COVID-19 sektor wycieczkowców poniósł straty rzędu 1,2 biliona dolarów [9].

W sierpniu 2020 roku po kilku miesiącach przerwy wycieczkowce wróciły na morza i oceany. Udało się już wdrożyć pewne procedury, umożliwiające odbywanie się rejsów. Przede wszystkim pasażerowie mogą brać udział w rejsie dopiero po wykazaniu negatywnego testu na obecność koronawirusa. Obowiązkowe jest noszenie maseczek w miejscach wspólnych. Należy zachować stosowny dystans. Pasażerom i załodze codziennie mierzona jest temperatura ciała. W razie potwierdzenia zakażenia na statku są wydzielone izolatki. Armatorzy także wyposażyli swoje statki w lepsze systemy wentylacji. Zainwestowali w filtry oczyszczające. Mimo to rok 2020 przyniósł znaczne straty w branży turystyki morskiej. Miesiące lockdownu nie dało się odrobić. Regulacje, które dopuszczają zapełnienie statków o wiele mniejszą liczbą pasażerów niż wycieczkowiec mógłby pomieścić, także nie pozwalają uzyskać znacznych zysków.

2. TRANSPORT DROGOWY

Panująca pandemia koronawirusa ma bezpośredni wpływ na funkcjonowanie transportu drogowego we wszystkich państwach europejskich. Transport – obok gastronomii, turystyki oraz branży rozrywkowej – to sektor, który z powodu pandemii koronawirusa najbardziej ucierpiał. Specjaliści już w pierwszych miesiącach pandemii alarmowali, że liczba tras wykonywanych przez polskich przewoźników na terenie Unii Europejskiej zmalała o połowę. Ze względu na restrykcje i ograniczoną liczbę kursów w połowie roku 2020 prawie 25 tysięcy

przedsiębiorstw transportowych było zadłużonych. Krajowy Rejestr Długów zadeklarował tendencję rosnącą zadłużeń [3].

Najwięcej problemów całemu transportowi drogowemu przysporzyły nagle ograniczenia i obostrzenia wprowadzane często z dnia na dzień. W marcu 2020 roku zamknięto wiele przejść granicznych, co spowodowało wydłużenie przekraczania granic krajów nawet o kilkanaście godzin. Przykładem nietypowych rozwiązań wyróżniły się Węgry, których władze wprowadziły dekret zobowiązujący pracowników granicznych do oklejania każdego pojazdu ciężarowego specjalnymi kodami kreskowymi, mającymi na celu identyfikację kierowców i kontrolę ich wjazdu na terytorium kraju. Każdy kierowca musiał mieć wykonany pomiar temperatury oraz przeprowadzony krótki wywiad medyczny. Jeśli nie wskazywały one na objawy koronawirusa, wprowadzane zostały warianty:

- obywatele Węgier przewożący towary do węgierskiego miejsca przeznaczenia muszą odbyć 14 dni kwarantanny w domu;
- cudzoziemcy przewożący towary do miejsca przeznaczenia na Węgrzech muszą wyjechać z kraju w ciągu 24 godzin od rozładunku;
- cudzoziemcy wykonujący transport tranzytowy muszą przejechać przez Węgry, korzystając z najkrótszej ustalonej trasy [10].

W odpowiedzi na węgierskie ograniczenia, słowacka policja zablokowała tranzytowy przewóz towarów pojazdami powyżej 7,5 tony przez granice z Węgrami, Austrią, Czechami oraz Polską. Wielu przewoźników zmuszonych zostało do robienia kilkusetkilometrowych objazdów, co znacząco zwiększyło koszt transportu, m.in. poprzez większe zużycie paliwa. Przekładało się to niejednokrotnie na straty w przedsiębiorstwach.

Fala koronawirusa w ogromnym stopniu dotknęła również Włochy. Przewoźnicy, chcąc wywiązać się z umów zawartych z klientami, mieli spore problemy. W przypadku stałych i kontraktowych tras wspomniane problemy nie były aż tak odczuwalne jak w sytuacji jednorazowych zleceń. Niejednokrotnie zdarzało się, że kierowcy nie chcieli wyruszać w trasy do Włoch w obawie przed zarażeniem. Skutki choroby COVID-19 odczuć można było również w tendencji spadkowej zleceń na giełdach transportowych [5].

Konsekwencją paraliżu na drogach i granicach były wielogodzinne opóźnienia w załadunkach i rozładunkach. Nieterminowość wykonania zlecenia niejednokrotnie wiązała się z roszczeniami od klientów skierowanymi do spedycji i przewoźników, które generowały straty dla przedsiębiorstw. W Polsce, w celu ochrony przewoźnika, wprowadzono przepis art. 14 ust. 1 specustawy dotyczącej COVID-19, zgodnie z którą przewoźnik drogowy nie ponosi odpowiedzialności za szkodę wyrządzoną w związku z uzasadnionymi działaniami władz publicznych, mającymi na celu przeciwdziałanie COVID-19, w szczególności za brak możliwości przewozu.

W transporcie międzynarodowym obowiązuje konwencja CMR, zgodnie z którą przewoźnik jest zwolniony od odpowiedzialności za opóźnienie dostawy

(w rozładunku), m.in. jeśli opóźnienie spowodowane jest okolicznościami, których przewoźnik nie mógł uniknąć i których następstwom nie mógł zapobiec (art. 17 ust. 2 Konwencji CMR). Jednak nawet ona nie chroni całkowicie przewoźników. Jeśli zlecenie zostało przyjęte przed rozpoczęciem kontroli, ale transport rozpoczęty już po ich rozpoczęciu, przewoźnik ponosi całkowitą odpowiedzialność za niedopełnienie warunków zlecenia. Powinien on rozważyć utrudnienia ze swoim zleceniodawcą w momencie ustalania szczegółów transportu. W związku z tym sądy zaczęły uznawać, że takie przypadki nie podlegają zwolnieniu z odpowiedzialności na podstawie art. 17 ust. 2 Konwencji CMR [7].

Kolejnym problemem, z którym walczą osoby z sektora TSL w transporcie drogowym, jest czas pracy kierowców. Przed pandemią nie był on bardzo uciążliwy i trudny do opanowania – wystarczyło zwracać uwagę na tachograf i znać kilka podstawowych reguł. Ze względu na kongestie na przejściach granicznych kierowcy mieli trudności w przestrzeganiu czasu pracy. Polskie Ministerstwo Infrastruktury w kwietniu i maju 2020 roku, działając w zgodzie z Komisją Europejską, wprowadziło czasowe odstępstwa od stosowania przepisów rozporządzenia w stosunku do kierowców, wykonujących krajowe i międzynarodowe przewozy drogowe rzeczy i osób. Kierowcy na odwrotach wydruków z tachografów musieli zaznaczyć powód niedopełnienia przepisowych pauz. Utrudniało to jednak i rozsępowało w czasie cały harmonogram podróży, generując dodatkowe koszty, wydłużając cykl pracy kierowcy [6, 12].

Mówiąc o transporcie drogowym, nie można nie wspomnieć o ciężkiej sytuacji kierowców w czasach pandemii. Znacząco pogorszyła się jakość ich pracy. Ze względu na nagłe wprowadzenie nakazu używania środków bezpieczeństwa w postaci maseczek, rękawiczek czy środków dezynfekcyjnych wielu kierowców na początku pandemii miało ogromne problemy z rozpoczęciem kursów. Przewoźnicy nie byli w stanie zapewnić swoim pracownikom ww. środków ochronnych. Ogromnym problemem okazały się także kolejki na granicach, które niejednokrotnie ciągnęły się w dziesiątkach kilometrów. Wiele państw, chcąc powstrzymać rozprzestrzenianie się wirusa, zamknęło lokale gastronomiczne oraz ograniczyło dostępność toalet, pryszniców czy parkingów dla kierowców pojazdów ciężarowych. Oznaczało to wielogodzinną podróż bez dostępu do podstawowej higieny czy możliwości zjedzenia ciepłego posiłku, zrobienia zakupów. Kolejnym problemem były wewnętrzne wymogi centrów dystrybucyjnych i magazynów, które m.in. zakazywały kierowcy opuszczenia kabiny przy pracach manipulacyjnych (załadunku i rozładunku), co zmuszało kierowców do łamania zasad konwencji CMR, generując przy tym większe ryzyko nieprawidłowości ilości i jakości towaru.

Problematyczne okazały się również przeprawy promowe do krajów skandynawskich oraz na Wyspy Brytyjskie. Na większości statków nieczynne były wszelkie punkty rozrywkowe, kierowcy mieli spędzać całą podróż w kabinach. Do restauracji wpuszczana była ograniczona liczba osób, co niejednokrotnie opóźniało wydawanie posiłków. Każdy kierowca, wchodząc na pasażerską część promu, miał sprawdzaną temperaturę. Biura, w których wydawane są bilety,

wymuszały na kierowcach ustawianie się w kolejkach przed budynkami. Wiele promów było odwoływanych, co potęgowało kolejki na terminalach. Pomimo znaczącego spadku jakości przepraw ich ceny nie zmalały. Za prom na relacji Polska - Szwecja przewoźnicy stale muszą płacić nawet 350 euro w jedną stronę, co stanowi nawet połowę frachtu, jaki otrzymują od klientów.

W Polsce w ostatnim kwartale roku 2020 całkowity przewóz towarów wyniósł ponad 4% mniej niż rok wcześniej. Minister infrastruktury, podczas wideokonferencji ministrów transportu UE podkreślił, że nawet w trakcie szczytu pandemii usługi transportowe powinny pozostać w pełni sprawne. Polscy przewoźnicy zgodnie twierdzą, że z największymi utrudnieniami musieli mierzyć się w marcu 2020 roku. Poszczególne państwa niezależnie od siebie wprowadzały obostrzenia, zamykały granice. Zmalała liczba transportów z branż pozaspółczych i farmaceutycznych. Według ekspertów transportowych, ze względu na zatrzymanie dostaw towarów skonteneryzowanych do portów na rynku przewozów krajowych, nastąpił gwałtowny spadek popytu w części segmentów.

Sektor transportu drogowego po COVID-19 czekają również pozytywne zmiany. Obecnie kluczowym celem jest zapewnienie przetrwania rynku oraz płynności w dostawach. Istnieją duże szanse na wzrost rozwoju rynku logistyczno-magazynowego. Jedną z przyczyn tego zjawiska może być zwiększanie produkcji lokalnej, powodującej zmiany w globalnym łańcuchu dostaw. Państwa będą dążyć do uniezależnienia się od dostaw zagranicznych. Dodatkowo rozpoczął się trend odchodzenia od produkcji w formule *just-in-time*, co zwiększa popyt na magazynowanie zapasów.

Pozytywnym skutkiem pandemii jest także przyspieszenie rozwoju *e-commerce*, co wymusza rosnący poziom digitalizacji przedsiębiorstw. Obecne technologie pozwalają na zminimalizowanie papierowych wersji dokumentów do minimum. Wpływa to pozytywnie nie tylko na środowisko, ale też pozwala zachować tak ważną w obecnych czasach higienę i usprawnić wiele procesów. Według jednego z nowszych raportów PwC „Transport Przyszłości”, który został przygotowany za pośrednictwem Związku Pracodawców Transport i Logistyka Polska, deklaruje się, że już ponad 54% europejskich przedsiębiorstw transportowych zdecydowało się na digitalizację i usprawnienie elektronicznego obiegu dokumentów w swoich miejscach pracy [8].

W gałęzi transportu drogowego każdy przestój, nawet krótkoterminowe ograniczenie przychodów, skutkuje finansowym paraliżem. Ogrom mikro-, małych oraz średnich przedsiębiorstw sektora TSL długo będzie odczuwać deficyt dochodów. Według specjalistów, zajmujących się finansowymi aspektami transportu, już w bieżącym roku 2021 przedsiębiorcy odczują delikatną stabilizację sytuacji gospodarczej. Pomimo ciężkiej sytuacji przewozy towarowe odbywają się regularnie. W najnowszych raportach dyrektorzy największych międzynarodowych przedsiębiorstw transportowych przekazują, że w I kwartale 2021 roku przewozy są na planowanym poziomie. Nie zauważa się spadku przesyłek. Według pomiarów

Generalnej Dyrekcji GDDKiA ruch samochodów ciężarowych w 3. tygodniu roku 2021 wzrósł o 2%. Ze względu na nieznany dalszy przebieg pandemii transportowcy muszą wykazać się rozwiniętymi i przemyślanymi strategiami, opierającymi się na kilkuletnich prognozach [4].

PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę ograniczenia ilości importowanych i eksportowanych towarów należy przygotować się na zmiany dotyczące handlu. Eksperci szacują, że ograniczone możliwości zaspokajania popytu spowodują dalszy wzrost frachtów i ogólnych kosztów transportowych, co bezpośrednio wpłynie na ostateczne ceny towarów.

Sytuacja związana z pandemią jest niezwykle dynamiczna. Z dnia na dzień można dowiedzieć się o kolejnych, nowych obostrzeniach i mutacjach wirusa. Ze względu na sytuację nikt nie jest w stanie przewidzieć, jak wpłynie fala COVID-19 na stan gospodarki na świecie w kolejnych kwartałach. Cała sytuacja związana z koronawirusem jest istotnym testem dla globalnego łańcucha dostaw. Pandemia stanowi rzadką, ale ważną okazję do badań widoczności i optymalizacji łańcucha dostaw. To odpowiedni czas, żeby znaleźć i wyeliminować słabe punkty gospodarki transportowo-logistycznej. Należy zwrócić uwagę na to, że obecny kryzys nie jest ostatnim wyzwaniem, z jakim przyjdzie się zmierzyć przedsiębiorcom. Warto zwiększyć klarowność łańcucha dostaw w taki sposób, żeby poradzić sobie z kolejnymi zdarzeniami, różniącymi się od pandemii – klęskami żywiołowymi, sytuacjami politycznymi, które mogą zaskoczyć gospodarkę w każdej chwili.

Postpandemiczna rzeczywistość otwiera globalną gospodarkę na nowe możliwości – współdzielenie zasobów ludzkich dużych przedsiębiorstw, nowe wymagania prawne. W rezultacie opłacalność łańcuchów dostaw może zmaleć, ale wzrosnąć powinna stabilność dostaw. Skutecznym rozwiązaniem, polecanym przez ekspertów, jest nie doprowadzanie do zamrażania gospodarki, ale rozważne, trzystapowe podejście: identyfikacja zagrożenia, wdrożenie krótkoterminowych rozwiązań oraz praca nad długoterminowym planem zminimalizowania ryzyka.

LITERATURA

1. businessinsider.com.pl/wiadomosci/globalny-kryzys-transportowy-brak-kontenerow-srubuje-ceny/plpmmm6 (dostęp 2/03/2021).
2. <https://en.sse.net.cn/indices/scfinew.jsp>.
3. krd.pl/Centrum-prasowe/Raporty.aspx (dostęp 6/03/2021).
4. logistyka.rp.pl/koronawirus/12323-w-transportcie-drogowym-kryzysu-nie-widac (dostęp 7/03/2021).

5. teleroute.com/pl-pl/blog/article/wplyw-koronawirusa-covid-19-na-sektor-transportu/ (dostęp 6/03/2021).
6. trans.info/pl/czas-pracy-kierowcy-jak-rozwiazywac-problemy-w-dobie-pandemii-177799 (dostęp 7/03/2021).
7. trans.info/pl/koronawirus-uderza-w-punktualnosc-dostaw-za-co-odpowiada-przewoznik-178062 (dostęp 6/03/2021).
8. trans.info/pl/platformy-cyfrowe-szansa-dla-malych-przewoznikow-171808 (dostęp 6/03/2021).
9. www.gdansk.pl/wiadomosci/odmrazanie-branzy-cruiserow-pierwszy-wycieczkowiec-w-tym-sezonie-wplynal-do-portu-gdansk,a,178748 (dostęp 2/03/2021).
10. www.gov.pl/web/dyplomacja/wegry (dostęp 6/03/2021).
11. www.gov.pl/web/gospodarkamorska/zmiany-w-swiatowej-gospodarce-wywolane-epidemia-covid-19-a-porty-morskie-w-ujeciu-globalnym (dostęp 2/03/2021).
12. www.gov.pl/web/infrastruktura/tymczasowe-odstepstwa-w-zakresie-czasu-pracy-kierowcow-w-zwiazku-z-pandemia-koronawirusa (dostęp 7/03/2021).
13. www.marsh.com/pl/pl/insights/risk-in-context/Cargo2020.html (dostęp 2/03/2021).
14. www.rynekinfrastruktury.pl/mobile/obroty-w-portach-morskich-spadly-z-powodu-pandemii-o-10-proc--73254.html (dostęp 2/03/2021).

IMPACT OF THE COVID-19 VIRUS PANDEMIC ON TRANSPORT

The SARS-CoV-2 virus pandemic has taken the whole world by surprise. The article discusses the direct impact of the pandemic on the two main modes of freight transport in the world. Data on the movement of goods in global transport chains are taken into account. The actions of individual countries in order to minimize the effects of successive waves of the virus were discussed.

Keywords: *pandemic, COVID-19, sea transport, road transport.*

Marianna Wrońska, Patrycja Dawidowska

Uniwersytet Morski w Gdyni
Koło Naukowe ISTL

PORT ZEWNĘTRZNY W GDYNI KLUCZEM DO ROZWOJU GDYŃSKIEJ LOGISTYKI

Celem niniejszego artykułu jest określenie zmian w branży TSL po wybudowaniu Portu Zewnętrznego w Gdyni. W pierwszej części została przedstawiona ogólna charakterystyka Portu Gdynia, a następnie opisano terminale odpowiedzialne za przeladunek kontenerów. Aby ukazać zapotrzebowanie na nowy terminal, porównano ilości przeladunków Portu Gdynia z portami polskimi oraz portami bałtyckimi. Analiza tych danych wskazała porty najbardziej konkurencyjne dla gdyńskiego. W artykule przedstawiono najważniejsze inwestycje związane z modernizacją dostępności transportowo-logistycznej na terenach okołoportowych oraz skutki tych modyfikacji. Opracowanie zawiera również najważniejsze korzyści dla portu Gdynia, miasta Gdynia oraz Polski.

Słowa kluczowe: transport, transport morski, Port Gdynia, port zewnętrzny, kontenery, transport intermodalny.

WSTĘP

Port Gdynia jest trzecim co do wielkości portem morskim w Polsce, tuż po Gdańsku i Szczecinie. Jest to nowoczesny port morski, specjalizujący się w obsłudze ładunków drobnicowych, przewożonych w kontenerach i w systemie ro-ro, wykorzystujący rozwiniętą sieć połączeń multimodalnych z zapleczem, regularne linie żeglugowe bliskiego zasięgu oraz połączenia promowe. Gdyński port jest istotnym ogniwem VI Korytarza Transeuropejskiej Sieci Transportowej TEN-T.

Wizja Portu Gdynia jako powszechnego portu multimodalnego oraz logistycznego węzła transportowego wskazuje jednoznacznie na przyszłościowe dążenia Portu Gdynia, by nadal pozostać portem uniwersalnym o silnej pozycji, obsługującym także rynki tranzytowe w relacji północ – południe. Port Gdynia w dalszym ciągu dąży do tego, by stać się portem oceanicznym, obsługującym również tranzyt morski. Polepszenie poziomu jakości funkcjonowania Portu Gdynia znacznie wpłynęłoby na polepszenie pozycji rynkowej oraz zwiększenie poziomu jakości funkcjonowania tegoż portu, co miałyby umocnić jego pozycję rynkową i sprawić, iż stabilna marka portu będzie przyciągać potencjalnych użytkowników.

Zdobycie zamierzonego celu przez Port Gdynia zapewniłoby zrównoważony rozwój sektora usługowego w porcie. Niezbędne do osiągnięcia sukcesu byłyby dostosowanie infrastruktury do potrzeb rynku, poprzez pozyskanie terenów rozwojowych dla funkcji portowo-morskich, a także utrzymanie wysokiej efektywności i zdolności inwestycyjnej portu. Umożliwiłoby to działania

gwarantujące nowoczesny potencjał Portu Gdynia, który zapewniłby sprawny dostęp do transportu morskiego, kolejowego oraz drogowego [4].

Nowe wyzwania technologiczne, ekologiczne i gospodarcze wpłynęły na potrzebę dalszych zmian w funkcjonowaniu portu gdyńskiego. W związku z czym postanowiono stworzyć inwestycję o nazwie „Budowa Portu Zewnętrznego w Porcie Gdynia”. Obejmuje ona budowę nowego pirsu portowego (sztucznego półwyspu), stanowiącego przedłużenie mola węglowego wraz z nowym połączeniem kolejowym oraz drogowym.

Podstawową zaletą w funkcjonowaniu nowych terenów portowych będzie przede wszystkim umieszczenie głębokowodnego terminalu kontenerowego, który miałby zdolność przeładunkową 2,5 mln TEU rocznie, co w przeliczeniu wynosiłoby około 25 mln ton.

Głównym celem wybudowania głębokowodnego terminalu ma być możliwość trwałego umocnienia pozycji portów morskich na obszarze basenu Morza Bałtyckiego oraz wzrost sytuacji gospodarczej kraju, poprzez zwiększony udział portów morskich. Planowana budowa Portu Zewnętrznego ma mieć miejsce na wodach Zatoki Gdańskiej oraz w obszarze głównego toru podejściowego, prowadzącego do wewnętrznej części Portu Gdynia, a w części lądowej na molu węglowym oraz na falochronie południowym.

Budowa Portu Zewnętrznego ma na celu zapewnienie możliwości wieloletniego rozwoju Portu Gdynia. Skutki realizacji inwestycji będą widoczne w gospodarce Gdyni, województwie pomorskim oraz na terenie Polski, dzięki wzrostowi wskaźników makroekonomicznych.

Korzyści płynące z inwestycji obejmą:

- rozwój sieci transportowej oraz logistycznej ze względu na zbudowanie nowych połączeń drogowych i kolejowych do portu oraz powstanie zaplecza logistycznego w okolicach Portu Gdynia;
- zmniejszenie negatywnego oddziaływania na środowisko transportu towarowego;
- rozwój rynku pracy.

Na świecie cały czas zwiększa się stopień konteneryzacji, który w połączeniu ze wzrostem gospodarczym skutkuje długookresową tendencją do wzrostu popytu na przewozy kontenerowe. W odpowiedzi na takie zapotrzebowanie rynkowe pojawił się plan budowy Portu Zewnętrznego w porcie gdyńskim.

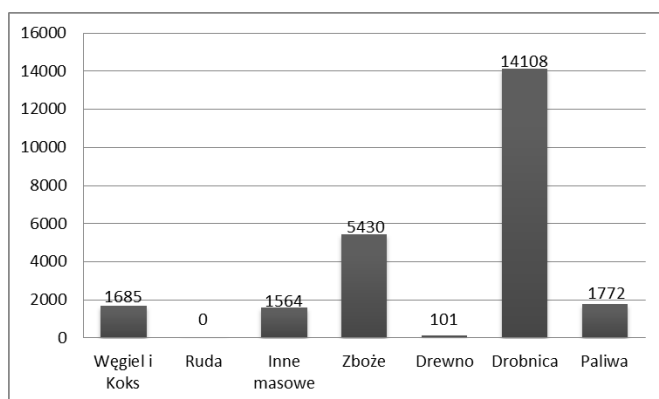
Już w pierwszym etapie realizacji tej inwestycji możliwe będzie możliwe przeładowanie około 2,5 mln TEU rocznie. W związku z ciągłymi zmianami na rynku inwestycja została podzielona na etapy, aby umożliwić łatwiejsze dostosowywanie się do warunków gospodarczych [8].

1. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PORTU GDYNIA

Port Gdynia znajduje się w północnej części województwa pomorskiego, we wschodniej części Gdyni, w dzielnicy Śródmieście. Port położony jest nad Zatoką Gdańską, na Pobrzeżu Gdańskim, a dokładnie we wschodniej części Pobrzeża Kaszubskiego. Zgodnie z określonymi w 2020 roku granicami portu, całkowita powierzchnia portu wynosi 972,9508 ha, w tym 621,0680 ha powierzchni lądowej. Port w Gdyni cechuje przede wszystkim uniwersalizm i coroczne zwiększanie udziału ładunków drobnicowych oraz kontenerowych w rocznej sumie przeładunków. Na jego terenie znajdują się m.in. Bałtycki Terminal Kontenerowy, Gdyński Terminal Kontenerowy, Terminal Zbożowy, Terminal Promowy, Bałtycka Baza Masowa, Terminal Paliw Płynnych i wiele innych.

1.1. Przeładunki według grupy towarów

Na poniższym wykresie (rys. 1) przedstawiono statystyki przeładunkowe według grup towarowych z roku 2020 [9].



Rys. 1. Przeładunek według grup towarowych w Porcie Gdynia w roku 2020 [tys. ton]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Port Gdynia S.A.

Z informacji przedstawionych na powyższym wykresie, dotyczącym przeładunku towarów poszczególnych grup towarowych, jednoznacznie wynika, iż w roku 2020 największą liczbę dokonywanych rozładunków stanowią ładunki drobnicowe, wynoszące około 14 108 tys. ton [9].

W poniższej tabeli (tab. 1) zaobserwować można także znaczny udział ładunków drobnicowych w latach 2015–2020. Wysoka liczba dokonywanych przeładunków danej grupy towarowej wiąże się przede wszystkim z różnymi właściwościami transportowanych towarów, ponadto wartość jednostkowa ładunków drobnicowych jest o wiele większa niż ładunku masowego.

Tabela 1

Przeładunki według grup towarowych w latach 2015-2020 [tys. ton]

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Węgiel i koks	1386	1485	2134	2629	2876	1685
Ruda	0	6	15	0	0	0
Inne masowe	1356	1100	1079	1311	1492	1564
Zboże	3711	4090	3482	2995	3220	5430
Drewno	63	63	234	979	365	101
Drobnica	11 279	11 465	12 460	13 817	14 148	14 108
Paliwa	402	1324	1819	1759	1862	1772

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Port Gdynia S.A.

Z informacji, wynikających z powyższej tabeli, można wywnioskować, iż pomimo trudnego oraz kryzysowego roku, spowodowanego spowolnieniem gospodarczym, w Porcie Gdynia przeładowano łącznie aż 24,6 tys. ton wyżej wymienionych grup towarowych. Odnotowano także znaczny wzrost w przeładunkach zboża w roku 2020 na poziomie wzrostu o 2 mln 210 tys. ton. Grupa ta w porównaniu z innymi cechuje się w obecnym roku najwyższym procentowym wzrostem w przeładunkach. Ze względu na utrudnioną sytuację, związaną z pandemią wirusa COVID-19, zaobserwowano minimalne spadki w dokonanych przeładunkach reszty grup towarowych.

Pomimo trudności związanych z obecną pandemią port w Gdyni wykonał więcej przeładunków w roku 2020 niż w latach 2015–2019. Poświadczą to doskonałą sprawność oraz znaczny wzrost efektywności terminali znajdujących się na terenie Portu Gdynia [9].

Poprzez znaczną poprawę infrastruktury dostępowej, mającej na celu modernizację linii kolejowych oraz zwiększanie liczby oddawanych odcinków rozbudowywanych autostrad oraz dróg ekspresowych, krajowy sektor logistyczny coraz częściej zaczyna korzystać z usług polskich terminali na Bałtyku, w znacznym stopniu przyczyniając się do wzrostu liczby dokonywanych przeładunków kontenerowych w Porcie Gdynia. Ze względu na umacnianie się pozycji wśród konkurencyjnych portów oraz znaczny wzrost liczebności dokonywanych przeładunków, morski port nad Zatoką Gdańską dąży do utrzymania oraz polepszenia swojej pozycji wśród innych transporterów.

Zgodnie z informacjami podanymi przez Port Gdynia w latach 2015–2020 odnotowywano znaczne wzrosty przeładunków wykonywanych w liczbie tysięcy ton, jak i w jednostkach liczonych w TEU (tab. 2).

Tabela 2

Przeładunki ogółem w latach 2015–2020 [tys. ton]

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Suma przeładunków	18 198	19 563	21 225	23 491	23 966	24 662

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Port Gdynia S.A.

Zgodnie z informacjami zawartymi w tabeli 2 w 2015 roku obroty przeładunku portu wynosiły 18 198 tys. ton. W roku 2020 nastąpił znaczny wzrost liczby dokonanych przeładunków w Porcie Gdynia do liczby 24 662 tys. ton. Umocniło to pozycję portu wśród innych portów bałtyckich.

Tabela 3

Przeładunki kontenerów w latach 2015–2020 [TEU]

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TEU	684 796	642 195	710 698	803 871	897 125	905 121

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Port Gdynia S.A.

Z informacji wynikających z tabeli 3, można wywnioskować, iż pomimo trudnego oraz kryzysowego roku, skutkującego spowolnieniem gospodarczym, Port Gdynia przeładował łącznie około 24,6 tys. ton wyżej wymienionych grup towarowych.

2. CHARAKTERYSTYKA TERMINALI BCT, GCT ORAZ OT

Bałtycki Terminal Kontenerowy jest jednym z największych terminali kontenerowych zarówno w Polsce, jak i w rejonie Morza Bałtyckiego. Od 2003 roku spółka jest własnością międzynarodowego operatora terminali kontenerowych grupy ICTSI, która specjalizuje się w zakupie, rozwoju, zarządzaniu i obsłudze terminali kontenerowych na całym świecie. BCT jest specjalistycznym terminalem przeznaczonym do obsługi ładunków skonteneryzowanych w różnych relacjach transportowych, oferując takie usługi, jak: załadunek, wyładunek, przeładunek, formowanie i rozformowanie oraz składowanie kontenerów. Kolejowy terminal intermodalny zlokalizowany na BCT pozwala na obsługę regularnych pociągów kontenerowych łączących Port Gdynia z zapleczem. BCT zajmuje się dodatkowo obsługą (w tym w ramach składów celnych) drobnicy nieskonteneryzowanej (również typu project cargo) i samochodów [6, 11].

Hutchison Ports Gdynia (GCT) należy do grupy Hutchison Ports. Jest terminalem przeznaczonym do obsługi kontenerów, jednakże zakres jego usług jest szerszy:

- przeładunki kontenerów i ładunków drobnicowych we wszystkich relacjach (transport morski, drogowy i kolejowy) oraz ich magazynowanie;
- składowanie, formowanie i rozformowanie kontenerów;
- przeładunki sztuk ciężkich do 100 t własnym sprzętem.

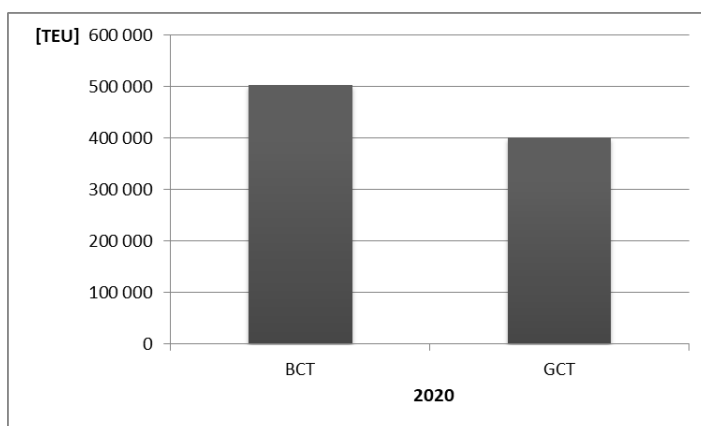
Terminal posiada również własne bocznice kolejowe, na których obsługiwane są m.in. intermodalne pociągi kontenerowe [6].

OT Port Gdynia jest to spółka z Grupy Kapitałowej OT Logistics, która dysponuje wieloletnim doświadczeniem w obsłudze:

- kontenerów w systemie ro-ro i lo-lo;
- różnorodnych ładunków drobnicowych w technologii ro-ro, lo-lo i sto-ro, w tym: papieru, celulozy, ładunków w big-bagach, wyrobów stalowych, sztuk ciężkich i ponadgabarytowych, nacze, samochodów, innych pojazdów i maszyn, płyt drewnopochodnych, ładunków masowych suchych, w tym: koksu, zbóż i pasz, biomasy;
- terminal wykonuje również szereg usług pomocniczych, takich jak formowanie i rozformowanie kontenerów i palet, a także sortowanie, segregacja i mocowanie ładunków. Obsługuje zarówno statki czarterowe, jak i żeglugi liniowej do portów Finlandii, Europy Zachodniej, Afryki Zachodniej, Stanów Zjednoczonych Ameryki, Ameryki Południowej oraz Karaibów [6].

2.1. Przeładunki według grupy towarów

W roku 2020 terminal kontenerowy GCT osiągnął wynik przeładunku 401 546 TEU, natomiast BCT – 502 150 TEU. Planowany Terminal Zewnętrzny będzie mieć zdolność przeładunkową o wysokości 2,5 mln TEU rocznie, co znacznie przyczyni się do wzrostu możliwości przeładunkowej w Porcie Gdynia.



Rys. 2. Przeładunek kontenerów w terminalach BCT oraz GCT w roku 2020 [TEU]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych magazynu *Namiary na Morze i Handel*.

W związku z rosnącym zapotrzebowaniem na towary transportowane drogą morską Port Gdynia wprowadził inwestycję, dotyczącą rozbudowy Portu Zewnętrzny w celu wzrostu innowacyjności sektora portowego. Tendencja wzrostowa wynika z wzrostu konsumpcji w Polsce oraz rozwoju wymiany handlowej. Terminale kontenerowe dążą do zwiększenia efektywności oraz wzrostu zakresu usług dla jednostek kontenerowych.

3. PLANOWANE INWESTYCJE

Wokół projektu Port Zewnętrzny Gdynia skoncentrowanych jest kilka kluczowych inwestycji, które mają na celu zwiększenie dostępności transportowej oraz zapewnienie zaplecza logistycznego. Są to m.in.:

- 1) Rozbudowa „Doliny Logistycznej” – inicjatywa „Dolina Logistyczna” jest wynikiem współpracy samorządów miast Gdynia, Rumia, Reda, Wejherowo oraz gmin Kosakowo i Wejherowo przy wsparciu samorządu województwa pomorskiego, Zarządu Morskiego Portu Gdynia S.A. oraz innych interesariuszy. Głównym celem projektu jest rozwój infrastruktury systemu transportowego obszaru okołoportowego oraz zapewnienie innowacyjnego obszaru gospodarczego wykorzystującego sektor usług logistycznych, który w dłuższej perspektywie czasu ma skutkować napływem inwestorów i poprawą warunków prowadzenia działalności gospodarczej.

Obszar inwestycji determinuje nadmorskie położenie, a precyzyjniej – Port Gdynia S.A. i poziom dostępności komunikacyjnej terminali portowych. Projekt pozwala na rozwój sieci transportowej: drogowej, kolejowej, lotniczej, a przede wszystkim morskiej.

Inwestycja ta ma na celu zwiększenie przepustowości w obsłudze gdyńskiego portu. W najbliższych latach planuje się powstanie wielu magazynów na terenie okołoportowym, co spowoduje zwiększenie możliwości logistyczno-transportowych Portu Gdynia [5].

- 2) Budowa suchego portu w Bydgoszczy, czyli terminalu przeładunkowego znajdującego się w Emilianowie. Głównym celem budowy suchego portu jest usprawnienie transportu pomiędzy portami morskimi a pozostałą częścią kraju. Jednym z podstawowych założeń projektu jest zwiększenie udziału transportu kolejowego obsługiwane przez Port Gdynia. Bydgoski terminal ma być zapleczem dla portu zbożowego, do którego po rozładunku docierałyby kontenery drogą kołową, a następnie w Emilianowie zostałyby dystrybuowane dalej. Porty będą połączone bezpośrednią linią kolejową [3].
- 3) Modernizacja linii kolejowej nr 131 oraz 201. Linia 131 łączy Górnośląski, Częstochowski Okręg Przemysłowy oraz Rybnicki Okręg Węglowy z Portem Gdynia, natomiast linia 201 jest to dwutorowa linia kolejowa w północnej Polsce, łącząca Nową Wieś Wielką ze stacją towarową Gdynia Port. Plan inwestycyjny modernizacji tras ma na celu dobudowę drugiego toru na odcinku

Maksymilianowo – Gdańsk Osowa oraz trzeciego toru na odcinku Gdańsk Osowa – Gdynia Główna. Usprawnienie linii kolejowych może spowodować wzrost usług przeładunkowych trójmiejskich portów. Warto dodać, że linie kolejowe będą doprowadzone bezpośrednio na teren Portu Zewnętrznego, aby umożliwić sprawny transport kontenerów zaraz po rozładunku statku [10].

- 4) Pogłębienie akwenów Portu Gdynia. Nowe akweny Portu Gdynia uzyskają głębokość przy nabrzeżach 17 metrów, na chwilę obecną ich maksymalna głębokość wynosi około 13,5 metra. Dzięki nowym nabrzeżom w Porcie Gdynia będzie możliwe zawijanie statków kontenerowych o długości ponad 400 metrów oraz zanurzeniu do 16 metrów. Ze względu na niewielką głębokość Cieśnin Duńskich statki kontenerowe to największe jednostki pływające, które są w stanie płynąć na Morze Bałtyckie.

Port Zewnętrzny przyczyni się nie tylko do rozwoju Portu Gdynia, ale przełoży się też na zwiększenie wpływów do budżetu Gdyni, Pomorza oraz Polski. Będzie istotnym elementem Transeuropejskiej Sieci Transportowej TEN-T [8].

4. PORÓWNANIE Z SĄSIEDNIMI PORTAMI

Aby móc ocenić, jakie możliwości rozwoju ma Port Gdynia po wybudowaniu Portu Zewnętrznego, należy najpierw przyjrzeć się obecnej sytuacji obiektu w porównaniu z konkurencyjnymi portami nad Morzem Bałtyckim.

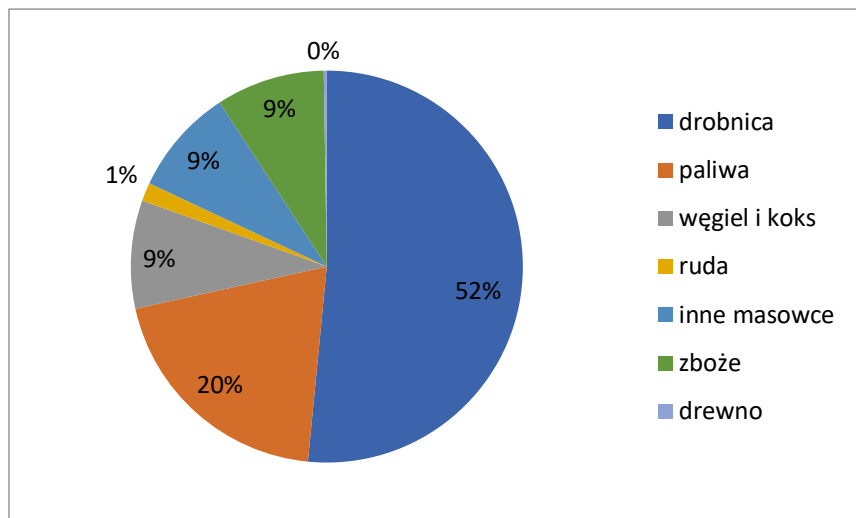
4.1. Porty polskie

W pierwszej połowie roku 2020 porty polskie oraz sąsiednie porty europejskie zanotowały kilkuprocentowe spadki w ilości przeładunków, co jest związane z pandemią wirusa COVID-19, która znacznie zmniejszyła handel międzynarodowy.

W pierwszej połowie roku 2020 został odnotowany największy procentowy spadek w ilości przeładowywanych kontenerów w polskich portach. Przeładunki te spadły o 6,61%, co daje 99 583 TEU.

Jednak pomijając spadek w ilości przeładunków na początku roku 2020, który wynikał z wybuchu pandemii COVID-19, w poprzednich latach można zauważyć tendencję wzrostową, co świadczy o ciągle rosnącym zapotrzebowaniu na przewozy kontenerowe. Największy procentowy przyrost w przeciągu ostatnich pięciu lat odnotowano w roku 2018. Wynosił on wtedy aż 30,48%, największy zaś udział w tym wzroście miał Port Gdańsk z wynikiem o 29% wyższym niż w roku poprzedzającym [2].

Poniższy wykres przedstawia strukturę przeładunków w głównych portach w Polsce w pierwszej połowie roku 2020 (rys. 3).



Rys. 3. Przeładunek według grup towarowych w polskich portach w pierwszej połowie roku 2020 [%]

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych raportu Actia Forum – Port Monitor, H12020.

4.2. Porty bałtyckie

W pierwszej połowie roku 2019 porty bałtyckie przeładowały o 4,4% więcej kontenerów niż w roku 2018. Natomiast przez wybuch pandemii w pierwszej połowie 2020 roku przeładunki spadły o 6,57% w stosunku do pierwszego półrocza 2019.

W roku 2019, jak i w pierwszej połowie roku 2020, Port Gdynia znajdował się na trzecim miejscu największych kontenerowych portów na Bałtyku zaraz za portem St. Petersburg, a następnie portem w Gdańsku. Warto dodać, że mimo trzeciej pozycji na Bałtyku Port Gdynia ma ogromną konkurencję w porcie Göteborg, który na przełomie roku 2019 i 2020 zanotował wzrost przeładunków kontenerów o 4,43%, podczas gdy Port Gdynia zanotował spadek o 8,70% [1, 2].

5. ZALETY PROJEKTU

Budowa Portu Zewnętrznego w Gdyni jest projektem, który przyczyni się do ogromnych zmian w branży transportowo-logistycznej. Projekt będzie nieść za sobą wiele zysków dla Polski, Gdyni oraz środowiska naturalnego.

Głównym założeniem budowy portu jest poprawa pozycji Gdyni na rynku kontenerowym w Polsce i Europie. W planach projektu jest modernizacja infrastruktury transportowej, co oznacza rozwój dróg kołowych, kolejowych oraz wodnych. Przykładem tu może być wybudowanie Drogi Czerwonej, która będzie umożliwiała swobodny dojazd z Portu Zewnętrznego na obwodnicę trójmiejską, co znacznie odciąży Trasę Kwiatkowskiego.

Kolejną korzyścią płynącą z inwestycji jest znaczne wzmoczenie potencjału dla nowych inwestycji, a co za tym idzie, rozwój rynku pracy. Otoczenie biznesowe portu oraz sam obiekt ma zapewnić około 5000 nowych miejsc pracy, przez co Gdynia może przyciągnąć nowych mieszkańców.

Dla Polski budowa Portu Zewnętrznego w Gdyni może skutkować przeniesieniem części przeładunków towarów z portów zagranicznych do Polski oraz poprawą bezpieczeństwa łańcucha dostaw oraz wymiany zagranicznej Polski.

Jednak największym wygranym przy tej inwestycji będzie Port Gdynia S.A. Projekt zapewni mu poprawę konkurencyjności na rynku oraz znacznie podniesie zdolność przeładunkową obiektu, co przełoży się na zarobki spółki na skutek poszerzenia oferty przeładunkowej portu.

Ponadto inwestycja przyczyni się do rozwoju transportu dalekomorskiego, co poskutkuje zmniejszeniem śladu węglowego czyli ilości emitowanych gazów cieplarnianych [7].

PODSUMOWANIE

Port Gdynia dąży do tego, aby stać się portem oceanicznym, obsługującym również tranzyt morski. Wyzwania technologiczne, jak i ekonomiczne, stawiane w Porcie Gdynia, wpłynęły na potrzebę wprowadzania dalszych zmian w jego funkcjonowaniu, w związku z czym podjęto inwestycję o nazwie „Budowa Portu Zewnętrznego w Gdyni”. Projekt ten w znaczący sposób powinien wpłynąć na polepszenie pozycji gdyńskiego portu wśród portów bałtyckich. Rosnąca liczba przeładunków, liczonych w TEU w latach 2015–2020, świadczy o rosnącym zapotrzebowaniu na sprzęt przeładunkowy oraz miejsce składowania. Aby wesprzeć inwestycję, podjęto szereg działań, które mają usprawnić działanie tak ogromnej powierzchni. Są to m.in.: Dolina Logistyczna, suchy port w Bydgoszczy czy modernizacja pobliskich linii kolejowych. Wprowadzenie planowanych projektów, dotyczących rozbudowy portu, ma w znacznym stopniu przyczynić się do podniesienia standardów logistycznych w Porcie Gdynia, jak i umocnić jego pozycję jako portu uniwersalnego.

LITERATURA

1. Raport Actia Forum – Port Monitor 2019 Bałtyckie Porty, kwiecień 2020.
2. Raport Actia Forum – Port Monitor H12020 Polskie Porty, sierpień 2020.

Źródła internetowe

3. <https://biznes.trojmiasto.pl/Suchy-port-w-Bydgoszczy-wsparciem-dla-Gdyni-n147570.html> (dostęp 08.03.2021).
4. <https://port.gdynia.pl/pl/> (dostęp 08.03.2021).
5. https://static.um.gdynia.pl/storage/__old/gdynia.pl/g2/2015_10/102276_fileot.pdf.
6. https://www.port.gdynia.pl/files/folder_reklamowy/folder_port_gdynia.pdf.
7. <https://www.port.gdynia.pl/pl/port-zewnetrzny-cele-projektu> (dostęp 08.03.2021)
8. <https://www.port.gdynia.pl/pl/port-zewnetrzny-opis-projektu> (dostęp 08.03.2021).
9. <https://www.port.gdynia.pl/stat/index.php> (dostęp 08.03.2021).
10. <https://www.port.gdynia.pl/pl/wydarzenia/aktualnosci/1682-port-gdynia-rozbudowuje-zaplecze-w-glebi-ladu> (dostęp 08.03.2021).
11. <http://www.bct.gdynia.pl/o-bct/podstawowe-informacje> (dostęp 08.03.2021).

GDYNIA OUTER PORT – THE KEY TO DEVELOPMENT OF GDYNIA LOGISTICS

The purpose of this article is to determine the changes in the TFL industry after the construction of the Outer Port in Gdynia. The first part presents the general characteristics of the Port of Gdynia, and then explains the description of the terminals responsible for the reloading of containers. To show the demand for a new terminal, the number of transshipments in the Port of Gdynia was compared with the Polish and Baltic ports. The analysis of these data revealed the most competitive Ports for the facility in Gdynia. The article presents the most important investments related to the modernization of transport and logistics accessibility in the areas around the port and the effects of these modifications. The study also includes the most important benefits for the port of Gdynia, the city of Gdynia and Poland.

Keywords: *transport, sea transport, port of Gdynia, Outer Port, containers, intermodal transport.*