

Journal of TransLogistics

Volumen 4(14), numer 1, 2018

Zbiór prac uczestników
XIV Forum Studentów Transportu i Logistyki



Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
Wrocław 2018

Journal of TransLogistics jest kontynuacją wydawnictwa pt. „Zbiór prac uczestników Forum Studentów Transportu i Logistyki”, wydawanego od 2005 roku przez Koło Naukowe Logistics działające na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.

Bezpłatny dostęp do czasopisma w wersji elektronicznej:

<http://www.dbc.wroc.pl/dlibra>

<http://www.translogistics.pl/jtl.php>

Skład i korekta językowa

Julia Buchenfeld

Projekt okładki

Aleksandra Drab

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej książki, zarówno w całości, jak i we fragmentach nie może być reprodukowana w sposób elektroniczny, fotograficzny i inny bez zgody wydawcy i właścicieli praw autorskich.

© Copyright by Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2018

Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław
www.oficyna.pwr.edu.pl; e-mail: oficwyd@pwr.edu.pl

ISSN 2450-5870

Druk i oprawa: beta-druk, www.betadruk.pl

Rada Naukowa

- Prof. Dr inż. T. Nowakowski – Politechnika Wroclawska, przewodniczący
Dr inż. A. Kierzkowski – Politechnika Wroclawska
Prof. Ing. A. Kalašová – University of Zilina (Słowacja)
Prof. O. Krettek – RWTH Aachen (Niemcy)
Dr inż. S. Kwaśniowski – Politechnika Wroclawska
Prof. Dr eng. V. Paunoiu – Universitatea Dunarea de Jos Din Galati (Rumunia)
Prof. G. Tarnai – Technical Univeristy of Budapest (Węgry)
Prof. T. Roik – National Technical University of Ukraine (Ukraina)
Dr inż. M. Zając – Politechnika Wroclawska
Dr inż. P. Zając – Politechnika Wroclawska
Prof. Ph. D. David Valis – University of Defence in Brno (Czechy)

Redaktor naczelny

dr inż. Paweł Zając

Redaktor prowadzący

Ewa Olszowa

Recenzenci

- dr inż. S. Kwaśniowski
dr inż. P. Zając
dr inż. K. Lewandowski
dr inż. E. Skupień
dr inż. A. Jodejko-Pietruczuk
dr inż. M. Plewa
dr inż. F. Restel
dr inż. R. Giel
dr inż. T. Kisiel

Przekazujemy czytelnikom kolejny numer Journal of TransLogistics zawierający artykuły napisane przez Studentów, studiujących logistykę i transport, na Forum Studentów Transportu i Logistyki „TransLogistics 2018”, organizowane przez **Koło Naukowe Logistics** na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej. Wszystkie artykuły przeszły pomyślnie proces recenzji z zachowaniem obowiązujących standardów.

Z życzeniami dobrej lektury
Dominika Jędrzejak, przewodnicząca KN Logistics
Paweł Zając, opiekun KN Logistics



Politechnika Wrocławska

LOGISTICS
KOŁO NAUKOWE

WYDZIAŁ
MECHANICZNY



PARTNERZY ZŁOCI

Raben

*your partner
in logistics*



TRAKO

PROJEKTY TRANSPORTOWE

PARTNERZY SREBRNI



KUEHNE+NAGEL



C.H. ROBINSON



WE TRANSPORT
& CARE

PARTNERZY BRĄZOWI

COYOTE →

a UPS Company

DACHSER

Intelligent Logistics

PARTNERZY RZECZOWI



iuridica
kancelaria prawna

Apexim AB



Electrolux



**DOLNY
ŚLĄSK**



TRANSEDU

PATRONI MEDIALNI

Transport
przemysłowy i maszyny robocze



Logistyka.net.pl

**Logistics
manager**

**Transport
manager**

LOG24.PL

top logistyk

MŁODZI LOGISTYCY

EUROLOGISTICS

-
- 11 **Paweł MISZEWSKI**
BUDOWA PORTU ZEWNĘTRZNEGO W GDYNI JAKO SZANSA
NA ROZWÓJ PRZEWOZÓW KONTENEROWYCH W POLSCE
- 19 **Małgorzata MAC, Filip STEUER**
SZANSE EUROPY NA AUTONOMIZACJĘ TRANSPORTU
DROGOWEGO
- 29 **Karol ŻMICH, Milena ZAREMBA**
ZASTOSOWANIE TELEMATYKI JAKO PRZYSZŁOŚCI
DIAGNOSTYKI SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH
- 39 **Bartosz KOREŃ, Krzysztof PRZONDZIOŃ**
KOSZTY WYPADKÓW W TRANSPORCIE DROGOWYM
- 47 **Arleta BIENIEK**
TRANSPORT INTERMODALNY JAKO GŁÓWNY ELEMENT
OUTSORCINGOWEJ USŁUGI LOGISTYCZNEJ
- 57 **Bartłomiej MORGA**
TANIE LINIE LOTNICZE NA TRASACH
DALEKODYSTANSOWYCH. PERSPEKTYWY ROZWOJU
- 69 **Damian SOCHA**
PERSPEKTYWA ROZWOJU TRANSPORTU LOTNICZEGO
W POLSCE
- 79 **Angelika SURMA, Martyna WALNICKA**
TRANSPORT MIEJSKI W DOBIE INTELIGENTNYCH MIAST
- 91 **Patrycja BAKALARZ, Aleksandra HOROWSKA**
WPŁYW UDOGODNIENIŃ DLA TRANSPORTU ZBIOROWEGO NA
RUCH TRAMWAJÓW NA CIĄGU KOMUNIKACYJNYM ALEI
POKOJU W KRAKOWIE
- 101 **Grzegorz GERA, Adrian PAJKA**
ROZWÓJ SYMULACJI JAKO NARZĘDZIA W LOGISTYCE
MIEJSKIEJ ZA POMOCĄ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI NA
PRZYKŁADZIE GRY CITIES: SKYLINES
- 109 **Magdalena MIĘTKIEWSKA, Jakub MISTRZAK**
ELEKTROMOBILNOŚĆ WYZWANIE I SZANSA
WSPÓŁCZESNEJ LOGISTYKI MIEJSKIEJ
- 119 **Emilia SZCHANIECKA, Natalia SMARZYŃSKA**
LOGISTYKA WYPRZEDZAJĄCA - INNOWACYJNE PODEJŚCIE
DO BRANŻY E-COMMERCE

- 129 **Kinga MAKSAJDOWSKA**
AUTOMATYCZNA IDENTYFIKACJA DANYCH
DOTYCZĄCYCH PRZEBIEGU PRODUKCJI JAKO ATRYBUT
WSPÓŁCZESNEGO PRZEDSIĘBIORSTWA
- 139 **Anna TRZOP**
TECHNOLOGIA BLOCKCHAIN JAKO PRZYSZŁOŚĆ
ŁAŃCUCHÓW DOSTAW
- 149 **Maciej RZEMPOŁUCH**
TECHNOLOGIA UWB W PROCESIE DYSTRYBUCJI
- 157 **I. ZIENTEK, D. MAJ, A. SKROBOL, P. MOTYLSKI**
WPROWADZANIE INNOWACJI W ZAKRESIE
AUTOMATYZACJI TRANSPORTU WEWNĘTRZNEGO
W PRZEDSIĘBIORSTWACH I ZAKŁADACH PRODUKCYJNYCH
- 167 **Natalia BRZEZIŃSKA, Kamila TRUN**
ODPADY SCHODZĄ DO PODZIEMIA – SYSTEMY PODZIEMNEJ
GOSPODARKI ODPADAMI
- 175 **Mateusz ZBADYŃSKI, Aneta WRÓBEL**
EFEKTYWNOŚĆ WYBRANYCH METOD KOMPLETACJI NA
PODSTAWIE SYSTEMÓW FIRMY LUCA LOGISTIC SOLUTION
- 187 **Natalia SZWEDUN, Katarzyna URBAN**
ZAŁOŻENIA I OBECNE ETAPY WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ
AUTONOMICZNYCH W LOGISTYCE- PRZYKŁADY ORAZ
ZALETY I WADY WPROWADZENIA INNOWACJI
- 197 **Maciej WRÓBEL Patrycja WOJDA**
MOŻLIWOŚCI OPTYMALIZACJI PROCESU
TRANSPORTOWEGO Z WYKORZYSTANIEM SZTUCZNEJ
INTELIGENCJI
- 205 **Tobiasz KLOCHOWICZ**
POJAZDY AUTONOMICZNE, A MORALNOŚĆ SZTUCZNEJ
INTELIGENCJI
- 213 **Sylwia BŁAŻEJCZYK, Zuzanna RÓŻYCKA**
HYPERLOOP - ANALIZA SZANS I ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH
Z ROZWOJEM NOWOCZESNEGO ŚRODKA TRANSPORTU

-
- 11 **Paweł MISZEWSKI**
BUILDING OF THE EXTERNAL PORT IN GDYNIA AS
A CHANCE TO DEVELOP CONTAINER TRANSPORT IN
POLAND
- 19 **Małgorzata MAC, Filip STEUER**
EUROPE'S OPPORTUNITIES ON AUTONOMIZATION OF ROAD
TRANSPORT
- 29 **Karol ŻMICH, Milena ZAREMBA**
THE USE OF TELEMATICS AS THE FUTURE OF TRUCK
DIAGNOSTICS
- 39 **Bartosz KOREŃ, Krzysztof PRZONDZIOŃ**
COSTS OF TRANSPORT ACCIDENTS
- 47 **Arleta BIENIEK**
INTERMODAL TRANSPORT AS THE MAIN ELEMENT OF THE
OUTSOURCING LOGISTICS SERVICE
- 57 **Bartłomiej MORGA**
LOW-COST AIRLINES ON LONG-DISTANCE ROUTES
CURRENT SITUATION AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES
- 69 **Damian SOCHA**
PROSPECT FOR THE DEVELOPMENT OF AIR TRANSPORT IN
POLAND
- 79 **Angelika SURMA, Martyna WALNICKA**
URBAN TRANSPORT IN THE AGE OF SMART CITIES
- 91 **Patrycja BAKALARZ, Aleksandra HOROWSKA**
INFLUENCE OF PUBLIC TRANSPORT IMPROVEMENT ON
TRAM TRAFFIC ON THE ALEJA POKOJU IN KRAKÓW
- 101 **Grzegorz GERA, Adrian PAJKA**
THE DEVELOPMENT OF SIMULATION AS A TOOL IN URBAN
LOGISTICS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE
EXAMPLE OF THE CITIES:SKYLINES GAME
- 109 **Magdalena MIĘTKIEWSKA, Jakub MISTRZAK**
ELEKTROMOBILITY AS A CHALLENGE AND A CHANCE FOR
MODERN URBAN LOGISTICS
- 119 **Emilia SZZANIECKA, Natalia SMARZYŃSKA**
ANTICIPATORY LOGISTICS – AN INNOVATIVE APPROACH
TO THE E-COMMERCE INDUSTRY
- 129 **Kinga MAKSADZKA**
AUTOMATIC IDENTIFICATION OF DATA CONCERNING
PRODUCTION PROCESS AS AN ATTRIBUTE OF
CONTEMPORARY ENTERPRISE

- 139 **Anna TRZOP**
BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS THE FUTURE OF SUPPLY
CHAINSŁAŃCUCHÓW DOSTAW
- 149 **Maciej RZEMPOŁUCH**
UWB TECHNOLOGY IN THE DISTRIBUTION PROCESS
- 157 **I. ZIENTEK, D. MAJ, A. SKROBOL, P. MOTYLSKI**
THE INTRODUCING OF INNOVATIONS TO AN AUTOMATED
WORKS TRANSPORT IN PRODUCTION COMPANIES
- 167 **Natalia BRZEZIŃSKA, Kamila TRUN**
WASTE GOES UNDERGROUND – UNDERGROUND WASTE
MANAGEMENT SYSTEMS
- 175 **ZBADYŃSKI, WRÓBEL**
EFFECIENCY OF SELECTED METHODS OF COMPLEITION
PROCESS ON THE BASIS OF LUCA LOGISTIC SOLUTION
SYSTEMS
- 187 **Natalia SZWEDUN, Katarzyna URBAN**
ASSUMPTIONS AND PRESENT STAGES OF IMPLEMENTING
AUTONOMOUS SOLUTIONS IN LOGISTICS - EXAMPLES AND
BENEFITS AND DEFECTS IN THE INTRODUCTION OF
INNOVATION
- 197 **Maciej WRÓBEL Patrycja WOJDA**
OPPORTUNITIES TO OPTIMIZE THE TRANSPORT PROCESS
WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
- 205 **Tobiasz KLOCHOWICZ**
AUTONOMOUS VEHICLES, AND THE MORALITY OF
ARTIFICIAL INTELLIGENCE
- 213 **Sylwia BŁAŻEJCZYK, Zuzanna RÓŻYCKA**
HYPERLOOP - ANALYSIS OF OPPORTUNITIES AND THREATS
RELATED TO THE DEVELOPMENT OF MODERN TRANSPORT

Paweł MISZEWSKI¹

BUDOWA PORTU ZEWNĘTRZNEGO W GDYNI JAKO SZANSA NA ROZWÓJ PRZEWOZÓW KONTENEROWYCH W POLSCE

Słowa kluczowe: kontener, port, terminal

Celem artykułu jest określić czy działalność Portu Zewnętrznego przyczyni się do zwiększenia wolumenu kontenerów przeładowywanych w polskich portach. Na wstępie przedstawiono powód, dla którego podjęto decyzję o budowie Portu Zewnętrznego. W pierwszym rozdziale zaprezentowano historię konteneryzacji oraz obecne realia towarzyszące przewozom kontenerowym w Polsce i na świecie. Następnie zdefiniowano czym jest port i terminal kontenerowy. Określono rolę terminali kontenerowych we współczesnym handlu światowym oraz sposób ich współdziałania. Opisano inwestycje, które mają lub prawdopodobnie będą mieć miejsce w Porcie Gdynia. Na koniec poddano analizie projekt budowy Portu Zewnętrznego pod kątem przeładunku kontenerów.

1. WSTĘP

Od drugiej połowy XX wieku w handlu międzynarodowym rośnie udział przewozu kontenerów drogą morską. Zwiększające się wolumeny ładunków, częste występowanie zjawiska kongestii oraz chęć wykorzystania przez morskich armatorów efektu skali, przyczyniają się do powstawania coraz większych statków i rozwoju terminali kontenerowych zdolnych takie statki obsługiwać. Zarząd Morskiego Portu Gdynia S.A. podejmuje więc decyzję o budowie nowego morskiego terminalu – Portu Zewnętrznego, a celem pracy jest określenie szans na wzrost przewozów kontenerowych w Polsce w perspektywie budowy tego obiektu.

2. HISTORIA MORSKICH PRZEWOZÓW KONTENEROWYCH

2.1. POCZĄTKI KONTENERYZACJI

Konteneryzacja ładunków w transporcie morskim była odpowiedzią na rozwijający się w latach 60-tych XX wieku handel międzynarodowy. Wzrost światowej gospodarki spowodował zwiększenie się wolumenu przewożonych ładunków,

¹ Koło Naukowe Transportu i Logistyki TRANSLOG, Uniwersytet Morski w Gdyni.

których przeładunek, składowanie i inne czynności manipulacyjne były dla portów coraz większym wyzwaniem. Wydłużający się czas przeładunku przekładał się na rosnący czas postoju statków w porcie oraz czas podróży do miejsca destynacji, co z kolei oznaczało straty finansowe dla przewoźników. Przyspieszyć cały ten proces można było poprzez zastąpienie wielu małych przesyłek kilkoma większymi. Właśnie wtedy w międzynarodowym transporcie morskim pojawiły się kontenery.

Jak podano w Roczniku Statystycznym Gospodarki Morskiej za rok 2017, kontener to: „pojemnik przeznaczony do wielokrotnego przewożenia towarów, bez potrzeby ich przeładowywania przy zmianie środka transportu [...]” [1]. Wspomniano tam również o jego odporności na warunki transportu, możliwości manipulacji i piętrzenia oraz standaryzacji wymiarów [1]. Konteneryzacja w transporcie morskim doniosła niewątpliwy sukces, na co wpływ miały takie czynniki jak: krótszy czas operacji portowych, zwiększenie bezpieczeństwa ładunków, standaryzacja kontenerów, zróżnicowanie kontenerów pod kątem zastosowania (cysterny, platformy, chłodnie), a efektem ich pojawienia się był rozwój infrastruktury i suprastruktury dostosowanej do użycia kontenerów oraz możliwość lepszego zarządzania łańcuchem dostaw [5].

2.2. PRZEWOZY KONTENEROWE W POLSCE I NA ŚWIECIE

Pierwszy na świecie przewóz kontenerów drogą morską miał miejsce w 1956 roku w Stanach Zjednoczonych. Przedsiębiorstwo Sea Land, będące własnością Malcolma McLean’a wysłało statek *Ideal X* w podróż z Newark do Hudson. Do Europy pierwszy kontenerowiec dotarł w 1965 roku. Europejczycy szybko odkryli korzyści płynące z wykorzystania kontenerów w transporcie i zaczęli inwestować w tę technologię. Przewóz kontenerów na świecie wzrastał od początku lat 70-tych. Pod koniec lat 90-tych, w Europie rozwój konteneryzacji nie był już tak dynamiczny, lecz stale umacniał się w krajach Azjatyckich. Największe współczesne porty kontenerowe znajdują się właśnie w południowo-wschodniej Azji, a są to między innymi Singapur (przeładunek 33,6 mln TEU² w 2017 r.), Hong Kong (przeładunek 20,7 mln TEU w 2017 r.) i Szanghaj (przeładunek 37,1 mln TEU w 2016 r.). Najbardziej liczące się spośród portów europejskich to Rotterdam (przeładunek 13,7 mln TEU w 2017 r.), Hamburg (przeładunek 8,9 mln TEU w 2016 r.) i Antwerpia (przeładunek 10 mln TEU w 2016 r.).

Pierwszym terminalem kontenerowym w Polsce był gdyński BCT, który rozpoczęła swoją działalność w 1979 roku [2]. Obecnie w Polsce działa sześć terminali kontenerowych: DCT (Deepwater Container Terminal) w Gdańsku z roczną przepustowością 3 mln TEU, GTK (Gdański Terminal Kontenerowy) obsługujący połączenia feeder’owe, GCT (Gdynia Container Terminal) należący do holdingu

² TEU (*Twenty Foot Equivalent Unit*) – jednostka odpowiadająca pojemności kontenera 20-stopowego.

Hutchison Ports, wspomniany BCT (Baltic Container Terminal) w Gdyni, a także Bałtycki Terminal Drobnicowy Gdynia i DB Port Szczecin, które obecnie należą do grupy kapitałowej OT Logistics pod nazwą OT Port Gdynia.

Największym i najnowocześniejszym terminalem kontenerowym w Polsce jest gdański DCT. Dzięki temu, iż posiada on głębokowodne nabrzeże, jest w stanie obsługiwać największe na świecie kontenerowce. Jest to jeden z największych terminali na Morzu Bałtyckim.

3. CHARAKTERYSTYKA PORTÓW MORSKICH

3.1. CZYM JEST PORT

Port morski jest miejscem położonym nad akwenem wodnym, które łączy ze sobą odpowiednie elementy infrastruktury, dzięki którym może on pełnić swoją rolę. Przede wszystkim port musi posiadać kanał wodny o dostatecznej głębokości oraz nabrzeże przystosowane do cumowania statków. By móc oferować usługi przeladunku i składowania towarów, w porcie muszą znajdować się place składowe i magazyny. Odpowiednie skomunikowanie portu poprzez połączenia drogowe i kolejowe jest niezbędne dla prawidłowego działania portu, zarówno w segmencie towarowym jak i pasażerskim. Bardzo ważnymi elementami portu są również wszelkiego rodzaju obiekty chroniące jego obszar przed falami, wiatrem i prądami morskimi.

3.2. ROLA TERMINALI KONTENEROWYCH W HANDLU ŚWIATOWYM

Terminale kontenerowe to miejsca, w których statki kontenerowe mogą zostać rozładowane i załadowane przy użyciu odpowiednich urządzeń, takich jak dźwigi i suwnice. Zadaniem terminali jest również składowanie kontenerów, a dzięki połączeniu ich z drogami kołowymi i kolejowymi, możliwe staje się wykorzystanie kontenera jako jednostki ładunkowej w transporcie intermodalnym³.

Szacuje się, iż obecnie transportem morskim przewozi się 80-90% wszystkich ładunków na świecie. Większość z nich to ładunki masowe płynne, takie jak ropa naftowa i produkty ropopochodne oraz masowe suche, czyli między innymi węgiel, zboże i rudy żelaza. Nie bez znaczenia pozostają jednak ładunki drobnicowe, które w dużej mierze są importowane z Chin do państw Europy i do USA. Tak jak zostało to już wcześniej wspomniane, współcześnie do przewozu ładunków drobnicowych wykorzystuje się kontenery. Konteneryzacja usprawniła transport i pozwoliła mu rozwinąć się do tego stopnia, iż obecnie powstają i zyskują na znaczeniu łańcuchy dostaw, które mają za zadanie usprawnić przepływ ładunków na

³ Transport intermodalny – kiedy do przewozu wykorzystuje się środki transportu więcej niż jednej gałęzi, lecz nie dochodzi do zmiany jednostki ładunkowej.

całej trasie. Prawidłowe funkcjonowanie tychże łańcuchów jest jednak uzależnione od czynników takich jak czas transportu (na który wpływ mają operacje załadunku i wyładunku) oraz dostęp do obiektów infrastruktury punktowej, czyli terminali kontenerowych [4].

W celu lepszej organizacji przewozów kontenerowych drogą morską stosuje się metodę *hub and spoke*. W tym modelu istnieją wielkie centra przeładunkowe, do których ładunki z mniejszych terminali są dowożone z wykorzystaniem serwisów dowozowych – feeder’ów. Taki stan rzeczy jest uwarunkowany przez to, że największe statki kontenerowe nie są w stanie wpłynąć do mniejszych portów, skraca się również w ten sposób czas ich podróży oraz zmniejsza zjawisko kongestii w portach pełniących rolę hubów.

4. BUDOWA PORTU ZEWNĘTRZNEGO W RAMACH PROGRAMU PORT GDYNIA 2030

4.1. INWESTYCJE W PORCIE GDYNIA

Chcąc rozwijać się i umocnić swoją pozycję na Morzu Bałtyckim, Zarząd Morskiego Portu Gdynia S.A. podjął mające zmierzać ku temu działania. Po uzyskaniu pozytywnej opinii Ministerstwa Obrony Narodowej, można było przystąpić do poszerzenia wejścia wewnętrznego portu z dotychczasowych 100 do 140 metrów. Jest to inwestycja, na którą czekały zwłaszcza gdyńskie terminale kontenerowe [9]. Inną inwestycją, która przyczyni się do wzrostu potencjału przeładunkowego gdyńskiego portu jest poszerzenie obrotnicy nr. 2 do szerokości 400 metrów, dzięki czemu wykorzystać ją będą mogły największe obecnie kontenerowce [10]. Jeśli chodzi o obsługę tychże statków w omawianym porcie, niezbędne będzie również pogłębienie basenów portowych. Z uwagi na szacowany wzrost liczby statków napędzanych paliwem LNG Port Gdynia chciałby w przyszłości świadczyć usługi bunkrowania tego paliwa z cysterny samochodowej, chociaż brany pod uwagę jest jeszcze wariant związany z wykorzystaniem jednostki pływającej [11].

4.2. PROJEKT BUDOWY PORTU ZEWNĘTRZNEGO

Podczas spotkania Zarządu Morskiego Portu Gdynia S.A. z Markiem Gróbarczykiem, ministrem Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, które odbyło się 18.07.2017 r., przyjęto koncepcję budowy Portu Zewnętrznego. Z uwagi na ograniczone możliwości rozwoju Portu Gdynia pod względem przestrzennym, podjęto decyzję o budowie Portu Zewnętrznego na sztucznym lądzie, w oparciu o nabrzeża Śląskie i Szwedzkie. Ma być to port głębokowodny, terminal kontenerowy wyposażony w urządzenia niezbędne do wykonywania operacji przeładunku i składowania. Członkowie Zarządu uważają, iż „wyjście w morze” i budowa tego terminala jest niezbędna dla dalszego, dynamicznego rozwoju portu. Dzięki tej

inwestycji ma się zwiększyć potencjał przeładunkowy portu oraz jego pozycja wśród innych portów Bałtyku. Szacuje się, że Port Zewnętrzny mógłby zacząć działać w 2024 r. Obecnie inwestycja ta znajduje się dopiero na etapie projektowym, więc trudno jest już teraz konkretnie wskazać jaki będzie jej wpływ na przewozy kontenerowe w Polsce. Zanim jednak ktoś zgłosił się z zamiarem nadania tej inwestycji miana *White Elephant*⁴, warto przyjrzeć się jak zmieniła się struktura przeładunków w Porcie Gdańsk i pozostałych polskich portach, gdy w 2007 r. działalność rozpoczął terminal DCT.

W 2016 roku, biorąc pod uwagę tylko przeładunek kontenerów, Port Gdańsk zajmował drugie miejsce wśród portów Bałtyckich, ustępując jedynie portowi w St. Petersburgu. Przeładowano tam wtedy około 1 299 373 TEU [7], z czego w samym DCT 1 289 842 TEU [3]. Dla porównania, w tym samym roku w Porcie Gdynia przeładunek kontenerów osiągnął poziom 642 195 TEU [12], a port w tym samym zestawieniu zajął miejsce czwarte. Od roku 2008, czyli pierwszego pełnego roku pracy DCT, można zauważyć dynamiczny wzrost obrotów kontenerowych w Porcie Gdańsk na tle pozostałych portów Polski. W stosunku do roku poprzedniego (96 873 TEU), w 2008 r. przeładunek wzrósł niemal dwukrotnie (185 661 TEU) [8]. Tendencja wzrostowa utrzymała się nawet w czasie kryzysu gospodarczego w 2009 r. Wreszcie nadszedł przełomowy rok 2017, kiedy po raz pierwszy w gdańskim porcie przeładowano ponad 1,5 mln TEU (dokładnie 1 580 508) [8]. W stosunku do roku 2007 wzrost wolumenu kontenerów przechodzących przez większość europejskich portów w roku 2016 wynosił około 100% (np. w Gdyni 105%), kiedy w Porcie Gdańsk wartość ta wynosiła 1 340% [7]. Gdyby nie budowa terminalu DCT, udział gdańskiego portu w obsłudze kontenerów w Polsce byłby znikomy i nie wiadomo czy do dzisiaj roczne przeładunki w skali kraju sięgnęłyby 1 mln TEU. Wiadomo jednak, że w roku 2016 w polskich portach przeładowano ponad 2 mln TEU, z czego niemal 1,3 mln TEU w samym Porcie Gdańsk.

Mimo iż działalność Portu Zewnętrznego może przyczynić się do wzrostu przeładunku kontenerów w gdyńskim porcie, to trudno jednak spodziewać się, iż będzie to wzrost równie dynamiczny jak ten wygenerowany przez DCT dla Gdańska. W Gdyni bowiem działają już terminale BCT i GCT, które razem utrzymują relatywnie wysoki poziom przeładunków. Są to jednak terminale obsługujące linie dowozowe i nie przyływają tam największe statki kontenerowe.

Istnieje jednak jeszcze jedna statystyka, której nie zniekształca obecny stan infrastruktury punktowej. Jest to zestawienie dochodów z cła, podatku VAT i akcyzy wygenerowanych w Porcie Gdańsk, które trafiły do budżetu Państwa. W 2015 roku, kiedy w gdańskim porcie przeładowano 1 091 202 TEU, wszystkie polskie oddziały celne wniosły do budżetu niespełna 77 mld zł, a 24% tej kwoty

⁴ White elephant – kosztowna inwestycja, która nie przynosi zysku; jej powstanie nie miało sensu.

zostało wypracowane w Porcie Gdańsk. Kwota ta, czyli 18,4 mld zł stanowiła w 2015 roku 6,35% całego dochodu Polski [6]. Przyjmując, iż w 2030 roku Port Zewnętrzny byłby w stanie przeładować 1,2 mln TEU oraz zakładając że nie dojdzie do tego czasu do znaczących zmian w wielkości stawek frachtowych i podatków, można zakładać że wpływy do budżetu Państwa płynące z działalności Portu Gdynia mogą zwiększyć się o kwoty zbliżone do przedstawionych powyżej.

Jednak przeładowanie tak dużej ilości kontenerów w Porcie Zewnętrznym nie będzie możliwe, jeśli port nie zacznie obsługiwać połączeń oceanicznych. Różnica w przeładunkach między Portem Gdańsk a Portem Gdynia wynika przede wszystkim z faktu, iż do DCT zawijają statki armatora Maersk Line i Ocean Alliance.⁵ Statki Maersk pływają do portów chińskich (Ningbo, Szanghaj, Xingang, Yantian) oraz do Korei Południowej (Kwangyang, Ulsan), a statki Ocean Alliance również do Chin (Ningbo, Szanghaj, Xiamen, Yantian) i do Singapuru. Swojej szansy na wyjście na ocean Port Zewnętrzny powinien zatem szukać u któregoś z największych światowych armatorów, który mógłby przyłączyć go do siatki obsługiwanych portów. Zakładając, że Maersk Line i armatorzy należący do Ocean Alliance będą kontynuować współpracę z gdańskim DCT, największymi potencjalnymi partnerami Portu Zewnętrznego mogliby zostać armatorzy Mediterranean Shipping Company (MSC), lub Hapag-Lloyd. Pierwszy z nich tworzy razem z Maersk Line alians 2M, więc z uwagi na bliską obecność statków swojego partnera w Porcie Gdańsk oraz nie znając dokładnych zasad „dzielenia się” przewozami wewnątrz aliansu, trudno jest jednoznacznie stwierdzić czy MSC byłby skłonny dołączyć Port Zewnętrzny do swoich linii oceanicznych. Z kolei statki armatora Hapag-Lloyd już teraz są jednymi z najczęściej zawijających do Portu Gdynia (z częstotliwością 6 razy tygodniowo). Można zatem założyć, iż istnieje szansa na kontynuowanie i poszerzenie współpracy między tym armatorem i gdańskim portem.

5. PODSUMOWANIE

Mimo iż zjawisko konteneryzacji rozwija się ze zmienną dynamiką, na początku XXI wieku jest to już zdecydowanie najpowszechniejszy sposób przewozu ładunków drobnicowych. Dalszy wzrost udziału kontenerów w światowym transporcie oraz popularyzacja działających w oparciu o przewozy kontenerowe logistycznych łańcuchów dostaw wymusza inwestycje w nowe obiekty infrastrukturalne, które będą w stanie zaspokoić potrzeby armatorów i załadowców. Jednym z takich obiektów jest mający powstać w Gdyni Port Zewnętrzny. Jeżeli miałby on przyczynić się do realnego wzrostu przeładunku kontenerów w Polsce, musiałby on obsługiwać największe na świecie statki i stać się częścią linii oceanicznych. Jeśli tak by się stało, mogłby on też konkurować z terminalem DCT o miano hubu

⁵ Ocean Alliance – członkami aliansu są armatorzy: CMA CGM, Evergreen, COSCO, OOCL.

dla Morza Bałtyckiego, co rodzi pytania czy jest sens budować tak duży terminal, kiedy w bliskim sąsiedztwie istnieje już podobny obiekt. Nie należy jednak wykluczać scenariusza, w którym Port Zewnętrzny i terminal DCT jednocześnie pełnią rolę hubów, należąc do siatki połączeń oceanicznych różnych armatorów. Zakładając że Port Zewnętrzny stałby się hubem, trudno stwierdzić jaką przyszłość miałyby przed sobą gdyńskie terminale BCT i GCT i czy sensowna byłaby ich dalsza obsługa linii dowozowych, skoro hub znajdowałby się w tym samym porcie, w odległości kilkuset metrów.

Port Zewnętrzny to bez wątpienia projekt ambitny, o dużym potencjale. Jeśli jednak ma się on przyczynić do rozwoju przewozów kontenerowych w Polsce, musi on być atrakcyjny dla załadowców i armatorów. Musi spełniać ich wymagania dotyczące np. połączeń z lądową infrastrukturą liniową. Nie można budować go dla samego faktu powstania, ale już w fazie projektowania określić jego rolę i miejsce wśród innych terminali kontenerowych Bałtyku.

LITERATURA

- [1] *Rocznik Statystyczny Gospodarki Morskiej 2017*, GUS, Warszawa 2017, s. 96.
- [2] <http://www.bct.gdynia.pl/o-bct/historia-bct> (dostęp: 13.10.2018).
- [3] <https://dctgdansk.pl/pl/> (dostęp: 16.10.2018).
- [4] https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/logistyka/item/download/77860_ec6729587b9ab248ce14d_983ea500067 (dostęp: 14.10.2018).
- [5] https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/transport-i-spedycja/item/download/75951_b7a20a823280b_cec8d6059223a7aba47 (dostęp: 12.10.2018).
- [6] <http://www.portgdansk.pl/o-porcie/port-gdansk-dla-polski> (dostęp: 16.10.2018).
- [7] <http://www.portgdansk.pl/o-porcie/port-gdansk-w-europie> (dostęp: 16.10.2018).
- [8] <http://www.portgdansk.pl/o-porcie/statystyki-przeladunkow> (dostęp: 16.10.2018).
- [9] <https://www.port.gdynia.pl/pl/inwestycje/inwestycje/1024-poszerzamy-wejscie-wewnetrzne-140-metrow-dla-portu-gdynia> (dostęp: 16.10.2018).
- [10] <https://www.port.gdynia.pl/pl/inwestycje/inwestycje/1088-obrotnica-portu-gdynia-coraz-blizej-czas-na-skrzynie-typu-gdynskiego> (dostęp: 16.10.2018).
- [11] <https://www.port.gdynia.pl/pl/port/nowe-technologie/954-pojekt-wykorzystanie-paliwa-lng-w-porcie-gdynia> (dostęp: 16.10.2018).
- [12] <https://www.port.gdynia.pl/pl/port/statystyki> (dostęp: 16.10.2018)

BUILDING OF THE EXTERNAL PORT IN GDYNIA AS A CHANCE TO DEVELOP CONTAINER TRANSPORT IN POLAND

Key words: *container, port, terminal*

The aim of the article is to determine if activity of the External Port will contribute to increase the number of containers passing through the Polish ports. The introduction shows the reason why decision of building the External Port was made. First chapter shows the history of containerization and present-day reality of container transport in Poland and the world. Then it is define what is a port and container terminal. Next, the role of container terminals in modern world trade and the way of their cooperation was determined. The article describes the investments that take, or probably will take place, in the Port of Gdynia. In the end project of building the External Port was analyzed in terms of containers flow.

Małgorzata MAC
Filip STEUER¹

SZANSE EUROPY NA AUTONOMIZACJĘ TRANSPORTU DROGOWEGO

Słowa kluczowe: *autonomizacja, pojazdy autonomiczne, ciężarówki autonomiczne, transport drogowy*

Transport drogowy jest najpopularniejszym transportem pod kątem przewozu ładunków. Jego rozwój prowadzi do zastąpienia kierowcy systemami autonomicznymi, które są w stanie samodzielnie poruszać się po drogach. Przynosi to wiele korzyści ekonomicznych oraz technologicznych, jak i poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym. Poprawi także ogólny postęp cywilizacyjny. Mimo tak innowacyjnego projektu istnieje jeszcze wiele barier prawnych, technologicznych i społecznych, które mogą przeszkodzić we wprowadzeniu na europejski rynek transportowy ciężarówek autonomicznych.

1. WSTĘP

Możliwość wprowadzenia autonomicznych pojazdów na europejski rynek transportowy jest bardzo ciekawym tematem, spoglądając na niego z punktu widzenia logistyki. Nasuwa się pytanie – czy jest to jeden z etapów ewolucji czy też rewolucji transportu drogowego? Głównym celem referatu jest przedstawienie szans oraz korzyści jakie może przynieść autonomizacja transportu drogowego w Europie. Dodatkowym celem będzie ukazanie barier, które mogą wystąpić przy autonomizacji oraz czym tak naprawdę jest pojazd autonomiczny i w jaki sposób on funkcjonuje.

2. POJAZD AUTONOMICZNY W TRANSPORCIE DROGOWYM

Aby zrozumieć, jak istotne jest wprowadzenie autonomicznych pojazdów na europejski rynek transportu drogowego, konieczne jest dogłębne zrozumienie, czym właściwie jest pojazd autonomiczny.

Pojazdem autonomicznym jest w pełni zautomatyzowany pojazd, wyposażony w technologie, pozwalające systemowi wykonywać wszystkie funkcje, związane z jazdą, bez jakiegokolwiek interwencji ze strony człowieka [1]. Pojazdy auto-

¹ Studenckie Koło Naukowe LogPoint, Politechnika Opolska.

miczne są często mylone z pojazdami automatycznymi. Pojazd automatyczny jest w stanie przejąć na siebie jedynie część funkcji związanych z jazdą, które wykonuje człowiek. W tym momencie rodzi się pytanie: kiedy człowiek jest koniecznym ogniwem, które powinno się znajdować w samochodzie podczas jazdy?

Według ustanowionej w 2014 roku europejskiej klasyfikacji SAE, wyróżniamy sześć poziomów automatyzacji:

- poziom 0 – samochód w pełni obsługiwany przez kierowcę,
- poziom 1 – samochód ze wspomaganiami – układu kierowniczego, jazdy czy hamowania,
- poziom 2 – samochód z częściową automatyzacją – systemem do kierowania pojazdu oraz regulacji prędkości; kierowca nadal jest odpowiedzialny za nadzór nad prowadzeniem pojazdu,
- poziom 3 – samochód posiadający warunkową automatyzację, czyli możliwość samodzielnego poruszania się, z możliwością przejęcia przez kierowcę kontroli nad jazdą,
- poziom 4 – samochód z wysokim poziomem automatyzacji – może jechać samodzielnie, wzywając kierowcę do działania w sytuacjach zagrożenia,
- poziom 5 – samochód posiadający pełną automatyzację [7].

Analizując powyższą klasyfikację można stwierdzić, że kierowca jest niezbędny w pojazdach o poziomach automatyzacji od 0 do 3, w 4 poziomie sprawuje funkcję kontrolną i reagowania w sytuacjach zagrożenia, a na 5 poziomie kierowca jest zbędny. W takim razie w jaki sposób działa zaautonomizowany pojazd?

Aby przybliżyć jego działanie skupiono się na pojeździe autonomicznym jako samoistnym źródle, które zbiera informacje z otaczającego go obszaru i dostosowuje się do nich, bez wspomagania innymi, zewnętrznymi systemami. Dla przykładu dokonano analizy prototypu autonomicznej ciężarówki – Mercedes-Benz 2025, który został skonstruowany na bazie modelu Actros. Celem umożliwienia jego samodzielnego poruszania się po drogach, zostały w nim wykorzystane nowoczesne technologie. Zespół czujników radarowych umieszczonych z przodu w dolnej części pasa odpowiedzialny jest za skanowanie drogi. W skład wchodzi dwa sensory, z których pierwszy ma 250 m zasięgu oraz kąt detekcji 18 st., drugi natomiast 70 m zasięgu i kąt detekcji 130 st. Dodatkowo znajdująca się nad wspornikiem deski rozdzielczej kamera stereoskopowa monitoruje przestrzeń przed pojazdem, a jej zasięg wynosi 100 m oraz kąty widzenia – poziomy i pionowy – odpowiednio 45 st. oraz 27 st. Jest ona w stanie rozpoznać pojedyncze i podwójne pasy, znaki poziome i pionowe, pieszych, poruszające się i nieruchome obiekty oraz stan nawierzchni. Reaguje na elementy kontrastujące z tłem oraz precyzyjnie mierzy odległości. Czujniki znajdujące się w bocznych częściach pojazdu stale monitorują nawierzchnię po lewej i prawej stronie. Czujniki te mają 60 m zasięgu i kąt detekcji 170 st. Dzięki ich połączeniu do pojazdu dostarczany jest kompletny obraz otoczenia, który jest generowany przez wydajny, wielordzeniowy procesor umieszczony w centralnym komputerze. Są one tak precyzyjne, że są

w stanie zidentyfikować krawędź drogi oznakowaną pasami oraz ustalić jej przebieg tam, gdzie sąsiaduje ona z barierami lub miękkim poboczem. Komunikacja z otoczeniem pojazdu działa dzięki systemowi „Highway Pilot”, który współpracuje z sieciami V2V (Vehicle to Vehicle) oraz V2I (Vehicle to Infrastructure). W przyszłości większość pojazdów będzie wyposażona w takie rozwiązanie, dzięki czemu będą one mogły przekazywać i odbierać dane z otoczenia oraz pokazywać swoją pozycję na drodze, a także informacje o modelu, wymiarach, kierunku jazdy, manewrach przyspieszania, hamowania czy skręcania. System swoim zasięgiem obejmuje obszar o promieniu około 500 m. Będzie on także wspomagać system platooningu lub całkowicie go zastąpi. Informacje przesyłane będą do nieruchomych obiektów, między innymi do centr kontroli ruchu, które dzięki temu będą mogły na bieżąco zarządzać ruchem, przykładowo poprzez uruchomienie dodatkowych pasów ruchu. Nieruchome obiekty mogą także przekazywać informacje do pojazdów – na przykład o aktualnych robotach drogowych [3].

Wspomaganiem zewnętrznym pojazdu będzie się zajmować także ITS, czyli tzw. Inteligentny System Transportowy. Podstawowe funkcje takiego systemu polegają na sterowaniu i zarządzaniu ruchem drogowym na terenie miasta, zarządzaniu systemem priorytetów przejazdu dla pojazdów komunikacji zbiorowej, czy informowaniu użytkowników o warunkach drogowych, czasach i optymalnych trasach przyjazdu [4]. W dalszych fazach rozwoju tego systemu pozwoli on na samodzielne poruszanie się pojazdu autonomicznego po terenie miasta.

3. JAKIE KORZYŚCI MOŻE PRZYNIĘŚĆ AUTONOMIZACJA TRANSPORTU W EUROPIE?

3.1. EKONOMICZNOŚĆ AUTONOMICZNYCH POJAZDÓW

Coraz szybszy rozwój technologii oraz ciągła potrzeba zmniejszania czasu i kosztów mają ogromny wpływ na rynek transportu drogowego, który w wysoko rozwiniętych państwach Europy jest najbardziej wykorzystywaną gałęzią transportu, przebijając tym samym transport morski, kolejowy i lotniczy (porównując średnie roczne przewozy ładunków dla wszystkich rodzajów transportu). Pierwszą kwestią są oszczędności pieniężne, które każde przedsiębiorstwo transportowe stara się jak najbardziej zmniejszyć. Jeśliby rozpatrzeć koszty ponoszone przez większość firm transportowych, to od 65-75% kosztów stanowią trzy grupy rodzajowe: wynagrodzenia – ok 45%, zużycie paliwa – od 15 do 20%, amortyzacja – od 5 do 10% [2].

Wprowadzając do użytku samochody autonomiczne, firma pozbywa się automatycznie najbardziej kosztownego wydatku – czyli wynagrodzenia dla kierowcy pojazdu oraz jego ubezpieczenia społecznego i premii, które niejednokrotnie są wyższe od samego podstawowego wynagrodzenia.

Na przedstawionym poniżej wykresie zobrazowano, jak kształtują się roczne koszty zatrudnienia kierowcy ciężarówki w poszczególnych krajach UE.



Rys. 1. Roczne koszty zatrudnienia kierowcy ciężarówki w poszczególnych krajach UE [14]

Fig. 1. Annual costs of hiring a truck driver in each EU countries [14]

Analizując powyższy wykres można w bardzo prosty sposób obliczyć, ile dane przedsiębiorstwo mogłoby zarobić na zastąpieniu swojej floty ciężarówkami autonomicznymi. Dodatkowo do kosztów utrzymania kierowcy doliczyć trzeba opłacenie noclegów, posiłków oraz innych nieprzewidzianych wydatków.

Kolejnym, także bardzo kosztownym wydatkiem jest zużycie paliwa. Jak wiadomo z doświadczenia, kierowca ciężarówki nie zawsze jeździ w sposób ekonomiczny dla firmy. Podczas jazdy zdarza mu się poruszać się z nieregularną prędkością oraz wykonywać niepotrzebne manewry, co prowadzi do zwiększenia zużycia paliwa.

Pojazd autonomiczny będzie zaprogramowany w ten sposób, aby zużycie paliwa było jak najmniejsze. Główne znaczenie będzie to miało na autostradach oraz drogach szybkiego ruchu, gdzie pojazd będzie poruszał się z regularną prędkością oraz nie będzie wykonywał zbędnych manewrów.

Z nowego badania opublikowanego przez Energy Information Administration do 2050 r. połączone pojazdy autonomiczne mogą zmniejszyć zużycie paliwa aż o 44% w przypadku pojazdów osobowych i 18% w przypadku samochodów cięża-

rowych [5]. Oczywiście rok 2050 stanowi odległą wizję, jednak już teraz dzięki pojazdom autonomicznym można zmniejszyć zużycie paliwa w granicach 5 – 10%. Na podstawie testów, które zostały przeprowadzone przez eksperta w dziedzinie „platooningu” pojazdów ciężarowych na autostradach - Josha Switkes [6], możemy założyć, że inwestycja w autonomiczne ciężarówki zmniejszy koszty zużycia paliwa. Mając na względzie ekonomię transportu pojazd autonomiczny jest jeżdżącą kopalnią złota.

3.2. CZAS TO PIENIĄDZ, A BEZPIECZEŃSTWO PRZEDE WSZYSTKIM

Jak powszechnie wiadomo, kierowca dziennie może prowadzić ciężarówkę przez 9 godzin, dwa razy w tygodniu 10 godzin. Tygodniowo czas jazdy nie może przekroczyć 56 godzin. Dodatkowo konieczne są odpoczynki w wyznaczonych porach oraz przerwy, których długość regulowana jest prawnie. Wychodzi na to, że 33% czasu tygodniowego samochód ciężarowy jest w trakcie przemieszczania się i innych czynnościach związanych z transportem.

Czy istnieje możliwość, aby zmaksymalizować ten czas do 24 godzin na dobę, 7 dni w tygodniu? Za pomocą autonomicznej technologii będzie to możliwe. Pojazd sterowany w pełni przez system nie potrzebuje odpoczynków, snu, przerwy na rozprostowanie nóg czy posiłek. Dzięki wykorzystaniu pełni możliwości czasowych, pojazdy autonomiczne są w stanie wpłynąć na zmniejszenie ilości ciężarówek, przy których człowiek jest kluczowym elementem jazdy.

Kolejną korzyścią, którą może zyskać Europa przy wprowadzeniu na rynek transportowy samochodów autonomicznych jest poprawa bezpieczeństwa przewoźców. Jak wiadomo, każdy system jest mniej lub bardziej zawodny i granica 100% - ego bezpieczeństwa jest fizycznie niemożliwa. Jednak wprowadzenie na drogi autonomicznych ciężarówek, przystosowanych do jazdy we wszystkich przewidzianych warunkach, zaprogramowanych tak, aby mogły przede wszystkim poruszać się zgodnie z obowiązującym prawem ruchu drogowego, jest w stanie zwiększyć bezpieczeństwo względem ciężarówek prowadzonych przez człowieka. Od samego początku ich celem jest eliminacja najbardziej zawodnego elementu występującego w transporcie – czynnika ludzkiego. Systemy autonomiczne nie męczą się, nie tracą koncentracji, dostosowują jazdę do warunków drogowych, nie da się ich rozproszyć ani zagadać. Ich działanie jest opisane we wcześniej stworzonych algorytmach, którymi nieustannie się posługują. W każdym momencie dostosują się do znaków drogowych lub do ograniczeń prędkości.

A jak to jest z nieprzewidywanymi sytuacjami na drodze? Co w przypadku, gdy pieszy wtargnie na jezdnię? Startup Fabu Technology, który w Chinach dąży do wdrożenia projektów autonomicznych pojazdów na podstawie badań zapewnia, że czas reakcji zwyczajnych kierowców i współczesnych samochodów autonomicznych wynosi kolejno 0.7 s i 0.3 do 0.5 s. [8] Czyli pojazd autonomiczny dzięki zastosowanym technologiom jest w stanie reagować szybciej i – tym samym – ma więcej możliwości działania w danej sytuacji. Człowiek w sytuacji zagrożenia

reaguje instynktownie, co może prowadzić do poważnych wypadków. Pojazd autonomiczny wybiera w większości przypadków najbardziej optymalne rozwiązanie w konkretnej sytuacji.

3.3. ROZWÓJ TECHNOLOGII ORAZ SPOŁECZEŃSTWA DZIĘKI AUTONOMIZACJI TRANSPORTU DROGOWEGO

Wprowadzenie na europejskie drogi autonomicznych pojazdów implikuje rozwój technologii. Początkowo będzie on pewnie widoczny przede wszystkim w wysoko rozwiniętych państwach, jednak z czasem trend ten przechwytywać będą inne państwa Europy Środkowej czy Wschodniej. Patrząc jednak pod kątem technologicznym autonomizacja samochodów wymusi rozwój na pozostałych elementach infrastruktury pod kątem technicznym. Co nam da autonomiczna ciężarówka mogąca czytać konkretne znaki czy instrukcje, jeśli ich nie będzie? Dzięki temu właśnie zabiegowi Europa może być zmuszona do wdrożenia technologii wspomagających funkcjonowanie pojazdów autonomicznych. Dobrym przykładem jest wprowadzanie i ciągle usprawnianie Smart City, po którym dzięki rozwojowi technologicznemu będą mogły się poruszać bezzałogowe pojazdy.

Trudno jednak przewidzieć, kiedy dokładnie nastąpi taki skok technologiczny. Póki co w większości krajów, jak i w Polsce do użytku powszechnego na drogach publicznych dopuszczone są pojazdy o 3 stopniu automatyzacji, czyli wymagające od kierowcy sterowania pojazdem [8].

Na wprowadzeniu autonomizacji pojazdów drogowych zyskać może europejskie społeczeństwo. Może prowadzić to do zwiększenia poziomu wykształcenia, gdyż będą potrzebne osoby, które będą w stanie zaprogramować pojazd, złożyć go oraz wyznaczać mu konkretne cele. Niewykluczone, że proces ten będzie jednym z elementów postępu cywilizacyjnego. Także dzięki współpracy przy tworzeniu projektów infrastrukturalnych, czyli dróg, autostrad czy punktów kontrolnych, zyskać mogą państwa sąsiadujące ze sobą. Kooperacja przy tych przedsięwzięciach może doprowadzić do pogłębienia relacji międzypaństwowych, a dzięki temu budowaniu wspólnej gospodarki.

4. OGRANICZENIA I PROBLEMY ZWIĄZANE Z WPROWADZENIEM POJAZDÓW AUTONOMICZNYCH.

Sukcesywne zastępowanie tradycyjnych ciężarówek ciężarówkami autonomicznymi wydaje się nieuniknione ze względu na stałe dążenie do poprawienia bezpieczeństwa na drogach, a także obniżania kosztów transportu. Jest to niezwykle ważne, w szczególności, gdy szacuje się, że transport drogowy wzrośnie nawet o 50% do roku 2040 [9]. Mimo wielu zalet jakie niesie ze sobą wprowadzenie transportu autonomicznego istnieją także bariery, które mogą zatrzymać rozwój tej technologii, a nawet zablokować wprowadzenie jej w życie codzienne każdego z nas. Natomiast co konkretnie stoi na przeszkodzie, aby wprowadzić transport

autonomiczny, aby stawić w przyszłości czoła narastającemu popytowi na transport?

Ograniczenia prawne, które nie regulują kwestii dotyczących pojazdów autonomicznych w Unii Europejskiej. A zatem każde państwo w inny sposób może regulować te kwestie, co w późniejszym czasie spowoduje duży chaos prawny, utrudniający wprowadzenie na rynek autonomicznych pojazdów. Na ten moment w Polsce jedynym zapisem prawnym dotyczącym pojazdów autonomicznych jest ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 11 stycznia 2018 r., która po raz pierwszy daje możliwość prowadzenia prac badawczych nad pojazdami autonomicznymi na drogach publicznych [10]. Ustawa ta reguluje wyłączenie zasady ubiegania się o prace badawcze związane z pojazdami autonomicznymi. Natomiast w dalszym ciągu brakuje uregulowania kwestii karnych, jak i tych dotyczących odpowiedzialności w przypadku wypadku lub stłuczki. Jest to kwestia szczególnie kłopotliwa, gdyż ciężko jest określić kogo należy pociągnąć do odpowiedzialności oraz kogo należy ukarać za wypadek spowodowany przez pojazd autonomiczny. Czy w takiej sytuacji powinien odpowiadać producent? Czy powinien odpowiadać właściciel? Jest to kwestia sporna, którą z pewnością jako jedną z pierwszych należy w przyszłości uregulować prawnie.

Obawy społeczne przed wprowadzeniem transportu autonomicznego – są to głównie etyczne wybory, jakie miałyby podejmować pojazdy tego typu. Sposób programowania pojazdów wywołuje liczne kontrowersje – a najbardziej strach przed tym, czy da się zaprogramować komputer w taki sposób, aby podczas nieuniknionego wypadku potrafił wybrać mniejsze zło.

Dlatego badacze z Massachusetts Institute of Technology przygotowali grę internetową, która zawierała 13 pytań dotyczących tego, w jaki sposób ma zachować się pojazd autonomiczny w przypadku np. zaśląbnienia kierowcy. Udział w grze wzięło ponad 39 mln ludzi z 233 krajów, dzięki czemu naukowcy zyskali ogromną bazę danych dotyczących ludzkich wyborów etycznych. Tendencje wyborów przedstawiają się następująco [11]:

- 1) Ważniejsza jest ochrona ludzi na drodze niż zwierząt,
- 2) Skłonność do ochrony jak największej ilości osób,
- 3) Priorytet ochrony dzieci w przeciwieństwie do osób starszych.

Należy się jednak zastanowić na ile programista przewidział możliwe sytuacje drogowe, ponieważ błędy spowodowane czynnikiem ludzkim mogą doprowadzić do licznych wypadków z udziałem pojazdów autonomicznych. Przykładowo, jeżeli programista nie przewidzi sytuacji, w której auto na skrzyżowaniu jadące z pasa na wprost nagle skręci w lewo zajeżdżając drogę pojazdowi autonomicznemu kierującemu się także w lewo, to może dojść do wypadku. Pomimo tego, że pojazd autonomiczny porusza się przepisowo, to inny uczestnik ruchu drogowego np. pieszy lub kierowca mogą doprowadzić do wypadku przez swoje nieprzepisowe zachowanie, którego pojazd autonomiczny nie przewidzi ze względu na ograniczenia dotyczące programowania lub awarię techniczną.

Następnie należy się skupić na ważnym elemencie pojazdu autonomicznego a mianowicie na komputerze pokładowym, który byłby stale połączony ze światem zewnętrznym za pomocą Internetu po to, aby mieć dostęp między innymi do map satelitarnych oraz móc komunikować się z innymi pojazdami i infrastrukturą drogową. Element ten jest nieodłączną częścią pojazdu autonomicznego i na pierwszy rzut oka nie wydaje się zagrożeniem, a wręcz zaletą. Lecz w rzeczywistości jest to element najbardziej zagrożony atakami cyberprzestępców. Dla zrozumienia wagi problemu należy przytoczyć historię dziennikarza magazynu „Wired Andy Greenberg”, który poprosił informatyków, aby włamali się do jego samochodu wyposażonego w komputer pokładowy z bezprzewodowym dostępem do Internetu. Finał tej próby jest zaskakujący, ponieważ informatycy z odległości 1,5 km przejęli kontrolę nad pojazdem [13]. Pojazdy autonomiczne w jeszcze większym stopniu są uzależnione od technologii w stosunku do obecnych pojazdów, a zatem będą one bardziej podatne na wszelkie ataki cyberprzestępców. Efektem takiego zagrożenia mogą być przede wszystkim straty finansowe firm transportowych poprzez możliwe kradzieże towarów, a także ataki terrorystyczne w wyniku przejęcia kontroli nad ciężarówką autonomiczną przez niepowołaną osobę.

Trzeba także wziąć pod uwagę wizję zniknięcia profesji zawodowego kierowcy, co w samej Polsce wiązałoby się z utratą pracy około 700 tys. osób – czynnik ten również budzi duży opór społeczny [12]. Zatem chęć wprowadzenia ciężarówek autonomicznych przez firmy transportowe, wiązałaby się z międzynarodowymi protestami, a w dalszej perspektywie potencjalnym kryzysem społeczno-gospodarczym.

Przeciwność stanowią również potencjalnie wysokie koszty samego wdrażenia ciężarówek autonomicznych, zamiast ciężarówek tradycyjnych, kierowanych przez zawodowych kierowców. Mimo tego, że obecnie producenci ciężarówek autonomicznych nie potrafią oszacować konkretnych cen za pojazdy tego typu, można się spodziewać, że będą one droższe od tych tradycyjnych. Ponadto należy pamiętać o kosztach wprowadzenia systemów obsługujących nowe inteligentne floty oraz kosztach, związanych z zatrudnieniem nowych operatorów, zajmujących się zdalnie obsługą pojazdów autonomicznych [12].

5. PODSUMOWANIE

Transport w Europie wykonywany tylko ciężarówkami autonomicznymi może wydawać się zbyt idealistyczny, natomiast mimo wszystko jest realny. Dzięki ciągłemu rozwojowi technologicznemu kolejne przeszkody są niwelowane, możliwa jest budowa prototypów, ich testowanie oraz doskonalenie – w co angażuje się coraz więcej producentów pojazdów. Biorąc pod uwagę prognozy popytu na transport, który w ciągu kolejnych dwudziestu dwóch lat ma się zwiększyć o około 50% [9], pojazdy autonomiczne najlepiej sprostają takiemu wyzwaniu, m. in. ze względu na to, że zagwarantują firmom obniżenie kosztów – wynagrodzenia oraz

paliwa. Argumentem przemawiającym za wprowadzeniem pojazdów autonomicznych jest również zwiększenie ilości oraz długości kursów transportowych, ponieważ takie transporty mogłyby się odbywać 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu. Należy tutaj również zwrócić uwagę na bezpieczeństwo, które zostałyby poprawione poprzez eliminację elementu najbardziej zawodnego, czyli czynnika ludzkiego, który ze względu na brawurę, zmęczenie czy czynniki zdrowotne może popełnić błąd. Pojazd autonomiczny takich błędów nie popełni, będzie funkcjonował tak, jak go zaprogramowano, czyli wedle przepisów ruchu drogowego. Ponadto autonomiczna ciężarówka posiada znacznie krótszy czas reakcji niż człowiek. Oczywiście z tak radykalnymi zmianami wiąże się także wady na tle społecznym, społeczno-gospodarczym, ekonomicznym, bezpieczeństwa. Występują również przeszkody prawne, które wraz z postępem rozwoju autonomizacji pojazdów winny być sukcesywnie rozwiązywane.

Reasumując: transport przy użyciu pojazdów autonomicznych jest szansą na zrewolucjonizowanie zarówno rynku pracy, jak i branży logistycznej w Europie. Przełoży się to na sprostanie rosnącym wymaganiom klientów oraz efektywniejsze wykorzystanie zasobów ludzkich, jak i dostępnych pojazdów. Nie ma sposobu na określenie czasokresu, w którym byłoby możliwe wprowadzenie ciężarówek autonomicznych. Zmiany te mogą nadejść za 5, 10 czy 15 lat dopiero. Wszystko jest uzależnione od testów i badań, które są przeprowadzane na coraz większą skalę, oraz nastrojów społecznych, które powinny nieść aprobatę w stosunku do takich zmian.

LITERATURA

- [1] <https://www.spidersweb.pl/2016/07/samochod-autonomiczny.html>, (dostęp: 29.10.2018).
- [2] Zimon G., *Analiza kosztów w przedsiębiorstwach transportu samochodowego*, ZESZYTY NAUKOWE UNIwersytetu SZCZECIŃSKIEGO nr 873, Szczecin 2015, s. 351.
- [3] <https://mojafirma.infor.pl/moto/wiadomosci/premiery-i-zapowiedzi/695753,4,MercedesBenz-2025-autonomiczna-ciezarowka-przyszlosci.html>, (dostęp: 12.11.2018).
- [4] <http://www.poradnikbiznesu.info/regiony-dla-biznesu/inteligentne-systemy-nadzoru-i-sterowania-ruchem-drogowym-w-miescie>, (dostęp: 27.10.2018).
- [5] <https://www.forbes.com/sites/jeffmcMahon/2017/04/17/big-fuel-savings-from-autonomous-vehicles/#2cdac4b84390>, (dostęp: 30.10.2018).
- [6] <http://global.beyondbullsandbears.com/pl/2017/11/17/pojazdy-autonomiczne-ocena-mozliwego-wplywu-nowej-technologie/>, (dostęp: 29.10.2018).
- [7] <http://maxmania.pl/motoryzacja/pasazer-miejsca-kierowcy-czym-sa-samochody-autonomiczne/>, (dostęp: 30.10.2018).
- [8] <https://www.ttnews.com/articles/autonomous-trucking-gaining-ground-china>, (dostęp: 30.10.2018).
- [9] <https://4trucks.pl/aktualnosci/12806/glos-niemcow-w-sprawie-transportu>, (dostęp: 30.10.2018).

- [10] Wyjaśnienie ustawy z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych, <http://orka2.sejm.gov.pl/INT8.nsf/klucz/658C47F2/%24FILE/i18240-o1.pdf>, (dostęp: 30.10.2018).
- [11] <https://www.transport-publiczny.pl/mobile/kto-ma-zginac-pod-kolami-autonomicznego-auta-pies-przestepca-kot-60002.html>, (dostęp: 30.10.2018).
- [12] <https://antyweb.pl/autonomiczne-ciezarowki-perspektywa/>, (dostęp: 30.10.2018).
- [13] <https://forsal.pl/artykuly/887181,autonomiczne-samochody-pozbawia-nas-prawa-jazdy-oto-przyszlosc-motoryzacji.html>, (dostęp: 12.11.2018).
- [14] <https://transeu-prod-transinfo-0.s3.amazonaws.com/uploads/2017/11/5f6e63fb2d1885688fcc5ab51bb.jpg> , (dostęp: 28.10.2018).

EUROPE'S OPPORTUNITIES ON AUTONOMIZATION OF ROAD TRANSPORT

Key words: *autonomization, autonomous vehicles, autonomous trucks, road transport*

Road transport is the most popular way of cargo transportation. Its development leads to replacing the driver with autonomous systems, which are able to navigate the road independently. That brings many economic and technological benefits, as well as improving road safety. It will also improve the general civilization progress. Despite such an innovative project, there are still many legal, technological and social barriers, which may prevented the introduction of autonomous trucks into the European transport market.

Milena ZAREMBA,
Karol ŻMICH¹

ZASTOSOWANIE TELEMATYKI JAKO PRZYSZŁOŚĆ DIAGNOSTYKI SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH

Słowa kluczowe: *Wspomaganie diagnostyczne, telematyka, transport, samochody ciężarowe, "Industry 4.0", "Internet of Things", Big Data.*

Tematem referatu była istota stosowania wspomaganie diagnostycznego, wprowadzonego do tej pory jedynie w 13% przedsiębiorstwach transportowych [1]. Jako, że jest to rozwiązanie zakładające zbieranie, analizę i przesyłanie informacji między jednym urządzeniem a drugim, omówiona została koncepcja „Industry 4.0”, z której się ono wywodzi. Celem referatu jest zgłębienie telematyki, ukazanie korzyści jej wdrażania dzięki zastosowaniu analizy SWOT i przedstawieniu narzędzi proponowanych przez producentów.

1. WSTĘP

Logistyka, której jednym z głównych zadań jest optymalizacja nie może pozostać obojętna na postęp technologiczny. Jak można odczytać z kart historii, wynalazki zawsze sprzyjały rozwojowi i dążyły do ułatwienia życia człowieka. Jednym z największych wynalazków, mających dzisiaj szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach, jest Internet. Mimo że logistyka od dawna korzysta z komputerów, jako urządzeń wspomagających analizę procesów, można odnieść wrażenie że Internet był niewykorzystanym w pełni zasobem. Rozwój techniki i technologii umożliwił korzystanie z sieci inaczej niż dotychczas. Zmiany w sposobie przetwarzania informacji wpłynęły także na transport. Niniejszy artykuł przedstawia dowody na to, że dzięki temu procesy diagnozowania pojazdów mogą odbywać się sprawniej, a pracodawcy mogą bardziej kontrolować to, co dzieje się w ich przedsiębiorstwie. Praca rozpoczyna się wstępem teoretycznym na temat „Przemysłu 4.0”, by później przejść do istoty telematyki w transporcie.

¹ Koło Naukowe Logistyka, Politechnika Poznańska.

2. CZWARTA REWOLUCJA PRZEMYSŁOWA W LOGISTYCE

2.1. PRZEMYSŁ 4.0

Pojęcie „Przemysłu 4.0” odnosi się do rewolucji przemysłowej, gdy w XVIII wieku rozpoczął się proces mechanizacji produkcji. Drugim jej etapem była masowa produkcja z zastosowaniem energii elektrycznej (początek XX wieku). W latach 70. XX wieku nastąpiła komputeryzacja procesów biznesowych przez automatyzację produkcji, czyli trzecia faza rewolucji przemysłowej. Wśród ówczesnych potęg gospodarczych spowodowało to chęć wykorzystania systemów informatycznych na rzecz budowania przewagi konkurencyjnej na rynku przemysłowym i innych. Tak w XXI wieku narodził się pomysł „Przemysłu 4.0”. W czwartej fazie pojawiają się inteligentne przedmioty, potrafiące przetwarzać niezliczone ilości danych za pomocą receptorów i odpowiednio na nie reagować [2], znika bariera między ludźmi i maszynami.

Główną ideą koncepcji „Industri 4.0” jest „Smart Factory”, który zakłada integrację systemów przedsiębiorstwa. Elastyczność jaka zostanie uzyskana dzięki komunikacji urządzeń na liniach produkcyjnych pozwoli wyjść naprzeciw oczekiwaniom klienta co do produktu, optymalizując przy tym koszty ponoszone przez fabrykę. Działania te spowodują, że konsumenci będą mogli zamawiać w pełni spersonalizowane produkty na większą skalę.

Inicjatywa „Industri 4.0” może spowodować powołanie do życia nowych modeli biznesowych i optymalizację wielu procesów logistycznych. Jest szansą na dostarczanie całkowicie dopasowanych do potrzeb klienta produktów, co przedsiębiorcy często stawiają sobie za cel, a jest niezwykle trudne do uzyskania bez wsparcia automatyzacji i baz danych, z których można czerpać niezbędne informacje.

2.2. “INTERNET RZECZY”

“Internet of Things” (IoT), inaczej “Internet Rzeczy”, to koncepcja, na podstawie której komunikowane są ze sobą urządzenia lub urządzenia i ludzie. Pojęcie to stworzył brytyjski przedsiębiorca i twórca start-upów – Kevin Ashton w 1999 roku. Po dziesięciu latach od wynalezienia tego terminu, na przełomie 2008 i 2009 roku, liczba urządzeń podłączonych do sieci przewyższyła liczbę mieszkańców Ziemi. Według Cisco ten moment nazywany jest prawdziwymi narodzinami „Internetu Rzeczy”. Obecnie, coraz częściej używa się terminu „Internet Wszechrzeczy” („Internet of Everything”), w którym za pomocą sensorów z Internetem komunikują się nie tylko rzeczy, „ale również procesy, dane, ludzie, zwierzęta i zjawiska atmosferyczne – wszystko może być traktowane jako zmienna” [3].

Komunikacja między elementami tworzy system, który może działać z lub bez ingerencji człowieka. By taki proces nastąpił muszą zostać spełnione trzy warunki:

- Urządzenie wyposażone w sensor, który odbierze odpowiedni bodziec z otoczenia, np. GPS, czujnik drgań, wilgotności, temperatury.
- Urządzenie, które będzie umiało odebrać, przetworzyć i wywołać odpowiednią reakcję na przesłany bodziec. Może być nim każde z urządzeń mobilnych, komputery, gdzie wyświetli się odpowiedni komunikat lub urządzenie, które automatycznie zareaguje na dane, np. sygnalizacja świetlna z czujnikiem natężenia ruchu.
- Sposób przesyłania danych, który umożliwi komunikację między dwoma urządzeniami, np. Wi-Fi, Bluetooth, NFC.

Przy obecnym postępie technologicznym można przypuszczać, że za kolejną dekadę większość procesów będzie przebiegać z wykorzystaniem sieci urządzeń. W opinii autorów pracy, powszechna integracja systemów funkcjonujących na wszystkich kontynentach Ziemi jest kwestią niedalekiej przyszłości. Prawdopodobnie doprowadzi to do stworzenia jednego systemu, który będzie można kontrolować (globalnie lub na poziomie pojedynczych procesów) z dowolnego miejsca na świecie. Z pewnością wyzwaniem pozostaje ilość danych, z którymi człowiek nadal nie potrafi sobie poradzić oraz obawa przed sztuczną inteligencją, która może okazać się nieprzewidywalna.

2.3. BIG DATA

Urządzenia połączone w sieci, zdalne sterowanie systemami, powszechny dostęp do Internetu i automatyzacja procesów prowadzą do przetwarzania milionów danych na całym świecie. Liczba ta gwałtownie rośnie z roku na rok. Trudność użycia ich w praktyce wzrasta wprost proporcjonalnie do ilości dostarczanych zbiorów. Zdefiniowanie terminu, który odnosi się do obecnej sytuacji było kwestią czasu. Termin Big Data odnosi się do dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych. Ich przetwarzanie i analiza jest skomplikowana, ale jednocześnie wartościowa, gdyż może prowadzić do pozyskania nowej wiedzy. „W praktyce pojęcie dużego zbioru danych jest względne i oznacza sytuację, gdy zbioru nie da się przetwarzać przy użyciu powszechnie dostępnych metod analizy danych. Big data ma zastosowanie wszędzie tam, gdzie dużej ilości danych cyfrowych towarzyszy potrzeba zdobywania nowych informacji lub wiedzy” [4].

Technologie wykorzystywane w ramach Big Data i w odniesieniu do dużych zbiorów danych pozwalają na uporządkowanie danych i praktyczne ich wykorzystanie. Celem nadrzędnym jest podejmowanie decyzji biznesowych na podstawie konkretnych, zagregowanych danych wejściowych. Big Data pozwala zatem nie tylko na gromadzenie informacji, ale przede wszystkim na ich skuteczne wykorzystanie.

3. WSPOMAGANIE DIAGNOSTYCZNE SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH

Transport jest istotnym ogniwem w procesach logistycznych. Usprawnienie go, z wykorzystaniem analizy danych i Internetu, niesie ze sobą wiele korzyści zarówno dla producentów, dystrybutorów jak i dilerów. Zoptymalizowany transport ma również mniej destrukcyjny wpływ na środowisko naturalne. Usprawnienia te można realizować na wiele sposobów, przykładem jest wspomaganie diagnostyczne samochodów ciężarowych.

3.1. TELEMATYKA W TRANSPORCIE

Jednym z paradygmatów wzajemnej integracji Internetu Rzeczy i Przemysłu 4.0 jest telematyka. Początki tego typu rozwiązań sięgają końca XX wieku, ale wraz z rozwojem techniki, a w szczególności telekomunikacji i informatyki, umożliwia zupełnie nowe sposoby ich użycia.

Można powiedzieć że: „telematyka oznacza rozwiązania telekomunikacyjne, informatyczne i informacyjne oraz rozwiązania automatycznego sterowania dostosowane do potrzeb obsługiwanych systemów fizycznych – wynikających z ich zadań, infrastruktury, organizacji, procesów utrzymania oraz zarządzania – i zintegrowane z tymi systemami. Termin systemy fizyczne dotyczy instalacji tworzonych w celu określonej działalności – wraz z ich administracją, operatorami, użytkownikami oraz uwarunkowaniami środowiskowymi, obejmującymi zarówno otoczenie naturalne, gospodarcze, jak i formalno-prawne” [5].

Systemy fizyczne, które stanowią przedmiot badań podjętych w referacie, to zintegrowane moduły diagnozujące, zamontowane w samochodach ciężarowych, wraz z obsługą, czyli ludźmi pracującymi w serwisie. Moduły te uzyskane informacje potrafią w odpowiedni sposób zinterpretować i podjąć działania celem optymalizacji procesu transportowego.

Początkowo termin telematyka transportu odnosił się do urządzeń towarzyszących infrastrukturze transportowej: kamer monitorujących ruch, tablic informacyjnych typu VMS (ang. variable-message sign, tablice informacyjne zmiennej treści) a także całkiem podstawowych systemów takich jak sygnalizacja świetlna.

Obecnie dzięki telematyce można zdalnie monitorować parametry takie jak działanie silnika czy systemów bezpieczeństwa w pojedynczych pojazdach, których awaria może prowadzić do groźnych kolizji lub nawet wypadków oddziałujących na cały system transportowy.

Wprowadzenie rozwiązań z zakresu monitorowania parametrów można rozpoznać na dwa sposoby:

- wyposażając pojazd starszej generacji w złącze serwisowe które jest zdolne do komunikowania się z serwisem, a nawet z urządzeniami mobilnymi [6],
- kupując nowy pojazd, który umożliwia zdalne monitorowanie parametrów.

3.2. WSPOMAGANIE DIAGNOSTYCZNE SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH – STUDIUM PRZYPADKU

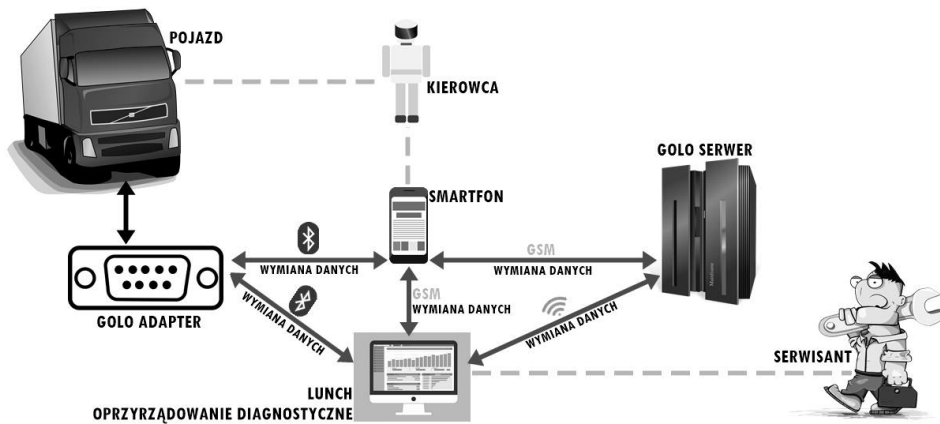
Istnieje wiele rozwiązań zakresu wspomagania diagnostycznego, które oferują takie firmy jak Launch Polska. Zewnętrzny moduł wpina się w gniazdo serwisowe EOBD, następnie łączy się go z smartfonem lub komputerem diagnozującym, który posiadają warsztaty. Można wybrać między dwiema wersjami: Golo CarCare i Golo X. Różnią się one zakresem możliwości jakie oferują, a co za tym idzie ceną. „Cechy urządzenia:

- współpracuje bezprzewodowo z telefonem opartym na systemie Android lub Apple,
- zdalna współpraca z X-431 Pro (poprzez internet) zapewnia możliwość zdalnego diagnozowania wszystkich systemów sterujących pojazdami w zakresie:
 - identyfikacji jednostki sterującej,
 - odczytu i kasowania kodów usterek,
 - odczytu parametrów rzeczywistych,
 - specjalna platforma internetowa zapewnia komunikację i wymianę informacji pomiędzy użytkownikiem pojazdu, a warsztatem i innymi użytkownikami Golo,
 - aplikacja na telefonie umożliwia bieżącą analizę kosztów zużycia paliwa, kosztów opłat drogowych i innych kosztów eksploatacyjnych pojazdu.

Ponadto, Golo X jest zdolne do wysyłania alarmów:

- wystąpieniu usterki,
- antywłamaniowego,
- gwałtownego hamowania i przyspieszania,
- niskim stanie paliwa w zbiorniku,
- pozostawionych włączonych świateł, nie zamkniętych drzwiach itp.,
- śledzenie i analizę:
 - pozycji pojazdu,
 - przebytej trasy,
 - zużycia paliwa,
 - przekroczenia dozwolonego obszaru jazdy,
 - kosztów zużycia paliwa, kosztów opłat drogowych i innych kosztów eksploatacyjnych pojazdu” [7].

Urządzenia te współpracują zarówno z samochodami ciężarowymi jak też dostawczymi i osobowymi. Oznacza to, że oprzyrządowanie tego typu wykazuje się wysokim potencjałem w zakresie jego zastosowania nie ograniczonego wyłącznie do przedsiębiorstw transportowych, lecz również przedsiębiorstw usługowych oraz produkcyjnych, którzy posiadają flotę wykorzystywaną przez przedstawicieli handlowych.



Rys. 1. Przykład komunikacji między urządzeniami do zdalnej diagnostyki [8]

Rys. 1. Example of communication between devices for remote diagnostics [8]

Jest to przykład dobrze przemyślanego rozwiązania zewnętrznego, które można zastosować przy małych kosztach. Niestety, jak większość tego typu systemów, posiada jedną wadę, mianowicie, szczegółową diagnozę może wykonać warsztat, który posiada odpowiednią stację odbiorczą, w tym przypadku, X-431 Pro. Problem ten niejako łączy się z rozwiązaniami proponowanymi przez fabrycznych producentów, oferowanych w nowych pojazdach. W tym przypadku diagnozę usterki można wykonać w autoryzowanych warsztatach dealerów. Obecnie jest ich niewątpliwie więcej niż miejsc wyposażonych w stacje odbiorcze, szczególnie jeżeli mowa o markach znanych na całym świecie.

Jednym z producentów fabrycznie dostarczających systemy tego typu jest Scania z narzędziem Scania Fleet Management. Pozwala ono nie tylko śledzić i zdalnie diagnozować parametry pojazdu, ale również zarządzać całą flotą, włącznie ze wskazaniem aktualnej lokalizacji pojazdu. Narzędzie daje firmom transportowym pogląd na to, jakie czynności generują największe koszty oraz w jaki sposób je ograniczyć. Jest to możliwe poprzez udzielanie kierowcom podpowiedzi jak mają zmieniać biegi, w którym momencie zacząć hamować, a w którym powstrzymać się od gwałtownego przyspieszania. Odpowiednie monity wyświetlane są na ekranie smartfonu w dedykowanej temu aplikacji [9].

Mimo wielu zalet, rozwiązania tego typu nie są jednak podstawą obsługi serwisowej. Firma Volvo, jako jeden z liderów na rynku ciągników siodłowych i ciężarówek, oferuje pełną telematykę dopiero w złotym, najdroższym pakiecie serwisowym. Z drugiej jednak strony świadczy to o tym, jak bardzo takie podejście zwiększa prestiż serwisu, diagnozy oraz użytkownika pojazdów tej marki. Sama firma tak reklamuje swój złoty kontrakt serwisowy: „Podstawą naszej obietnicy 100% dyspozycyjności jest wyposażenie pojazdu w jednostkę telematyczną, łączącą Twój samochód ciężarowy ze stacją obsługi. Oznacza to, że Twój pojazd nie zostanie wezwany na przegląd, dopóki nie będzie to rzeczywiście konieczne. Jesteś

ostrzegany o potencjalnych problemach, które mogą uniemożliwić Ci jazdę. W przypadku awarii, kiedy stawisz się w stacji obsługi wszystko będzie gotowe na Twoje przybycie” [10].

Fakt, że serwis wie o awarii wcześniej oznacza, że może się na nią solidnie przygotować. Zalety logistyczne zdalnej diagnostyki należy rozpatrywać co najmniej na dwóch płaszczyznach:

- odpowiednia logistyka zaopatrzenia serwisów,
- ograniczenie przestoju i zwiększenie terminowości dostaw wynikające z bardziej rzetelnej i szybszej informacji.

Poniżej przedstawiona jest analiza SWOT dla zastosowania telematyki w transporcie.

Tab. 1. Analiza SWOT [11]

Tab. 1. SWOT analysis [11]

	POZYTYWNE	NEGATYWNE
WEWNĘTRZNE	<p>Dobre strony:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oszczędność paliwa, • skrócenie czasu dostaw, • brak przestoju, • krótszy czas napraw auta związany z zamówieniem odpowiednich części zanim samochód przyjedzie na warsztat wynikającym z wcześniejszej diagnozy i szybkiego wykrycia usterki, • większe bezpieczeństwo kierowcy dzięki wczesnemu wykryciu usterek, 	<p>Słabe strony:</p> <ul style="list-style-type: none"> • koszty zakupu odpowiednich narzędzi do wprowadzenia systemu lub zakupu nowych samochodów, • duża ilość czujników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania systemu,
ZEWNĘTRZNE	<p>Szanse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • szybkie wykrywanie błędów, • krótszy czas napraw aut, • krótszy czas dostaw, • kontrola czasu pracy kierowcy, • rozwiązanie sprzyjające środowisku dzięki ograniczaniu emisji dwutlenku węgla do atmosfery, • optymalizacja tras przejazdu dzięki aktualnym mapom i informacjom o zdarzeniach drogowych, 	<p>Zagrożenia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • źle działające czujniki • możliwe cyberataki, • zakłócenia w pracy czujników wywołane zmianami pogodowymi lub polem elektromagnetycznym, • zbyt duże skomplikowanie pracy systemu dla przeciętnego kierowcy, • ograniczona liczba warsztatów ze stacjami odbiorczymi,

Analiza przedstawia korzyści dla ogniów całego łańcucha dostaw oraz dla środowiska. Zagrożenia związane są głównie z przedsiębiorstwem transportowym, wprowadzającym te systemy u siebie, jednak dzięki właściwym mechanizmom wdrożeniowym można ich uniknąć.

Zdalne diagnozowanie, daje sposobność wczesnego wykrywania zapotrzebowania na części zamienne niezbędne do naprawy auta. Diagnoza ta skraca przestoje, zmniejsza koszty dostaw, a przede wszystkim daje przybliżony obraz sytuacji, na jaką musi się przygotować kierowca, firma oraz serwis. Dzięki temu możliwe jest zaplanowanie alternatywy dla wykonywanych transportów.

W takiej sytuacji firma transportowa, będąca w komunikacji z serwisem i odbiorcą jest w stanie wypracować rozwiązanie, które będzie satysfakcjonujące dla obu stron.

Trzeba również rozpatrzyć negatywne skutki stosowania opisywanych rozwiązań. Jednym z problemów, w opinii autorów pracy, może być uszkodzony czujnik, który niepotrzebnie zmusi samochód do przestoju. Z reguły również usterka opisywana jest przez kilka błędów. Bez znajomości objawów awarii, diagnoza może być trudna bądź niemożliwa.

4. PODSUMOWANIE

Autorzy artykułu stwierdzili, że wprowadzenie systemów wspomagania diagnostyki w transporcie przyniosłoby wiele korzyści dla całego łańcucha dostaw. Obecnie z rozwiązań telematyki korzysta zaledwie 13% firm transportowych [12]. Wynika to głównie z obawy związanej z przechowywaniem danych w chmurze, a nie w wersji papierowej. Należy jednak pamiętać, że dzięki temu można gromadzić większą ilość danych i analizować je w szerszym zakresie. Czynnikiem, który powoduje bardziej przychylne nastawienie przedsiębiorców do telematyki jest system poleceń.

Według danych statystycznych dotyczących przewozu ładunków i pasażerów w 2017 roku [13], transport samochodowy jest najczęściej wykorzystywany przez przedsiębiorców. Na tej podstawie można wnioskować, iż wprowadzenie nawet niewielkich zmian w zakresie wspomagania diagnostycznego transportu może nieść za sobą wiele pozytywnych konsekwencji tj.: szybkie wykrywanie błędów, większe bezpieczeństwo kierowcy i kontrola jego czasu pracy, krótszy czas naprawy aut, krótszy czas dostaw, optymalizacja tras przejazdu dzięki aktualnym mapom i informacjom o zdarzeniach drogowych, sprzyjanie środowisku dzięki zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Przykład z życia codziennego: zamontowanie czujników ciśnienia w oponach powoduje ciągłą ich kontrolę, co w efekcie zmniejsza niebezpieczeństwo wystrzelenia opony alarmując o tym odpowiednie komórki. Dzięki temu kierowca, przewożone towary oraz samochód są bezpieczne.

Reasumując, rynek usług telematycznych ma perspektywę rozwoju. Globalnie jego wartość w 2021 roku wyniesie 52 miliardy euro. Dodatkowo liczba samochodów z wbudowanymi systemami zdalnej diagnostyki będzie wzrastać [14]

LITERATURA

- [1],[12],[14] FEDORUK A., *Jak wyprzedzić konkurencję i obniżyć koszty paliwa o 20 proc.*, <https://businessinsider.com.pl/technologie/telematyka-w-transportcie-oszczednosci-dla-firmy/lmwf2fh?fbclid=IwAR1Xsd53cCmthDng9oSJYYL6-tkDccvnd76SQkGcUk-kIEKwYvQORzSRydU>, (dostęp: 27.10.2018 r.).
- [2] BUJAK A., *Rewolucja Przemysłowa – 4.0” i jej wpływ na logistykę XXI wieku*, *Logistyka AUTOBUSY* 6/2017.
- [3] WITKOWSKI K., *Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management*, *Procedia Engineering* 182 (2017) s. 763-769.
- [4] Raport Instytutu Gospodarczego i Konsumenckiego <https://instigos.org/blockchain-zmienia-biznes/>, (dostęp: 9.11.2018 r.).
- [5] WYDRO K.B., *Telematyka – znaczenia i definicje terminu*, *Telekomunikacja i Techniki Informacyjne*, 1-2/2005, s.8.
- [6] POLIT R., *Telematyka przyszłością warsztatów*, *Auto Moto Serwis*, 8/2016.
- [7] Artykuł promocyjny firmy Lunch Polska: <https://www.launch-polska.pl/oferta/produkty-golo/interfejs-do-zdalnej-diagnostyki-pojazdow-golo-carcare> (dostęp: 27.10.2018 r.).
- [8] Opracowanie własne na podstawie https://www.launch-polska.pl/images/foto/Produkty_Golo/Golo_CarCare/golo-2.png (dostęp 27.10.2018 r.)
- [9] Artykuł promocyjny firmy Scania: <https://www.scania.com/pl/pl/home/products-and-services/connected-services/fleet-management.html> (dostęp: 27.10.2018 r.).
- [10] Artykuł promocyjny firmy Volvo: <https://www.volvotrucks.pl/pl-pl/services/workshop-services/service-contracts/volvo-gold.html> (dostęp: 27.10.2018 r.).
- [11] Opracowanie własne.
- [13] Dane Głównego Urzędu Statystycznego - Przewozy ładunków i pasażerów w 2017 roku, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/transport/przewozy-ladunkow-i-pasazerow-w-2017-roku,11,6.html> (dostęp 30.10.2018 r.).

THE USE OF TELEMATICS AS THE FUTURE OF TRUCK DIAGNOSTICS

Key words: *Diagnostic support, telematics, transportation, truck, lorry, “Industry 4.0”, “Internet of Things”, Big Data.*

The subject of this paper was an essence of using diagnostic support, which was introduced only in 13% of transport enterprises so far. The concept of „Industry 4.0” was also discussed, as it is the origin of diagnostic support, which is about collecting, analysing and transferring information between one device and another. The aim of the paper is to study telematics, show the benefits of its implementation thanks to the use of SWOT analysis and presentation of tools proposed by producers.

Bartosz KOREŃ
Krzysztof PRZONDZIONO¹

KOSZTY WYPADKÓW W TRANSPORCIE DROGOWYM

Słowa kluczowe: *transport, wypadek, kolizja, zewnętrzne koszty transportu*

W artykule skupiono uwagę na problemie, jakim są koszty wypadków w transporcie drogowym. Została podana definicja wypadku drogowego i scharakteryzowane zostały przyczyny oraz skutki zdarzeń drogowych. Zawarto również statystyki dotyczące wypadków drogowych w Polsce. W celu określenia rzeczywistych kosztów wypadków podany został sposób obliczania tych kosztów.

1. WSTĘP

W poniższym artykule został przedstawiony problem kosztów zewnętrznych transportu, który jest bardzo widoczny w stratach gospodarki narodowej kraju, jednak sposób określania tych kosztów i sama wysokość kosztów jest ciężka do oszacowania, ponieważ jest wiele różnych czynników oraz metod badawczych. W pracy przedstawiona zostanie charakterystyka problemu, przybliżone zostaną przyczyny powstawania zdarzeń drogowych, sposoby przeciwdziałania wypadkom i minimalizowania ich skutków, scharakteryzowana zostanie sytuacja dotycząca statystyk wypadków w Polsce w odniesieniu do krajów Unii Europejskiej oraz podane będą metody określania kosztów transportu. Metodą badawczą zastosowaną w tym artykule jest analiza danych statystycznych wykorzystana w celu pokazania skali problemu kosztów wypadków oraz analiza literatury, która definiuje znaczenie wypadków.

1.1. KOSZTY ZEWNĘTRZNE

Transport jest jedną z najważniejszych gałęzi gospodarki i w dużym stopniu przyczynia się do wzrostu PKB, stopień jego rozwoju świadczy o poziomie gospodarczym, ekonomicznym i jakości życia społeczeństwa danego kraju. Dla każdego państwa ważne jest, aby jego transport, a w szczególności infrastruktura była na jak najwyższym poziomie rozwoju. Obecnie w logistyce często porusza się zagadnienia związane z kosztami zewnętrznymi transportu, które nie są ponoszone

¹ Studenckie Koło Naukowe Transportu, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.

bezpośrednio przez uczestników ruchu drogowego, lecz ich skutki odczuwa całe społeczeństwo. Koszty zewnętrzne można podzielić na kilka rodzajów:

- koszty społeczne:
 - związane są ze zużyciem infrastruktury,
 - opłaty za korzystanie z infrastruktury,
- koszty kongestii:
 - koszty utraconego czasu,
 - koszty utraconych możliwości,
 - koszty opóźnień,
- koszty zamrożonego kapitału,
- koszty środowiska:
 - koszty hałasu,
 - koszty klimatu,
- koszty wypadków:
 - medyczne,
 - materialne,
 - ubezpieczeń, odszkodowań i rent,
 - koszty ekonomiczne - utracenie siły roboczej [1].

2. WYPADEK

2.1. DEFINICJA WYPADKU

Wypadkiem drogowym według Art. 44 ustawy Prawo o ruchu drogowym nazywa się „[...] zdarzenie mające miejsce w ruchu lądowym, spowodowane poprzez nieumyślne naruszenie zasad bezpieczeństwa obowiązujących w tym ruchu, którego skutkiem jest śmierć jednego z uczestników lub obrażenia ciała powodujące naruszenie czynności narządu ciała lub rozstrój zdrowia trwające powyżej 7 dni” [3]. Za zdefiniowanie czy dane zdarzenie drogowe było kolizją lub wypadkiem odpowiada lekarz, który wystawił zwolnienie lekarskie, a ilość dni tego zwolnienia poświęconych na rekonwalescencję decyduje o klasyfikacji zdarzenia drogowego, czy jest wypadkiem czy kolizją.

2.2. PRZYCZYNY WYPADKÓW

Według danych 86% przyczyn wypadków jest winą kierowców, a pozostałe 14% są spowodowane przez pieszych, rowerzystów czy usterki środków transportu. Według statystyk na drogach w 32 760 wypadkach drogowych w Polsce w 2017 roku śmierć poniosło 2831 ludzi i jest to czwarty najwyższy wynik w Unii

Europejskiej, a wskaźnik zabitych na 100 wypadków jest najwyższy w Europie – 9 ofiar śmiertelnych na 100 wypadków [4].

„W 2017 r. najwięcej wypadków miało miejsce w październiku (10,1% ogółu), czerwcu i lipcu (po 9,9%). Natomiast najwięcej osób zginęło we wrześniu (10,5%) i w grudniu (10,3%). Duża liczba wypadków w miesiącach letnich spowodowana jest zwiększonym natężeniem ruchu związanym z okresem wakacyjnym, natomiast w okresie jesiennym pogarszają się warunki atmosferyczne, a tym samym i drogowe” [4].

Do największej ilości wypadków, jeżeli chodzi o dzień tygodnia dochodzi w piątki i jest to ponad 16% [4]. Wynika to z powodu rozkojarzenia ludzi, którzy wracają z pracy i myślą o rozpoczynającym się weekendzie, zapominając jednocześnie o obowiązku zwrócenia szczególnej uwagi na drodze.

Tab. 1. Wypadki drogowe i ich skutki wg warunków atmosferycznych [4]
Tab. 1. Road accidents and their effects according to weather conditions [4]

Warunki atmosferyczne	Wypadki	Zabici	Ranni
Dobre warunki atmosferyczne	19205	1584	22934
Mgła, dym	259	46	311
Opady deszczu	5020	462	6178
Opady śniegu, gradu	768	49	940
Oślepiające słońce	698	44	822
Pochmurno	8312	775	10110
Silny wiatr	320	30	388

Powodem zwiększonej ilości wypadków w dobrą pogodę jest zwiększony ruch na drogach w dni wolne od pracy, gdy ludzie starając się wykorzystać dobrą pogodę wsiadają do swoich samochodów i wyjeżdżają poza miasto jednocześnie nie zachowując dopuszczalnej prędkości i łamiąc nagminnie przepisy. Drugą najczęstszą przyczyną są opady deszczu, ponieważ w naszym klimacie opady deszczu są dosyć częste i w wyraźny sposób utrudniają one prowadzenie pojazdów.

Przyczyn tak wysokiego wyniku jest wiele, ale jedną z nich jest lekkomyślność, brawura i brak zdolności przewidywania swoich decyzji przez kierowców.

Kolejną przyczyną wypadków jest niedostosowanie prędkości do warunków na drodze oraz ograniczeń prędkości na danym odcinku. Przekraczanie prędkości powyżej 50 kilometrów na godzinę niesie za sobą spore ryzyko poniesienia uszczerbku na zdrowiu w razie wypadku i podwyższa ryzyko powstania niebezpiecznego zdarzenia.

Prowadzenie samochodu pod wpływem alkoholu niesie za sobą ogromne ryzyko. Codziennie prowadzone są policyjne akcje „trzeźwy poranek”, które mają za zadanie zatrzymać stwarzających realne zagrożenie pijanych kierowców. W Polsce każdego dnia zatrzymywanych jest kilkadziesiąt osób, które prowadzą samochód

na „podwójnym gazie”. Spożywanie alkoholu przed jazdą samochodem spowalnia czas reakcji, utrudnia dostosowanie się do warunków jazdy i stwarza problemy z postrzeganiem rzeczywistości oraz powoduje ogromne zagrożenie, które może doprowadzić do wypadku.

Dużo osób na drodze doświadcza agresji ze strony innych uczestników ruchu drogowego. Zbyt częste używanie klaksonu i długich świateł w celu poganiania innych kierowców powoduje powstanie niepotrzebnych nerwowych i stresujących sytuacji na drodze. Wielu kierowców zbyt często przecenia swoje możliwości i jest zbyt pewnych siebie na drodze, co prowadzi do nagminnego łamania przepisów. Część z kierowców przecenia możliwości swoich samochodów, chcąc zaimponować pasażerom i innym osobom, pokonuje bariery prędkości stwarzając zagrożenie i ryzyko wypadków. Ważne na drodze jest również stosowanie zasady ograniczonego zaufania i traktowanie z szacunkiem innych użytkowników ruchu drogowego. Młodzi i niedoświadczeni kierowcy powinni zachowywać większe skupienie oraz uwagę w czasie jazdy samochodami. Ważne jest również, aby kierowcy jeżdżący wolniej nie jeździli lewymi pasami autostrad, gdyż ich zbyt niska prędkość również może stwarzać zagrożenie.

Nieprzestrzeganie podstawowych zasad ruchu drogowego oraz stosowanie własnych zasad na drodze prowadzi do wielu niebezpiecznych sytuacji na drogach. Do najczęściej łamanych zasad należą wyprzedzanie na trzeciego, prędkość większa niż dopuszczalna, wymuszanie pierwszeństwa oraz jeżdżenie na czerwonym świetle.

Głównymi przyczynami wypadków według danych Komendy Głównej Policji w roku 2017 były:

- nieustąpienie pierwszeństwa przejazdu - 7 416 wypadków,
- niedostosowanie prędkości do warunków ruchu – 6 837 wypadków,
- nieustąpienie pierwszeństwa pieszemu na przejściu dla pieszych - 3 408 wypadków [4].

Ważne jest również dbanie o stan techniczny samochodu i zapinanie pasów bezpieczeństwa. Niesprawne poduszki powietrzne, popsute systemy bezpieczeństwa, nieodpowiednie opony lub ze startym bieżnikiem, brak, bądź niepełne oświetlenie oraz niestosowanie fotelików również zwiększają ryzyko wypadków i powodują, że w razie zaistnienia kolizji obrażenia stają się większe.

Przyczyną wypadków są również niezależne od użytkowników ruchu drogowego. Można do nich zaliczyć zły stan dróg i niekorzystne warunki pogodowe. Ważne, aby dostosowywać prędkość i sposób prowadzenia samochodu do warunków na drodze. Zbyt szybka jazda na zakrętach jest przyczyną wielu wypadków. Zimą w polskim klimacie należy jeździć na zimowych oponach, a w miejscach, gdzie jest to wymagane trzeba używać łańcuchów. W Polsce stan wielu dróg również nie pozwala na zbyt szybką jazdę samochodem. Na wielu odcinkach brakuje odpowiednich barier i systemów bezpieczeństwa, wiele zakrętów jest źle wyprofilowanych, a część z dziur na drogach również utrudnia

jazdę. Należy również zwrócić uwagę na deficyt autostrad, gdzie szybka jazda jest stosunkowo najbezpieczniejsza.

Tab. 2. Wypadki drogowe i ich skutki wg sprawstwa [4]

Tab. 2. Road accidents and their consequences according to the perpetrator [4]

Sprawstwo wypadków	Wypadki	%	Zabici	%	Ranni	%
Wina kierujących	28359	86,6	2091	73,9	35166	89,1
Wina pieszych	2378	7,3	425	15,0	2012	5,1
Wina pasażerów	130	0,4	3	0,1	134	0,3
Współwina	369	1,1	42	1,5	452	1,1
Pozostałe przyczyny	1524	4,7	270	9,5	1702	4,3
Ogółem	32760	100,0	2831	100,0	39466	100,0

Z powyższej tabeli wynika, że najczęściej winnymi w wypadkach są kierujący. Wynika to z faktu, że w większości wypadków udział biorą samochody, a w mniejszej ilości wypadków udział biorą piesi, których najczęstszym przewinieniem wobec kierujących jest wymuszanie pierwszeństwa i przechodzenie w miejscach niedozwolonych.

Tab. 3. Przyczyny wypadków spowodowanych przez pieszych [4]

Tab. 3. Causes of accidents caused by pedestrians [4]

Przyczyny wypadków		Wypadki		Zabici		Ranni	
		Ogółem	%	Ogółem	%	Ogółem	%
Nieostrożne wejście na jezdnię	Przed jadącym pojazdem	1184	49,8	188	44,2	1021	50,7
	Zza pojazdu, przeszkody	268	11,3	18	4,2	253	12,6
Przekraczanie jezdni w miejscu niedozwolonym		289	12,2	58	13,6	238	11,8
Wejście na jezdnię przy czerwonym świetle		247	10,4	24	5,6	229	11,4
Leżenie, siedzenie, klęczenie, stanie na jezdni		129	5,4	73	17,2	64	3,2
Chodzenie nieprawidłową stroną drogi		107	4,5	41	9,6	70	3,5
Zatrzymanie się, cofnięcie		14	0,6	1	0,2	14	0,7
Inne przyczyny		140	5,9	22	5,2	123	6,1
Ogółem		2378	100,0	425	100,0	2012	100,0

W 2017 roku 2 378 (7,3% wszystkich wypadków) było spowodowanych przez pieszych, a śmierć poniosło 425 osób. Do najczęstszych przyczyn wypadków należało przejście przed jadącym samochodem, przekraczanie ulicy w miejscu niedozwolonym oraz niestosowanie się do sygnalizacji świetlnej przez wejście na drogę na czerwonym świetle.[4] Część z wypadków była też spowodowana przez pijanych pieszych oraz osoby dokonujące samobójstw.

2.3. KOSZTY WYPADKÓW

Koszty wypadków należą do kosztów zewnętrznych transportu i składają się na nie koszty bezpośrednie - koszty przyjazdu policji na miejsce zdarzenia, koszty wypłaconych ubezpieczeń, oraz pośrednie - utracone korzyści i opóźnienia. Przez to koszty wypadków są ciężkie do oszacowania. Stosunkowo łatwo określić koszty ponoszone przez sprawcę, które są wypłacane z OC i AC oraz koszty akcji ratunkowych oraz leczenia bezpośrednich obrażeń powypadkowych, ale trudniejsze jest określenie kosztów utraty zdrowia, które prowadzą do inwalidztwa czy też koszty utraty życia. Osoba z trwałym uszczerbkiem zdrowia będzie ponosić koszty wypadku przez całe życie, co jest ciężkie do oszacowania w kategoriach finansowych. Koszty te będą ponosić również pracodawcy, którzy stracą pracownika, który albo przejdzie na zwolnienie, rentę albo nie będzie w ogóle wykonywać dotychczasowego zawodu, a pozostały wolny wakat będzie wymagać zatrudnienia nowego pracownika. Uwagę warto również zwrócić na dramaty rodzinne ponoszone wraz z utratą osoby bliskiej lub jej trwałym kalectwem. Osoba poszkodowana trwale lub rodzina, która straciła bliskiego będzie musiała otrzymywać renty, których wypłacanie będzie generować koszty dla budżetu państwa. Osoba poszkodowana będzie odczuwać trwały trud w poruszaniu się i funkcjonowaniu w codziennym życiu. Do kosztów wypadków można również zaliczyć urazy psychiczne i nerwowe, które będą towarzyszyły osobie poszkodowanej, a będą ciężkie do wyliczenia i oszacowania w pieniądzu. Prawdopodobnie poszkodowanym przyda się pomoc wyspecjalizowanego psychologa, a koszt jego wynagrodzenia wygeneruje kolejne koszty. Warto również zwrócić uwagę na koszty więziennictwa i spraw sądowych, które są często wynikiem dochodzenia sprawiedliwości poszkodowanych wobec sprawców wypadków.

Koszty zdarzeń drogowych zależne są od wielu czynników. Zaliczają się do nich:

- bezpośrednie koszty ekonomiczne, czyli wydatki na dziś lub w przyszłości, należą do nich koszty medyczne, koszty administracyjne wypadku (policji, koszty śledztw, koszty sądowe i koszty administracyjne ubezpieczeń), koszty uszkodzenia mienia (pojazdu i wyposażenia drogi) i koszty służb ratunkowych i porządkowych,
- pośrednie koszty ekonomiczne – utracone korzyści, niezrealizowana konsumpcja w wyniku śmierci lub niezdolności do pracy z powodu wypadku,

- wartość bezpieczeństwa per se – odzwierciedlenie wartości życia społeczeństwa i jego jakości narażonej na realne ryzyko obniżenia w przypadku wypadków drogowych,
- koszty dodatkowe – wynikają z pośrednich efektów jak straty czasu, zwiększone zużycia paliwa i emisję spalin przez użytkowników drogi z powodu zatłoczenia spowodowanego przez wypadki i kolizje (często nie są uwzględniane przez niezwykle trudność do oszacowania),
- koszty kolizji – koszty strat materialnych pojazdów uczestniczących w kolizji oraz straty w infrastrukturze towarzyszącej zdarzeniu [2].

Roczne koszty wypadków drogowych można wyliczyć za pomocą wzoru:

$$Kw = LZ \cdot k_z + LR_c \cdot k_c + LR_L \cdot k_L + LW \cdot k_s \quad (1)$$

gdzie:

- Kw – roczne koszty wypadków drogowych w zł,
- LZ – liczba wypadków drogowych w danym roku,
- LR_c – liczba ofiar ciężko rannych,
- LR_L – liczba ofiar lekko rannych w danym roku,
- LW – liczba wypadków drogowych w danym roku,
- k_z – koszt jednostkowy ofiary śmiertelnej w danym roku w zł/osobę,
- k_c – koszt jednostkowy ofiary ciężko rannej w danym roku w zł/osobę,
- k_L – koszt jednostkowy ofiary lekko rannej w danym roku w zł/osobę,
- k_s – koszt jednostkowy straty materialnej w danym roku w zł/osobę [2].

Z prognoz rocznych kosztów wypadków i kolizji drogowych wynika, że w roku 2017 koszt jednostkowy ofiary śmiertelnej wynosi 2 080 432 złotych, jednostkowy koszt ofiary ciężko rannej 2 354 896 złotych, a jednostkowy koszt ofiary lekko rannej 27 774 złotych. Nie zostały tam obliczone zmiany jednostkowych kosztów strat materialnych w wypadku – 22 653 złotych dla roku 2015 i jednostkowych kosztów kolizji drogowej – 40 458 złotych dla roku 2015, jednakże zmiany względem ostatniego roku w badaniach – 2015, są niemalże identyczne – wzrost o ok 1.3% dla każdej wyżej podanej wartości względem roku bazowego. Dlatego też do obliczeń przyjęte zostaną wartości z roku 2015 powiększone o 1,3% [2].

$$\begin{aligned} & 33\,575\,610\,962 \\ & = 2831 \cdot 2\,080\,432 + 11103 \cdot 2\,354\,896 + 28363 \cdot 27774 \\ & + 32760 \cdot 22947 \end{aligned}$$

Koszty kolizji wyglądają zaś następująco:

$$40\,984 \cdot 436\,496 = 17\,889\,352\,064$$

3. PODSUMOWANIE

Z obliczeń wynika, więc, że łączne koszty zdarzeń drogowych w 2017 roku w Polsce wyniosły 51,5 mld złotych. Jest to wynik większy niż wartość otrzymana w prognozie rocznych kosztów wypadków i kolizji na lata 2015 – 2020 o prawie 3 mld zł [2]. Spowodowane jest to zapewne znacznym wzrostem kolizji w porównaniu do roku 2015 – 436 469 w roku 2017, 362 256 w roku 2015, zaś sam wzrost ilości kolizji spowodowany jest systematycznym wzrostem liczby pojazdów silnikowych zarejestrowanych w Polsce [4]. Z drugiej strony zaś liczba wypadków systematycznie spada. Można więc dojść do wniosku, że kierowcy starają się jeździć coraz bezpieczniej i nie prowokują sytuacji zagrażających życiu, a zwiększona ilość kolizji zapewne jest skorelowana ze zwiększającą się ilością pojazdów na drogach.

LITERATURA

- [1] PAWŁOWSKA B. *Koszty zewnętrzne transportu w Polsce*, Wydział Ekonomiczny, Uniwersytet Gdański 2018
- [2] JAŹDZIK – OSMÓLSKA A. Wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2015, z wyodrębnieniem średnich kosztów społeczno-ekonomicznych wypadków na transeuropejskiej sieci transportowej, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, Warszawa 2016,
- [3] Ustawa Prawo o Ruchu Drogowym z dnia 20 czerwca 1997 roku z późn. zmianami, Art. 44
- [4] *Wypadki drogowe w Polsce w 2017*, Dane statystyczne Komendy Głównej Policji, Warszawa 2018.

COSTS OF TRANSPORT ACCIDENTS

Key words: *transport, accidents, collision, external transport costs*

The article focuses on the problem of costs of accidents in road transport. The definition of a traffic accident was given, and the causes and consequences of road accidents were characterized. Statistics of road accidents in Poland are also included. In order to determine the actual costs of accidents, the method of calculating these costs is given.

Arleta BIENIEK¹

TRANSPORT INTERMODALNY JAKO GŁÓWNY ELEMENT OUTSOURCINGOWEJ USŁUGI LOGISTYCZNEJ

Słowa kluczowe: *transport intermodalny, outsourcing, usługa logistyczna*

Rozwój przewozów intermodalnych staje się coraz częściej jedynym rozsądnym rozwiązaniem, w dobie wzrastającej ilości ładunków, rosnącej konkurencji dotyczącej szybkości dostaw, zatłoczenia dróg oraz rosnącego zanieczyszczenia środowiska. Wykorzystanie transportu intermodalnego jako elementu outsourcingowej usługi logistycznej, niesie ze sobą wiele korzyści. W referacie zostały omówione zagadnienia związane z definicją outsourcingu oraz jego rodzajami. Wyjaśniona została istota usługi logistycznej z punktu widzenia firmy transportowo-spedycyjnej. Omówione zostały zagadnienia związane z transportem intermodalnym. Celem artykułu było przedstawienie firmy transportowo-spedycyjnej, działającej na terenie Stanów Zjednoczonych, która wykorzystuje transport intermodalny jako główny element swoich działań.

1. WSTĘP

Efektywne zarządzanie w przedsiębiorstwach produkcyjnych pomaga w działaniu organizacji oraz umożliwia zdobycie przewagi konkurencyjnej. Obsługa transportowa jest niezbędnym elementem, który sprawia, iż wyroby trafiają bezpośrednio do klienta. Zlecenie tej usługi odpowiednim firmom zewnętrznym, działa na korzyść konsumenta i pozwala mu lepiej gospodarować swoimi zasobami. Na rynku światowym istnieje bardzo dużo firm, świadczących outsourcingową usługę logistyczną. Wiele przedsiębiorstw, głównie w Stanach Zjednoczonych, korzysta z transportu intermodalnego, ponieważ przynosi im on szereg korzyści, które zostaną omówione w dalszej części.

¹ Koło Naukowe Opakownictwa Towarów, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.

2. OUTSOURCINGOWA USŁUGA LOGISTYCZNA

2.1. POJĘCIE I RODZAJE OUTSOURCINGU

W literaturze często spotyka się pojęcie outsourcingu logistycznego, jako istotnego czynnika, który pomaga w kreowaniu przewagi konkurencyjnej. Przedsiębiorstwom na tym bardzo zależy, dlatego przekazują część swoich kompetencji wyspecjalizowanym firmom, które pełnią rolę ogniwa odpowiedzialnego za sprawną i szybką dystrybucję produktu [6].

Outsourcingowa usługa logistyczna polega na wyodrębnieniu ze struktury organizacyjnej przedsiębiorstwa funkcji, związanych z transportem i magazynowaniem wytworzonych wyrobów oraz przekazaniu ich do wykonywania zewnętrznym organizacjom gospodarczym [2].

Przedmiotem outsourcingu usług logistycznych są działania magazynowe, transportowe oraz spedycyjne, realizowane w ramach organizacji. Jednym z podstawowych warunków jakie muszą być spełnione, aby zastosować outsourcing, jest niezależność prawno-organizacyjna zleceniodawcy. W większości przypadków zleceniobiorca wykonuje powierzone mu zadania poprzez wykorzystanie własnych zasobów ludzkich, informacyjnych, rzeczowych. Powtarzalność działań wykonywanych w ramach konkretnego przedsięwzięcia, jest cechą charakterystyczną outsourcingu usług logistycznych. Działania, które realizowane są jednorazowo, nie mogą być traktowane jako wyodrębnienie funkcji na zewnątrz [3].

Można wyróżnić następujące rodzaje outsourcingu wykorzystywane przez przedsiębiorstwa produkcyjne [6]:

- *zlecenie funkcji* – przedsiębiorstwo przekazuje innemu podmiotowi wykonanie określonego zadania; w większości przypadków organizacje zlecają realizację prostych usług pomocniczych,
- *outsourcing usług* – przedsiębiorstwo zleca wykonanie poszczególnych usług starannie dobranym podmiotom zewnętrznym; samo skupia się na doskonaleniu obszarów, które mogą przynieść mu przewagę konkurencyjną,
- *insourcing* – polega na wydzieleniu w ramach przedsiębiorstwa samodzielnej jednostki biznesowej, specjalizującej się w określonej dziedzinie i wykorzystaniu jej do spełnienia własnych celów i/lub celów innych jednostek,
- *co-sourcing* – polega na wydelegowaniu przez obie jednostki (dostawców oraz odbiorców usług),
- *udział w korzyściach* – długofalowy związek dwóch stron, które biorą udział w inwestycji oraz w korzyściach z niej wyniesionych, według wcześniej ustalonych reguł.

Wiele korzyści, ale również kilka niedogodności, niesie ze sobą korzystanie z outsourcingu usług logistycznych; przedstawia je tabela:

Tab. 1. Korzyści oraz niedogodności outsourcingu logistycznego [6]
 Tab. 1. Advantages and disadvantages of logistics outsourcing [6]

Zalety outsourcingu	Wady outsourcingu
- Wyższa jakość usług, - redukcja kosztów, - wykorzystanie wiedzy, potencjału, licencji będącej w posiadaniu firmy zewnętrznej, - redukcja zaangażowania kapitału.	- Problemy z koordynacją funkcji spełnianych przez przedsiębiorstwo, - konieczność liczenia się z konsekwencjami partnerstwa.

Zlecenie czynności logistycznych firmom zewnętrznym, pozwala skupić się przedsiębiorstwom produkcyjnym na prowadzeniu podstawowej działalności produkcyjnej. Outsourcing pozwala na obniżenie kosztów wykonania niezbędnych czynności logistycznych, przy niezmiennym poziomie jakości ich wykonania [5].

Outsourcing niesie za sobą różnego rodzaju wady. Przedsiębiorstwa muszą dokonywać wyboru odpowiedniego podmiotu, z którym będą współpracować. Nie jest to proste, ponieważ na rynku takie usługi pełnią setki firm. Przekazanie takich usług do realizacji firmom zewnętrznym, może spowodować utratę kontroli nad przebiegiem procesów logistycznych.

2.2. ISTOTA USŁUG LOGISTYCZNYCH

Z punktu widzenia firm transportowo-spedycyjnych, outsourcing jest zjawiskiem bardzo pożądanym. Walka o liczbę zleceń, w postaci usług logistycznych nieustannie rośnie. Usługi logistyczne obejmują usługi spedycji, transportu, a także wiele pokrewnych usług, wspomagających proces przepływu dóbr między ogniwami łańcucha dostaw [3].

Usługi transportowe polegają na przewozie ładunków w odpowiednich warunkach dla jego podatności transportowej, ekonomicznej, technicznej oraz naturalnej. Usługi transportowe można podzielić na transport:

- drogowy,
- kolejowy,
- lotniczy,
- morski,
- śródlądowy,
- **kombinowany (intermodalny).**

Natomiast do usług spedycyjnych należą:

- udzielanie porad, planowanie tras przewozu, wybór pojazdu,
- ustalenie ceny i formułowanie warunków przewozu,
- zawarcie umowy przewozu wraz z ważeniem, znakowaniem,
- przygotowanie dokumentów handlowych,

- odprawy celne,
- monitorowanie ruchu przesyłek i informacje o miejscu pobytu,
- w razie potrzeby – sporządzenie protokołu szkodowego.

Usługi magazynowe i terminalowe to:

- zarządzanie zapasami w magazynach,
- kształtowanie i kontrola zapasów,
- przyjmowanie,
- inwentaryzacje,
- wydawanie towarów,
- formowanie, rozformowywanie jednostek ładunkowych,
- kompletacja przesyłek,
- przeładunek i sortowanie przesyłek,
- gospodarowanie pojemnikami, paletami [3].

3. CHARAKTERYSTYKA I PODZIAŁ TRANSPORTU INTERMODALNEGO

Transport jest podstawowym ogniwem łańcucha logistycznego. Procesy transportowe negatywnie wpływają na nasze środowisko naturalne. Najbardziej nieprzyjawnym dla otoczenia są przewozy samochodowe, które dostarczają poprzez spaliny mnóstwo zanieczyszczeń do atmosfery. Rozwój technologiczny stwarza wiele możliwości ograniczenia tego procesu. Jednym z rozwiązań są przewozy intermodalne, łączące transport drogowy i kolejowy. Wykorzystanie wszystkich najlepszych cech owych gałęzi transportu oraz harmonijne ich powiązanie, może przynieść wymierne korzyści ekologiczne i ekonomiczne [8]. Warto więc zdefiniować czym jest transport intermodalny.

Transport intermodalny to typ transportu polegający na przewozie ładunków środkami przewozowymi tylko jednej jednostki ładunkowej np. kontenera [7]. Transport intermodalny w praktyce definiowany jest jako transport kombinowany czyli przewóz intermodalny, w którym główna część przewozu (<300 km) odbywa się drogą kolejową, żegluga śródlądową lub morską a jedynie krótki odcinek początkowy lub/i końcowy wykonywany jest transportem samochodowym.

Podział transportu intermodalnego [7]:

- ze względu na charakter użytych środków transportowych – na przewozy:
 - szynowo-drogowe,
 - szynowo-drogowo-morskie,
 - szynowo-drogowo-lotnicze,
 - szynowo-drogowo-rzeczne,
- ze względu na sposób i charakter organizacji- na przewozy:
 - konwencjonalne,
 - nowoczesne (operatorskie) – z pełnym zastosowaniem obsługi logistycznej.

W wyniku połączenia gałęzi transportu koszty przewozów da się sukcesywnie obniżyć. Można zminimalizować ryzyko uszkodzenia towaru. Za przebieg dostawy odpowiada jeden wykonawca oraz dominuje jedna stawka cenowa za dostawę, obejmująca całą trasę [8]. Transport kolejowy posiada przygotowanie techniczne do przewozu dużych partii produktów, szczególnie na dalsze odległości, natomiast transport drogowy jest niezastąpiony przy przewozie towarów na ostatnim etapie usługi logistycznej czyli dostarczeniem do klienta. Przed towarowym transportem kolejowym podczas przewozów intermodalnych stoją wytyczne dotyczące głównie zagadnień kompleksowości usług dzięki uczestnictwie w łańcuchu dostaw. Składowe ilości sieci to infrastruktura liniowa i punktowa czyli centra logistyczne, terminale kontenerowe oraz punkty koncentracji prac przeładunkowych i usług logistycznych. W logistyce towarów szczególnie istotne są nowoczesne rozwiązania transportowe, ponieważ produkty są w wysokim stopniu przetworzone oraz mają dużą wartość handlową. Jakość, bezpieczeństwo towarów oraz niezawodność są zatem podstawowymi kryteriami wyboru usługi transportowej [1].

Firmy transportowo-spedycyjne pełniące outsourcingową usługę logistyczną mogą w bardzo dobry sposób zagospodarować potencjał przewozów intermodalnych wykorzystując je optymalnie.

4. MOTYWY STOSOWANIA PRZEWOZÓW INTERMODALNYCH W USŁUGACH SPEDYCYJNYCH

Sytuacji, w których transport intermodalny jest uzasadniony, jest kilka. Ograniczenie transportu, charakteryzującego się większymi kosztami poprzez dodanie do procesu transportowego przewozu gałęzi transportu, w którym przebieg jest tańszy. Zasadne jest to w przypadku, gdy większa część przewozu odbywa się transportem kolejowym, natomiast początkowa i końcowa część trasy transportem samochodowym. Kolejnym motywem zastosowania transportu intermodalnego może być konieczność przyspieszenia przewozu przesyłki, połączenie kilku rodzajów transportu przy niewielkim wzroście kosztów, może przyspieszyć przewóz. Następną sytuacją, w której nieunikniony jest transport kombinowany, to brak możliwości dostaw za pośrednictwem jakiegoś środka transportu (przykładem może być brak w danym kraju portów morskich, dlatego przesyłka musi być przeładowana i dostarczona samochodem lub koleją) [5]. Mając na uwadze aspekt ekologiczny, przewozy intermodalne zmniejszają zanieczyszczenia środowiska naturalnego, minimalizują emisje spalin oraz pomagają ograniczyć hałas w obszarach miejskich.

5. ANALIZA PRZYPADKU FIRMY ZAJMUJĄCEJ SIĘ PRZEWOZAMI INTERMODALNYMI NA TERENIE STANÓW ZJEDNOCZONYCH

W Stanach Zjednoczonych transport intermodalny bardzo dobrze funkcjonuje. Amerykańskie firmy transportowe inwestują swoje zasoby w przewozy intermodalne, wykorzystując głównie transport samochodowy (trasa początkowa i końcowa) oraz kolejowy. Efektownie rozwinięta infrastruktura kolejowa daje możliwości szybkiego przewozu towarów. Dominuje jednorodny ruch kolejowy, który eliminuje potencjalne konflikty z pociągami pasażerskimi i umożliwia osiągnięcie korzystnej prędkości handlowej pociągów. Stany Zjednoczone, charakteryzują się dużą rozległością kontynentu, dlatego odległości przewozu są większe, wykorzystanie kolei jest bardziej zasadne, niż transportu samochodowego. Wiąże się z tym z aspektami ekonomicznymi, prawnymi i ekologicznymi. Infrastruktura punktowa i liniowa jest rozległa i rozwijana od wielu lat na potrzeby dedykowanych załadowców i we współpracy z nimi, co ułatwia finansowanie i planowanie koniecznych inwestycji, takich jak magazyny czy terminale. Warto również zwrócić uwagę, że koleje USA działają w systemie sieciowym, korzystając z usług dowozowych krótkich linii kolejowych, pełniących rolę bocznic. Wielu nadawców i odbiorców ładunków dzięki temu ma bezpośredni dostęp do transportu kolejowego [4].

Systematyczny rozwój infrastruktury do przewozów intermodalnych oraz dobra organizacja końcowych operacji dowozowo-odwozowych, spowodowały, że kolej zajęła trwałe miejsce w obsłudze rosnących przepływów ładunków sprowadzanych do USA oraz zaopatrzenia dużych miast. Zgodnie z wymaganiami współczesnego rynku, klient może otrzymać kompleksową usługę przewozową door-to-door [1].

Analizę wybranego przypadku przeprowadzono na przykładzie firmy transportowo-spedycyjnej działającej na terenie Stanów Zjednoczonych. Przedsiębiorca nie wyraził zgody na ujawnienie nazwy i lokalizacji firmy, dlatego w referacie nazywane jest przedsiębiorstwem X. Firma zajmuje się transportem zróżnicowanych ładunków z Chicago (stan Illinois) do Los Angeles (stan Kalifornia) oraz z Los Angeles do Chicago. Działalność gospodarcza została zapoczątkowana 5 lat temu. Przedsiębiorstwo pełni outsourcingową usługę logistyczną. Firma pozyskuje ładunki na kilka sposobów. Pierwszy polega na współpracy z freight brokers czyli osobami, które są globalnymi pośrednikami ładunków i one udzielają informacji na temat ceny, lokalizacji oraz wielkości ładunku, po czym firma decyduje czy zajmie się przewozem. Jest to najbardziej powszechny i najszybszy sposób pozyskiwania ładunków, ale również najdroższy, ponieważ maklerzy ładunków liczą sobie wysokie prowizje. Przedsiębiorstwo ma również stałe umowy na przewóz ładunków z zaprzyjaźnionymi podmiotami, z którymi kontaktuje się bezpośrednio. Ostatnim rzadko stosowanym sposobem jest poszukiwanie ładunków na specjalnych stronach internetowych, gdzie zleceniodawcy się ogłaszają.

Schemat działania firmy:

1. Otrzymanie zlecenia.
2. Odbiór jednostki ładunkowej od dysponenta. Zawarcie umowy przewozowej.
3. Transport ładunku do magazynu wynajmowanego przez firmę X.
4. Komplektacja wszystkich ładunków, które będą przewożone najbliższym transportem kolejowym.
5. Załadowanie naczep na „tory”.
6. Transport kolejowy do Chicago/Los Angeles.
7. Transport samochodowy ładunków jednostkowych bezpośrednio do klienta.

Firma działa „dwu torowo”, co to znaczy? W tym samym czasie odbywa się ten sam ciąg zadań w Los Angeles i Chicago. Ładunki transportowane są kolejną ponieważ dystans dzielący oba miasta to ok. 2100 mil (3379 km). Transport samochodowy używany jest tylko i wyłącznie podczas odbioru ładunku od dostawcy, przetransportowania do terminalu oraz dostarczenia do klienta.

Tab. 2. Charakterystyczne cechy firmy
Tab. 2. Characteristic features of the company

Chicago ↔ Los Angeles	
Odległość	2100 mil
Czas transportu	ok. 5 dni
Średnia dzienna ilość zleceń	średnio 10 zleceń dziennie
Cena za przewóz ładunku kolejną	uzależniona od wielkości ładunku 1300-3000 \$
Ilość kierowców	40 kierowców

Ładunek podczas odbioru od dysponenta jest sprawdzany, a następnie zabezpieczany plombami i na tej podstawie wydawana jest umowa przewozowa. Od tego momentu za towary odpowiada firma X. Kolejnym etapem działania jest przetransportowanie ładunku do magazynu, gdzie kompletowane są wszystkie jednostki ładunkowe, a potem dowożone do terminalu. Tam też następuje przekazanie naczepy przedsiębiorstwu kolejowemu, z którym firma ma zawartą umowę. Na stacji przeznaczenia jednostki ładunkowe odbierają kierowcy, którzy transportem drogowym przekazują dobra do magazynów odbiorcy.

Przedsiębiorstwo X wykorzystuje kolej w swoich przewozach transportowych głównie ze względów ekonomicznych. Transport kolejowy w Stanach Zjednoczonych jest tańszy od drogowego. Płaci się jedną określoną cenę za przewóz kolejną jednostki ładunkowej, w przypadku transportu drogowego tych opłat jest kilka. Brakuje również chętnych wykwalifikowanych kierowców, którzy chcieliby odbywać tak długie trasy, transportem drogowym.

6. PODSUMOWANIE

Reasumując wykorzystywanie transportu intermodalnego jako elementu outsourcingowej usługi logistycznej jest zasadne. Transport intermodalny ma wysoki potencjał, o czym świadczy funkcjonowanie firm transportowych, które w głównej mierze się na nim opierają. Outsourcing usług logistycznych przynosi obu stronom korzyści dla zleceniodawcy oraz zleceniobiorcy. Przedsiębiorstwa produkcyjne, które nie muszą inwestować w swój obszar logistyczny, oszczędzają i mogą skupić swoją uwagę na wytwarzaniu produktów o wyższej technologii i jakości. Natomiast firmy transportowo-spedycyjne zyskują, dzięki swojej wiedzy, infrastrukturze, licencjom oraz wysoko wykwalifikowanymi pracownikom.

Transport intermodalny ma wiele zalet w aspekcie ekonomicznym, ekologicznym oraz społecznym, dlatego warto skupić się na jego ciągłym rozwijaniu i inwestowaniu w infrastrukturę kolejową.

LITERATURA

- [1] BOCHENSKI T. *Możliwości wykorzystania transportu kolejowego i intermodalnego w obsłudze stref przemysłowych w Polsce*, Prace Komisji Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego, 2018, vol 32, No.1, 21-35.
- [2] GRABOWSKA J., *Outsourcing usług logistycznych*, [w:] Zeszyty naukowe Organizacja i Zarządzanie, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012, (83-96).
- [3] CHOJNICKA A. Outsourcing usług logistycznych- wady i zalety, *Logistyka-nauka*, 2012, 311-315. https://www.logistyka.net.pl/bank-wiedzy/logistyka/item/download/78057_c87d646e237af38b435116170ed0d1dd [dostęp 31.10.2018]
- [4] MĘŻYK A., *Porównanie kolei klasy I funkcjonujących w Stanach Zjednoczonych i kolei Unii Europejskiej*, [w:] *Ekonomika transportu. Kierunki współczesnych badań*, pod red. B. Pawłowskiej, E. Adamowicz, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2017, 252-253.
- [5] SALOMON A., *Transport intermodalny z punktu widzenia spedycyjnego* [w:] *Prace wydziału nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2013, 17-28.
- [6] STRZELCZYK M., *Wybrane aspekty outsourcingu usług logistycznych w przedsiębiorstwach produkcyjnych*, [w:] *Zarządzanie* pod red. H. Kościelniak, WWZPCz, Częstochowa 2011, 36-50.
- [7] SZYMONIK A., *Ekonomika transportu dla potrzeb logistyki (I)*, Difin, Warszawa 2013, 27-30.
- [8] ZIELASKIEWICZ H., *Rola PKP CARGO SA w obsłudze przewozów intermodalnych*, pod red. W. Rydzkowskiego, Biblioteka Logistyka, 64-70.

INTERMODAL TRANSPORT AS THE MAIN ELEMENT OF THE OUTSOURCING LOGISTICS SERVICE

Key words: *intermodal transport, outsourcing, logistics service*

The development of intermodal transport is increasingly becoming the only reasonable solution. It is caused by the rising amount of cargo and goods, growing competition for speed of delivery and the congestion and increasing environmental pollution. The use of intermodal transport as an element of outsourcing logistics services, brings many benefits. The paper discusses issues related to the definition of outsourcing and its types. The essence of the logistics service from the point of view of the transport and forwarding company was explained. Issues related to intermodal transport were discussed. The aim of the article was to present a transport and forwarding company operating in the United States, which uses intermodal transport as the main element of its activities.

Bartłomiej MORGA¹

TANIE LINIE LOTNICZE NA TRASACH DALEKODYSTANSOWYCH - SYTUACJA OBECNA I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Słowa kluczowe: *rynek lotniczy; przewoźnicy niskokosztowi; samoloty pasażerskie, połączenia dalekodystansowe*

Niskokosztowe przewozy lotnicze w ostatnich latach stały się najszybciej rozwijającą się gałęzią pasażerskiego transportu lotniczego. W 2017 roku w Azji Południowej i w Azji Południowo-Wschodniej tani przewoźnicy osiągnęli ponad połowę udziału w rynku - w Europie i w Ameryce - jedną trzecią. Sukces modelu biznesowego wykorzystywanego przez sektor LCC na trasach krótkiego i średniego zasięgu jest niepodważalny. W artykule omówiono obecną sytuację i szanse na rozwój tańszych połączeń transkontynentalnych bazując na danych pochodzących z serwisu OAG Schedule Analyser, pozwalającego analizować m.in. zmiany w rozkładach lotów na przestrzeni lat.

1. WSTĘP

Wraz z rosnącą popularnością rynkową przewoźników niskokosztowych (w tekście oznaczanych też jako LCC od ang. Low-Cost Carrier), stopniowo pojawia się idea by spróbować przełożyć sprawdzony model biznesowy na połączenia dalekodystansowe. Historia pokazała jednak, że wdrażanie pomysłów, znanych z rynku połączeń krótko- oraz średniodystansowych na rynek połączeń dalekodystansowych jest bardzo trudne i wymaga wielu modyfikacji w ogólnie znanym na świecie modelu działania LCC.

Podstawowym problemem pojawiającym się przy próbie przeniesienia klasycznego modelu LCC jest utrata wielu kluczowych atutów, przynoszących na krótkich i średnich dystansach duże zyski. Rynek połączeń dalekodystansowych wiąże się bowiem z:

- a) brakiem możliwości wprowadzania krótkich postojów na lotniskach z uwagi na konieczność posprzątania maszyny i dłuższy proces tankowania,
- b) problemem wypełnienia szerokokadłubowej maszyny przy operowaniu z drugorzędnych lotnisk,

¹ Koło Naukowe Logistyki TiLOG, Politechnika Krakowska.

c) znacznie wyższymi oczekiwaniami pasażerów, którzy są w stanie zaakceptować brak darmowego serwisu pokładowego i mniejszy komfort maksymalnie na kilkugodzinnych lotach.

Tym samym, obserwatorzy rynku lotniczego są dziś świadkami coraz częstszego widoku linii niskokosztowych na największych europejskich lotniskach czy zabezpieczania się przed ewentualnymi problemami finansowymi poprzez różnego rodzaju umowy partnerskie lub działalność w ramach jednej, dużej grupy lotniczej. Powoli zanika również tendencja do wykorzystywania tego samego typu samolotu - coraz częściej przewoźnicy decydują się na korzystanie z dwóch bądź trzech wariantów maszyn, tak by lepiej wykorzystywać potencjał danej trasy.

2. POCZĄTKI OBECNOŚCI LINII NISKOKOSZTOWYCH NA TRASACH DALEKODYSTANSOWYCH

Pomysł przeniesienia koncepcji znanej z krótkich tras rzadko przekraczających 1500 km, na dłuższe trasy międzykontynentalne pojawił się niedługo po pierwszych sukcesach sektora linii niskokosztowych w Stanach Zjednoczonych, a wdrożony został w już w połowie lat 60. ub. wieku przez Sigurdura Helgasona, Islandczyka, który zdecydował się wykorzystać w biznesie strategiczne położenie Islandii między dwoma kontynentami. Jego pomysł opierał się na wykorzystaniu niewielkich - i co za tym idzie ekonomicznych - Douglasów DC-8, które jego linia - Loftleidir - wykorzystywała na trasie między Nowym Jorkiem a Europą z międzylądowaniem w Rejkiawiku. Helgason prowadząc politykę firmy zwaną: "We're slow but we're low" stał się na przestrzeni kilku kolejnych lat najczęściej wybieranym przewoźnikiem przez młodych ludzi, zyskując przy tym przydomek "Hippie Airline" [1].

Nieco inną strategię miał Freddie Laker, który w 1966 roku założył Laker Airways, będącą początkowo linią o charakterze czarterowym, która z czasem zmieniła się w regularnego przewoźnika. 15 czerwca 1971 roku Laker zgłosił do brytyjskiej Rady Licencjonowania Transportu Lotniczego, będącej poprzednikiem dzisiejszej Civil Aviation Authority, dokumenty, które miały mu pozwolić na uruchomienie pierwszego na świecie niskokosztowego połączenia transatlantyckiego między Londynem a Nowym Jorkiem, zwanego Skytrain. Pierwszy lot pod wspomnianą marką odbył się 26 września 1977, a na pokładzie 350-miejscowego Douglasa DC-10 podróżowało na wtedy 272 pasażerów. Bilety ustalono ostatecznie na 59 GBP co przekłada się na wysokość 336 GBP przy dzisiejszej wartości waluty [2].

Pojawienie się na rynku Laker Airways i Skytrain spowodowało nagły wzrost liczby pasażerów podróżujących między miastami i obniżenie cen konkurencyjnych przewoźników. W 1982 roku Laker niespodziewanie ogłosił bankructwo swojego projektu, który pozostawił za sobą 250 milionów GBP długu. Na tą sytuację złożyło się jednak kilka następujących czynników:

Laker Airways rozwijały się zbyt szybko pod koniec lat siedemdziesiątych i na początku lat osiemdziesiątych zamówiły maszyny Douglas DC-10 i Airbus A300, które zostały kupione za amerykańskie fundusze pochodzące ze zbytych wysoko oprocentowanych pożyczek. Dalsza dewaluacja funta spowodowała więc wzrost zadłużenia,

Firma była niedokapitalizowana i nie miała żadnego finansowego zaplecza, co poważnie osłabiło jej zdolność konkurowania z konkurentami, tj. z Pan Am, British Airways i Trans World Airways, co bezpośrednio doprowadziło ją do bankructwa w latach 1981-82 z powodu silniejszej finansowo konkurencji,

Uziemienie wszystkich eksploatowanych na świecie maszyn DC-10 poprzez cofnięcie świadectwa zdatości do lotu po katastrofie w Chicago wywołanej błędami konstrukcyjnymi tego typu samolotu.

Historia Laker Airways na wiele lat przekonała branżę, że niskokosztowy model biznesowy, sprawdzający się doskonale na trasach krótkiego i średniego zasięgu, jest ryzykowny pod względem finansowym na trasach długiego zasięgu.

3. ZMIANY NA RYNKU I POWRÓT DO IDEI TANICH LOTÓW NA DALEKICH DYSTANSACH

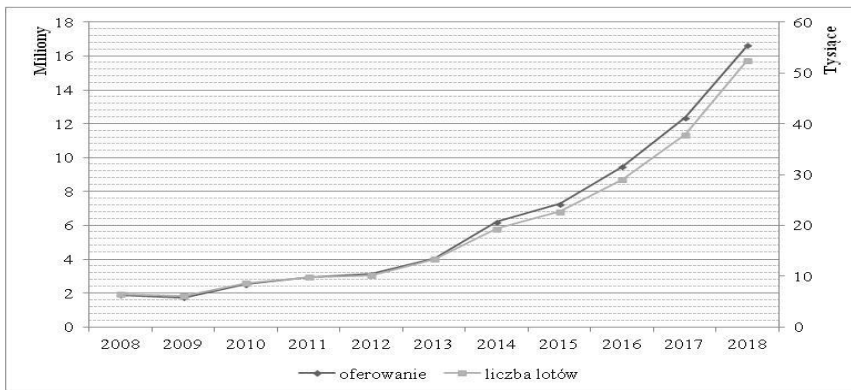
Do modelu linii niskokosztowych na trasach dalekodystansowych powrócono na początku drugiego tysiąclecia, po przeszło dwudziestu latach od upadku Laker Airways. Krótkotrwała działalność Oasis HongKong Airlines, które sprzedawały bilety na loty między Hong Kongiem a Londynem za 199 GBP oraz Zoom Airlines, które oferowały bilety na loty z Londynu do miast Kanady w cenie 89 GBP pokazały jednak, że mimo upływu lat rynek dalekodystansowych lotów pozostaje bardzo wrażliwy [3].

Sukcesu szukano także na innych kontynentach. W 2005 roku australijskie niskokosztowe JetStar Airways uruchomiły pierwsze połączenia międzynarodowe z Christchurch w Nowej Zelandii a rok później cały szereg połączeń z Brisbane, Melbourne i Sydney do miast Azji Południowo-Wschodniej, będących w zasięgu 10-godzinnego lotu z najmniejszego zamieszkanego kontynentu świata [4]. JetStar odniósł rynkowy sukces, jednak w porównaniu do Oasis Hong Kong Airlines oraz Zoom Airlines, został założony jako spółka zależna dominującej grupy lotniczej w Australii - Qantas, co pozwoliło mu uniknąć błędów popełnionych przez Laker Airways. Działanie to zostało powtórzone przy tworzeniu następujących linii: Scoot (spółka zależna Singapore Airlines), Jin Air (spółka zależna Korean Air), Eurowings (spółka zależna Lufthansy) czy LEVEL (spółka zależna IAG). Drugim modelem biznesowym wdrożonym pod koniec 2007 roku, było utworzenie odrębnego podmiotu w grupie silnego niskokosztowego przewoźnika lotniczego, który specjalizowałby się w trasach dalekodystansowych. Tak postąpiła po raz pierwszy Air Asia X, będąca spółką-córką Air Asia, wiodącego, pod względem floty i liczby kierunków docelowych, przewoźnika lotniczego Malezji [5].

4. OPIS SYTUACJI BIEŻĄCEJ

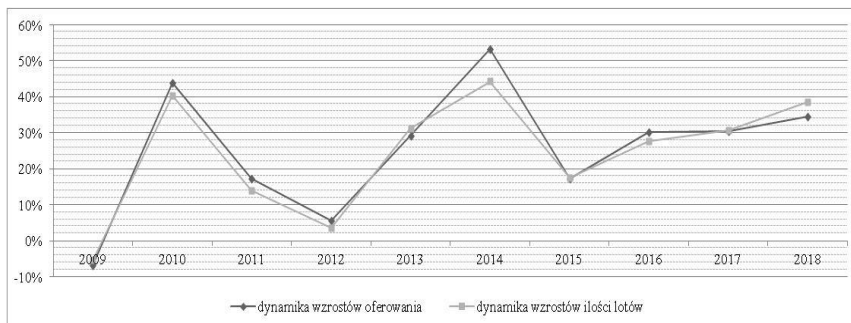
Według agencji Eurocontrol, trasy dalekodystansowe - z ang. *long-haul* - to trasy o długości przekraczającej 4000 km [6]. Ze względu na konieczność oddzielenia z analizy pojedynczych połączeń linii lotniczych, przekraczających wspomniany dystans, obsługiwanych przez przewoźników, których obszar działania koncentruje się głównie na połączeniach średniego zasięgu, zdecydowano się na analizie połączeń wykonywanych na dystansie min. 5000 km na przestrzeni lat 2008-2018 [7].

W 2018 roku 21 przewoźników niskokosztowych, spełniających powyższy warunek, na dalekodystansowych trasach wykona łącznie 52 528 lotów zapewniając przy tym 16 630 109 miejsc na pokładach swoich samolotów. Dla porównania, w 2008 roku, stanowiącym bazę wyjściową dla poniższej analizy, sześciu przewoźników wykonało 6 525 lotów, dostarczając tym samym 1 890 481 miejsc. Oznacza to, że w ciągu 10 lat oferowanie na połączeniach dalekodystansowych wzrosło o 780 proc., natomiast liczba połączeń urosła o 705 proc.



Rys. 1. Rozwój przewoźników niskokosztowych na długich dystansach
Fig. 1. Development of low-cost carriers at long-hauls

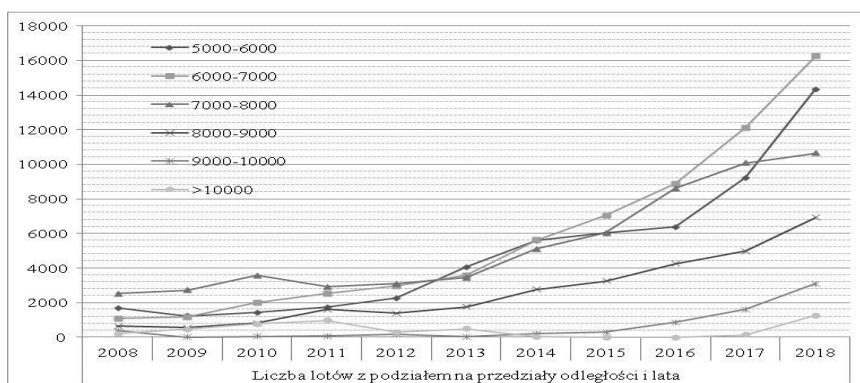
Największą dynamikę wzrostów w przypadku oferowania zaobserwowano między 2014 a 2013 rokiem - 53 proc. oraz między 2010 a 2009 rokiem - 44 proc. Jednocześnie, jak pokazuje Rys. 2., dynamika wzrostów liczby lotów nie zawsze odpowiadała dynamice wzrostów oferowania - choć w 2010 zaobserwowano podobnie wysoki, 40-proc. wzrost względem roku poprzedzającego, to w 2014 roku, można zauważyć poziom wzrostu rzędu 44 proc., tj. o 9 pkt. proc. mniejszy niż w przypadku wzrostu oferowania w tym samym roku. Różnica jest związana z tym, że w 2014 roku wprowadzono do eksploatacji sporo pojemnych samolotów.



Rys. 2. Dynamika wzrostów przewozów dalekodystansowych wykonywanych przez LCC

Fig. 2. Growth dynamics of long-haul performed by LCC airlines

Przeglądając się dokładniej powyższym danym, można zauważyć, że w stosunku do 2008 roku zmieniła się znacznie struktura lotów dalekodystansowych wykonywanych przez tanie linie lotnicze.



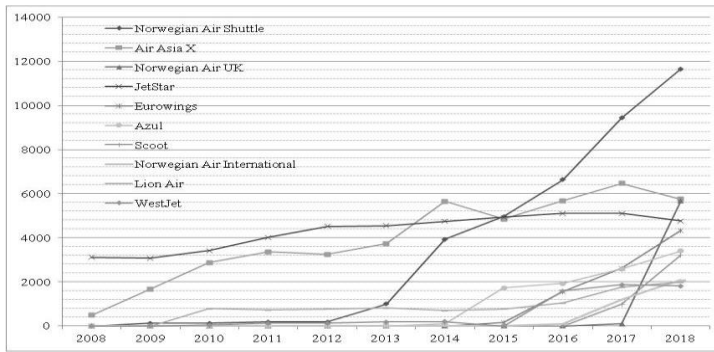
Rys. 3. Liczba lotów dalekodystansowych na poszczególnych dystansach

Fig. 3. The number of long-hauls on particular distances

Umieszczone w tabeli dane jednoznacznie wskazują, że na przestrzeni kilku ostatnich lat, na popularności zyskały zwłaszcza loty na dystansach rzędu 6000-7000 km. Ich liczba od 2008 wzrosła czternastokrotnie, a obecny udział na tle ogółu wynosi 31 proc., co oznacza, że niemal co trzeci lot wykonywany przez przewoźnika niskokosztowego odbywa się na dystansie tego rzędu. Niemal jedenastokrotnie wzrosła liczba lotów na dystansach rzędu 8000-9000 km i wreszcie - znaczący wzrost odnotowano w ciągu dwóch ostatnich lat w przypadku tras wykonywanych na dystansie 9000-10000 km i dłuższych. Wynika to w dużej mierze z wprowadzenia na trasy bardziej wydajnych niż dawniej samolotów szerokokadłubowych, które uczyniły poszczególne połączenia bardziej opłacalnymi dla LCC.

4.1. PRZEWOŹNICY NISKOKOSZTOWI NA TRASACH DALEKODYSTANSOWYCH

Obecnie istnieje 21 tanich linii lotniczych wykonujących regularne usługi na trasach dalekodystansowych z wykorzystaniem samolotów szerokokadłubowych [8]. Na rysunku poniżej przedstawiono rozwój 10 największych z nich z wyszczególnieniem liczby lotów wykonywanych w okresie 2008-2018.



Rys. 4. Rozwój największych przewoźników niskokosztowych operujących na długich dystansach
Fig. 4. Development of the largest low-cost carriers operating at long-hauls

Warto podkreślić, że pięć z dziesięciu najpopularniejszych w tym zakresie przewoźników na rynku istnieje pięć lat i krócej. Uwagę zwraca też ekspansja Norwegiana, który połączenia w ramach spółki Norwegian Long Haul realizuje pod kodem lotniczym Norwegian Air Shuttle, Norwegian Air UK oraz Norwegian Air International. W roku bieżącym linia realizuje 36,9 proc. wszystkich połączeń dalekodystansowych.

5. WYDAJNIEJSZE SZEROKOKADŁUBOWE KONSTRUKCJE POZWOLĄ DALEJ ROZWIJAĆ RYNEK?

Jedną z ważniejszych kwestii warunkujących rozwój sektora niskokosztowego jest zaferowanie wysoce wydajnego samolotu, który dzięki np. zmniejszonej masie własnej, będzie w stanie zużywać mniej paliwa, co przełoży się na potencjalny zysk. Wraz z powolnym wycofywaniem z rynku bardziej paliwożernych, czterosilnikowych samolotów w imię bardziej dopracowanych, dwusilnikowych konstrukcji, zdolnych oszczędzać paliwo, a przy tym pozwalających zabierać na pokład niewiele mniejszą liczbę pasażerów, na rynku pojawiła się szansa do powrotu idei taniego podróżowania na dłuższych dystansach.

5.1. AIRBUS A330NEO

Flotę 12 z 21 przewoźników niskokosztowych wykonujących loty na trasach dalekodystansowych stanowią obecnie samoloty z rodziny Airbus A330. Maszyny te zostały oblatane w 1992 roku i, choć zostały docenione dopiero po kilku latach obecności na rynku, uznawane są za niezwykle pojemne (egzemplarze użytkowane przez Lion Air mogą zabrać na pokład 440 pasażerów), a przy tym oszczędne, ciche i nowoczesne (instalowany system *fly-by-wire*, był w swoim czasie jednym z elementów wyróżniających maszynę na tle innych) [9]. Cechy te wykorzystano wiele linii niskokosztowych, mianując A330 podstawą swojej floty dalekodystansowej. W 2018 roku samoloty te wykonały 18 695 lotów, odpowiadając za 35,5 proc. wszystkich lotów dalekodystansowych. Jednocześnie zapewniły 6 426 798 miejsc, co stanowiło 38,6 proc. całości.

Program A330 ma przed sobą obiecującą przyszłość. Drugi największy obecnie przewoźnik niskokosztowy na rynku przewozów dalekodystansowych - Air Asia X - złożył zamówienie na 100 egzemplarzy drugiej generacji tego modelu - A330neo. Airbus zastosuje w niej nowoczesne silniki Rolls-Royce Trent 7000, które zmniejszą zużycie paliwa, jednakże prawie cała konstrukcja samolotu ma składać się z części używanych w tzw. A330ceo, tj. pierwszej generacji modelu, co pozwoli na kolejne oszczędności podczas przeglądów, czyniąc nową propozycję producenta z Tuluzy być może interesującą dla innych przewoźników z sektora LCC.

5.2. BOEING 787

Równie istotnym ogniwem w strukturze sektora przewoźników niskokosztowych było wprowadzenie boeinga 787. Maszyna ta została oblatana w 2009 roku, ale po raz pierwszy we flocie tanich linii lotniczych zadebiutowała dopiero cztery lata później. Dzięki użyciu po raz pierwszy w historii materiałów kompozytowych, które skutecznie zmniejszyły wagę samolotu oraz uczyniły go jeszcze wydajniejszym, dreamliner stał się popularny nie tylko pośród przewoźników czarterowych czy sieciowych latających na długich dystansach, ale także wśród przewoźników z sektora LCC. Rozwój swojej floty dalekodystansowej na Boeingach 787 oparły m.in. Norwegian, Scoot oraz JetStar. W obecnym roku dreamlinery wykonają łącznie 24 387 lotów, co stanowi 46,4 proc. wszystkich lotów dalekodystansowych wykonywanych przez linie niskokosztowe oraz zapewnią 7 984 972 miejsc, co stanowi 48 proc. ogółu. Jest to zatem najpopularniejsza obecnie maszyna użytkowana przez przewoźników z tego sektora.

Według przeprowadzonych obliczeń istnieje bardzo silna korelacja między wspomnianymi programami Airbusa i Boeinga (A330 i B787) a rozwojem rynku LCC na długich dystansach. W przypadku pierwszego z nich, współczynnik korelacji wynosi 0,976, natomiast w przypadku drugiego - 0,989.

6. SUKCESIE MOŻE DECYDOWAĆ TEŻ SZEROKA GAMA MODELI NA RYNKU

Historia rynku lotniczego pokazała, że odpowiedzią na rosnący popyt jest stworzenie samolotów szerokokadłubowych, które będą mogły jednorazowo przewozić na pokładzie więcej pasażerów niż wcześniej rozwijane maszyny wąskokadłubowe. Dlatego wraz z pojawieniem się pierwszych modeli samolotów z trzema rzędami siedzeń, tj. Boeing 747, Douglas DC-10, Lockheed L-1011, obsługa połączeń międzykontynentalnych przypadła wymienionym samolotom. Nieco później, pojawiła się tendencja do przydziału maszyn wąskokadłubowych jedynie na trasy krótko- i średniodystansowe - trasy dalekodystansowe zostawiono większym maszynom, a jedynym modelem dostępnym na rynku, który wykroczył poza ten schemat, był Boeing 757, umożliwiający loty np. z USA do Europy Zachodniej. Samolot ten był udaną konstrukcją, niemniej jednak nie wpasowywał się w ówczesne trendy i w rezultacie przegrywał - na rynku przewozów średniodystansowych z mniejszymi samolotami z rodziny MD-80 i boeingiem 737, a na rynku przewozów dalekodystansowych z większym Boeingiem 767 [10].

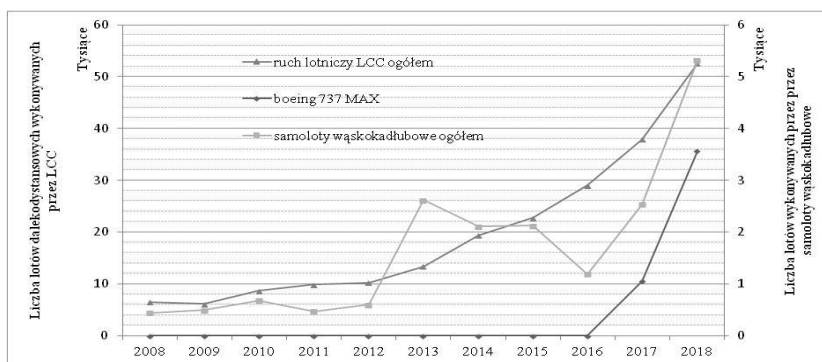
Wbrew temu co sądzono jeszcze kilkadziesiąt lat wcześniej, gdy nie doceniano w pełni możliwości Boeinga 757, historia zatoczyła koło i na początku obecnej dekady powrócono do prac nad rozwijaniem wąskokadłubowych samolotów w celu wykorzystania ich na dłuższych trasach. Takie perspektywy stwarzał już zresztą wprowadzony pod koniec lat 90. ub. wieku - Boeing 737NG, którego zasięg w najpopularniejszej wersji wynosił 5440 km, co pozwalało realizować loty na wybranych trasach dalekodystansowych. Ich ilość stanowiła jednak zaledwie 1,6 proc. wszystkich tras realizowanych przez Boeingi 737NG w 2017 roku - podobnie było w przypadku największego konkurenta tego samolotu - rodziny Airbusa A320 realizowała zaledwie 1 proc. wszystkich swoich tras na dalekich dystansach.

6.1. BOEING 737 MAX

Jednym z najlepszych dowodów na to, że branża poszerza grono potencjalnych odbiorców produkując najnowsze samoloty z rodzin A320 i B737 są m.in. prace prowadzone nad zwiększeniem zasięgów w obu tych modelach. Dla przykładu jeden z wariantów pierwszej generacji B737 - Boeing 737-200 posiadał maksymalny zasięg 4800 km. Przy produkcji wariantów kolejnej, drugiej generacji (Boeing 737 Classic) ten sam parametr uległ zmniejszeniu i wynosił maksymalnie niespełna 4400 km. W trzeciej generacji (Boeing 737 NextGeneration) zasięg maksymalny, dotyczący w wersji 737-600, podniesiono do 6000 km, natomiast nabywcom czwartej generacji, nazywanej Boeing 737 MAX, umożliwiono loty na dystansie nawet do 7000 km. Jakkolwiek najpopularniejsze warianty zarówno generacji 737NG jak i 737 MAX posiadają nieco słabsze możliwości (przykładowo

737 MAX 8 posiada zasięg 6500 km), to parametry te umożliwiają wykorzystywanie ich na lotach transatlantyckich np. między Wyspami Brytyjskimi oraz wybranymi miastami północno-wschodniej części Stanów Zjednoczonych [11].

Wprowadzenie do eksploatacji Boeinga 737 MAX 8 w 2017 roku stanowiło niewątpliwie impuls dla wykorzystania samolotów wąskokadłubowych na trasach dalekodystansowych przez przewoźników z sektora LCC. Współczynnik korelacji między zmiennymi zebrany z dziesięciu ostatnich lat wynosi 0,855 i można go uznać za wysoki. Podobny poziom tego samego współczynnika (0,842) dotyczy także powiązania wprowadzenia na rynek B737 MAX z liczbą lotów dalekodystansowych wykonywanych przez wszystkich przewoźników niezależnie od posiadanej floty.



Rys. 5. Wpływ Boeinga 737 MAX na rozwój przewozów dalekodystansowych
Fig. 5. Impact of Boeing 737 MAX on the development of long-hauls

Łącznie w pierwszym roku komercyjnej służby, MAX-y wykonały 1057 lotów na trasach dalekodystansowych, zapewniając 196 929 miejsc. W całym 2018 roku przewidziano natomiast 3567 lotów tymi samolotami, a do systemów rezerwacyjnych trafiło 663 444 miejsc. W drugim roku eksploatacji, maszyny te wykonują więc 6,7 proc. wszystkich rejsów dalekodystansowych obsługiwanych przez przewoźników niskokosztowych. 2 997 lotów wykonanych zostanie na trasach z przedziału 5000-6500 km, a więc na dystansie, na którym maszyna może polecieć na pełnym baku, pozostałe 570 wykonanych lotów stanowią będą rejsy wykonane z międzylądowaniem.

6.2. AIRBUS A321LR

Airbus kwestię wąskokadłubowego modelu o zasięgu pozwalającym pokonywać trasy dalekodystansowe bez międzylądowania przeżywał nieco inaczej. Podczas gdy rodzina 737 MAX nie posiada wariantu przeznaczonego ściśle pod pokonywanie znacznie oddalonych od siebie lotnisk, francuski producent zdecydował się pójść w ślady boeinga 757 i opracował specjalny wariant jednego z najpopu-

larniejszych modeli z całej rodziny, tj. Airbusa A321neo o wydłużonym zasięgu. Wariant ten, nazwany Airbusem A321LR (LR - *Long Range*), pozwala na pokonywanie bez międzylądowania dystansów przekraczających 7000 km (zasięg 7400 km) i umożliwia wzięcie na pokład niespełna 200 pasażerów. Są to parametry zbliżone do Boeinga 757, choć według deklaracji Airbusa, A321LR będzie spalać 25 proc. paliwa mniej niż wspomniany model amerykańskiego producenta [12].

Jak pokazano na Rys. 3., na przestrzeni ostatnich 10 lat liczba lotów realizowanych na dystansie 5000-6000 km wzrosła z 1682 do 14339, natomiast liczba lotów na dystansie 6000-7000 km wzrosła z 1086 do 16252 w ciągu roku. W 2018 roku loty na dystansie 5000-7000 km stanowiąc będą 58 proc. wszystkich lotów dalekodystansowych obsługiwanych przez LCC, a jednocześnie samoloty wąskokadłubowe odpowiadać będą za 4690 lotów, tj. jedynie za 8,9 proc. wszystkich lotów w tym przedziale odległości. Choć w porównaniu do 2017 roku, odsetek tego rodzaju maszyn zwiększył się o 2,1 pkt. proc, to wciąż widoczny jest tu spory, niewykorzystany potencjał. Biorąc pod uwagę charakter ruchu niskokosztowego i wybierany przez wielu przewoźników model podróży *point-to-point*, szanse dla wykorzystania A321LR można szukać, podobnie jak w przypadku B737 MAX, zwłaszcza na trasach między mniejszymi lotniskami, niedotowanymi przez połączenia dowożące. Takie warunki spełnia strategia tzw. ultratanich przewoźników lotniczych (ang. *ultra low-cost carriers*), do których należą np. Spirit Airlines, czy Wizz Air [15]. Uwzględniając możliwości Airbusa A321LR, można zauważyć, że w zasięgu obsługi najpopularniejszego obecnie rynku węgierskiego przewoźnika - Polski - są miasta leżące we wschodniej części Stanów Zjednoczonych.

Tab. 1. Potencjalne trasy dla Airbusa A321LR [16]

Tab. 1. Potential routes for Airbus A321LR [16]

Trasa:	Dystans [km]
Lizbona - Chicago	6433
Kraków - Nowy Jork	6920
Bergen - Atlanta	6788
Budapeszt - Boston	6710
Edynburg - Minneapolis	6010

Poruszając kwestię połączeń między Polską a USA należy pamiętać o ograniczeniu, jakim jest konieczność podróżowania z wizą, która w chwili obecnej mocno ogranicza zwłaszcza ruch turystyczny. Niezaprzeczalnie jednak nabywcy Airbusa A321LR mogliby z pomocą tej maszyny operować na większości tras z Europy Zachodniej do wschodniej części USA oraz na wybranych trasach z Europy Środkowej do miast północno-wschodniego wybrzeża USA, np. do Nowego Jorku czy Waszyngtonu.

7. PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę wydarzenia z przeszłości, można stwierdzić że współczesna branża lotnicza uczy się na błędach poprzedników. Doświadczenia pierwszych LCC, które chciały podbić rynek przewozów transatlantycznych pokazały, że niemożliwym jest powtórzenie sukcesu osiągniętego na krótkich dystansach bez wprowadzenia pewnych zmian. Dzisiaj kluczem do udanej działalności biznesowej wydaje się być przede wszystkim powiązanie z silną grupą lotniczą oraz odpowiednia strategia flotowa. Należy też pamiętać o pozostałych czynnikach, którym poświęcono mniej uwagi w tekście, a które również decydują o powodzeniu przedsięwzięcia - to kwestia umiejętnego rozeznania rynku, odpowiednio dobranej oferty, trwałego zaplecza finansowego pozwalającego przetrwać kryzysy gospodarcze, czy wreszcie doświadczenie w branży, ułatwiające podejmowanie decyzji i pozwalające przewidywać pewne rynkowe trendy. Jak istotny w modelu LCC jest jednak czynnik "flotowy" pokazała przykładowo historia Primera Air, która w 2018 roku zbankrutowała m.in. na wskutek opóźnień w dostawach airbusów A321neo [17].

LITERATURA

- [1] *Our History. Loftleidir Icelandic*. www.loftleidir.com/our-history/ (dostęp: 27.10.2018).
- [2] *Laker's low-fare challenge*, *Flight International*, 8 July 1971, p. 42.
<https://www.flightglobal.com/pdfarchive/view/1971/1971%20-%201156.html> (dostęp: 27.10.2018).
- [3] *Oasis budget airline stops flying*, BBC NEWS, 9 April 2008
<http://news.bbc.co.uk/2/hi/business/7338424.stm> (dostęp: 27.10.2018).
- [4] *Airline JetStar to be based at Avalon*, The Sydney Morning Herald
<https://www.smh.com.au/business/airline-jetstar-to-be-based-in-avalon-20040225-gdifb3.html> (dostęp: 27.10.2018).
- [5] S. ROCHFORT, N. JAMAL, *Cut-price airlines landing like flies*, The Sydney Morning Herald
<https://www.smh.com.au/lifestyle/cut-price-airlines-landing-like-flies-20070518-gdq64s.html> (dostęp: 27.10.2018).
- [6] *"Study into the impact of the global economic crisis on airframe utilisation"* (PDF). Eurocontrol. January 2011. p. 21
<https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/official-documents/facts-and-figures/coda-reports/study-impact-global-economic-crisis-2011.pdf> (dostęp: 27.10.2018).
- [7] OAG Schedule Analyser <https://analytics.oag.com/analyser-client/home>, (dostęp: 27.10.2018).
- [8] *Longhaul low cost airlines: World Airways to be US' first*, CAPA Centre for Aviation
<https://centreforaviation.com/analysis/reports/longhaul-low-cost-airlines-world-airways-to-be-us-first-405559> (dostęp: 27.10.2018).
- [9] Airbus A330-200: The versatile med-size widebody, Airbus Commercial Aircraft
<https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/a330-family/a330-200.html> (dostęp: 27.10.2018).
- [10] K. PLACHA HETMAN, *Boeing 757*, https://www.polot.net/boeing_757/historia (dostęp: 27.10.2018).
- [11] 737 MAX, Boeing Commercial Aircraft <https://www.boeing.com/commercial/737max/>, (dostęp: 27.10.2018).

- [12] *Airbus A321neo: The most efficient single-aisle jetliner, Airbus Commercial Aircraft* <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/a320-family/a321neo.html> (dostęp 27.10.2018).
- [13] Kalkulator odległości, The Timenow <http://pl.thetimenow.com/distance-calculator.php> (dostęp: 27.10.2018).
- [14] *Bankructwo linii lotniczych Primera Air* <https://icelandnews.is/wiadomosci/z-kraju/bankructwo-linii-lotniczych-primera-air> (dostęp: 8.11.2018).

LOW-COST AIRLINES ON LONG-DISTANCE ROUTES CURRENT SITUATION AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES

Key words: *aviation market, low-cost carriers, passenger aircrafts, long-haul routes*

Low-cost carriers in recent years has become the fastest growing branch of passenger air transport. In 2017, in South Asia and Southeast Asia, low-cost carriers achieved more than half of the market share - in Europe and America - one third. The success of the business model used by the LCC sector on short- and medium-haul routes is indisputable. Thanks to the introduction of more and more efficient aircraft, there is also a chance to transfer the business model of low-cost carriers to long-haul routes. The article discusses the current situation and opportunities for cheaper transcontinental flights.

Damian SOCHA¹

PERSPEKTYWA ROZWOJU TRANSPORTU LOTNICZEGO W POLSCE

Słowa kluczowe: *logistyka, analiza rozwoju, prognozy, statystyka*

Celem artykułu jest przedstawienie prognozy rozwoju transportu lotniczego w Polsce na najbliższe kilkanaście lat a także analiza liczby pasażerów i ładunków przesyłanych drogą lotniczą w portach lotniczych w wybranych latach ubiegłych. Analizie poddano kilka istotnych parametrów mających bezpośredni wpływ na rozwój sektora transportu lotniczego. Zaprezentowano dane statystyczne z 2004, 2008, 2012 oraz 2017 roku pod kątem analizy i wskazania trendu rozwoju transportu lotniczego w latach ubiegłych. Porównano dane statystyczne dla każdego z portów w ubiegłych latach. Przedstawiony cel zdeterminował wybór następujących metod badawczych: analiza literatury pod kątem prognoz dla transportu lotniczego oraz raportów z zakresu przewozu towarów i pasażerów w transporcie lotniczym.

1. WSTĘP

Transport lotniczy oraz rynek lotniczy cechuje się ciągłym, dynamicznym rozwojem. Okresowe trudności, związane m.in. z koniunkturą gospodarczą, nastrojami politycznymi nie wpłynęły na tę gałąź w takim stopniu, by proces jej rozwoju zahamował. Perspektywa ciągłej dynamiki wzrostu wydaje się nieustanna, szczególnie biorąc pod uwagę postępującą globalizację czy bogacenie społeczeństw, za sprawą których to m.in. czynników wynikają chęci i potrzeby sprawnego oraz bezpiecznego przemieszczania towarów i ludzi.

Transport lotniczy jest bezpośrednio związany z rozwojem gospodarki światowej, która to powiązana jest jak nigdy wcześniej z transferem ludzi, dóbr i informacji. Transport ten spaja rynki i determinuje ich dostępność o coraz większym zasięgu geograficznym, co bezpośrednio łączy się z redukcją czasu, kosztów i zwiększeniem tonażu przepływu ładunków. W pewnym stopniu jest mnożnikiem efektu ekonomicznego, dzięki któremu ceny dóbr spadają, a ich oferowana różnorodność wzrasta.

Wraz z rozszerzeniem się granic Unii Europejskiej w 2004 roku i przystąpieniem do niej m.in. Polski, nastąpiła swoista rewolucja w przewozach lotniczych, czego efektem był dynamiczny wzrost tej branży w latach ubiegłych. Najlepszym

¹ Inż., Studenckie Koło Naukowe Logistyków, Politechnika Rzeszowska.

przykładem zmian na polskim rynku lotniczym było pojawienie się na nim przewoźników niskokosztowych. Od tamtego czasu gwałtownie wzrosła liczba pasażerów korzystających z usług transportu lotniczego. Zwiększyła się liczba połączeń międzynarodowych ze stolicy i innych portów w pozostałych województwach. Transport ten na tyle upowszechnił się, iż przestał być elitarny [11]. Według prognoz, za niespełna 20 lat ze środków transportu skorzystać ma dwukrotnie więcej klientów niż mieszkańców kraju. W pracy przedstawiono dane statystyczne dotyczące liczby pasażerów, którzy skorzystali z tej gałęzi transportu, jak również dane ukazujące liczbę przewiezionych towarów. Ukazano również prognozę rozwoju gałęzi transportu na najbliższe lata i zdeterminowano czynniki mające wpływ na jej wzrost.

2. ANALIZA TRANSPORTU LOTNICZEGO W POLSCE W WYBRANYCH LATACH

2.1. ANALIZA ILOŚCI PASAŻERÓW

W analizowanych latach dostrzec można ogólny trend, jakim był wzrost całkowitej liczby pasażerów korzystających z transportu lotniczego. Na przestrzeni lat całkowita ich liczba wzrosła ponad czterokrotnie, z blisko 9 mln w 2004 roku do 40 mln w 2017 roku. Na przestrzeni lat największą liczbę podróży w kraju obsługiwało Lotnisko Chopina w Warszawie – na koniec 2017 roku było to blisko 16 mln pasażerów. Najmniej obsłużonych pasażerów zanotował port lotniczy w Radomiu – 10 362 osoby. Każdy z portów poza portem Bydgoszcz-Szwederowo zanotował wzrost liczby obsłużonych pasażerów w 2017 w porównaniu do roku 2012 (nie licząc portów, dla których brak jest dostępnych danych). Szczegółowe dane wszystkich portów znajdują się w tabeli 1.

2.2. ANALIZA ILOŚCI CARGO

W 2004 roku ogólna liczba przeladowanych towarów wyniosła blisko 52 mln ton, w 2017 roku było to już około 135 mln ton (wzrost o około 260%). Znaczną wielkość masy towarowej w każdym z analizowanym roczniku obsługuje Lotnisko Chopina w Warszawie. Biorąc pod uwagę fakt, iż w 2017 roku port ten obsłużył ponad 70% całkowitej masy towarów przewiezionych drogą lotniczą, można wysunąć wniosek, iż z tego powodu marginalizowane są pozostałe porty. Szczególną cechą każdego portu jest brak stabilnego wzrostu liczby obsłużonych towarów. Liczba ta waha się znacznie i np. w roku 2008 połowa portów obsługujących cargo zaliczyła spadek masy obsłużonych towarów. Najmniejszą masę towarową w 2017 r. obsłużył port w Lublinie – 20 kg (nie licząc portów, które nie obsłużyły ładunków wcale).

Tab. 1. Liczba obsłużonych pasażerów w portach lotniczych w latach 2004, 2008, 2012 i 2017 [9]
 Tab. 1. Numbers of airports passenger's in years 2004, 2008, 2012 and 2017 [9]

Liczba pasażerów				
Port Lotniczy	2004	2008	2012	2017
Ogółem	8 880 560	20 716 704	23 677 411	40 044 701
Wrocław - Strachowice	359 887	1 465 322	1 948 019	2 797 037
Bydgoszcz - Szwederowo	24 912	282 121	339 722	330 979
Port Lotniczy Lublin	-	-	-	430 313
Lotnisko Zielona Góra /Babimost	4 409	5 689	12 665	17 702
Łódź im. Władysława Reymonta	6 246	356 027	464 655	208 306
Kraków-Balice im. Jana Pawła II	813 461	2 908 721	3 419 956	5 834 065
Lotnisko Chopina w Warszawie	6 085 111	9 448 786	8 730 361	15 762 777
Warszawa – Modlin	-	-	857 481	2 932 639
Radom	-	-	-	10 362
Rzeszów - Jasionka	72 598	323 142	564 899	693 542
Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy	464 656	1 951 062	2 897 401	4 610 604
Katowice - Pyrzowice	607 799	2 417 505	2 526 393	3 885 895
Olsztyn – Mazury	456	-	-	104 851
Poznań - Ławica im. Henryka Wieniawskiego	345 689	1 263 460	1 567 328	1 847 173
Szczecin - Goleniów im. NSZZ „Solidarność”	95 336	294 869	348 531	578 456

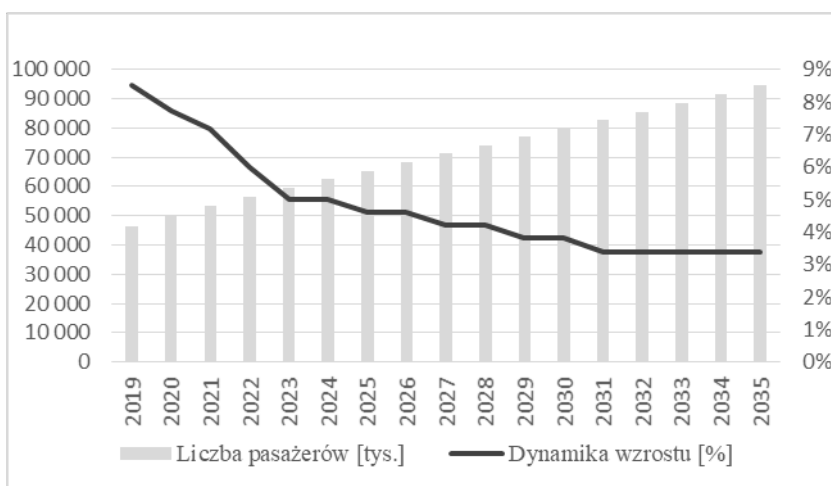
Tab. 2. Liczba przeładowanych towarów w portach lotniczych w latach 2004, 2008, 2012 i 2017 (w tonach) [9]

Tab. 2. Number of goods in polish airports in years 2004, 2008, 2012 and 2017 (in tons) [9]

Liczba przeładowanych towarów (tony)				
Port lotniczy	2004	2008	2012	2017
Ogółem	51 922,50	57 146,00	57 702,19	134 871,79
Wrocław - Strachowice	405,10	192,45	102,7	944,11
Bydgoszcz - Szwederowo	-	-	4,44	24,96
Port Lotniczy Lublin	-	-	-	0,02
Lotnisko Zielona Góra /Babimost	-	-	-	-
Łódź im. Władysława Reymonta	-	-	1 047,40	9 530,96
Kraków - Balice im. Jana Pawła II	1 805,70	2 426,81	582,00	680,66
Lotnisko Chopina w Warszawie	40 541,00	37 725,40	45 362,40	98 235,04
Warszawa – Modlin	-	-	-	-
Radom	-	-	-	-
Rzeszów - Jasionka	242,80	10,70	201,15	393,33
Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy	2 561,60	3 590,70	547,00	5 548,50
Katowice w Pyrzowicach	5 038,00	12 546,00	9 607,00	17 341,00
Olsztyn – Mazury	-	-	-	35,31
Poznań - Ławica im. Henryka Wieniawskiego	1 091,80	165,06	176,30	1 988,02
Szczecin - Goleniów im. NSZZ „Solidarność”	236,50	488,88	71,80	149,89

3. PROGNOZA ROZWOJU TRANSPORTU LOTNICZEGO W POLSCE

W dobie dzisiejszej globalizacji, rozwój transportu lotniczego w perspektywie najbliższych piętnastu – dwudziestu lat ma kluczowe znaczenie dla rozwoju kraju. Według Urzędu Lotnictwa Cywilnego (ULC) pasażerski transport lotniczy cechuje się dużą dynamiką wzrostową i w okresie 2019 – 2035 średni poziom wzrostu tej gałęzi transportu wyniesie blisko 4,8% rocznie. Efektem tego będzie przyrost liczby pasażerów o blisko 235% (z 40 milionów w 2017 do 94,5 miliona w 2035) w perspektywie 18 lat [9]. Rysunek 1. przedstawia prognozę dynamiki oraz wzrostu liczby pasażerów w latach 2019 – 2035.



Rys. 1. Prognoza dynamiki i wzrostu liczby pasażerów w latach 2019 – 2035 [10]
 Fig. 1. Forecast of dynamics and increase number of passengers in years 2019 – 2035 [10]

Główne czynniki, determinujące rozwój transportu lotniczego w Polsce to:

- roczny wzrost gospodarczy kraju,
- rozwój infrastruktury transportowej (w tym ewentualna budowa centralnego portu lotniczego – CPL),
- systematyczny rozwój innych gałęzi transportu (duże znaczenie mają koleje dużych prędkości, które w coraz większym stopniu łączyć będą aglomeracje a co za tym idzie porty lotnicze),
- wzrost znaczenia lotniczych przewoźników niskokosztowych,
- rozwój Transeuropejskiej Sieci Transportowej TEN-T.

Według prognoz Ministerstwa Transportu, dynamika wzrostu polskiego PKB do 2035 roku wyniesie między 2,5 – 4,5% rocznie (w zależności od scenariusza). Scenariusz bazowy (dynamika 3,5%) zakłada wzrost PKB w stosunku do cen stałych z 2008 r. o 100%, scenariusz optymistyczny analogicznie o 150% (dy-

namika 4,5%), natomiast pesymistyczny o 67% (dynamika 2,5%). Dostępne dane ukazują, iż tempo wzrostu ruchu lotniczego (mierzone w pasażerokilometrach) jest zwykle wyższe o około 2 punkty procentowe od tempa wzrostu PKB. Biorąc pod uwagę prognozy ULC, przewidujące rozwój przewozów pasażerskich o około 4,8% rocznie, prawidłowość ta potwierdza się zgodnie ze scenariuszem bazowym Ministerstwa Finansów. Prognozy wskazują również na zmianę struktury udziału poszczególnych gałęzi gospodarki w tworzeniu PKB, np. udział rolnictwa spadnie do ok. 2% w 2035 r., a budownictwo i przemysł do 30%. Spadkowi sfer produkcyjnych towarzyszyć będzie wzrost znaczenia usług (68% w 2035 r.) w tym transportu lotniczego [5].

Opisane czynniki (tj. rozwój gospodarczy na poziomie 3,5% jak i rozwój pasażerskiego transportu lotniczego na poziomie 4,8% rocznie do 2035 r.) ukazują potencjał rozwojowy w perspektywie najbliższych 18 lat. Inaczej przedstawia się sytuacja rozwoju polskiego lotniczego transportu towarowego. Choć liczba przewiezionych towarów rokrocznie zwiększa się, wzrost ten nie jest tak dynamiczny i stabilny jak ten dotyczący wzrostu ruchu pasażerskiego. Sytuacja ta wynika m.in. z powodu:

- słabo rozwiniętej infrastruktury obsługującej cargo,
- rozwoju infrastruktury drogowej, który jest niewystarczający i nie zapewnia ona sprawnego i taniego przesyłu towarów z portów lotniczych do odbiorców,
- dużej części ładunków, która przewożona jest w samolotach pasażerskich, co podkreśla drugoplanowość tego rodzaju transportu towarów w Polsce.

Dynamika wzrostu ilości przewiezionych ładunków lotniczych w Polsce cechuje się znacznymi wahaniami, co przedstawiono przy pomocy danych z lat ubiegłych w tabeli 2. Do rozwoju przewozów towarowych drogą lotniczą konieczne są liczne inwestycje w infrastrukturę portową i zabezpieczającą przewozy towarowe. Pomocna okazać się może inwestycja w budowę transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T, do której zostało wliczone 8 polskich portów lotniczych [6]. Zrealizowane działania do 2015 r. w ramach koncepcji przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Inwestycje w polskich portach lotniczych do 2015 r. w ramach koncepcji Transeuropejskiej Sieci Transportowej TEN-T (Trans-European Transport Networks) [2]

Table 3. Investments in Polish airports as part of the Trans-European Network TEN-T until 2015 [2]

Port lotniczy	Nakłady inwestycyjne [mln]	Modernizacje
Lotnisko Chopina w Warszawie	810	– budowa / rozbudowa / przebudowa (modernizacja) infrastruktury lotniskowej – budowa nawierzchni lotniskowych i drogowych
Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków-Balice	679,51	– rozbudowa i przebudowa istniejącego terminalu pasażerskiego – wyposażenie rozbudowanego terminalu pasażerskiego – rozbudowa istniejącej infrastruktury lotniskowej – budowa wewnętrznego układu komunikacyjnego
Międzynarodowy Port Lotniczy Katowice w Pyrzowicach	450,26	– rozbudowa oraz modernizacja infrastruktury lotniskowej i portowej
Port Lotniczy im. Mikołaja Kopernika we Wrocławiu	417,33	– rozbudowa i modernizacja infrastruktury lotniskowej i portowej – poprawa bezpieczeństwa i ochrony
Port Lotniczy Poznań-Ławica im. Henryka Wieniawskiego	364,27	– rozbudowa i modernizacja infrastruktury lotniskowej i portowej – poprawa systemu ochrony lotniska – modernizacja infrastruktury lotniskowej
Międzynarodowy Port Lotniczy Rzeszów-Jasionek	286,7	– rozbudowa i modernizacja infrastruktury lotniskowej – projekty związane z poprawą jakości usług oraz bezpieczeństwa
Port Lotniczy SzczecinGoleniów im. NSZZ Solidarność	117,89	– rozbudowa i modernizacja infrastruktury lotniskowej i portowej
Port Lotniczy Gdańsk im. Lecha Wałęsy	52,3	– rozbudowa systemu oświetlenia nawigacyjnego – rozbudowa infrastruktury towarzyszącej

Determinantą rozwoju transportu lotniczego w Polsce wciąż będzie postępująca deregulacja i liberalizacja sektora. Do tej pory liberalizacja przyniosła efekty w postaci zwiększenia liczby linii lotniczych działających w tym obszarze. Kształt infrastruktury, będący również podstawą rozwoju ruchu lotniczego jest przyszłością tego transportu. Należy dodać, że sama infrastruktura nie spełnia jedynie zadań dotyczących zabezpieczenia operacji lotniczych. Według analiz zrzeczenia portów lotniczych (ACI), na każdy milion lub każde 100 tys. ton

ładunku, port lotniczy generuje 925 miejsc pracy. Wliczając jego najbliższe otoczenie wraz z regionem, na każdy milion odprawionych pasażerów powstaje 4350 miejsc pracy. Z analiz wynika również, iż dla 31% przedsiębiorstw bliskość portu lotniczego jest determinantą wyboru lokalizacji swojej siedziby [3].

Transport lotniczy nie pozostaje obojętny i wpływa na inne gałęzi transportu stąd planowany jest w myśl zasady multimodalności. Efektem tego w planach rozwojowych zagospodarowania przestrzeni do 2030 r. zakłada się:

- modernizację infrastruktury portowej zgodnie z zasadą tworzenia zapasu przepustowości w miarę rozwoju ruchu lotniczego – brak modernizacji i rozbudowy odpowiedniej infrastruktury może skutkować zakłóceniami w ruchu statków powietrznych w przestrzeni jak również pasażerów w portach lotniczych. Efektem braku wprowadzenia zmian mogą być opóźnienia samolotów, będące wynikiem nieefektywnego zarządzania ruchem czy niewystarczającej przepustowości portów lotniczych. Na koniec 2011 roku w Polsce zanotowano 2,5% wszystkich opóźnień lotniczych w Europie, od tamtego czasu wartość ta mimo coraz większej liczbie operacji maleje, co świadczyć może o wdrażanej optymalizacji działalności w tym zakresie [8],
- poprawę dostępności portów lotniczych oraz odpowiedniej infrastruktury drogowej, kolejowej i transportu publicznego – port lotniczy będący w dobrym stopniu połączony z siecią kolejową, szczególnie z koleją dużej prędkości rozszerza obszar ciężenia portu i zarazem zwiększa jego obszar potencjalnego oddziaływania. Układ ten pozwala zwiększyć dostępność transportu lotniczego [1],
- włączenie polskich portów lotniczych w krajową i europejską sieć transportu multimodalnego – rozbudowa kolei dużych prędkości otworzy możliwość skrócenia czasu podróży pomiędzy największymi ośrodkami aglomeracyjnymi, w tym tymi które posiadają porty lotnicze. Przykładem może posłużyć połączenie Warszawa – Wrocław, które ma zostać skrócone z 5 godzin do 1:30 godz., co pozwala stwierdzić, iż KDP stanie się konkurencyjną opcją dla podróży w stosunku do połączeń lotniczych między miastami. W związku z tym zakłada się istotny wpływ KDP na dynamikę popytu na usługi lotnicze [4],
- budowa nowego centralnego portu lotniczego – realizacja przedsięwzięcia, jakim jest budowa CPL pomiędzy Warszawą a Łodzią zmieni układ sił w krajowym systemie i rynku transportu lotniczego. Koniecznością będzie również redefinicja roli Lotniska Chopina w Warszawie, które po stworzeniu CPL może stracić swe znaczenie portu centralnego. Ze względu na bliskość portu lotniczego w Łodzi, może w nim nastąpić spadek natężenia ruchu. Dodatkowym elementem powiązanim z budową CPL jest obecność na nim silnego przewoźnika sieciowego, dla którego port ten stanowiłby bazę [7].

4. PODSUMOWANIE

Polski rynek transportu lotniczego cechuje się dużym potencjałem rozwojowym. W analizowanych latach zaobserwować można ciągły wzrost liczby pasażerów, których całkowita ilość potroiła się od 2004 roku. Podobna sytuacja ma miejsce na rynku transportu towarów – w ciągu 13 lat tonaż przeładunków wzrósł o ponad 250%. Aby rozwój branży mógł przebiegać bez przeszkód, konieczna jest realizacja zakładanych planów rozwojowych, szczególnie infrastrukturalnych. Do realizacji skutecznego planu rozwoju rynku transportu lotniczego należy brać pod uwagę m.in. poruszone parametry. Konieczne jest również uwzględnienie najwyższych standardów bezpieczeństwa oraz niezawodności, które powinny być nieodłącznym elementem transportu lotniczego i które bezpośrednio wpływają na wzrost zaufania społeczeństwa, skutkujące wzrostem zapotrzebowania na usługi lotnicze. Planując rozwój rynku lotniczego należy uwzględnić połączenie portów w multimodalny system transportowy.

LITERATURA

- [1] BURNIEWICZ J., *Nowoczesna infrastruktura transportowa jako podstawowy element intensyfikacji procesów rozwojowych w projektowanych dokumentach strategicznych. Ekspertyza dla Ministerstwa Rozwoju Regionalnego*, Uniwersytet Gdański, Gdańsk 2010, 95-96.
- [2] MADEJ K., RUCIŃSKI A., *Prognozy rozwoju transportu lotniczego w Polsce do roku 2030*, Logistyka 3/2015, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2015, 3.
- [3] MALARSKI M., SZTERK D., *Analiza infrastruktury nawigacyjnej i procedur środowiskowych europejskich portów lotniczych*. Politechnika Warszawska, Warszawa 2011, 75-76.
- [4] Ministerstwo Infrastruktury, *Program budowy i uruchomienia przewozów Kolejami Dużych Prędkości w Polsce*, Warszawa 2008, 26.
- [5] Ministerstwo Infrastruktury, *Raport cząstkowy 2 - Prognoza rozwoju transportu lotniczego w Polsce*, Warszawa 2010, 101-102.
- [6] Ministerstwo Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, *Strategia rozwoju transportu do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku)*, Warszawa 2013, 18-19.
- [7] PIJET-MIGOŃ E., *Zmiany rynku lotniczych przewozów pasażerskich w Polsce po akcesji do Unii Europejskiej*, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2012, 7-8.
- [8] Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, Dział Planowania i Analiz Strategicznych, Zespół Statystyk i Prognoz (AOAP), *Raport Roczny za 2011 rok - Ruch Lotniczy w FIR Warszawa*, Warszawa 2012, 17.
- [9] Bank danych lokalnych (<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/>).
- [10] Urząd Lotnictwa Cywilnego (<http://www.ulc.gov.pl/pl/>).
- [11] <https://www.pasazer.com>

PROSPECT FOR THE DEVELOPMENT OF AIR TRANSPORT IN POLAND

Key words: *logistics, development analysis, forecasts, statistics*

The aim of the article is to present a forecast of the development of air transport in Poland for the next dozen of years as well as an analysis of the number of passengers and cargo sent by air at airports in selected previous years. The analysis included several important parameters having a direct impact on the development of the air transport sector. Statistical data from 2004, 2008, 2012 and 2017 were presented in terms of analysis and indication of the development trend of air transport in previous years. The statistics for each of the airports in previous years were compared. The presented goal determined the selection of the following research methods: literature analysis in terms of forecasts for air transport and reports on the transport of goods and passengers in air transport.

Angelika SURMA,
Martyna WALNICKA¹

TRANSPORT MIEJSKI W DOBIE INTELIGENTNYCH MIAST

Słowa kluczowe: *logistyka miejska, transport miejski, Smart City, inteligentne miasta, kongestia, carpooling, elektryfikacja, inteligentne systemy transportowe, sygnalizacja świetlna, TSL*

Celem artykułu jest przedstawienie głównych problemów transportu miejskiego, z którymi borykają się mieszkańcy współczesnych metropolii. Rosnące niezadowolenie społeczeństwa, niska przepustowość miejskich układów drogowych oraz zwiększający się poziom zanieczyszczenia powietrza - to tylko wybrane niedogodności ograniczające rozwój obszarów zurbanizowanych. Naprzeciw tym problemom wychodzi idea Smart City, dążąca do usprawnienia i rozwoju branży TSL. W referacie przedstawiono innowacyjne technologie, poprawiające jakość życia ludności oraz ułatwiające kreowanie przestrzeni miejskiej.

1. WSTĘP

Powszechnie znany system transportu miejskiego nie nadąża za zmieniającymi się wymaganiami i potrzebami współczesnego świata. Pogłębiający się proces urbanizacji odciska piętno na środowisku naturalnym, obniżając przy tym jakość życia mieszkańców metropolii. Kongestia miejska stanowi jedną z podstawowych barier rozwoju miast. Jest to sytuacja, w której na szlakach komunikacyjnych następuje nagromadzenie się pojazdów, co znacznie zmniejsza prędkość, jakość oraz efektywność ich przejazdu [1]. Konsekwencją jest wzrost emisji spalin samochodowych, co z kolei skutkuje zwiększającym się poziomem zanieczyszczenia powietrza. Eliminacja zatoru drogowego jest ogromnym wyzwaniem dla władz lokalnych. Istnieje możliwość zredukowania problemów transportowych terenów zurbanizowanych poprzez wdrożenie założeń koncepcji Smart City, której naczelnym celem jest zagospodarowanie dostępnych zasobów i przestrzeni w sposób jak najefektywniejszy. Można to osiągnąć tylko dzięki integralnej współpracy systemów społeczno-gospodarczych, stanowiących fundamentalny czynnik ich rozwoju. Poprzez adaptację inteligentnych systemów transportowych istnieje możliwość zwiększenia przepustowości miejskich układów drogowych. Ważną kwestią jest także rozwój aglomeracji na skutek wprowadzania zarówno nowoczesnych pojazdów usprawniających fizyczny transport ludności, jak i aplikacji mobilnych uła-

¹Studenckie Koło Doskonalenia Procesów Politechniki Poznańskiej.

twiających przepływ informacji. Dzięki adaptacji wszystkich komponentów biorących udział w prawidłowym funkcjonowaniu miast zagwarantować można zrównoważony rozwój, dostosowany do bieżącej sytuacji ekonomicznej. Ma to niebagatelne znaczenie w przypadku, gdy zbyt nowoczesne rozwiązania nie korelują z realiami przestarzałego systemu.

2. GŁÓWNE PROBLEMY WSPÓŁCZESNYCH MIAST

Postępująca migracja ludności do ośrodków miejskich przyczynia się do rosnącego natężenia ruchu drogowego oraz obciążenia infrastruktury, co w konsekwencji prowadzi do wzrostu poziomu zanieczyszczeń powietrza oraz pogorszenia jakości życia w obszarze terenów zurbanizowanych.

Jednym z głównych problemów, z którym borykają się metropolie jest niska przepustowość miejskich układów drogowych. Do najważniejszych implikacji kongestii transportowej należą: ograniczenie mobilności, wzrost kosztów ekonomicznych, społecznych jak i ekologicznych, wydłużenie czasu podróży. Zator drogowy powoduje szereg skutków pośrednich negatywnie oddziałujących na środowisko oraz jakość życia społeczności lokalnej. Wielkość problemu przedstawia raport TomTom Traffic Index 2017 [18], gdzie na liście dwudziestu najbardziej zakorkowanych miast Europy znajdują się aż cztery polskie aglomeracje. Warto zaznaczyć, że miejsce pierwsze należy do Łodzi, w której dodatkowy czas podróży spowodowany kongestią wynosi 46 minut. Według danych zawartych w raporcie PwC „Walka o lepsze powietrze” opublikowanym w czerwcu 2018 r. [21] średnia prędkość poruszania się pojazdu w godzinach szczytu w centrach największych polskich metropolii waha się od 12,5-17 km/h. Czas spędzony w korkach ulicznych nie jest wykorzystywany produktywnie, zatem stanowi on koszt utraconych korzyści. Warto zauważyć, że kongestia poprzez zmniejszenie odległości między pojazdami przyczynia się do częstszego występowania kolizji i wypadków [7].

Konsekwencje kongestii drogowej odczuwalne są zarówno przez użytkowników przestrzeni publicznej, jak i środowisko naturalne. Pierwszorzędnym problemem współczesnych miast jest zwiększający się poziom zanieczyszczenia powietrza. Jedną z głównych przyczyn jego złej jakości jest emisja do atmosfery szkodliwych substancji, czyli m.in.: tlenki azotu i węgla, PM10, PM2.5, węglowodory oraz dwutlenek siarki. Powietrze zanieczyszczone spalinami samochodowymi jest jedną z głównych przyczyn chorób cywilizacyjnych m.in: alergii, astmy oskrzelowej czy nowotworów. Wielkość problemu ilustrują liczby. Według danych GIOŚ na rok 2017 norma szkodliwych dla człowieka pyłów przekroczona była w Krakowie przez 146 dni, w Łodzi były to 123 dni, a w Warszawie 96 dni [4].

Do ograniczenia problemów transportowych miast konieczne jest sprawne zarządzanie miejską przestrzenią publiczną, rozwój elektryfikacji, wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań dotyczących systemu lokalnego transportu zbiorowego, a szczególnie jego właściwa organizacja w newralgicznych punktach [22]. Naprze-

ciw tym problemom wychodzi idea Smart City, dążąca do usprawnienia i rozwoju systemu transportu miejskiego.

3. IDEA INTELIGENTNYCH MIAST

Jednym z najważniejszych i najsilniej rozwijanych kierunków wychodzących naprzeciw problemom kongestii oraz poprawy jakości życia mieszkańców, a tym samym konkurencyjności miast, jest koncepcja Smart City [11]. W 2012 roku Committee of Digital and Knowledge-based Cities przedstawił definicję, zgodnie z którą inteligentne miasto to „(...) miasto, które wykorzystuje technologie informacyjno-komunikacyjne w celu zwiększenia interaktywności i wydajności infrastruktury miejskiej i jej komponentów składowych, a także do podniesienia świadomości mieszkańców” [16]. Warto podkreślić, że idea Smart City przynosi obopólne korzyści zarówno dla władz lokalnych, jak i mieszkańców. Koncepcja inteligentnego miasta ułatwia zarządzanie aglomeracją poprzez modernizację dostępu do informacji w czasie rzeczywistym oraz informatyczne wspomaganie analizy danych. Tworzenie ułatwień i usprawnień związane jest z przetwarzaniem ogromnej ilości informacji. „Dla właściwego działania Smart City konieczne są sprawne łączenie tych danych, ich integracja i wspólne wykorzystywanie z użyciem nowoczesnej technologii informatycznej” [3].

3.1. TRZY GENERACJE SMART CITY

„Boyd Cohen z Universidad del Desarrollo w Santiago de Chile, jeden z najbardziej znanych badaczy tematyki Smart City na świecie jako pierwszy zwrócił uwagę na trzy fazy rozwoju Smart City oraz oznaczył je kolejno numerami: 1.0, 2.0 oraz 3.0” [20]. Każda z nich ma na celu wspieranie integralnej współpracy czynników odpowiadających za zrównoważony rozwój aglomeracji miejskich.

Wersja Smart City 1.0 skoncentrowana jest na technologii. Jej charakterystyczną cechą jest wykorzystywanie przez władze lokalne gotowych rozwiązań proponowanych przez firmy sektora ICT czyli Information and Communication Technologies. Organy zarządzające miastem polegają na dostawcach, czego konsekwencją może być dokonanie błędnej inwestycji bądź niepełne wykorzystanie jej potencjału. Miasto pierwszej generacji wyróżnia brak interakcji pomiędzy władzami a mieszkańcami.

W przeciwieństwie do pierwotnej wersji w inteligentnych miastach 2.0 władze miejskie odgrywają kluczową rolę, stając się partnerem dla dostawców. Decyzje podejmowane są świadomie, organy zarządzające posiadają wizję rozwoju, a zastosowanie technologii ma jedynie pomóc w jej osiągnięciu.

Najnowsza generacja Smart City 3.0 integruje władze lokalne, obywateli i technologię. Charakterystycznym zjawiskiem jest powszechne poczucie współodpowiedzialności za miasto. Istotnym elementem jest udostępnianie danych dla mieszkańców, którzy według tej idei czynnie angażują się w rozwój i zarządzanie

miastem. Poprzez włączenie w proces decyzyjny obywateli realizowane są projekty o charakterze społecznym. Świadomość ludności odgrywa kluczową rolę, gdyż dzięki temu tworzone są rozwiązania poprawiające jakość życia lokalnych mieszkańców.

3.2. ZNACZENIE APLIKACJI MOBILNYCH W KSZTAŁTOWANIU SMART CITY

Istotne znaczenie w zrównoważonym rozwoju inteligentnych miast mają aplikacje mobilne zwiększające interakcję pomiędzy mieszkańcami a organami zarządzającymi miastem. W dzisiejszych czasach zaobserwować można tendencję wzrostową ich popularności, ze względu na fakt, iż są one jednym z możliwie najtańszych rozwiązań oraz mają na celu ułatwienie życia ludności. Ich najbardziej odczuwalny wpływ na funkcjonowanie miasta zauważalny jest w sektorze transportu. Aplikacje wykorzystywane w procesie przemieszczania osób po mieście możemy pogrupować „według czterech kategorii usprawnienia: poruszania się po mieście (Yanosik), poszukiwania połączeń komunikacji miejskiej (MobileMPK, Jakdojadę.pl), procesu płatności (SkyCash) oraz korzystania z rowerów miejskich (NextBike)” [2].

Warto przyjrzeć się aplikacji cieszącej się największą popularnością na skalę globalną -Google Maps. Monitorowanie informacji o ruchu drogowym w czasie rzeczywistym pomaga znaleźć najdogodniejszą trasę przy maksymalnym skróceniu czasu podróży. Istnieje możliwość spersonalizowania mapy do własnych potrzeb. Pobranie aplikacji jest bezpłatne, co stanowi kluczową zaletę zarówno dla kierowców jak i organów zarządzających miastem.

Nie można pominąć znaczenia platform, dzięki którym mieszkańcy w wirtualnej rzeczywistości mogą dowolnie modyfikować miasto. Idealnym przykładem jest Visionmaker NYC, gdzie każdy użytkownik może przebudować dowolny fragment Manhattanu. W przypadku Big Easy Budget Game technologia umożliwia wciele nie się w rolę burmistrza Nowego Orleanu. Rozgrywka zajmuje 10 minut, gracze otrzymują budżet miasta sięgający 602 mln dolarów, następnie muszą go odpowiednio rozdysponować. Występują ograniczenia w postaci limitów środków pieniężnych dla poszczególnych wydziałów. Warto zauważyć, że dane z rozgrywek są analizowane, dzięki czemu można porównać budżet zaproponowany przez mieszkańców i władze.

3.3. INTELIGENTE SYSTEMY TRANSPORTOWE

W realizacji koncepcji inteligentnych miast niebłahe znaczenie ma inteligentna mobilność opierająca się na „strategicznych zamierzeniach planistycznych regulujących kwestie transportu publicznego i prywatnego, zmieniających podejście do zarządzania ruchem i infrastrukturą komunikacyjną w nowoczesnych miastach” [13]. Odpowiedni system sterowania ruchem, zarządzający pracą skrzyżowań z sygnalizacją świetlną (stanowiących “wąskie gardła”) zwiększa efektywność

systemu transportowego. Niezwykle istotne w tym zakresie jest przetwarzanie informacji w czasie rzeczywistym, co umożliwia szybkie reagowanie. ITS czyli Intelligent Transportation Systems idealnie wpisuje się w ideę Smart City. „Inteligentne systemy transportowe to połączenie technologii informacyjnych i komunikacyjnych z infrastrukturą transportową i pojazdami w celu poprawy bezpieczeństwa, zwiększenia efektywności procesu transportowego oraz ochrony środowiska naturalnego” [5]. Zastosowanie ITS jest rozwiązaniem stosunkowo tanim i zdecydowanie łatwiejszym niż rozbudowa infrastruktury. Wdrożenie nowoczesnych technologii skutkuje redukcją kongestii transportowych, co z kolei ogranicza emisję spalin samochodowych oraz zmniejsza poziom natężenia dźwięku.

Jedną z aplikacji ITS, częścią Systemu Zarządzania Ruchem, jest system manipulowania sygnalizacją świetlną ImFlow, który umożliwia sterowanie adaptacyjne z wykorzystaniem rozproszonej integracji (każde skrzyżowanie funkcjonuje jako węzeł sieci, wymieniając informacje ze skrzyżowaniami sąsiednimi). Szybka reakcja systemu umożliwia udzielanie priorytetu dla pojazdów specjalnych i komunikacji zbiorowej. Statystyczne dane o ruchu zbierane są z interwałem 5 minut. Istnieje możliwość pozyskania informacji w czasie rzeczywistym na żądanie, dzięki detektorom umiejscowionym w nawierzchni lub montowanych ponad drogą. Analizie podlega m.in: czas przejazdu pomiędzy węzłami sieci, procentowy rozkład ruchu w węzłach, udział sygnału zielonego. Użytkownik ImFlow ma możliwość dostosowania trybów pracy m.in: sterowania adaptacyjnego, Systemowego Wyboru Planów (algorytm SAPS umożliwia dostosowywanie najlepszego programu sterowania ruchem raz na 15 minut), sterowania według harmonogramu oraz sterowania lokalnego. System posiada szereg funkcji specjalnych, do których należą wskaźniki czasu oczekiwania czy sygnalizatory akustyczne [15].

ITS znalazły zastosowanie w mieście Gliwice tym samym zwiększając przepustowość dróg i poprawiając bezpieczeństwo. W aglomeracji wykorzystano dwa rodzaje detekcji ruchu: pętle indukcyjne montowane pod powierzchnią jezdni działające na zasadzie wytworzenia pola elektromagnetycznego oraz kamery wideodetekcji. Skoordinowanie pracy głównych skrzyżowań przyczyniło się do zwiększenia przepustowości newralgicznych punktów. Istotnym problemem było zlikwidowanie tramwajów kursujących po mieście, w celu zapewnienia łatwiejszego połączenia do autostrady A4. Problem ten rozwiązano poprzez stworzenie linii ekspresowej. Ponadto autobusy wyposażono w mikrokomputer z odbiornikiem GPS, dzięki czemu w przypadku opóźnienia pojazdu w stosunku do rozkładu jazdy sterownik otrzymuje informacje, po czym uruchamia odpowiednie algorytmy zmieniając nadawany sygnał na zielony [6].

4. CARPOOLING- NARZĘDZIE ZWALCZANIA KONGESTII

Koncepcją stanowiącą nadzieję na zmniejszenie natężenia ruchu w miastach jest carpooling, polegający na udostępnianiu miejsc dla innych pasażerów w prywatnych bądź służbowych samochodach. Głównym argumentem przemawiającym za wprowadzenie tej idei jest niezadowolenie społeczeństwa, spowodowane licznymi barierami ograniczającymi mobilność, jedną z nich jest np. zjawisko kongestii. Wśród sposobów eliminacji zjawiska zatoru drogowego jest zwiększenie grona użytkowników korzystających z carpoolingu. System grupowych dojazdów wspierany jest przez serwisy internetowe, portale społecznościowe oraz aplikacje mobilne, co w znacznym stopniu ułatwia poszukiwanie współpasażerów.

Strategia carpoolingu pozwala znacznie obniżyć koszty podróży poprzez ich podział między osoby podróżujące. W przypadku, gdy pięciu potencjalnych kierowców podróżuje w jednym samochodzie, liczba użytkowanych w danym momencie pojazdów osobowych zmniejsza się z pięciu do jednego. Przekłada się to na ograniczenie emisji szkodliwych gazów oraz zmniejszenie natężenia ruchu. Problemy dotyczące zanieczyszczenia powietrza oraz barier mobilności dotyczą głównie dużych metropolii, dlatego szczególnie tam powinno się zachęcać społeczeństwo do korzystania z carpoolingu, na przykład poprzez ulgi przy opłatach za parking. Znany jest bowiem powszechnie fakt, iż wizja dodatkowych korzyści finansowych jest argumentem przemawiającym za podjęciem określonych działań.

5. NOWOCZESNE ROZWIĄZANIE MOTORYZACYJNE W TRANSPORCIE MIEJSKIM

Tak jak niegdyś samochody spalinowe zastąpiły zaprzęgi konne, tak prawdopodobnie już w niedalekiej przyszłości pojazdy powodujące szkodliwą emisję gazów zostaną wyparte dzięki zastosowaniu elektryfikacji. Zespół inżynierów i naukowców z uczelni Stanford oraz Berkeley przewidują, że załamanie w branży samochodów spalinowych ma nastąpić już w połowie przyszłej dekady. Presja przemysłu motoryzacyjnego na opracowanie jak najtańszych pojazdów elektrycznych spowoduje, iż auta spalinowe ze względu na koszt eksploatacji oraz żywotność maszyny staną się mniej opłacalne [9]. Ukazane standardy mające obowiązywać już w niedalekiej przyszłości generują potrzebę zastosowania nowoczesnych rozwiązań w transporcie miejskim. Przykładem technologii mogącej usprawnić przepływ osób w miastach jest rozwiązanie firmy „NEXT Future Transportation inc.”.

5.1. PROPOZYCJA FIRMY NEXT FUTURE TRANSPORTATION INC.

Zaawansowany system transportu miejskiego „NEXT” oparty został na napędzanych elektrycznie autonomicznych modułach mogących utworzyć jedną całość na zasadzie kolejki. Ma on długość 2,7 m (lub po połączeniu 1,9 m) i może pomieścić 10 osób (posiada sześć miejsc siedzących oraz cztery stojące). Elektryczny pojazd dysponuje baterią, umożliwiającą przejechanie trasy długości 160 km bez ładowania. Maksymalna prędkość poruszania się pojedynczego segmentu wynosi 60 km/h, natomiast dzięki możliwości elektromechanicznego połączenia siedmiu jednostek wartość ta może wzrosnąć aż do 130 km/h [17].



Rys. 1. Moduł „NEXT” [8]
Fig. 1. The „NEXT” module [8]

Twórcy zwrócili uwagę na permanentne problemy z przedostaniem się osób niepełnosprawnych do często nieprzystosowanych pojazdów komunikacji miejskiej. W owym środku lokomocji wyeliminowano tę trudność poprzez zastosowanie opuszczanej platformy.

Zasada działania pojazdu „NEXT” zbliżona jest do schematu funkcjonowania współczesnego Ubera - za pomocą aplikacji mobilnej wezwać można osobny moduł, który przewiezie pasażera w wyznaczone przez niego miejsce docelowe. Podróżny będzie mógł wejść na pokład pojazdu dzięki zakupionemu biletowi w postaci kodu QR [10]. Na odpowiednim etapie podróży pozostające w ruchu osobne moduły połączą się w jeden pojazd. Po ukończeniu tego etapu automatyczne drzwi z przodu i z tyłu umożliwiają pasażerom przechodzenie z jednego komponentu do drugiego tworząc przestrzeń typu „one space”, dzięki czemu osoby jadące w tym samym kierunku mogą udać się do modułu, który w odpowiednim momencie odłączy się od reszty [14]. Przyjazny dla środowiska projekt bazuje na zasadzie carpoolingu, a zebranie niezbędnych do tego informacji umożliwia program synchro-

nizujący trasę [19]. Firma „NEXT Future Transportation inc.” oferuje nie tylko nowoczesny design, ale również możliwość skorzystania z usług dodatkowych modułów, w których mieścić będą się np. sklep czy bar.

Producent twierdzi, iż ten innowacyjny pojazd zoptymalizuje każdy rodzaj podróży o dowolnej porze dnia. Przewiduje także, że koncepcja mogących łączyć się w dowolnym momencie modułów skróci czas dojazdu, poprawi płynność ruchu oraz obniży koszty eksploatacji. Warto jednak zaznaczyć, iż mimo obiecujących zalet, pojazdy autonomiczne obecnie znajdują się w fazie testów.

5.2. ANALIZA SWOT

Tab. 1. Analiza SWOT rozwiązania „NEXT” [12]

Tab. 1. SWOT analysis of „NEXT” [12]

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • Niski koszt użytkowania; • Ograniczenie emisji spalin i zmniejszenie poziomu natężenia dźwięków; • Kompleksowe wyposażenie modułu dostosowane do przemieszczania osób niepełnosprawnych; • Możliwość skorzystania z dodatkowych usług; 	<ul style="list-style-type: none"> • Jednorazowo naładowana bateria umożliwia pokonanie trasy długości 160 km; • Konieczność przebudowy infrastruktury miejskiej; • Wysoki koszt zakupu modułu; • Pojazdy autonomiczne obecnie znajdują się w fazie testów;
Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • Zwiększenia zakresu usług świadczonych przez firmy, które dokonają zakupu modułu; • Wzrost popularności koncepcji carpoolingu; • Wprowadzenie ekosfer w miastach; • Redukcja kongestii drogowych; • Skrócenie czasu podróży. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zbyt niska zdolność produkcyjna producenta; • Czasochłonność przebudowy infrastruktury; • Wprowadzenie koncepcji „NEXT” nie zmniejszy liczby samochodów poruszających się po miejskich drogach; • Lęk społeczeństwa przed wprowadzeniem autonomicznych pojazdów.

Sposób oceny koncepcji „NEXT” oparty został na możliwości ograniczenia dwóch największych problemów miast – kongestii oraz wzrastającego poziomu zanieczyszczeń powietrza, poprzez wprowadzenie przedstawionej idei. Z uwagi na zwiększającą się świadomość mieszkańców miast w zakresie ochrony środowiska naturalnego „NEXT” stanowi ogromny potencjał dla rozwoju rynku pojazdów przyjaznych dla ekosystemu. Dodatkowo intensyfikacja elektryfikacji może sprzyjać powstawaniu w miastach ekosfer. Szansa na postęp dotyczy nie tylko sektora transportu komunikacji miejskiej, ale także firm przewozowych, które mają możliwość poszerzenia swojej działalności poprzez wzbogacenie zakresu świadczonych usług. Czołowym argumentem przemawiającym za wprowadzeniem rozwiązania „NEXT” jest szansa na rozwiązanie kluczowego problemu, z którym

borykają się współczesne miasta – narastającej kongestii. Większa przepustowość miejskich układów drogowych skróci czas podróży przy zwiększeniu oszczędności oraz komfortu jazdy. Wprowadzenie omawianego rozwiązania wymaga jednak nie tylko znacznych nakładów inwestycyjnych, ale i czasowych, bez których wprowadzenie owych technologii nie będzie możliwe. Główną barierą mogącą ograniczyć rozwój systemu „NEXT” jest fakt, iż pojazdy autonomiczne znajdują się obecnie w fazie testów. Nie można pominąć kwestii etycznych, z którymi wiąże się obawy społeczeństwa przed wprowadzeniem owych środków transportu.

6. PODUSMOWANIE

Upływowi lat towarzyszy błyskawiczny postęp naukowo-technologiczny, który na przestrzeni wieków przebiega w coraz szybszym tempie. Wdrożenie innowacyjnych rozwiązań, mających wpływ na rozwój gospodarczy miast, ma na celu zaspokojenie potrzeb i oczekiwań społeczeństwa. W artykule przedstawiono czołowe problemy, z którymi borykają się współczesne metropolie. Należą do nich znaczne zanieczyszczenie powietrza terenów zurbanizowanych oraz niska przepustowość miejskich układów drogowych, przyczyniająca się do wzrostu kosztów ekonomicznych oraz społecznych. Konieczność wprowadzenia zmian w miejskich układach drogowych wywiera presję na branżę TSL. Innowacyjna aktywność tego sektora oparta jest na wykorzystywaniu nowoczesnych technologii. Po przeanalizowaniu koncepcji usprawniających logistykę miejską zawartych w artykule dojść można do wniosku, że w tworzeniu usprawnień miejskiej przestrzeni pomagają idea Smart City, która przynosi korzyści dla władz lokalnych, mieszkańców oraz środowiska naturalnego. Poprzez zastosowanie aplikacji mobilnych oraz inteligentnych systemów transportowych kluczowe czynniki stanowiące barierę rozwoju miast mogą zostać wyeliminowane. Nie można ignorować wpływu wdrożenia strategii carpoolingu na efektywność przewozów realizowanych na obszarach terenów zurbanizowanych. W myśl tej koncepcji realizowane są także projekty mające na celu adaptację nowinek technologicznych redukujących czołowe problemy, z którymi borykają się metropolie. Dzięki przeprowadzonej w artykule analizie SWOT zauważyć można, że w ową ideę idealnie wkomponowuje się system transportu „NEXT”. Autonomiczne, elektrycznie napędzane moduły stanowią ogromny potencjał dla rozwoju współczesnych miast. Nie należy jednak zapominać o tym, iż negatywne odczucia społeczeństwa związane z wprowadzeniem do użytku pojazdów autonomicznych stanowią potężną barierę ich rozwoju.

LITERATURA

- [1] BĘŁCH P., *Carpooling – narzędzie redukcji natężenia kongestii transportowej w mieście*, Logistyka, 2014.
- [2] BERLIŃSKA E., CHOMA J., *Implikacja innowacyjnych aplikacji mobilnych usprawniających przepływ osób w miastach na wdrożenie koncepcji zrównoważonego transportu oraz koncepcji SmartCity*, Transport Miejski i Regionalny, 01.2018, s. 30-35.
- [3] BOGOBOWICZ M., DOMAŃSKI J., *Kiedy miasto jest inteligentne?*, [https://www.arcanagis.pl/kiedy -miasto-jest-inteligentne/](https://www.arcanagis.pl/kiedy-miasto-jest-inteligentne/), (dostęp: 22.10.2018).
- [4] GONTAREK L., *Konsekwencje kongestii*, <http://wiadomosci.gazeta.pl/wiadomosci/7,164871,24052751,jestes-kierowca-rocznie-tracisz-3350-zlotych-wszystko-przez.html>, (dostęp: 19.10.2018).
- [5] *Inteligentne systemy transportowe*, <https://neurosoft.pl/obszary-dzialania/inteligentne-systemy-transportowe/>, (dostęp: 22.10.2018).
- [6] JUŻYNIĘC J., KUREK A., *Inteligentne systemy transportowe jako narzędzie do usprawniania ruchu*, Logistyka 03.2018, s. 69-75.
- [7] KOŹLAK A., *Gospodarcze, społeczne i ekologiczne skutki kongestii transportowej*, [w:] Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Polityka ekonomiczna, pod red. J. Sokołowski, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2015, s. 156.
- [8] *Moduł „NEXT”*, <https://mashable.com/2016/07/19/self-driving-pods/?europe=true#XT.MEJjEEqH>, (dostęp: 31.10.2018).
- [9] *Na Stanfordzie wieszczą zalamanie na rynku aut spalinowych*, <http://www.miasto2077.pl/nastanfordzie-wieszczą-zalamanie-na-rynku-aut-spalinowych/>, (dostęp: 20.10.2018).
- [10] *Next future mobility*, <http://www.next-future-mobility.com>, (dostęp: 20.10.2018).
- [11] NOWICKA K., *Smart City – miasto przyszłości* [w:] *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, 5/2014, s. 3.
- [12] Opracowanie własne.
- [13] PAWŁOWSKA B., *Transport jako element inteligentnego miasta*, [w:] Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Problemy ekonomii, polityki ekonomicznej i finansów publicznych, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław, 2017.
- [14] *Przyszłość transportu miejskiego NEXT*, <https://technologie.onet.pl/nauka-i-technika/next-future-transportation-przyszlosc-transportu-miejskiego/fbj44rv>, (dostęp: 21.10.2018).
- [15] SIWZ TOM III *ImFlow opis systemu*, <https://www.gddkia.gov.pl/pl/d/05f6a705b17b7ce304f02a216ec5f60e>, (dostęp: 18.10.2018).
- [16] *Smart City definicja*, <http://itwadministracji.pl/numery/pazdziernik-2013/dostarczenie-wartosci-z-budowy-smart-city.html>, (dostęp: 30.10.2018).
- [17] *Startengine NEXT*, <https://www.startengine.com/next-future-transportation>, (dostęp: 25.10.2018).
- [18] *Tomtom traffic index measuring congestion worldwide*, https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/list?citySize=ALL&continent=EU&country=ALL, (dostęp: 19.10.2018).
- [19] *Transport przyszłości*, <https://innogy.forbes.pl/inteligentne-miasto/transport-przyszlosci-kapsuly-rowery-i-dronowe-taksowki/zbtln9z>, (dostęp: 21.10.2018).
- [20] *Trzy generacje smart city*, <http://www.entertheroom.pl/life/6142-smart-city-miasto-ktore-mysli>, (dostęp: 30.10.2018).
- [21] *Walka o lepsze powietrze raport PwC czerwiec 2018*, <https://www.pwc.pl/pl/pdf/publikacje/2018/walka-o-lepsze-powietrze-raport-pwc.pdf>, (dostęp: 31.10.2018).

-
- [22] WITKOWSKI K., *Dobre praktyki i standardy w modelowaniu referencyjnym logistyki miejskiej*, [w:] Modelowanie logistyki miejskiej, pod red. M. Kiba-Janiak, J. Witkowski, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2014, s. 128.

URBAN TRANSPORT IN THE AGE OF SMART CITIES

Key words: *urban logistics, urban transport, Smart City, congestion, carpooling, electrification, intelligent transport systems, traffic lights, TFL*

The aim of the article is to present the main problems related to urban transport faced by the inhabitants of modern metropolitan areas. Increasing dissatisfaction of the society, low capacity of urban road systems and increasing level of air pollution - these are just some of the disadvantages that limit the development of urbanized areas. Here comes the idea of Smart City, striving to improve and develop the TFL sector. This paper presents innovative technologies that can improve the quality of life of people and facilitate the creation of urban space.

Patrycja BAKALARZ
Aleksandra HOROWSKA¹

WPLYW UDOGODNIEŃ DLA TRANSPORTU ZBIOROWEGO NA RUCH TRAMWAJÓW NA CIĄGU KOMUNIKACYJNYM ALEI POKOJU W KRAKOWIE

Słowa kluczowe: *ITS, komunikacja miejska, transport miejski, transport, sterowanie ruchem, tramwaj, szybki tramwaj, Kraków, Krakowski Szybki Tramwaj, pomiary, badanie, natężenie ruchu, zbior-kom*

Przygotowany referat omawia tematykę sterowania ruchem oraz priorytetu dla komunikacji miejskiej w Krakowie na wybranym odcinku. Pokróćce została omówiona problematyka wpływu transportu indywidualnego na transport zbiorowy na obszarze miasta Krakowa, oraz przedstawiono zastosowane systemy obszarowego sterowania ruchem. Analizie poddano ciąg komunikacyjny wzdłuż Alei Pokoju pod kątem obecnie stosowanych koncepcji sterowania sygnalizacją, a następnie opracowano model mikrosymulacji w programie Aimsun. Wyniki symulacji zaprezentowano w postaci kilku wariantów umożliwiających poprawę funkcjonowania komunikacji miejskiej na omawianym odcinku.

1. WSTĘP

1.1. KIEROWANIE RUCHEM W KRAKOWIE

Kraków jako jedno z największych miast w Polsce musi mierzyć się z problemem ogromnego ruchu komunikacyjnego. Widoczny jest on zarówno w centrum jak i na drogach wylotowych z miasta. Pomimo działań związanych z rozszerzaniem polityki parkingowej oraz podziału śródmieścia na strefy parkowania, mających na celu redukcję ilości samochodów wjeżdżających do miasta, Kraków wciąż odnotowuje gwałtowny wzrost udziału transportu indywidualnego. Zwiększa to ryzyko występowania coraz to większych i częstszych kongestii ruchu. Alternatywą dla transportu indywidualnego jest prężnie rozwijający się transport zbiorowy, jednak aby stał się on bardziej atrakcyjny dla pasażerów, konieczne jest wdrażanie innowacyjnych rozwiązań z zakresu infrastruktury oraz sterowania ruchem.

¹ Koło Naukowe Logistyki TiLOG, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki.

Głównym celem wprowadzanych rozwiązań dla usprawnienia transportu zbiorowego jest spełnianie oczekiwań użytkowników o szybkiej, komfortowej podróży oraz łatwej dostępności usług komunikacji miejskiej. Programy sygnalizacyjne mają przede wszystkim zapewniać bezpieczeństwo, ale także zapewnić przepustowość skrzyżowania mając na uwadze priorytet komunikacji zbiorowej. Dlatego też tak ważne jest wdrażanie innowacyjnych rozwiązań z zakresu sterowania ruchem, infrastruktury oraz obsługi pasażerów, które pozwolą na wykorzystanie potencjału komunikacji zbiorowej, a co z a tym idzie wpłyną pozytywnie na podróż pasażerów.

1.2. PRIORYTETY DLA TRANSPORTU ZBIOROWEGO

Obecnie wprowadzanych jest wiele rozwiązań mających na celu usprawnienie transportu zbiorowego w miastach, np. wydzielane są specjalne pasy czy torowiska, które służą do szybszej przeprawy pojazdów komunikacji miejskiej przez zatłoczone ciągi komunikacyjne. Miasta tworzą też specjalne systemy sterowania ruchem miejskim, które pozwalają na sprawne zarządzanie sygnalizacjami świetlnymi czy kontrolowaniem ruchu floty pojazdów komunikacji miejskiej. Powszechne stało się wprowadzanie priorytetów w ruchu tramwajowym, a więc uprzywilejowania pociągów tramwajowych względem innych użytkowników ruchu. Priorytet może mieć różną formę i sposób działania - najbardziej powszechnymi są priorytety organizacyjne i infrastrukturalne.

Do pierwszej grupy możemy zaliczyć przede wszystkim wydzielone torowiska na ciągach ulic, ale także wynoszenie dróg tramwajowych na estakady czy stosowanie podziemnych tuneli. Wpływ na udzielnie pierwszeństwa tramwajom mają także lokalizacje przystanków oraz separatory. Zaletą wprowadzanych metod infrastruktury transportowej jest oddzielenie komunikacji tramwajowej od innych pojazdów na drogach, przez co zwiększa się prędkość komunikacyjna przejazdu na danym ciągu, a także nie ma konieczności ustępowania im pierwszeństwa przejazdu, ponieważ ich drogi nie przecinają się wzajemnie.

Kolejną grupą stosowanych priorytetów są priorytety organizacyjne - dotyczą one głównie sygnalizacji świetlnej i związane są z systemami opartymi na różnych rodzajach detekcji. Polega on na wczesnym wykrywaniu uprzywilejowanych pojazdów komunikacji zbiorowej zbliżających się do skrzyżowania i nadawania im priorytetowego - w stosunku do innych użytkowników ruchu - sygnału zielonego. Zapewnia to możliwość pokonania danego ciągu ulicznego bez konieczności zmniejszania prędkości czy też całkowitego zatrzymania pojazdu na skrzyżowaniu. Pozytywnym efektem tego rozwiązania jest redukcja kosztów zużycia energii oraz kosztów eksploatacyjnych pojazdu oraz zmniejszanie strat czasu przejazdu taboru na danym odcinku, co w konsekwencji zwiększa jego konkurencyjność w stosunku do transportu drogowego, indywidualnego.

1.3. ROZWIĄZANIA STOSOWANE W KRAKOWIE

Obecnie coraz więcej miast inwestuje w różnego typu systemy analizujące i sterujące ruchem drogowym zarówno w kontekście przepustowości, jak i nadzoru miejskiego transportu zbiorowego. Na obszarze miasta Krakowa aktualnie te zadania realizują dwa systemy: Obszarowy System Sterowania Ruchem – odpowiadający za działanie sygnalizacji świetlnej, oraz System Nadzoru Ruchu Tramwajowego – który ma za zadanie kontrolować i zarządzać ruchem tramwajowym w mieście. Głównym punktem wspólnym dla obu tych systemów jest kwestia priorytetów dla komunikacji miejskiej. Obszarowy System Sterowania Ruchem opiera się na dwóch, niezależnych systemach firmy Siemens oraz Gevas. System firmy Siemens usprawnił m. in. przejazd tramwajów w tzw. Korytarzu Szybkiego Tramwaju – czyli na przebiegu linii tramwajowej numer 50 prowadzącej z pętli Kurdwanów do pętli Krowodrza Górka, włączając w to odcinek tunelu tramwajowego pod centrum miasta. W ramach wdrożonego systemu wykonano:

- centrum Sterowania Ruchem w której zainstalowane zostały wszystkie serwery obsługujące system;
- wymianę 72 sterowników sygnalizacji świetlnej;
- modernizację i dostosowanie istniejących już sygnalizacji, które umożliwiły nadanie priorytetu tramwajom na skrzyżowaniach;
- sieć połączeń składających się ze światłowodu oraz kabli miedzianych, umożliwiających połączenie wszystkich elementów systemu z centralą.

System Siemens pozwala na zbieranie wielu informacji dotyczących ruchu, analizowanie pomiarów i możliwość dostosowania sygnalizacji w czasie rzeczywistym do danych warunków ruchu, w tym nadawanie priorytetu dla komunikacji miejskiej.

Innym systemem działającym w Krakowie jest ten oferowany przez firmę Gevas. System ten odpowiada za optymalną pracę wszystkich sygnalizacji znajdujących się w jego obszarze. Dostosowuje je do rzeczywistych warunków na drodze, natężenia i prędkości poruszających się pojazdów. System ten nadaje także priorytet dla komunikacji miejskiej oraz potrafi reagować w nadzwyczajnych sytuacjach, np. poprzez rozładowanie kolejki podczas kilku kolejnych cykli w przypadku przeciążenia którejs z relacji. Pomimo wielu wprowadzanych systemów i rozwiązań infrastrukturalnych wciąż jednak istnieją możliwości poprawy szybkości i sprawności przejazdu tramwajów przez skrzyżowania oraz ciągi komunikacyjne [2].

2. PROJEKT USPRAWNINIENIA RUCHU TRAMWAJOWEGO

2.1. ANALIZA STANU OBECNEGO

Przedmiotem badań wykonanych przez Koło Naukowe Logistyki TiLOG był ruch pojazdów na Alei Pokoju w Krakowie, która to jest jednym z głównych ciągów komunikacyjnych miasta. Jest to ulica dwujezdniowa, posiadająca po dwa pasy ruchu w każdym z kierunków, biegnąca od Ronda Grzegórzeckiego w kierunku północno-wschodnim do Ronda Czyżyńskiego, a ruch tramwajowy odbywa się po wydzielonym torowisku pomiędzy jezdniami. Aleja Pokoju została wytyczona przez osiedle Grzegórzki oraz Dąbie i jest jednym z głównych połączeń centrum miasta z Nową Hutą.



Rys. 1. Mapa miasta Krakowa z uwzględnieniem omawianego odcinka Alei Pokoju
 Fig. 1. A map of the city of Krakow including the discussed section of Aleja Pokoju

Pomiary zostały przeprowadzone na odcinku Rondo Grzegórzeckie – Rondo Dywizjonu 308, gdzie droga tramwajowa przecina się z licznymi skrzyżowaniami, a zainstalowana tam sygnalizacja świetlna nie nadaje pełnego priorytetu dla transportu tramwajowego. Za organizację ruchu na analizowanym odcinku odpowiada Obszarowy System Sterowania Ruchem, jednak ze względu na specyfikę tego odcinka pogodzenie priorytetu dla komunikacji oraz zapewnienie koordynacji dla pojazdów powodowało wiele trudności.

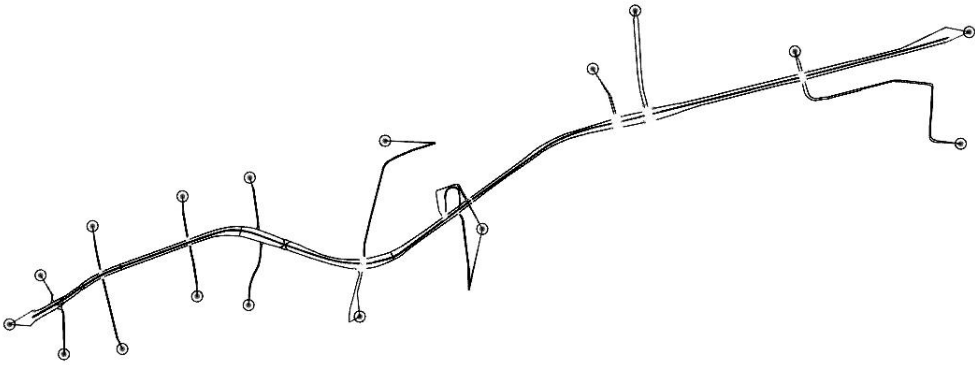
Podczas projektowania linii tramwajowej oraz skrzyżowań wykorzystano detekcję indukcyjną, która poprzez zbieranie informacji na temat pojazdów znajdujących się nad pętlą indukcyjną umożliwia wyznaczenie liczby pojazdów przejeżdżających nad detektorem. Pętla indukcyjna jest stosowana w obrębie jezdni dla pojazdów drogowych, jak i w osi torowisk tramwajowych [1]. Algorytmy wyko-

rzystane przy projektowaniu systemu sygnalizacji świetlnej nie są w pełni optymalne, dlatego w dużej liczbie przypadków tramwaje muszą się zatrzymywać, co znacznie zmniejsza ich prędkość komunikacyjną. Ze względu na to, iż dany ciąg jest dwujezdniowy i wytyczony, pojawia się tam wiele zawrotek jednokierunkowych jak i dwukierunkowych, a przejścia dla pieszych są zaplanowane tak, aby umożliwić dojście do przystanków tramwajowych i autobusowych oraz większych obiektów takich jak Galeria Plaża czy Tauron Arena Kraków oraz znajdujących się w pobliżu osiedli. Większość tych przejść jest zorganizowanych za pomocą sygnalizacji świetlnej, jednak przykładowo przy dojściu do przystanku „Fabryczna” piesi mogą przeciąć torowisko w dwóch miejscach bez zainstalowanej sygnalizacji świetlnej. Z naszych obserwacji wynika, że w głównej mierze powoduje to kolejne zatrzymanie tramwajów, które wyruszyły z nieopodal zlokalizowanego przystanku. Na analizowanym odcinku, liczącym zaledwie 3,8 km, funkcjonuje 10 przystanków tramwajowych, często znajdujących się w niewielkiej odległości od siebie. Wspomniany ciąg komunikacyjny na Alei Pokoju obsługują trzy linie tramwajowe:

- linia nr 1 kursująca z częstotliwością średnio co 7 minut w dni powszednie i co 20 minut w soboty, niedziele i święta,
- linia nr 14 kursująca z częstotliwością średnio co 15 minut w dni powszednie i co 20 minut w soboty, niedziele i święta,
- linia nr 22 kursująca z częstotliwością średnio co 15 minut w dni powszednie i co 20 minut w soboty, niedziele i święta.

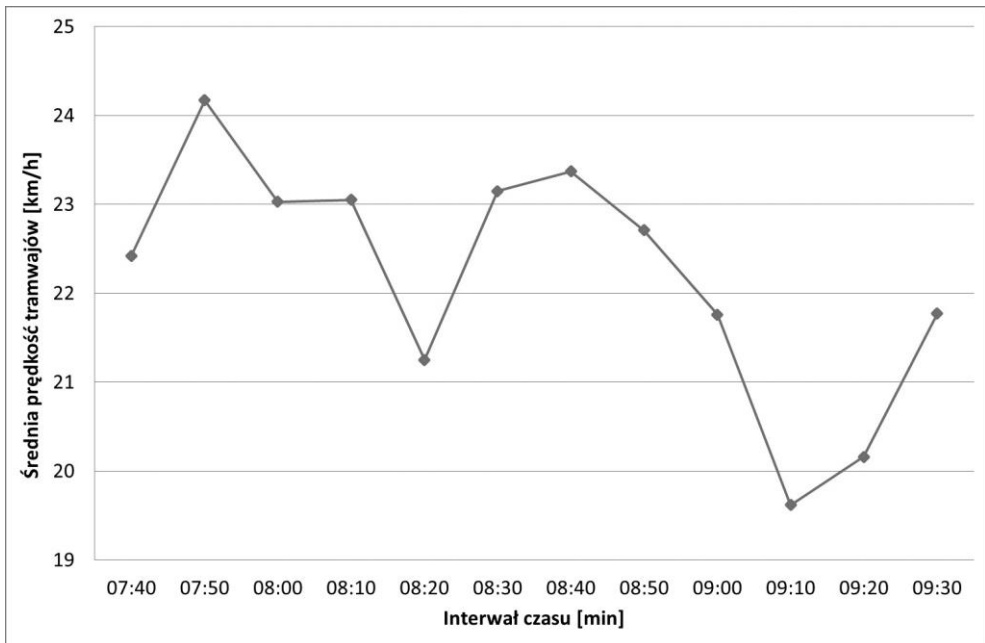
2.2. BADANIA POTENCJAŁU TRANSPORTU PUBLICZNEGO W CIĄGU ALEI POKOJU

Badania zostały przeprowadzone przez członków Koła Naukowego Logistyki TiLOG pod koniec 2016 roku. W ramach projektu prowadzono obserwację na każdym ze skrzyżowań znajdujących się w analizowanym odcinku Alei Pokoju. Zmierzone zostało natężenie ruchu wraz z określeniem struktury rodzajowej pojazdów, opracowano wizję lokalną stanu infrastruktury szynowej, pomiar czasu przejścia pieszych między przystankami oraz pomiar czasu przejazdu tramwajów. Na podstawie zebranych wyników oraz danych uzyskanych od Zarządu Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie stworzono w programie Aimsun mikromodel badanego ciągu Alei Pokoju, który został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat symulacji analizowanego odcinka Alei Pokoju w programie Aimsun
 Fig. 2. Scheme of simulation of the analyzed section of Aleja Pokoju in the Aimsun program

Analizując tę symulację zauważono, że tramwaje poruszające się ze średnią prędkością 22.43 km/h nie wykorzystują w pełni potencjału istniejącej infrastruktury. Rozkład średnich prędkości tramwajów w 10-minutowych interwałach przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Wykres średniej prędkości tramwajów w 10-minutowych interwałach czasu na analizowanym odcinku Alei Pokoju

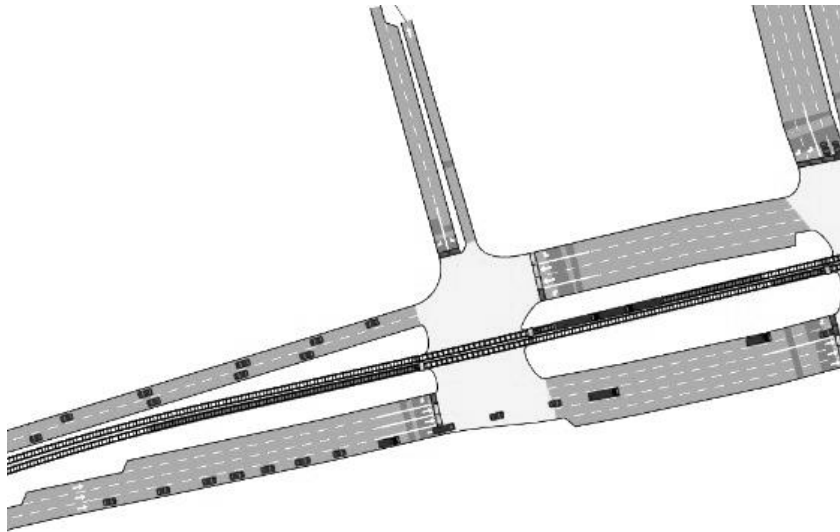
Fig. 3. Graph of average speed of trams in 10-minute intervals of time on the analyzed section of Aleja Pokoju

2.3. PROPOZYCJE USPRAWNIENIA RUCHU TRAMWAJÓW W CIĄGU ALEI POKOJU, WYNIKI SYMULACJI

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz symulacji opracowano trzy warianty poprawy funkcjonowania transportu szynowego w omawianym ciągu komunikacyjnym.

- Wariant I – *Nadanie bezwzględnego priorytetu dla tramwajów.*

Wariant ten rozpatruje przeprogramowanie systemu sygnalizacji świetlnej w celu osiągnięcia płynnego przejazdu tramwaju poprzez zminimalizowanie potrzeby redukcji prędkości oraz bez konieczności zatrzymania przed sygnalizatorem. Z przeprowadzonej symulacji wynika, że po wprowadzeniu wspomnianych zmian średnia prędkość tramwajów wzrasta do 23,60 km/h, a odchylenie standardowe zmniejsza się co oznacza, że tramwaje pokonują odcinek z podobną prędkością, a opóźnienia w kursowaniu ulegają zmniejszeniu. Warto także zaznaczyć, że wprowadzone zmiany nie mają dużego wpływu na zmianę średniej prędkości poruszających się samochodów wzdłuż rozpatrywanego odcinka linii tramwajowej. Przypadek nadania priorytetu sygnału zielonego dla tramwaju przedstawiono na rysunku 4.

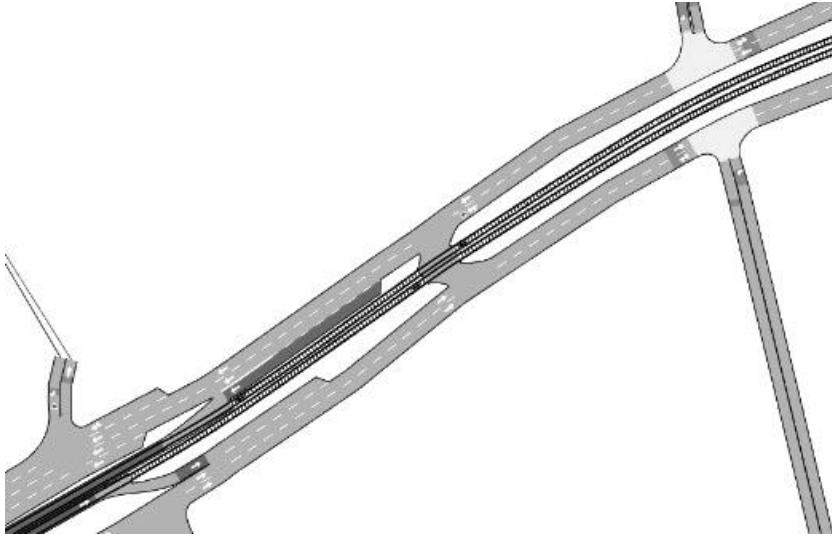


Rys. 4. Schemat symulacji po nadaniu bezwzględnego priorytetu dla tramwaju na analizowanym odcinku Alei Pokoju

Fig. 4. Scheme of simulation after giving absolute priority to the tram on the analyzed section of Aleja Pokoju

- *Wariant II – Usunięcie jednego z przystanków tramwajowych znajdującego się tuż za Rondem Grzegórzeckim*

Kolejna propozycja przewiduje usunięcie jednego z przystanków tramwajowych znajdującego się tuż za Rondem Grzegórzeckim. Przystanek ten został w przeszłości zaprojektowany w celu ułatwienia dostępności, obecnie nieistniejącej już, przychodni lekarskiej. Aktualnie przystanek ten nie obsługuje żadnego dużego obiektu oraz znajduje się w odległości ok. 200 metrów od przystanku Rondo Grzegórzeckie, będącego jednocześnie węzłem komunikacyjnym, który ma większe znaczenie w planowaniu podróży przez pasażerów. Wspomniana odległość od przystanku nie mieści się w przyjętych standardach dot. lokalizacji przystanków tramwajowych zlokalizowanych w centrum miasta, gdzie zalecana odległość między kolejnymi przystankami to 300-800 metrów. Podobnie jak w wariantcie pierwszym, średnia prędkość tramwajów wzrasta do 23,65 km/h dzięki zastosowanej zmianie infrastrukturalnej, jednak odchylenie standardowe jest większe niż w poprzednim przypadku, natomiast opóźnienie nie ulega większej zmianie względem stanu obecnego. Zmiany infrastrukturalne zaprezentowano na rysunku 5.



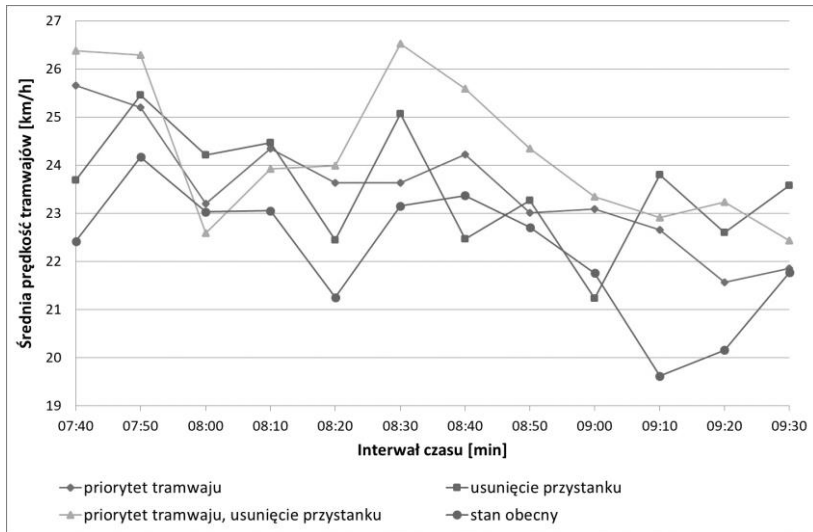
Rys. 5. Schemat ciągu Alei Pokoju po usunięciu przystanku Teatr Variete

Fig. 5. Schematic diagram of the Avenue of Peace after removing the Teatr Variete stop

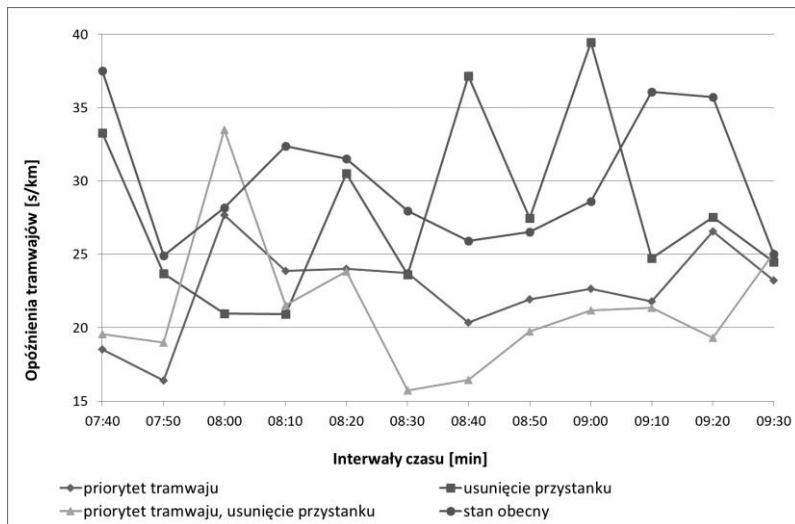
- *Wariant III – Połączenie usunięcia przystanku Teatr Variete oraz nadanie bezwzględnego priorytetu dla tramwaju.*

Na podstawie przeprowadzonej symulacji uwzględniającej połączenie zarówno koncepcji zmiany organizacji systemu sterowania ruchem, jak i przebudowy infrastruktury przystankowej, uzyskane rezultaty wykazują znaczącą poprawę średniej prędkości kursujących na tym odcinku tramwajów. Osiągnięte wyniki pokazują, że poruszające się tramwaje osiągną średnią prędkość 24,44 km/h co pozwala rozpa-

trywać je w kontekście szybkiego tramwaju, który według założeń powinien osiągać minimalną prędkość rzędu 24 km/h. Zestawienie średniej prędkości oraz średnich opóźnień w kursowaniu tramwajów w każdym z omawianych wariantów zostało przedstawione na rysunku nr 6 i nr 7.



Rys. 6. Porównie średniej prędkości tramwajów w 10-minutowych interwałach
Fig. 6. Comparison of the average speed of trams in 10-minute intervals



Rys. 7. Porównie średnich opóźnień tramwajów w 10-minutowych interwałach
Fig. 7. Comparison of average trams delays at 10-minute intervals

3. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy oraz symulacji w programie Aimsun można zauważyć, że wprowadzenie zaproponowanych powyżej koncepcji zmian organizacyjnych oraz infrastrukturalnych na wybranym odcinku Alei Pokoju, w znacznym stopniu poprawia średnią prędkość oraz zmniejsza opóźnienia poruszających się tramwajów. Warto podkreślić, iż opracowane rozwiązania mogą zostać wdrożone niskim nakładem finansowym. Przedstawione pomysły nie obrazują problemu w skali makro, nie wiemy jak te zmiany wpłyną na sytuację ruchową na odległych skrzyżowaniach znajdujących się na ulicach przecinających analizowany ciąg Alei Pokoju. W przyszłości, członkowie Koła Naukowego planują kolejne pomiary oraz dalsze badania pozwalające wykazać prawidłowość zaproponowanych rozwiązań, a także przeanalizować omawiane warianty pod kątem ich wpływu na ruch pojazdów w sąsiadujących obszarach.

LITERATURA

- [1] ALEKSANDROWICZ A., PIWOWARCZYK M., *Sposoby detekcji pojazdów transportu zbiorowego i ich funkcjonalność*, „Transport Miejski i regionalny”, 2016 nr 5.
- [2] GRYKA Ł., WOJTASZEK M., *Obszarowy system sterowania ruchem i nadawania priorytetu dla transportu zbiorowego w Krakowie*, „Transport Miejski i regionalny”, 2013 nr 6.

INFLUENCE OF PUBLIC TRANSPORT IMPROVEMENT ON TRAM TRAFFIC ON THE ALEJA POKOJU IN KRAKÓW

Key words: *ITS, public transport, mass transport, commute, transport in the city, transport, traffic control, tram, rapid transport, trams in Cracow, measure, traffic intensity*

The article is about traffic control and priority for public transport in Cracow on a selected segment. The issue of the influence of individual transport on public transport in Cracow and local Urban Traffic Control System were introduced. The communication segment along the Aleja Pokoju was analyzed in terms of currently used signal control concepts, and then a model of microsimulation has been developed in the Aimsun software. The results of the simulation were presented in the form of several variants to allow improvement of the functioning of public transport on the discussed segment.

Adrian PAJKA
Grzegorz GERA¹

ROZWÓJ SYMULACJI JAKO NARZĘDZIA W LOGISTYCE MIEJSKIEJ ZA POMOCĄ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI NA PRZYKŁADZIE GRY CITIES: SKYLINES

Słowa kluczowe: *logistyka miejska, kongestia, symulacja, rozwiązywanie problemów, bariery miejskie, cities skylines, sztuczna inteligencja, gry komputerowe.*

Artykuł prezentuje możliwość zastosowania sztucznej inteligencji w symulacjach jako nowego rozwiązania w celu poprawienia przepływu dóbr i osób w mieście. Pokazuje też zależność i kooperacyjność rozwoju sztucznej inteligencji z grami komputerowymi jako możliwy fundament rozwoju jej algorytmów. Omówiono także elementy gry Cities: Skylines odzwierciedlające rzeczywistość, które mogłyby pomóc w rozwoju sztucznej inteligencji. Dodatkowo omówiono temat użycia gry jako narzędzia badawczego podnoszącego świadomość problemów logistyki miejskiej wśród zwykłych uczestników ruchu codziennego w miastach zarówno tych poruszających się pieszo jak i środkami transportu publicznego bądź prywatnego.

1. WSTĘP

Miasto wraz z ciągłym rozwojem napotyka kolejne bariery. Największym problemem niewątpliwie są bariery mobilnościowe jak np. często występująca kongestia miejska. Rozwój technologiczny i globalizacja sprawiły, iż mamy zdecydowanie większą ilość samochodów osobowych na drogach niż chociażby dekadę temu. Z drugiej strony technologia pozwoliła nam zautomatyzować pracę, a coraz to lepsze systemy informatyczne ułatwiają życie codzienne człowieka. Biorąc pod uwagę strukturę funkcjonowania systemów logistyki miejskiej, zarządzanie infrastrukturą transportową staje się kluczową kwestią. Dostosowanie odpowiedniego potencjału przewozowego by zaspokoić dany poziom popytu jest bardzo trudnym zadaniem chociażby z powodu niedoskonałości prawa, ograniczonych zasobów finansowych czy braku konkurencji [1]. Dlatego też modele symulacyjne powoli zaczynają stawać się ważnym narzędziem które wspiera wszelkie zintegrowane strumienie informatyczno-decyzyjne jak i te fizyczne, a także planowanie czy wszelkie analizy w całej logistyce miasta.

¹ Studenckie Koło Naukowe Transportu, Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach.

2. GRY JAKO ELEMENT ROZWOJU SYMULACJI

2.1. SYMULACJE JAKO NARZĘDZIA LOGISTYKI MIEJSKIEJ

Stare obszary miejskie projektowane wiele lat temu nie zostały przystosowane do natężenia ruchu samochodowego jaki panuje w obecnych czasach, często powodując liczne zatory oraz wąskie gardła przepustowości. Ten problem dotyka również miasta które w bardzo szybkim tempie się rozwijają, czasem budowa nowych rozwiązań infrastrukturalnych przynosi rozwiązanie kongestii tylko na krótki okres czasu, gdyż natężenie ruchu stale się powiększa.

Stosowane dotychczas modele tworzone w logistyce opierają się o sztuczne sieci neuronowe (SNN) inaczej modelowanie neuronowe. Istotą modelowania neuronowego jest wykorzystanie bądź stworzenie modelu matematycznego zawierającego funkcję agregacji danych wejściowych oraz funkcję aktywacji danych wyjściowych [2]. Oznacza to, że im większa ilość danych tym dokładniejszy wynik czy prognoza. Aby uniknąć niechcianych pomyłek, nawet najprostsza symulacja wymaga odpowiedniego zaprojektowania systemów oraz procesów, jak również budowy właściwego zaplecza informacyjnego.

Stały rozwój modeli symulacyjnych oddziałuje na ich uniwersalność. Nie tylko odpowiednie odwzorowanie sieci dróg i ulic, lecz również czas jest istotny. Jego nieodpowiednie rozporządzenie, może stać się niekorzystne dla rozwoju infrastruktury. Zarządcy dróg miejskich muszą dopasować swoje działania do sytuacji oraz warunków by osiągnąć zamierzony cel. Oprogramowania symulacyjne kształtujące potoki ruchu są stale rozwijane. Przykładowym programem jest Vissim. Program daje możliwość analizy warunków ruchu indywidualnego oraz komunikacji zbiorowej wraz z uwzględnieniem czynników takich jak konfiguracja pasów ruchu, struktura rodzajowa ruchu, wpływ sygnalizacji świetlnej, przystanki komunikacji zbiorowej [3].

Niestety nawet najlepsi specjaliści posiadający odpowiednie narzędzia mogą sobie nie poradzić z powodu dużej ilości danych, które przez swój ogrom są po prostu nieczytelne. Rozwiązaniem może okazać się stale rozwijana sztuczna inteligencja. Narzędzia i techniki analityczne jakimi może dysponować eliminują problem nieprzejrzyistości danych [4].

Pod uwagę należy wziąć również fakt, iż nawet jeśli uda się zaprojektować najlepszą sieć połączeń, przy ogromnych potokach ruchu kongestia jest nieunikniona, można najwyżej zmniejszyć jej skalę. Dlatego ważne jest również kształtowanie świadomości zrównoważonego rozwoju transportu. I tu rozwiązaniem na oba zagadnienia mogą okazać się gry komputerowe, które nie tylko mogą trafić do szerokiego grona odbiorców, ale też mogą wspomóc rozwinać bardziej zaawansowane symulacje.

2.2. WPLYW GIER NA ROZWÓJ SZCZYTUCZNEJ INTELIGENCJI

Sztuczna inteligencja (AI z ang. Artificial Intelligence) jest obecnie popularnym tematem i jest mało prawdopodobne, aby stała się mniej ważna w przyszłości. Więcej naukowców niż kiedykolwiek pracuje nad sztuczną inteligencją w różnych formach i jest zainteresowanych tą dziedziną [5]. Również gry są popularnym obszarem zastosowań w badaniach nad sztuczną inteligencją. Wraz z rozwojem gier rozwija się sztuczna inteligencja, którą można zastosować dla dalszych systemów symulacji logistycznych infrastruktury. Deweloperzy gier nie bez powodu coraz bardziej koncentrują się na tym, by gry oddawały jak najbardziej realistyczne działanie. Coraz częściej też wykorzystują możliwości metod analizy sztucznej inteligencji, aby analizować duże ilości danych i optymalizować projekty gier.

Sztuczna inteligencja oraz inteligencja obliczeniowa zawsze były doskonałe w rozwiązywaniu problemów skalowalności poprzez automatyzację zadań i dynamiczne dostosowywanie. Wraz z ich rozwojem gry stają się coraz lepsze, a dzieje się to nie tylko dzięki rozwojowi technologicznemu, lecz także przez maszyną ilość danych generowanych i zbieranych przez przemysł deweloperski [6].

Algorytmy sztucznej inteligencji stają się mądrzejsze i uczą się wykonywać zadania poprzez podawanie ogromnych ilości danych. Im większa baza danych tym większy rozwój, jednakże oprócz wielkich firm generujących dane, większość firm nie gromadzi ilości danych wymaganych do prawidłowego szkolenia algorytmów sztucznej inteligencji. Ponadto, ludzie po prostu nie mają czasu i cierpliwości, aby nauczyć algorytmy sztucznej inteligencji wszystkiego, co powinny wiedzieć. Dlatego rozwiązaniem są gry komputerowe które mają cierpliwość jak i czas.

Adrien Gaidon, informatyk z Xerox Research Center Europe, wpadł na pomysł oszukania sztucznej inteligencji, dzięki jak najbardziej realistycznemu odwzorowaniu świata w grze. Pomyślał, że skoro dał się zwieść myśleniu, że gry wideo są prawdziwe, być może algorytmy sztucznej inteligencji też mogą być [7].

Gaidon i jego zespół wykorzystali Unity, szeroko wykorzystywany silnik do tworzenia gier trójwymiarowych (3D z ang. three-dimensional space), do tworzenia scen, które pomagają w szkoleniu algorytmów dogłębnego uczenia się. Nie tylko stworzyli środowiska syntetyczne, ale zaimportowali prawdziwą scenę do wirtualnego świata. To pozwala im porównywać efektywność algorytmów szkoleniowych ze środowiskami wirtualnymi w porównaniu z przeszkolonymi przez prawdziwe obrazy. Te badania jak i inne nadal trwają.

Jeśli odwzorujemy jak najbardziej realistycznie grę związaną z przepływem osób czy towarów, gdzie sami tworzymy infrastrukturę oraz jej całą otoczkę logistyczną, sztuczna inteligencja będzie mogła rozwijać się na tyle by umieć rozwiązywać najbardziej skomplikowane problemy logistyki miejskiej. Cały ten algorytm można by było przenieść później na systemy symulacji infrastruktury uzupełniając potrzebne dane tworząc tym samym skuteczne narzędzie dla miast. Grą która posiada elementy logistyczne oraz skupia się na infrastrukturze jest Cities: Skylines.

3. SYSTEM GRY CITIES:SKYLINES I JEJ ELEMENTY

Cities: Skylines to nowoczesne spojrzenie na klasyczną symulację miasta. Jest to gra w której zadaniem użytkownika jest zaprojektowanie jak najbardziej efektywnego miasta (wliczając w to głównie ekonomię oraz transport) bądź przeprojektowania oraz stworzenia nowych rozwiązań by upłynnić ruch w mieście. Przyglądając się temu zagadnieniu, można początkowo stwierdzić, że jest to po prostu gra gdzie poziomy trudności oraz jej parametry są dobierane poprzez poziom czy losowość występującą w grze, co mogłoby sprawić, iż symulacja uchodziłaby za nierzetelną. Tu należy więc spojrzeć na rozwój technologii oraz prace nad sztuczną inteligencją na przestrzeni ostatniej dekady które nabrały niezwykle tempa wzrostu. Przekłada się to także na gry i ich system sterowania.

W Cities Skylines występuje ruch pasażerski oraz towarowy. Obywatele danego miasta są spersonifikowani posiadają imię, wiek, miejsce pracy czy zamieszkania, są także studenci oraz osoby młode niezdolne jeszcze do pracy. Podział grup społecznych oddaje więc realia próbek statystycznych. Obywatele podróżują do pracy, do miejsc w których mogą zrobić zakupy, czy po prostu w celach rozrywki. Tak jak w prawdziwym życiu nie każdy posiada samochód osobowy czy prawo jazdy, dlatego ruch odbywa się za pomocą wycieczek pieszych czy innych środków transportu. W przypadku dostępności transportu publicznego, znaczna część mieszkańców bez samochodów zdecyduje się na dłuższe przejazdy. Również osoby posiadające samochód wybiorą transport publiczny, gdy tylko dostrzegą, że jako kierowcy poruszają się znacznie wolniej.

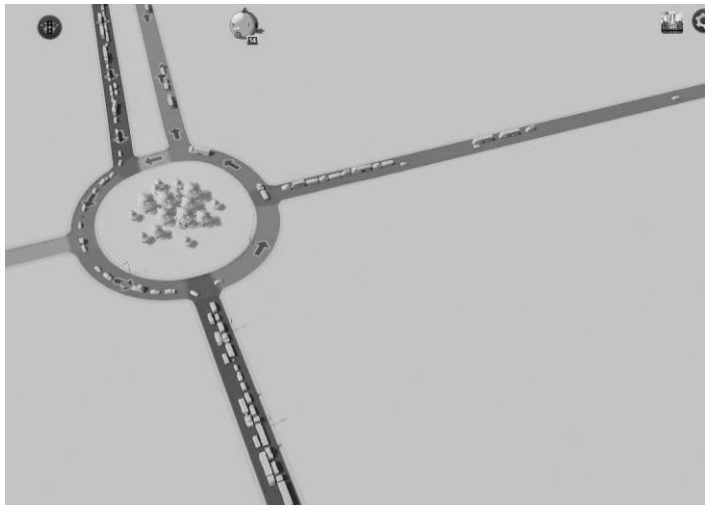
W przypadku towarów, są one produkowane na obszarach przemysłowych, gdzie następnie transportowane są do dzielnic handlowo-usługowych w celu ich sprzedaży mieszkańcom bądź turystom (osoby z poza miasta). Powoduje to więc, iż gdziekolwiek występują głównie dzielnice handlowe, tam i z powrotem będą jeździły ciężarówki. Do produkcji dóbr tak jak w prawdziwym świecie wykorzystuje się surowce, które jeśli nie ma ich na miejscu trzeba sprowadzić. Wszelkiego rodzaju materiały są dostarczane za pomocą każdej gałęzi transportu. Jednakże w przypadku braku występowania dostępnych pociągów lub statków transportowych, materiały są transportowane za pomocą ciężarówek, czego skutkiem jest wywarcie nacisku na sieć drogową.

W celu uniknięcia kongestii, pojazdy wybierają najmniej ruchliwą trasę oraz unikają miejsc w których ruch może najbardziej się akumulować. System sterowania gry używa również opcji wcześniejszego planowania trasy, by zapobiec blokowaniu dwóch pasów ruchu poprzez przełączanie się między nimi. Gdy ruch przestaje być płynny, wyświetlane są informacje oraz gra wskazuje nam te miejsca. Należy stworzyć taką infrastrukturę by pojazdy dotarły prosto do miejsca ich przeznaczenia.

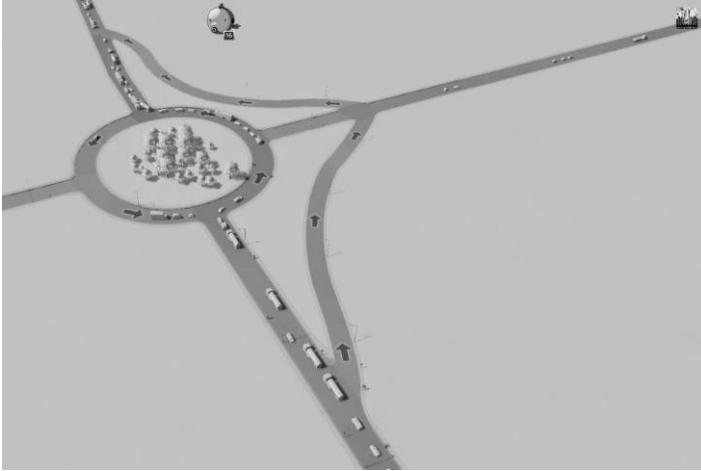
W Cities: Skylines wszystko ma ciąg przyczynowo-skutkowy. Przykładem jest działanie straży pożarnej, pojazdy mające za zadanie zgaszenie pożaru pojawią się na miejscu zdarzenia tylko wtedy, gdy drogi nie będą zatłoczone.

4. ŚWIADOMOŚĆ SPOŁECZNA JAKO CZYNNIK ZMNIJSZAJĄCY RUCH

Jak wcześniej wspomniano nawet najlepsza symulacja, najlepiej zaprojektowana infrastruktura mogą nie sprostać współczesnym problemom. O ile pewne czynniki losowe takie jak wypadki sztuczna inteligencja byłaby w stanie uwzględnić w swoich algorytmach, to ciągły wzrost ilości pojazdów w miastach skutkowałby chęcią powiększania terenu miasta. Poniżej przedstawiony jest prosty model skrzyżowania oraz jego zaproponowana przebudowa stworzone w Cities: Skylines.



Rys. 1. Model prostego skrzyżowania przedstawiającego kongestię
Fig. 1. A model of a simple junction representing heavy traffic



Rys. 2. Poprawiony model prostego skrzyżowania eliminujący kongestię
 Fig. 2. Enhanced model of a simple junction eliminating heavy traffic

Lepsze rozwiązanie konstrukcyjne skrzyżowania upłynniło ruch, co dowodzi temu, iż im lepsze rozplanowanie w mieście tym ruch miejski zostaje odciążony. Oczywiście jest to najprostszy model z możliwych, by wskazać tę prawidłową zależność. Jednakże, gdy zwiększymy ilość pojazdów w naszej symulacji, mimo naszego dobrze rozplanowanego skrzyżowania pojawia się zator drogowy.



Rys. 3. Zator drogowy występujący w poprawionym modelu
 Fig. 3. Heavy traffic in enhanced model

Ważna jest zatem odpowiednia polityka transportowa oraz kształtowanie świadomości społeczeństwa na temat zrównoważonego rozwoju transportu. Zapoznanie ludzi z koncepcjami carpoolingu, car-sharingu czy centrami przesiadkowymi. Zachęcanie ich do korzystania z transportu publicznego. Oswojenie z myślą, iż głów-

nym powodem tłoku na drogach czy braku miejsc na parkingach jest ciągle rosnąca liczba aut.

Zastosowanie gier można także wykorzystać w nauce i kształtowaniu wiedzy na temat tego co nas otacza. Na stu graczach Cities: Skylines została przeprowadzona krótka ankieta, której wyniki znajdują się w tabeli 1.

Tab. 1. Wyniki ankiety graczy Cities: Skylines
Tab. 1. Survey's results of Cities:Skylines players

Wiek badanych	Ilość graczy	Osoby zainteresowane logistyką z poszczególnej grupy wiekowej	Osoby z poszczególnej grupy wiekowej widzące rozwiązania w swoim mieście dzięki grze
Poniżej 18lat	22%	31,82%	22,73%
18-25	64%	82,81%	92,19%
Powyżej 25 lat	14%	57,14%	78,57%

Z tabeli wynika, iż największy udział graczy to osoby w wieku 18-25 lat. To wśród tej grupy również zainteresowanie logistyką jest największe, aż 82,81%. Najmniejsze zainteresowanie występuje wśród grupy wiekowej osób poniżej 18 roku życia tylko 31,82% (warto zaznaczyć tutaj, że jest to rezultat z całości grupy czyli 22%) co daje bardzo mały wynik. Wynika to z tego, że młodzież w tym dzieci uczące się oraz nastolatki widzą w grze po prostu rozrywkę z racji ich wieku, reszta tej grupy która odpowiedziała, iż mają jakąkolwiek styczność z logistyką to osoby już trochę starsze uczęszczające np. do techników logistycznych.

Uczestnicy ankiety z grupy osób powyżej 25 lat jako najmniejsza grupa wiekowa graczy okazała się zaskoczeniem, gdyż zainteresowanie logistyką pośród tej grupy przekroczyło połowę a dokładniej 57,14%. Największa ilość osób które zauważają rozwiązania w infrastrukturze miejskiej to znów przedział 18-25 lat z wynikiem 92,19%. Również osoby powyżej 25 roku życia zauważają dużo rozwiązań dzięki grze ok.79%. Najmłodsza grupa wiekowa osiągnęła najniższy wynik 22,73%. Powód jest taki sam jak przy zainteresowaniu logistyką. Znaczna część ankietowanych w tej grupie była zbyt młoda by jakkolwiek umieć zastosować rozwiązania upłynnienia ruchu w swoim mieście. Ogólny wniosek można sformułować jako, że gra w pewien sposób wpływa i rozwija świadomość społeczną zagadnień logistyki miejskiej przy założeniu, że osoba jest na tyle dojrzała by móc zdawać sobie sprawę z pewnych problemów. Jest to również przyjemny sposób promocji, który może okazać się bardziej skuteczny w przyszłości.

5. PODSUMOWANIE

Ilość samochodów na drogach jest znacznie większa niż dekadę temu. Ciągły ruch stawia nowe wyzwania planistyczne. Zaprojektowanie odpowiedniej infrastruktury staje się coraz trudniejsze, gdyż obecne modele symulacyjne mogą okazać się niewystarczające. Rozwiązaniem może okazać się sztuczna inteligencja, która potrafiłaby agregować ogromne ilości danych. Jej rozwój jest jednak czasochłonny dlatego jednym ze sposobów jest wykorzystanie jak najbardziej odwzorowanych realistycznie gier komputerowych, gdzie następnie można by było przenieść algorytmy w celu ulepszenia programów symulacyjnych. Gry mogą być również narzędziem podnoszenia społecznej świadomości o zrównoważonym rozwoju transportu, które może być kluczowe dla problemów logistyki miejskiej.

LITERATURA

- [1] BARCIK R., BYLINKO L., „Komputerowa symulacja układów drogowych w logistyce miast”, *Logistyka* 2/2012, s. 365-374, Instytut Logistyki i Magazynowania 2012.
- [2] JÓŹWIAK A., ŚWIDERSKI A., „Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce”, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport* 2017 z.117, s. 97-108.
- [3] http://www.bit-poznan.com.pl/?page_id=639 (dostęp: 26.10.2018).
- [4] WAPPA P., „Wykorzystanie metod sztucznej inteligencji w logistyce”, *Ekonomia i Zarządzanie* 4/2011, s. 109-121.
- [5] YANNAKAKIS G. N., TOGELIUS J., „*Artificial Intelligence and Games*”, Springer 2018.
- [6] RIEDL, M. O., ZOOK A., „*AI for game production*” 2013 IEEE Conference on Computational Intelligence in Games CIG 2013: 1-8.
- [7] <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/06/13/artificial-intelligence-the-clever-ways-video-games-are-used-to-train-ais/#3fdb6b139474> (dostęp: 28.10.2018).

THE DEVELOPMENT OF SIMULATION AS A TOOL IN URBAN LOGISTICS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE EXAMPLE OF THE CITIES:SKYLINES GAME

Key words: *urban logistics, heavy traffic, simulation, problem solving, urban barriers, city skylines, artificial intelligence, computer games*

The article presents the possibility of using artificial intelligence in simulations as a new solution to improve the flow of goods and people in the city. It also shows the dependence and interaction of the development of artificial intelligence with computer games in order to develop its algorithms. The parts of the Cities: Skylines game reflecting reality these could help in the development of artificial intelligence was presented. Additionally, the topic of using game as a research instrument which improves awareness of urban logistics' problem for common people using public or private transport was also presented.

Magdalena MIĘTKIEWSKA
Jakub MISTRZAK¹

ELEKTROMOBILNOŚĆ WYZWANIEM I SZANSĄ WSPÓŁCZESNEJ LOGISTYKI MIEJSKIEJ

Słowa kluczowe: *elektromobilność, logistyka miejska, zrównoważony rozwój pojazdy elektryczne, carsharing*

Artykuł obrazuje współczesną sytuację i problemy związane z logistyką miejską, a także prezentuje rozwiązania, które w sposób przyjazny środowisku przyczyniają się do realizacji koncepcji zrównoważonego rozwoju aglomeracji miejskich. Celem referatu jest ukazanie korzyści związanych z inwestycją w elektromobilność na użytek mieszkańców dużych aglomeracji miejskich. Podane zostały przykłady, które wprowadzone do codziennego życia mieszkańców miast, w sposób przyjazny środowisku naturalnemu poprawią przede wszystkim funkcjonowanie w wielkim mieście. Dodatkowo została przeprowadzona analiza porównawcza mająca na celu porównanie kosztów dojazdu samochodem własnościowym wraz z metodą carsharingu czyli wypożyczenie samochodu od firmy zewnętrznej.

1. WSTĘP

Obecnie duży nacisk stawia się na ochronę środowiska naturalnego oraz zmniejszenie ilości spalin emitowanych do powietrza. Popularnym stają się rozwiązania sprzyjające minimalizacji zanieczyszczeń oraz ochronie surowców naturalnych, również w różnych aspektach życia codziennego. Autorzy referatu dostrzegają dużą szansę w związku z inwestycją w pojazdy elektryczne w aglomeracjach miejskich. Stanowią one nowoczesne podejście do motoryzacji oraz idealnie wpisują się w trend oszczędności oraz zwiększonej dbałości na rzecz środowiska naturalnego. Rozwiązanie to także przykład na zrównoważony rozwój miast, które poszukują innowacyjnych podejść do przemieszczania się mieszkańców wewnątrz miasta. Według Beaty Bal-Domańskiej i Justyny Wilk „Zrównoważony rozwój jest procesem mającym na celu poprawę jakości życia i dobrobytu pokoleń w długim okresie. Oceniając sytuację w tym zakresie należy zwrócić uwagę na dokonywany przez regiony postęp w kierunku wyznaczonych celów lub jego brak.” [1], dlatego logistyka miejska musi podążać takim rozwiąza-

¹ Koło Naukowe Logistyka, Politechnika Poznańska.

niom, które sprawią że życie w mieście stanie się bardziej przyjazne dla jego mieszkańców w perspektywie długofalowej.

2. LOGISTYKA MIEJSKA I ELEKTROMOBILNOŚĆ

Przyglądając się ciągłemu procesowi rozwoju miast a co za tym idzie poszerzaniu jego granic, stajemy przed wyzwaniem, które polega na dostosowaniu infrastruktury oraz poprawieniu skomunikowania całego miasta, uwzględniając ograniczone możliwości takie jak np. związane z dostępnymi środkami finansowanymi czy barierami społecznymi. Według Jacka Szołtyska „logistyka miejska to ogół procesów zarządzania przepływami osób, ładunków i informacji wewnątrz systemu logistycznego miasta, zgodnie z potrzebami i celami rozwojowymi miasta, z poszanowaniem ochrony środowiska naturalnego, uwzględniając fakt, że miasto jest organizacją społeczną, której nadrzędnym celem jest zaspokajanie potrzeb swoich użytkowników.”[6] Nawiązując do przedstawionej definicji, zauważa się, że rozwój miast powinien pojawiać się wraz z innymi ważnymi aspektami takimi jak: ochrona środowiska oraz wzgląd na jego mieszkańców. Autorzy referatu widzą ogromny potencjał na zdrowsze środowisko w elektromobilności, jednakże dostrzegają również ogromne wyzwanie związane z jego wdrożeniem do codziennego życia w skali całego miasta, które umożliwiłoby swobodne korzystanie mieszkańcom miast z proponowanego rozwiązania. Rozwój elektromobilności wymaga podejmowania kluczowych decyzji i aktywności przez miasta. Kolejną barierą jest bariera społeczna, która przekłada się głównie na sposób postrzegania pojazdów zasilanych energią elektryczną przez mieszkańców oraz zmianie ich przyzwyczajień. Jest to również problem techniczny związany z rozwojem infrastruktury miejskiej i pojazdów. Poniżej zaprezentowano tabelę z przykładami dostrzeżonych barier związanych z rozwojem elektromobilności oraz możliwymi rozwiązaniami jakie widzą autorzy referatu. Wyróżniono cztery grupy barier na których się skupiono, są to: bariery związane z infrastrukturą, rozwojem pojazdów, bariery społeczne oraz bariery integracyjne.

Tab. 1. Podział barier związanych z inwestycją w elektromobilność [3]
 Tab. 1. Division of barriers related to investment in electromobility [3]

Rodzaje bariery	Przykład bariery	Rozwiązanie
Bariery związane z infrastrukturą	Brak lub niedostatek właściwej infrastruktury	Budowa dużej ilości punktów ładowania
	Niewłaściwa lokalizacja punktów ładowania pojazdów elektrycznych	Przyjęcie rozwoju punktów ładowania jako jednego z kluczowych strategii rozwoju miast
Rozwój pojazdów	Niewielki zasięg pojazdu elektrycznego w stosunku do pojazdów spalinowych	Inwestowanie w technologie poprawiającą wydajność pojazdów elektrycznych
Bariery społeczne	Ogólna niechęć do pojazdów elektrycznych	Programy promujące pojazdy elektryczne, specjalne programy współfinansowania nowych pojazdów
	Niska świadomość ekologiczna	Tutaj też mogą być jakieś programy edukacji
	Wysoki koszt zakupu pojazdów z napędem elektrycznym	Wprowadzenie specjalnych programów współfinansowania zakupów nowych pojazdów
Bariery integracyjne	Różne standardy wykonania elementów samochodów elektrycznych oraz systemów ładowania	Stworzenie jednolitych specyfikacji technicznych
	Brak wyróżnienia tego typów pojazdów w podziale modalnym ruchu (badania i modelowanie)	Wydzielenie tego typów pojazdów w modelach ruchu
	Znikome ilości informacji skierowanych do użytkowników pojazdów elektrycznych w zakresie planowania podróży	Rozszerzenie informacji o możliwych wariantach planowania podróży dla wariantów krótkoterminowych jak i długoterminowych

Przedstawiona tabela porusza najistotniejsze w opinii autorów referatu, bariery jakie udało się wyróżnić. Mimo faktu, że ich ilość jest duża, to istnieją rozwiązania które pozwolą na ich wyeliminowanie. Jediną trudnością w opinii autorów pracy jest konieczność opracowania przemyślanego planu wdrożenia i konsekwentnego działania w kierunku rozwoju elektromobilności.

3. SAMOCHODY ELEKTRYCZNE I CARSHARING

Według ustawy o elektromobilności i paliwach alternatywnych samochód elektryczny rozumie się jako: "wykorzystujący do napędu energię elektryczną wytworzoną z wodoru w zainstalowanych w nim ogniach paliwowych lub wyłącznie silnik, którego cykl pracy nie prowadzi do emisji gazów cieplarnianych lub innych substancji objętych systemem zarządzania emisjami gazów cieplarnianych" [4]. Dużą szansą dla rozwoju miast i logistyki miejskiej jest według autorów referatu inwestowanie w badania i produkcję samochodów o napędzie elektrycznym.

Należy mieć na uwadze fakt, iż na znaczeniu zyskuje rozwiązanie związane z wypożyczaniem samochodów, nazywany carsharingiem, w którym użytkownik płaci tylko za przejechane kilometry oraz za czas spędzony w trasie. Zakładane są firmy specjalizujące się w wypożyczaniu samochodów, dlatego idealnym rozwiązaniem byłby wsparcie tych firm przez miasto lub władze państwa i założenie związku firm, które wypożyczają pojazdy elektryczne. W 2007 roku we Wrocławiu otwarto pierwszą w Polsce wypożyczalnię aut elektrycznych - VOZILLA. Wrocławiaci w sposób bardzo pozytywny zareagowali na otwarcie takiej możliwości podróżowania po swoim mieście. Już tylko w dniu uruchomienia zarejestrowało się ponad tysiąc potencjalnych nowych użytkowników. Śladem firmy VOZILLA powinny ruszyć inne przedsiębiorstwa, chcące przyczynić się do wzrostu elektromobilności w miastach. Usługa ta jest bardzo konkurencyjna w porównaniu do firm taksówkowych, ponieważ końcowe ceny przejazdu odnoszą się do faktycznej ilości czasu spędzonego w pojeździe i przejechanych kilometrów. W powyższym rozwiązaniu użytkownik staje się również kierowcą, co powoduje obniżenie kosztu usługi, dlatego że firmy nie ponoszą kosztów związanych z zatrudnieniem osób prowadzących auta. Poniżej zaprezentowano wybrane najważniejsze zalety koncepcji połączenia samochodów elektrycznych oraz car-sharingu.

Tab. 2. Podział zalet carsharingu ze względu na czynniki uwarunkowania gospodarki
 Tab. 2. The division of the advantages of carsharing due to the determinants of the economy

Ekonomiczne	Społeczne	Środowiskowe
<ul style="list-style-type: none"> - brak opłat parkingowych - naładowane auto - stosunkowo niski koszt 	<ul style="list-style-type: none"> - wysoka dostępność - naładowane auto - możliwość korzystania z bus pasów - możliwość zaparkowania w centrum miasta - brak cyklicznych opłat za posiadanie własnego pojazdu 	<ul style="list-style-type: none"> - ochrona środowiska, - brak cyklicznych opłat za posiadanie własnego pojazdu

Wskazane zestawienie pokazuje zalety jakie związane są z użytkowaniem usługi wypożyczenia samochodów. W Polsce takie ruchy są wspierane np. poprzez możliwość korzystania z pasów ruchu przeznaczonych dla autobusów po uprzednim wyznaczeniu takich miejsc przez zarządcę [5].

4. ANALIZA PORÓWNAWCZA KOSZTU DOJAZDU DO PRACY SAMOCHODEM WŁASNOŚCIOWYM Z KOSZTAMI SAMOCHODU WYNAJĘTEGO OD JEDNEJ Z POZNAŃSKICH FIRM

W celu lepszego zobrazowania analizowanego problemu przez autorów referatu została przeprowadzona analiza porównawcza, której celem jest ukazanie różnicy w kosztach pomiędzy jazdą wypożyczonym samochodem elektrycznym według oferty przedstawionej przez jedną z poznańskich firm a samochodem własnościowym.

Dla celów analizy autorzy referatu przyjęli następujące dane:

- Okres analizy – 21 dni roboczych w miesiącu,
 - Długość trasy - 7,5 km 2 razy dziennie od ul. Bułgarska do Campus Piotrowo co daje 315 km w miesiącu,
 - Czas pokonywania trasy:
 - 16 minut w godzinach porannych,
 - 30 minut w godzinach popołudniowych,
- Co daje dziennie 46 minut natomiast miesięcznie 966 minut.

- Dane pojazdu:
 - Toyota yaris III Hatchback 5D 1.5 Hybrid 100KM,
 - Spalanie 3,6l/100km,
- Ubezpieczenie OC+AC+Assistance+NNW oferowane przez firmę na rynku ubezpieczeniowym 152zł/miesiąc,
- Cena kupna nowego samochodu 70 000 zł w skali 10 lat koszt na miesiąc wynosi 583,33 zł.

Tab. 3. Analiza porównawcza kosztu dojazdu do pracy samochodem własnościowym z kosztami samochodu wynajętego od jednej z poznańskich firm [4]

Tab. 3. A comparative analysis of the cost of access to work by a private car with the costs of a car rented from one of the companies in Poznań [4]

Carsharing		Samochód własnościowy	
Cena za ilość przejechanych kilometrów	$21 * 2 * 7,5 = 315 \text{ km}$ $315 * 0,8 = 252 \text{ zł}$	Koszt paliwa	$3,15 * 3,6 = 11,34 \text{ l}$ $11,34 * 5,47 = 62,03 \text{ zł}$
Cena za ilość minut korzystania z pojazdu	$21 * (16 + 30) = 966 \text{ min}$ $966 * 0,5 = 483 \text{ zł}$	Koszt ubezpieczenia	152 zł
		Cena kupna samochodu w przeliczeniu na 1 miesiąc	$\frac{70\ 000}{10 * 12} = 583,33 \text{ zł}$
Suma	735 zł	Suma	797,36 zł

Dla celów badań założyliśmy użytkowanie pojazdu przez 10 lat. Z analizy wynika, że dzięki Carsharingu można zyskać nawet 62,36 zł miesięcznie, co w opinii autorów uzasadnia podjęcie decyzji o wypożyczeniu samochodu zamiast jego posiadaniu. Należy również mieć na uwadze fakt, że eksploatacja samochodu również pociąga za sobą koszty, jakie ciężko określić i nie zostały one ujęte w analizie.

5. AUTOBUSY ELEKTRYCZNE

Wobec wciąż pojawiających się zaostrzających ustaw ds. ochrony środowiska w miastach, wprowadzenie elektrobusew w miastach jest traktowane jako filar zrównoważonego rozwoju miast. Na konferencji Narodów Zjednoczonych "Rio+20", której głównymi problemami poruszonymi były: „zielona gospodarka” – czyli jak doprowadzić do zmniejszenia poziomu ubóstwa na świecie oraz ulepszyć międzynarodowy system koordynacji w obszarze zrównoważonego rozwoju. Według naukowców liczba ludności na świecie w 2050 roku wzrośnie z 7 do 9 miliardów a co za tym idzie zwiększy się poziom korzystania ze środowiska naturalnego oraz zostanie bardziej wyznaczona granica pomiędzy poszczególnymi klasami społecznymi [7]. Spotkania mają na celu wprowadzenie działań dążących do polepszenia jakości życia każdej jednostki społecznej żyjącej na świecie przy jednoczesnym szanowaniu środowiska naturalnego. Strategia rozwoju transportu zmierza ku ograniczeniu wykorzystywania nieodnawialnych źródeł energii i zastąpienie ich konwencjonalnymi. Obecnie Unia Europejska wprowadziła dodatkowe przepisy, które zmuszają Państwa Europejskie do ograniczenia zużycia paliw kopalnianych a co za tym idzie korzystanie z pojazdów elektrycznych będzie jeszcze bardziej wspierane, ponieważ w wyniku wytwarzania energii zużywanej przez pojazdy będą wykorzystywane źródła odnawialne. Obecnie na rynku przeważają pojazdy o napędzie spalinowym natomiast pojazdów elektrycznych jest zdecydowanie mniej a co za tym kupno jest droższe. Obecna sytuacja pozwala na zaistnienie nowych marek na rynku motoryzacji między innymi Przedsiębiorstwo Solaris Bus & Coach S.A. dąży do tego aby Polska była w tej dziedzinie specjalistą, według prognoz rozwój elektromobilności może przynieść wzrost o 1,1 procenta wzrostu PKB oraz 81 tysięcy nowo powstałych miejsc pracy. Na przestrzeni najbliższych 10 lat udział w rynku e-busew ma wzrosnąć z 10% do 50%.[9] Choć elektryczne autobusy są dość drogie to grono przedsiębiorców stara się wspierać Unia Europejska, której dofinansowania wynoszą nawet do 85% kosztów wprowadzonej inwestycji.

6. SPOSOBY ŁADOWANIA ORAZ STACJE ŁADOWANIA

Decydując się na zakup pojazdu o napędzie elektrycznym musimy zwrócić szczególną uwagę na możliwości związane z ładowaniem tego środka lokomocji. Żeby naładować swój pojazd ważnym aspektem jest lokalizacja stacji ładowania, ponieważ nie występują one na typowych stacjach paliw. Wobec powyższego, planując więc rozwój miast należy zwrócić szczególną uwagę na umiejscowienie przyszłych stacji ładowania, tak aby były one łatwo dostępne i umożliwiały wygodne korzystanie z nich. Dlatego koniecznym jest rozbudowa infrastruktury związanej ze stacjami ładowania. W celu integracji i przyspieszenia wdrożenia elektromobilności podjęte zostają działania dotyczące m. in. unifikacji specyfikacji technicznych, ponieważ występuje obecnie na świecie kilka rodzajów wtyczek, w tym type 1, type 2, type 3, CHAdeMO czy CCS. Ze względu na moc ładowania rozróżniamy dwa rodzaje wtyczek, dla mocy powyżej 22 kW są to fast chargers, a dla poniżej slow chargers. Kupując pojazd elektryczny należy sprawdzić jaki sposób ładowanie jest dla niego definiowany. Producenci aut elektrycznych sami wybierają sposób ich ładowania. Dlatego warto zorientować się czy w pobliżu miejsca naszego zamieszkania znajdują się odpowiednia stacja ładowania. Na rysunku 3 przedstawiono mapę Polski z rozmieszczeniem stacji ładowania. Po jej analizie, dochodzi się do wniosku, że są one zlokalizowane głównie w okolicy większych miast i wciąż jest ich za mało.



Rys. 3. Mapa Polski z rozmieszczeniem stacji ładowania [10]

Rys. 3. Map of Poland with the location of the charging station [10]

Stacje ładowania znajdujące się w Polsce w porównaniu ze stacjami w miastach europejskich zazwyczaj nie są używane w takim stopniu jak u naszych zachodnich sąsiadów. Warto się więc zastanowić co powoduje taki stan rzeczy. W barierach jakie zostały wymienione na początku referatu dostrzega się brak promowania innowacyjnych rozwiązań dotyczących transportu. Zdaniem autorów referatu należy w większym stopniu kłaść nacisk na szerzenie wiedzy o elektromobilności a także starannie przemyśleć lokalizacje stacji ładowania.

7. PODSUMOWANIE

Autorzy referatu przedstawili główne korzyści z inwestycji miast w pojazdy elektryczne, które są szansą a zarazem wyzwaniem współczesnych aglomeracji miejskich, w referacie dostrzeżono potencjalną możliwość wdrożenia pojazdów elektrycznych w codzienne życie mieszkańców miast tymi sposobami są: elektrobusesy i samochody o napędzie elektrycznym. Dzięki wprowadzeniu elektromobilności mieszkańcy mogą w znacznym stopniu zmniejszyć ilość emitowanych zanieczyszczeń oraz poziom hałasu. Na wprowadzeniu elektromobilności mogą zyskać również przyszłe pokolenia jednakże aby do tego doprowadzić należy pokonać bariery wymienione powyżej. Przedstawione propozycje dotyczące elektromobilności w logistyce miejskiej głównie nastawione są na ochronę środowiska naturalnego oraz poprawę życia mieszkańców miast, a także przyszłych jego pokoleń. Wybierając inwestowanie w inne źródła zasilania pojazdów, stajemy się bardziej świadomi jak wielki wpływ mamy na środowisko oraz fakt że przyszłe pokolenia dostaną po nas w spadku efekty podjętych przez nas działań, które zaczynamy teraz.

LITERATURA

- [1] Bal-Domańska.B., Wilk J., „Gospodarcze aspekty zrównoważonego rozwoju wojewodztw – wielowymiarowa analiza porównawcza”, Przegląd statystyczny, 2011
- [2] Grzelec K. Okrój D. Perspektywy obsługi miast autobusami elektrycznym na przykładzie Sopotu
- [3] Opracowanie własne na podstawie materiałów Dr hab. Inż. Grzegorza Sierpińskiego, Mgr inż. Ander’a Pijoan’a, Mgr inż. Katarzyny Turoń z XIII Naukowej Konferencji "Oszczędność i efektywność - współczesne rozwiązania w logistyce i produkcji" organizowanej przez Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej; 2018
- [4] Opracowanie własne na podstawie https://www.pois.gov.pl/media/27493/Public_Transport_JASPERS_revision_PL_corrected_15092015.pdf pobrano 31.10.2018
- [5] Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z dnia 11.01.2018
- [6] Szoltysek. J, materiały z XIII Naukowej Konferencji "Oszczędność i efektywność - współczesne rozwiązania w logistyce i produkcji" organizowanej przez Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej; 2018
- [7] <http://www.unic.un.org.pl/rio20/> pobrano 31.10.2018
- [8] <http://www.infobus.pl/ebus> pobrano 31.10.2018
- [9] <https://businessinsider.com.pl/technologie/nowe-technologie/autobusy-elektryczne-i-elektromobilnosc-w-polsce-perspektywy/qvj73zt> pobrano 31.10.2018

**ELEKTROMOBILITY AS A CHALLENGE AND A CHANCE FOR
MODERN URBAN LOGISTICS**

Key words: *electromobility, city Logistics, sustainable development, electric vehicle, carsharing,*

The lecture shows not only the contemporary situation and issues connected with urban logistics, but also presents environmentally friendly solutions which contribute to the implementation of sustainable development in urban agglomerations. The main purpose of the report is to reveal the advantages of investment in electromobility for inhabitants living in metropolitan areas. There have been described proper examples, that implemented to people's everyday life, in an eco-friendly way improve the functioning of the city. Furthermore, the comparative analysis that has been made, shows the comparison of costs in using own car and in using carsharing - renting a car from external company.

Emilia SZZANIECKA
Natalia SMARZYŃSKA¹

LOGISTYKA WYPRZEDZAJĄCA, CZYLI INNOWACYJNE PODEJŚCIE DO BRANŻY E-COMMERCE

Słowa kluczowe: *e-commerce, przemysł 4.0, logistyka wyprzedzająca, Big Data, sztuczna inteligencja, uczenie maszynowe.*

Tematem referatu jest zastosowanie logistyki wyprzedzającej w zarządzaniu przedsiębiorstwami, w szczególności w branży e-commerce. Wstęp traktuje o postępie technologicznym, który określony został mianem Przemysłu 4.0. Następnie wyjaśnione zostało pojęcie logistyki wyprzedzającej, oraz narzędzi które służą do jej skutecznego wprowadzenia. Kolejno zostały przytoczone przykłady firm, stosujących opisane rozwiązania. Na końcu znajduje się analiza SWOT wprowadzenia logistyki wyprzedzającej w przedsiębiorstwie.

1. WSTĘP

Globalny rynek handlu elektronicznego (ang. e-commerce) ulega nieustannym zmianom wywołanym przez ciągły postęp technologiczny. Istotą e-handlu jest zawieranie transakcji związanych z działalnością gospodarczą, realizowanych za pomocą nowoczesnych rozwiązań technologicznych i telekomunikacyjnych. Najbardziej spopularyzowaną formę e-commerce są sklepy internetowe, dzięki którym możliwe jest obniżenie kosztów prowadzenia działalności ze względu na brak konieczności wynajmu lub kupna lokalu służącego za punkt sprzedaży. Działania związane z handlem elektronicznym obejmują nie tylko samą wymianę towarów i usług, ale również akcje promocyjne i marketingowe. Są to wszystkie czynności związane z bezpośrednim zawieraniem transakcji handlowych, jak i prowadzące do nich, z wykorzystaniem środków teleinformatycznych [1]. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie logistyki wyprzedzającej jako szansy na rozwój branży TSL, w szczególności obszaru e-commerce.

E-handel zrewolucjonizował już wiele aspektów logistyki XXI wieku. W porównaniu do innych obszarów branży TSL, handel elektroniczny jako pierwszy wdraża najnowsze technologie. W obliczu przemysłu 4.0 (ang. industry 4.0) wiele firm stoi w obliczu konieczności przeprowadzenia zmian strukturalnych, wywołanych przez postępującą digitalizacją oraz stale zmieniający się rynek.

¹ Studenckie Koło Doskonalenia Procesów, Politechnika Poznańska.

W branży e-commerce oznacza to dążenie do jak najefektywniejszego rozpoznania potrzeb klienta oraz zapewnienie jak najszybszego ich spełnienia.

Obecnie można zaobserwować dynamiczny rozwój e-handlu w stronę wykorzystywania jak największej liczby zbiorów danych (ang. Big Data), które następnie poddane komputerowej analizie pozwalają zrewolucjonizować dotychczasowe tradycyjne podejście do logistyki. Powstała tzw. logistyka wyprzedzająca, która opiera się na pozyskiwaniu szerokiego spektrum danych o kliencie. Na podstawie dostępnych informacji sztuczna inteligencja ze zdolnością do uczenia maszynowego (ang. machine learning) jest w stanie podejmować odpowiednie dla danej sytuacji decyzje, całkowicie bez udziału ludzi. Zdaniem byłego szefa SAP, profesora Henninga Kagermanna, który jest twarzą teorii Przemysłu 4.0, obecnie wkraczamy w nowy etap - procesy zostaną przekazane przez człowieka do systemów mających zdolność do samosterowania: "Nastąpi to dzięki doprowadzeniu do sytuacji, w której autonomiczne urządzenia (ang. autonomous devices) będą w stanie same zmieniać swoją aktywność dzięki wymianie informacji między sobą i wykorzystywać te informacje w procesie ich przetwarzania przy użyciu sztucznej inteligencji (ang. artificial intelligence)"[2].

2. LOGISTYKA WYPRZEDZAJĄCA- WPROWADZENIE I POJĘCIA KLUCZOWE

E-commerce od początków swojego istnienia rozwija się w błyskawicznym tempie i stawia przedsiębiorstwom coraz większe wyzwania. Wzrostu potencjału tej branży jest w dużej mierze związany z rosnącą ilością danych niezbędnych do ustalenia np. profilu osobowościowego klienta, czy też przewidywania, co klient będzie chciał kupić w najbliższym czasie. Odpowiedzią na nowe wyzwania wydaje się być logistyka wyprzedzająca, która wspiera takie procesy jak prognozowanie popytu, które jest bardziej trafne ze względu na szeroką analizę danych dotyczących trendów sprzedażowych, rynkowych, danych dotyczących działań konkurencji oraz informacji na temat lokalnego i globalnego środowiska ekonomicznego.

U podstaw logistyki wyprzedzającej leży zdolność współczesnych urządzeń do używania sztucznej inteligencji. Jest to połączenie współczesnych technologii takich jak Big Data, uczenie maszynowe oraz sztuczna inteligencja, w celu optymalizacji działalności przedsiębiorstw. Istotą działania sztucznej inteligencji jest polepszanie swojego działania wraz z analizą doświadczenia reprezentowanego przez zbiór przykładów uczących, przez co system jest w stanie autonomicznie podejmować decyzje [3]. Kluczem jest zastosowanie zaawansowanych i skomplikowanych modeli komputerowych, które mogą przetwarzać duże ilości danych, tak aby pomóc firmie zoptymalizować obroty towarami oraz usługami, wywołując przy tym zadowolenie u klientów. Logistyka wyprzedzająca oferuje zupełnie inne funkcjonowanie łańcucha logistycznego niż współcześnie znane nam podejście. Większość czynności wykonywana jest

z wyprzedzeniem, w założeniu w pełni automatycznie. System uczy się wraz z każdą kolejną transakcją, co pozwala na niezwykle efektywne ciągłe doskonalenie i samoczynne wdrażanie się ulepszonych rozwiązań. Tradycyjne rozwiązania wiążą się z wieloma ograniczeniami i brakiem elastyczności. Zawierają elementy prognozowania, jednak w dziedzinie analizy danych człowiek nie jest w stanie konkurować z komputerem [4]. Często pracownicy opierają swoje prognozy na doświadczeniu lub błędnie odczytanych sygnałach płynących z rynku. Dwie różne osoby na tym samym stanowisku są w stanie dostarczyć całkowicie odmienne prognozy, co skutkuje brakiem konsekwencji w działaniu, czego efektem jest nie wykorzystanie pełnego potencjału przedsiębiorstwa, lecz również straty materialne bądź finansowe. Prognozowanie ręczne ogranicza również ilość możliwych do uwzględnienia danych i powiązań między nimi. Uczenie maszynowe wykorzystuje znacznie większą ilość danych oraz jest w stanie łączyć je na różnych płaszczyznach i badać ich wzajemne zależności. Ma to szczególne znaczenie w branży e-commerce, gdzie popyt cechuje się dużymi wahaniami oraz trendami.

Następnym niezbędnym do omówienia aspektem jest wszechkanałowość. Logistyka wyprzedzająca jest w stanie ułożyć łańcuch dostaw dla wielu różnych zakładów produkcyjnych, magazynów dystrybucyjnych, środków transportu oraz klientów, w sposób najbardziej zoptymalizowany pod względem czasu i kosztów. Uwzględniając fakt, że każde z ogniw mieści się w innej lokalizacji, jest to niezwykle trudne do wykonania przy użyciu wyłącznie tradycyjnych metod. Jedną z największych zalet stosowania modelu logistyki wyprzedzającej jest uniknięcie tzw. efektu byczego bicza, wywołanego m.in. promocjami lub specjalnymi wydarzeniami. Zmniejsza się również ryzyko wprowadzenia nowego produktu na rynek, ponieważ system jest w stanie wskazać najlepszy moment oraz ilość, w jakiej dany towar powinien być wprowadzany. W wielu sytuacjach uniwersalne podejście zawodzi. Dotychczas wykorzystywane narzędzia, takie jak systemy ERP, mają wiele ograniczeń, wynikających najczęściej z zaangażowania w proces prognozowania czynnika ludzkiego. Oprogramowanie wykorzystuje sztywne procedury planowania, bez uwzględnienia wpływu uwarunkowań zewnętrznych [5].

Tradycyjny system zarządzania przedsiębiorstwem w branży e-commerce jest w stanie w znikomym stopniu dostosować się do nieprzewidzianych zmian popytu. Skuteczne planowanie wymaga holistycznego spojrzenia na cały łańcuch dostaw, uwzględniającego wiele czynników, które mogą wywołać nawet drobne zmiany. Umożliwiają to zaawansowane narzędzia analityczne, które mogą przeszukać masy historycznych punktów danych, dzięki czemu uwzględniają informacje pomocne w prognozowaniu oraz planowaniu. Narzędzia do maszynowego uczenia są na tym polu o wiele lepsze niż prognozy wygenerowane przez ludzi czy nawet przez systemy ERP. Ze względu na ich możliwość przystosowywania się do środowiska w którym są używane, wspomniane modele mogą być stosowane do generowania prognoz, a także zlecenia działań takich jak przesunięcie zapasów.

Procesy logistycznego uczenia się maszyn są możliwe dzięki algorytmom, które rozpoznają wzorce i inicjują działania w całym łańcuchu logistycznym. Działania te mogą obejmować liczbę przesyłek i czas potrzebny na ich dotarcie, inwentaryzację i sugestie dotyczące składowania oraz ceny w celu optymalizacji przyjmowania i przemieszczania produktów w całym łańcuchu dostaw. Ma to szczególne znaczenie w branży e-commerce, gdzie zachodzi obrót tysiącami paczek jednocześnie. Dzięki zastosowaniu tej technologii popyt jest szczegółowo prognozowany, a czasami nawet sztucznie kreowany poprzez wykorzystanie botów oraz inteligentne sugestie dla klientów e-sklepów. Urządzenia wyposażone w sztuczną inteligencję posługują się różnymi metodami analizy danych oraz prognozowania. Najczęściej jest to metoda oparta na uczeniu maszynowym przy wykorzystaniu regresji. Skutkuje to możliwością wykrywania oraz modelowania przez komputery złożonych zależności pomiędzy bodźcami (dane klienta; parametry niezależne, które mogą mieć wpływ na sprzedaż), a wynikiem (wywołaniem zainteresowania; sprzedażą). Administrator tak stworzonego systemu odpowiada jedynie za dostarczenie danych oraz wykorzystanie potencjału uczenia maszynowego [6].

Podstawą i warunkiem prawidłowego funkcjonowania logistyki wyprzedzającej w e-handlu jest pozyskanie jak największych zbiorów informacji, tzw. Big Data. Pod pojęciem Big Data rozumie się tendencja do szukania, pobierania, gromadzenia i przetwarzania dostępnych danych. Polega przede wszystkim na legalnym zbieraniu jak największej liczby informacji ze wszystkich dostępnych źródeł, następnym analizowaniu ich i wykorzystywaniu, najczęściej biznesowym. Jednym z rezultatów może być stworzenie profilu konsumenta, który później wykorzystuje się w celu np. zwiększenia sprzedaży oraz prognozowania popytu. Najważniejsze w Big Data jest zatem przetwarzanie informacji i wykorzystywanie w praktyce wniosków pozyskanych z ich analizy, a nie samo pozyskiwanie i gromadzenie danych. Big Data, jak podaje organizacja APICS: "Są to dane które przetwarzają się poza skalą kontrolowaną przez człowieka." [7]

Skąd pozyskuje się informacje o kliencie? Interesującym źródłem danych są media społecznościowe. Pozyskane dzięki nim informacje charakteryzują się pewnymi trudnościami w analizie, ponieważ najczęściej nie są zawarte w liczbach, które można by do siebie porównać. Jednak istnieje możliwość analizowania ich pod względem obecności i zawartości słów kluczowych, pojawiania się i częstotliwości wpisów użytkowników oraz czasu ich reakcji na posty zamieszczane przez inne osoby.

Logistyka wyprzedzająca nie opiera się jedynie na prognozowaniu popytu. W jej skład wchodzi również magazynowanie. Dzięki niej istnieje sposobność do monitorowania i analizowania w czasie rzeczywistym stanów magazynowych, nadchodzących dostaw oraz hipotetycznych zagrożeń w procesie zaopatrzenia. Ważnym aspektem są również systemy magazynowe, które automatycznie uzupełniają produkty opierając się na prognozach, optymalizują oraz zabezpieczają parametry celu stanów magazynowych. Planowanie również staje się prostsze, ponieważ można otrzymać wizualizację poziomu zapasów, potencjału produkcyjnego i popytu, za czym idzie poprawa całego

procesu. Ostatnimi, lecz nie najmniej ważnymi elementami, które obejmuje logistyka wyprzedzająca, są dostawy i dystrybucja. Przy tych pierwszych może odbywać się monitoring tras dostawców, danych dotyczących, pogody, ruchu na drogach, czy też wypadach. Istnieje również możliwość zmienienia destynacji transportu w wypadku zaistnienia jakichkolwiek problemów. W dystrybucji można prowadzić optymalizację pracy kurierów w czasie rzeczywistym oraz ułożyć sieć kompleksowych powiązań między centrami dystrybucji, magazynami i fabrykami dzięki analizie przepływów między nimi [8].

3. LOGISTYKA WYPRZEDZAJĄCA W PRZYKŁADACH

Dzięki wykorzystaniu wcześniej wspomnianych narzędzi - Big Data i uczenia maszynowego, już dziś możemy zauważyć wiele inwestycji i przykładów zastosowania takich technologii w całej branży e-commerce, ale nie tylko. Analiza rozległych baz danych transakcyjnych oraz gromadzenie ich zapewnia wystarczającą ilość wiedzy, która pozwala na owocne zarządzanie przedsiębiorstwem i nadzorowanie wskaźników efektywności oraz wskazuje drogę do lepszego planowania i optymalizacji zachodzących w przedsiębiorstwach procesów. Jednym ze sposobów wykorzystania technologii w handlu jest przewidywanie popytu na dane dobro poprzez szeroki monitoring danych dotyczących trendów sprzedażowych i rynkowych zarówno poprzez łącze internetowe - badanie odwiedzanych stron, ścieżki zakupowej w obrębie sklepu, ruchu myszką, porzucania koszyka itp., oraz kontrolowanie zachowania klienta poprzez użycie takich technologii jak RFID czy też wideomonitoringu. Bada się również dane dotyczące działalności konkurencji, a także elementy środowiska ekonomicznego, postrzegane w sposób globalny i lokalny. Wykorzystanie tych narzędzi ma na celu nie tylko dostosowanie odpowiedniej strategii marketingowej do profilu danego klienta, ale również przewidzenie popytu na dobra oraz dostarczenie ich jak najbliżej finalnego odbiorcy, aby czas realizacji zamówienia był możliwie najkrótszy.

Przykładem wykorzystania takiego modelu zarządzania logistycznego jest największy w Polsce dystrybutor części samochodowych i akcesoriów, czyli firma Inter Cars S.A. Przedsiębiorstwo oferuje zaopatrzenie w części zamienne do aut osobowych, dostawczych oraz ciężarowych i wyposażenie warsztatu. Dzięki zastosowaniu analizy Big Data spółka efektywnie zarządza dostępnością towaru. Analityk wykorzystując system informatyczny z łatwością przewiduje jaka ilość i jaki rodzaj części będzie potrzebny w danym miejscu, co pozwala na zoptymalizowanie procesu dystrybucji oraz odcięcie się od wojny cenowej z innymi dostawcami, ponieważ klienci warsztatów zazwyczaj wolą zapłacić większą kwotę pieniędzy i naprawić auto w tym samym dniu. Za sukcesem sieci dystrybucji Inter Cars S.A stoi ogromna ilość przetworzonych i zanalizowanych danych, która na bieżąco oblicza potencjalny popyt na każdą z ponad dwóch milionów części, które firma ma w swojej ofercie.

Zastosowaniem nowoczesnych technologii może poszczycić się również Poczta Polska, która wykorzystuje je do optymalizacji transportu listów i paczek. Do różnych

oddziałów Poczty trafia kilka milionów listów i paczek dziennie, co wiąże się z około dziesięcioma tysiącami połączeń samochodowych oraz dwudziestoma tysiącami listonoszy dziennie. Zgodnie ze słowami dyrektora zarządzającego w spółce: “To jest wielkie pole do popisu dla Big Data. Musimy brać pod uwagę nie tylko aspekty logistyczne, ale też takie czynniki jak informacje o pogodzie czy korki, by skuteczniej, szybciej i taniej dostarczać przesyłki. Poczta Polska wchodzi też bardzo mocno w e-commerce, bo wolumen listów powoli spada. Big Data może pomóc w trosce o spersonalizowane doświadczenie klienta lub w wielokanałowym zbieraniu danych, tak by dopasować ofertę do klienta” [9].

Firma Walmart, która jest światowym liderem w handlu detalicznym z powodzeniem praktykuje logistykę wyprzedzającą już od dłuższego czasu. Przykładem wdrożonych ulepszeń jest między innymi wykorzystanie dronów do kontroli położenia towarów w centrum logistycznym. Przed zastosowaniem tej technologii, dwóch pracowników przez około miesiąc sprawdzało cały magazyn. Ponadto do przeglądu magazynu wysokiego składowania niezbędne było używanie specjalistycznych podnośników, za czym idzie niebezpieczeństwo dla przebywających tam osób. Dzięki tej technologii nieduży helikopter jest w stanie wykonać pracę dwóch ludzi w ciągu kilku godzin. Jego zadaniem jest wykonanie zdjęcia każdego z produktów oraz ich miejsc składowania. W przypadku, gdy artykuł jest w niewłaściwym położeniu, dron zaznacza błąd na interaktywnej mapie, a system zgłasza problem pracownikowi i wysyła go, aby zmienił lokalizację produktu. Kolejnym krokiem firmy Walmart jest wykorzystanie bezzałogowych urządzeń do prowadzenia klienta przez sklep. Gdy konsument zgubi się, nie będzie wiedział gdzie znajduje się produkt, który chce kupić lub nie będzie chciał tracić czasu na przeszukiwanie półek sklepowych będzie miał możliwość, dzięki aplikacji w telefonie komórkowym, wezwania drona, który zostanie jego osobistym asystentem. Zaprowadzi do odpowiednich półek, czy też pozwoli na wydostanie się z labiryntu regałów i produktów [10].

4. AMAZON JAKO LIDER LOGISTYKI WYPRZEDZAJĄCEJ W BRANŻY E-COMMERCE

Innowatorem w wprowadzeniu logistyki wyprzedzającej do swoich łańcuchów dostaw oraz całej szeroko pojętej logistyki jest Amazon. Ta firma prowadzi największy internetowy sklep na całym świecie i może dostarczyć przesyłkę niemal do każdego zakątka Ziemi. Idea całej organizacji brzmi: szybko i bezpośrednio do klienta. Aby wcielić ją w życie przedsiębiorstwo wykorzystuje Big Data, dzięki czemu wykazuje wyjątkową elastyczność oraz jest w stanie znacząco obniżyć koszty. Amazon zawdzięcza swój sukces między innymi nowoczesnym technologiom użytym w całym procesie, czego przykładem jest wszechobecny system “personalnej rekomendacji”, który wykorzystuje wszystkie ruchy klienta w Internecie. Analiza pozyskanych danych pozwala na skuteczną rekomendację kolejnych produktów. „Anticipatory Shipping Model” to część systemu poleceń, który na bazie wcześniejszych wyborów klienta wie jaki pro-

dukt i kiedy konsument będzie chciał nabyć. Wybrany artykuł jest przewożony do najbliższego centrum dystrybucji, aby był gotowy na zamówienie w sklepie internetowym. Takie postępowanie to idealny przykład, jak zarządzać przedsiębiorstwem, przy wykorzystaniu narzędzi logistyki wyprzedzającej [11].

Innowacja to immanentna cecha kultury organizacyjnej tej firmy. Amazon nie tylko tworzy nowe rozwiązania, ale również je w bardzo szybkim tempie patentuje. Wyżej wymienione punkty rozwoju potentat branży e-commerce ma już za sobą. Kolejną wizją przyszłości jest "mobilny magazyn" ulokowany w ciężarówce. Jego główne zalety to elastyczność, możliwość przemieszczania się oraz łatwe uzupełnianie zapasów. Stacjonowałby w miejscach, w których przewidywana byłaby największa liczba zamówień w danym okresie czasu i przemieszczałaby się zgodnie z zaplanowaną i optymalną trasą w zależności od aktualnych potrzeb. Niewątpliwie zwiększyłyby to szybkość dotarcia do klienta, ale również wymaga użycia np. sztucznej inteligencji do kierowania mobilnym magazynem oraz przewidywania popytu i optymalizowania przejazdu ciężarówki [12].

5. ANALIZA SWOT WPROWADZENIA LOGISTYKI WYPRZEDZAJĄCEJ W PRZEDSIĘBIORSTWIE

Wdrożenie logistyki wyprzedzającej do firmy daje wiele korzyści. Główną z nich jest zwiększenie szybkości działania, eliminowanie mudy w każdym zachodzącym procesie oraz zmniejszenie kosztów bieżącej działalności np. magazynowania, transportu i produkcji. Większość czynności jest wykonywana przez systemy informatyczne, przez co można zaangażować mniej osób w nadzorowanie procesów, dzięki czemu wyklucza się wpływ czynnika ludzkiego na podejmowane decyzje. Zastosowanie przewidywania popytu jest w stanie rozwinąć działalność gospodarczą i pomóc w szybszym dotarciu do klienta, a co za tym idzie zwiększyć grupę docelową odbiorców danych produktów. Znając potencjalny popyt przedsiębiorstwa produkcyjne nie będą produkowały więcej niżeli jest to konieczne, co wiąże się z kolejnymi oszczędnościami zarówno materiałów jak i mocy produkcyjnych. Stosowanie logistyki wyprzedzającej zapobiega powstawaniu braków, co znacznie wpływa na wzrost poziomu obsługi klienta. Ważną zaletą jest również możliwość przewidywania i automatycznego unikania zagrożeń. Zarówno tych np. pogodowych mających wpływ na procesy dystrybucyjne oraz takich, które mają miejsce u kontrahentów bądź dostawców przedsiębiorstwa.

Digitalizacja branży TSL ma również wady. Jest to przede wszystkim konieczność posiadania ogromnych mocy obliczeniowych, a więc bazy maszyn na których opierać będą się wszystkie zachodzące procesy myślowe i analityczne. Wiąże się to z dość dużymi kosztami wdrażania nowych rozwiązań oraz potrzebą zatrudnienia wysoko wykwalifikowanej kadry pracowniczej. Wzrośnie potrzeba na inżynierów systemów

logistyki wyprzedzającej, których zadaniem będzie nadzorowanie wprowadzanych innowacji oraz specjalistów w dziedzinie przeżyć klientów, analizy zachowania klientów oraz projektowania i kreowania nowych usług. Kolejna wada także jest związana z pierwszym etapem inwestycji. Na początku maszyny muszą nauczyć się systemu funkcjonowania firmy i sposobów postępowania w określonych sytuacjach. Ważny jest również fakt, że aby cały system działał w sposób efektywny, każde ogniwo łańcucha dostaw musi działać na zasadach logistyki wyprzedzającej. Tylko w takiej sytuacji można otrzymać pozytywne rezultaty zastosowanych rozwiązań. Duże trudności sprawia również przejrzystość oraz dostępność danych. Pomimo dużej ilości informacji w otaczającym świecie, nie wszystkie są użyteczne dla systemu. Także zbyt skrupulatne analizowanie danych może spowodować zakłócenia. Materiały wolnorotujące oraz innowacje o których trudno jest zdobyć jakiekolwiek informacje mogą sprawić problem z powodu braku wystarczającej liczby danych do analizy.

Wszechobecny rozwój technologiczny, postępująca cyfryzacja i wykorzystanie urządzeń o coraz większej wydajności i mocy obliczeniowej sprzyja wdrażaniu logistyki wyprzedzającej. Inżynierowie projektują maszyny i systemy, które dysponują coraz większymi mocami obliczeniowymi. Rozwój technologiczny spowodował również to, że w otaczającym świecie praktycznie wszędzie są czujniki, które pozwalają na zbieranie danych. Są to różnego rodzaju czujniki, kody RFID, skanery, pliki cookies itp. Przewidywania popytu służy również rosnąca konsumpcja i szybko rozwijająca się branża e-commerce. Zakupy dokonywane w sieci są podstawą działania logistyki wyprzedzającej. To one były fundamentem inspirującym do zastosowania nowych technologii. Jest to odpowiedź na ciągle zwiększające się wymagania konsumentów, co do skrócenia czasu dostawy i otrzymywania coraz lepszych jakościowo produktów. Kolejną szansą, która pojawia się przed logistyką wyprzedzającą jest lepsza komunikacja i wymiana danych. Każdy proces odbywa się za pośrednictwem tej samej platformy, przez co systemy mogą się ze sobą komunikować w szybki i prosty sposób.

Największym zagrożeniem, o jakim mówi się obecnie w temacie logistyki wyprzedzającej jest zmniejszenie zapotrzebowania na siłę ludzką. Pracownicy obawiają się zastąpienia przez maszyny oraz mogą czuć się coraz mniej użyteczni, co przekłada się na niższe morale w przedsiębiorstwie. Wprowadzenie sztucznej inteligencji wywołuje obawy, co do zasadności podejmowanych przez nią decyzji. Może to skutkować nadmiernym ingerowaniem w system przez administratorów. Również trend wzmożonej ochrony danych osobowych, jak na przykład wprowadzenie RODO, akceptacja polityki plików cookies oraz używanie kart incognito podczas przeglądania Internetu, częściowo ogranicza źródła pozyskiwania danych o klientach. Rosnący stopień informatyzacji zwiększa również ryzyko ataku hakerskiego, przed którym żadna firma nie jest w stanie całkowicie się zabezpieczyć. Hakerzy włamując się do wewnętrznego systemu uzyskują nie tylko dostęp do wrażliwych danych, ale mogą również zniszczyć system sztucznej inteligencji.

6. PODSUMOWANIE

Logistyka wyprzedzająca jest niewątpliwie przyszłością, która coraz szybciej zmienia się w teraźniejszość. Na jakim etapie digitalizacji jesteśmy dzisiaj? Na zlecenie firmy DHL wykonano badania dotyczące aktualnego stanu światowej gospodarki w różnych sektorach, m.in. samochodowym, produkcyjnym, technologicznym. Z przeprowadzonej analizy wynika, że zaledwie 5% respondentów jest w trakcie wdrażania nowych technologii, a aż 95% nadal nie widzi potencjału jaki kryje się za technologią informatyczno-analityczną i nowoczesnym sprzętem fizycznym. 77% ankietowanych oczekuje od cyfryzacji redukcji kosztów i zwiększenia rentowności, a największą przeszkodą we wprowadzaniu innowacyjnych technologii są wyzwania organizacyjne i opór przed zmianami w przedsiębiorstwach oraz w dalszej kolejności brak potrzebnej wiedzy do wdrożenia poszczególnych systemów. Wśród badanych przedsiębiorstw największym uznaniem cieszyła się analiza Big Data, ponieważ aż 73% inwestowało w tą technologię. Uczenie maszynowe doceniło tylko 46% badanych. Firmy zaczynają zauważać korzyści i możliwości rozwoju poprzez zastosowanie wielu innowacyjnych rozwiązań i aż 39% badanych zadeklarowało, że jest w trakcie opracowywania przynajmniej jednego rozwiązania informacyjno-analitycznego [13].

Powyższe badania wskazują, że Przemysł 4.0 i związane z nim innowacje bez wątpienia mają niezwykle wpływ na całą branżę TSL, a w szczególności na e-commerce. W niedługim czasie bez zastosowania logistyki wyprzedzającej trudno będzie utrzymać swoją pozycję rynkową. Rosnące wymagania klientów, konieczność dostosowywania się oraz zwiększenia wydajności będzie zmuszała przedsiębiorstwa do inwestycji w nowoczesne technologie. Jest to realna przyszłość, która na naszych oczach rośnie w siłę, a uczenie maszynowe i sztuczna inteligencja są w stanie całkowicie zrewolucjonizować wszystkie aspekty logistyki.

LITERATURA

- [1] Wpis twórców portalu , <https://marketingwsieci.pl/slownik-e-marketingu/e-commerce/#>, dostęp: 28.10.2018
- [2],[7] ELERT B., *Czas galopujących technologii- myślące łańcuchy dostaw*, Logistics manager, Nr (0) październik-listopad 217, Poznań, 74 – 81
- [3] KRAWIEC K., STEFANOWSKI J., *Uczenie maszynowe i sieci neuronowe*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004
- [4] RUTKOWSKI L., *Metody I techniki sztucznej inteligencji*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2011
- [5] SINGHAL N., *Myślące łańcuchy dostaw*, Logistics manager, Nr 1(1) luty - kwiecień 2018, Poznań, 92 – 99
- [6] SZELIGA M., *Data science i uczenie maszynowe*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2017
- [8] dr NATARAJAN G., *Reakcja łańcuchowa SI*, Logistics manager, Nr 1(1) luty - kwiecień 2018, Poznań, 100 – 104
- [9] KRYŚKIEWICZ Ł., *Analityka Big Data w Polsce. Jak polskie firmy wykorzystują #BigData, aby efektywnie konkurować na rynku*, <http://di.com.pl/analityka-big-data-w-polsce-jak-polskie-firmy-wykorzystuja-bigdata-aby-efektywnie-konkurowac-na-ryнку-58022>, dostęp 28.10.2018

- [10] Artykuł twórców portalu, *Dron jako przewodnik... w sklepie*, <https://trans.info/pl/dron-jako-przewodnik-w-sklepnie-nietypowy-pomysl-sieci-walmart-podbija-wyobraznie-klientow-100430>, dostęp 28.10.2018
- [11] KOPALLE P., *Why Amazon's Anticipatory Shipping Is Pure Genius*, <https://www.forbes.com/sites/onmarketing/2014/01/28/why-amazons-anticipatory-shipping-is-pure-genius/#531c08464605>, dostęp: 28.10.2018
- [12] Artykuł twórców portalu, *Amazon's Patents: Measuring the Tech Giant's Intellectual Property*, <https://www.funnglobalretailtech.com/research/amazons-patents-measuring-tech-giants-intellectual-property/>, dostęp: 28.10.2018
- [13] Artykuł twórcy czasopisma, *Przełomowy czas dla branży TSL według raportu DHL*, TSL biznes, Nr 6 czerwiec 2018, Piastów, 20-22

ANTICIPATORY LOGISTICS – AN INNOVATIVE APPROACH TO THE E-COMMERCE INDUSTRY

Key words: *e-commerce, industry 4.0, anticipatory logistics, Big Data, artificial intelligence, machine learning.*

The subject of this paper is the use of anticipatory logistics in company management, particularly in e-commerce industry. The introduction treats about technological development known as the Industry 4.0. Next, the concepts of anticipatory logistics and tools used for its effective implementation are explained. Subsequently, examples of companies using the given solutions are adduced. Finally, there is a SWOT analysis, which describes introducing anticipatory logistics in a company.

Kinga MAKSAJDOWSKA¹

AUTOMATYCZNA IDENTYFIKACJA DANYCH DOTYCZĄCYCH PRZEBIEGU PRODUKCJI JAKO ATRYBUT WSPÓŁCZESNEGO PRZEDSIĘBIORSTWA

Słowa kluczowe: *automatyczna identyfikacja danych, systemy Auto-ID, kody kreskowe, raportowanie produkcji, zintegrowane systemy informatyczne, systemy WMS*

W artykule zawarte zostały informacje dotyczące sposobu wykorzystania automatycznej identyfikacji danych w celu monitorowania przebiegu procesu produkcyjnego. Referat ukazuje, że zastosowanie kodów kreskowych jako nośnika informacji powoduje usprawnienie przepływów obiektów oraz umożliwia bieżącą aktualizację danych dotyczących postępu produkcji. W opracowaniu ujęty został przykład użycia automatycznej identyfikacji danych w przedsiębiorstwie produkcyjnym posiadającym w swojej ofercie bardzo zróżnicowany asortyment, co wskazuje na szerokie możliwości wykorzystania tego narzędzia.

1. WSTĘP

Wytwarzanie wyrobów gotowych w przedsiębiorstwie to złożony proces, który oprócz komórek typowo produkcyjnych, angażuje także wiele innych obszarów organizacji. W przedsiębiorstwie wytwórczym można wyróżnić takie sfery jak [2]:

- zaopatrzenie,
- produkcja wyrobów,
- gospodarka środkami produkcji,
- dystrybucja.

Wszystkie powyżej wymienione obszary są ze sobą wzajemnie powiązane i w efekcie tworzą system produkcyjny. Zaopatrzenie, produkcja oraz dystrybucja, a także bardzo istotny obszar zwrotów, stanowią główne sfery przepływów fizycznych w przedsiębiorstwie. Przemieszczanie się poszczególnych obiektów w trakcie procesu wytwarzania wyrobu cechuje się różnym stopniem złożoności, w zależności od typu i formy produkcji, zastosowanej technologii czy wyposażenia technicznego pracy. Obecnie bardzo ważnym aspektem, który bezpośrednio wpływa na sposób funkcjonowania systemu produkcyjnego jest automatyzacja, robotyzacja oraz informatyzacja procesów nie tylko technologicznych, lecz także logistycznych [6].

¹ Koło Naukowe Logistics, Politechnika Wroclawska.

Środkiem, który umożliwia przyspieszenie realizacji procesów logistycznych oraz ciągle monitorowanie przepływów fizycznych podczas produkcji są rozwiązania z zakresu automatycznej identyfikacji danych Auto-ID. Dzięki tym systemom możliwe jest zbieranie oraz wprowadzanie danych do bazy informatycznej bez użycia klawiatury [4]. Nośnikami informacji w tym przypadku mogą być między innymi: kody kreskowe, kody 2D (np. kody QR), karty magnetyczne, a także linie papilarne, głos czy wzór tęczówki oka [1].

2. ZINTEGROWANY SYSTEM INFORMATYCZNY JAKO GŁÓWNA BAZA DANYCH

Aby oznakowane za pomocą kodów kreskowych obiekty mogły być w sposób ciągły nadzorowane, współczesne przedsiębiorstwo musi posiadać system informatyczny. Dodatkowo przy produkcji na dużą skalę system ten powinien integrować wiele obszarów funkcjonowania organizacji. W systemie takim [5]:

- użytkownik korzystający z własnej stacji roboczej jest w stanie uruchomić dowolną funkcję systemu,
- użytkownicy korzystają z jednakowego interfejsu,
- dane są wprowadzane tylko raz i automatycznie uaktualniają stan systemu oraz są widoczne dla wszystkich jego użytkowników.

Aby wprowadzanie informacji o danym obiekcie do takiego systemu było znacznie szybsze i bardziej efektywne, w obecnych czasach przedsiębiorstwa jako nośnik danych wykorzystują między innymi kody kreskowe. Są one używane do kodowania danych za pomocą graficznego symbolu, który zostaje automatycznie odczytany i zinterpretowany, dzięki czemu zawarte w nim dane mogą zostać szybko i bezbłędnie wprowadzone do pamięci komputera [3].

3. ZASTOSOWANIE AUTOMATYCZNEJ IDENTYFIKACJI DANYCH NA PRZYKŁADZIE PRZEDSIĘBIORSTWA DZIAŁAJĄCEGO W BRANŻY AUTOMOTIVE

3.1. PRZYCZYNY STOSOWANIA AUTOMATYCZNEJ WYMIANY DANYCH W BRANŻY MOTORYZACYJNEJ

Niezbędną cechą przedsiębiorstw produkcyjnych zajmujących się obsługą branży motoryzacyjnej jest elastyczność. Obszar ten charakteryzuje się bardzo dużą dynamiką oraz różnorodnością zleceń. Wytwarzanie wyrobów w tym przypadku ukierunkowane jest na spełnienie, często bardzo specyficznych, wymagań klientów. W momencie, gdy asortyment wytwarzany przez przedsiębiorstwo jest głęboki (występuje wiele odmian danego typu wyrobów np. filtry paliwa o różnych średnicach, wysokościach, przeznaczone do samochodów różnych marek itp.) ko-

nieczne jest uporządkowanie oraz dokładne oznaczenie wszystkich środków produkcji. Duże zróżnicowanie produkcji wymaga posiadania bardzo sprawnego systemu monitorowania przepływów obiektów oraz towarzyszących im innych procesów logistycznych. W tym celu przedsiębiorstwo, które chce być konkurencyjne w tak zmiennym środowisku produkcyjnym jest zmuszone do zastosowania technologii automatycznej identyfikacji danych. Dodatkowo przy bardzo dużej ilości zleceń produkcyjnych i różnorodnych środkach produkcji opisywanie „słowne” danego obiektu np. surowca, który ma zostać wykorzystany w danym momencie do danego zlecenia, byłoby uciążliwe i czasochłonne. Kolejnym powodem jest fakt, że każdy wytwarzany detal może składać się z szeregu komponentów, często nieznacznie różniących się od siebie. Zatem oznakowanie opisowe danego materiału mogłoby generować wiele błędów, w szczególności, gdy produkcja jest bardzo zróżnicowana.

3.2. WYKORZYSTANIE NARZĘDZI AUTO-ID W PROCESIE RAPORTOWANIA PRODUKCJI

Elementem kluczowym dla automatycznej identyfikacji danych w przedsiębiorstwie jest posiadanie zintegrowanego systemu informatycznego. Zastosowanym w opisywanej organizacji systemem jest profesjonalne oprogramowanie J.D. Edwards (JDE). System ten należy do światowej czołówki systemów ERP (ang. Enterprise Resource Planning – planowanie zasobów przedsiębiorstwa), czyli zintegrowanego pakietu oprogramowania przeznaczonego do planowania zasobów przedsiębiorstwa. JDE posiada różne moduły aplikacji służących do obsługi procesów biznesowych, takich jak: zarządzanie zapasami, produkcja wyrobów czy ich dystrybucja.

W związku z tym, że w zakładzie produkcja odbywa się na różnych liniach produkcyjnych, istnieje bardzo duże prawdopodobieństwo możliwości popełnienia błędu przez pracownika działu logistyki, który dostarcza surowce na daną linię. W efekcie organizacja postanowiła oznaczyć każdą linię produkcyjną. Poszczególne linie traktowane są jako centra robocze o konkretnym numerze. Dla przykładu malarnia wyrobów gotowych oznaczona została jako CR00689 i dla konkretnie tego centrum roboczego w systemie przypisane są odpowiednie materiały, komponenty i środki produkcji.

Punktem wyjściowym dla rozpoczęcia produkcji jest zlecenie produkcyjne. Dokument ten zawiera informacje dotyczące tego jaki wyrób oraz w jakiej ilości ma zostać wytworzony. Pracownik danej linii po pobraniu zlecenia z systemu JDE, potrzebuje informacji na temat wyrobu, który ma zostać wytworzony. Wszystkie informacje na temat konkretnego indeksu znajdują się również w systemie JDE (drzewo wyrobu, które dokładnie wskazuje z jakich surowców i części składa się dany detal). Na tej podstawie pracownik pobiera z zasilających pól odkładczych odpowiednie komponenty, zgodnie z oznaczeniem podanym w systemie JDE. Aby uniknąć ewentualnych pomyłek (np. pobranie przez pracownika niewłaściwego surowca) poszczególne materiały i komponenty dostarczane na daną linię produk-

cyjną oznaczone są za pomocą etykiety (wewnętrzna karta identyfikacyjna detalu), która zawiera kody kreskowe (Rys. 1). Kolejnym etapem jest produkcja wyrobów, zgodnie z marszrutą technologiczną oraz przewidzianymi dla danych stanowisk instrukcjami pracy – całość dokumentacji technicznej związanej z danym indeksem (rysunki techniczne, instrukcje dotyczące parametrów maszyn produkcyjnych, instrukcje pakowania, instrukcje opisu wyrobów gotowych) jest na bieżąco aktualizowana i dostępna w systemie JDE.



Rys. 1. Karta identyfikacyjna dla półwyrobu
Fig. 1. ID card of the production component

W momencie, gdy zgodnie z wszystkimi wytycznymi zawartymi w systemie, produkcja danego zlecenia zostanie zakończona np. wyprodukowane filtry zostaną opisane zgodnie z instrukcją opisu, spakowane w odpowiednie kartoniki, zgrzane za pomocą folii w paczki po 6 sztuk, ułożone na przeznaczonej do tego palecie, zgodnie z instrukcją pakowania oraz gdy paleta z wyrobami gotowymi zostanie zabezpieczona (założone zostaną kątowniki i ładunek zostanie owinięty folią typu stretch) wtedy odpowiedzialny za to pracownik może zaraportować wykonaną produkcję. W tym celu wykorzystany zostaje nośnik danych, również w postaci kodu kreskowego. Do narzędzi wykorzystywanych przez pracownika raportującego produkcję należą:

- terminal (skaner kodów) obsługujący program typu WMS (ang. Warehouse Management System – informatyczny system zarządzania magazynem),
 - drukarka do etykiet.
- Urządzenia te przedstawione zostały na Rys. 2.



Rys. 2 Terminal magazynowy oraz drukarka do etykiet
Fig. 2 Warehouse terminal and label printer

Raportowanie wykonania wyrobów gotowych przy wykorzystaniu automatycznej identyfikacji danych przedstawione zostało w poniższych punktach:

1. Na ekranie skanera pracownik wybiera pozycję „Raportowanie produkcji”, a następnie „Przyjęcie z produkcji” (Rys. 3).

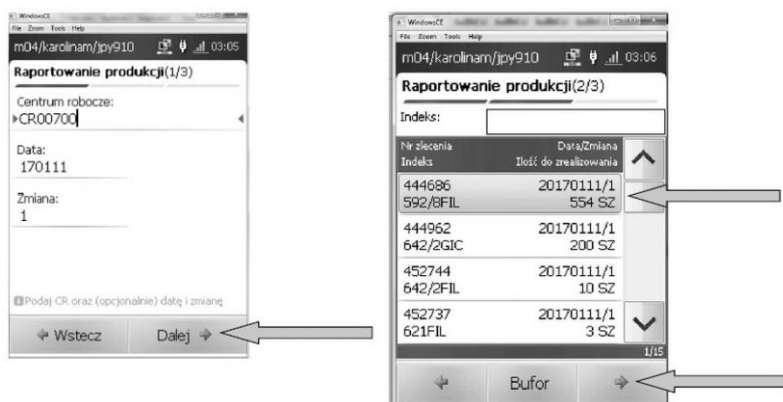


Rys. 3. Funkcje dostępne w terminalu

Fig. 3. Functions available in the terminal

Jak widać, terminal oferuje szereg innych funkcji, służących do bieżącego korygowania postępu procesu produkcyjnego. Są to między innymi: raportowanie braków, przesunięcie wyrobów, zamówienie środków produkcji bądź ich zwrot.

Następnie należy zeskanować kod kreskowy centrum roboczego na którym wyroby zostały wytworzone oraz wpisać datę produkcji i numer zmiany. Dla ułatwienia pracownik posiada listę wszystkich przydatnych kodów tuż przy swoim stanowisku pracy. Kolejnym krokiem jest wpisanie w skanerze numeru zlecenia produkcyjnego, które ma zostać zaraportowane. Skaner automatycznie podpowiada ilość wyrobów, które składają się na dane zlecenie (Rys. 4).

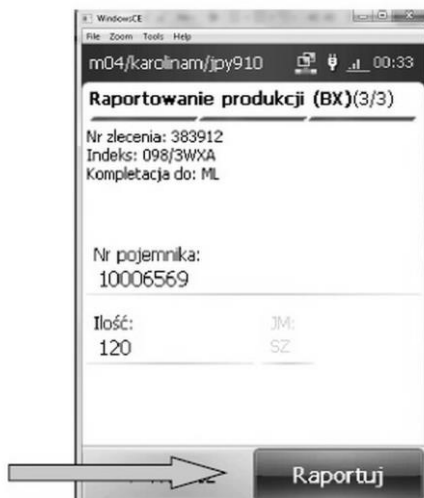


Rys. 4. Wybór zlecenia produkcyjnego dla danego centrum roboczego
Fig. 4. Selection of a production order for a given work center

2. Dalszy etap obejmuje zeskanowanie kodu kreskowego na pojemniku (gdy wyroby pakowane są w pojemnik) lub automatyczne nadanie nr palety. Każdy pojemnik przeznaczony do pakowania wyrobów posiada unikatowy numer ujęty w postaci kodu kreskowego (Rys. 5). Informacja o sposobie pakowania (pojemnik czy paleta) zawarte są w systemie JDE. Dla ułatwienia skaner podpowiada pracownikowi czy wyroby mają być spakowane do pojemnika czy na paletę. W momencie, gdy wyroby mają zostać spakowane w pojemnik, pracownik skanuje kod kreskowy z opakowania (Rys. 6).



Rys. 5. Opakowanie w postaci pojemnika z własnym kodem kreskowym
Fig. 5. Packaging as a container with its own bar code



Rys. 6. Nadanie nr pojemnika
Fig. 6. Assignment of container number

3. Kolejnym krokiem jest wydrukowanie etykiety przy użyciu drukarki. Na ekranie skanera pracownik zaznacza opcję „Etykieta G”. Po chwili drukarka drukuje pierwszą etykietę, która rozpoczyna dane opakowanie zbiorcze (Rys. 7).



Rys. 7. Drukowanie etykiety rozpoczynającej daną paletę
Fig. 7. Printing a label that starts a given palette

4. Wydrukowana etykieta zawiera szereg informacji na temat opakowania zbiorczego. Przy pomocy kodów kreskowych zakodowane zostały różne informacje. Co więcej, dane te zostały automatycznie zaktualizowane w systemie JDE. Wygląd etykiety rozpoczynającej zlecenie przedstawiony został na Rys. 8.



Rys. 8. Etykieta rozpoczynająca opakowanie zbiorcze wyrobów gotowych
Fig. 8. The label starting the final summary product packaging

5. W chwili, gdy etykieta zostanie wydrukowana pracownik może przykleić ją do opakowania zbiorczego. Moment ten oznacza, że produkcja została wykonana i dostarczone na linię surowce i komponenty zostały przetworzone na wyroby go-

towe. Z chwilą wydrukowania etykiety informacja ta zostaje automatycznie wprowadzona do systemu JDE.

4. PODSUMOWANIE

Na podstawie podanego powyżej przykładu można stwierdzić, że automatyczna identyfikacja danych determinuje sprawność przepływu obiektów w przedsiębiorstwie produkcyjnym. Dzięki zastosowaniu narzędzi Auto-ID można:

- na bieżąco identyfikować lokalizację surowców, materiałów produkcyjnych,
- monitorować przebieg procesu produkcyjnego,
- kontrolować ilości oraz przyczyny powstania braków produkcyjnych,
- zamawiać narzędzia, środki pracy związane z produkcją,
- rejestrować czasy trwania poszczególnych operacji.

Ewidentnym atutem automatycznej identyfikacji danych jest bieżąca korekta danych w systemie JDE. Dzięki temu osoby zarządzające procesem wytwarzania mogą w każdej chwili sprawdzić w systemie na jakim etapie jest produkcja. Dane te są także istotne z punktu widzenia pracowników zajmujących się planowaniem produkcji.

Zastosowanie kodów kreskowych jako nośnika danych na temat surowców, komponentów oraz wyrobów gotowych w sposób znaczący przyspiesza i ułatwia zadanie pracownikom produkcyjnym, logistynom oraz magazynierom. Z kolei przypisanie danych obiektów do konkretnego centrum roboczego oraz oznaczenie ich za pomocą kart identyfikacyjnych zasadniczo eliminuje możliwość popełnienia błędów podczas np. pobierania surowców.

Innym atutem wykorzystania automatycznej identyfikacji danych podczas procesu produkcji jest możliwość „zlokalizowania” konkretnej partii wyrobów. Jest to szczególnie przydatne, gdy np. nastąpi konieczność wycofania produktów z rynku z powodu wad jakościowych. Dzięki temu, że wszystkie komponenty są oznaczone, a etykiety wyrobów gotowych zawierają informacje o nr partii produkcyjnej, to ustalenie do kogo zostały wysłane wadliwe wyroby jest bardzo proste. Ma to znaczenie, zwłaszcza gdy przedsiębiorstwo obsługuje wielu odbiorców.

Powyższe aspekty potwierdzają, że w bardzo zmiennym środowisku produkcyjnym wykorzystanie narzędzi Auto-ID jest niemalże konieczne, aby przedsiębiorstwo mogło ciągle ulepszać proces produkcyjny i zwiększać wydajność. Fakt ten pokazuje, że automatyzacja w sferze przepływu oraz przechowywania danych stanowi bardzo istotny atrybut współczesnego przedsiębiorstwa, które chce być konkurencyjne na rynku.

LITERATURA

- [1] BRIL J., ŁUKASIK Z., SZAJOWSKA K., Automatyczna identyfikacja w łańcuchu dostaw, Logistyka, nr 3/2014, s. 723-732.
- [2] HARATYM F., System technicznego przygotowania produkcji, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa, 1979.
- [3] JANIĄK T., Kody kreskowe – rodzaje, standardy, sprzęt, zastosowanie, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań, 2000.
- [4] KORCZAK J., KIJEWSKA K., *Automatyczna identyfikacja w logistyce – szanse i zagrożenia* [w:] Komputerowo zintegrowane zarządzanie, pod red. Knosala R., Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Opole, 2009.
- [5] LECH P., *Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II – charakterystyka, wykorzystanie w biznesie, wdrażanie*, Wydawnictwo Difin, Warszawa, 2003.
- [6] SADOWSKI A., *Logistyka w sferze produkcji* [w:] Vademecum Logistyki, pod red. Kauf S., Wydawnictwo Difin, Warszawa, 2016.

**AUTOMATIC IDENTIFICATION OF DATA CONCERNING
PRODUCTION PROCESS AS AN ATTRIBUTE OF CONTEMPORARY
ENTERPRISE**

Key words: *automatic data identification, auto id-systems, bar codes, production reporting, integrated IT systems, WMS systems*

The article contains information on how to use automatic data identification to monitor the progress of the production process. This study shows, that the use of bar codes as an information carrier improves the flow of objects and enables current updating of data of production progress. The study includes an example of the use of automatic data identification in a production company that has a very diversified assortment in its offer, which indicates the wide possibilities of using this tool.

Anna TRZOP¹

TECHNOLOGIA BLOCKCHAIN JAKO PRZYSZŁOŚĆ ŁAŃCUCHÓW DOSTAW

Słowa kluczowe: *blockchain, peer-to-peer, bitcoin, łańcuch dostaw, logistyka*

Pozycja przedsiębiorstw na współczesnym rynku usług logistycznych uzależniona jest od ich otwartości na innowacje oraz gotowości do inwestycji w nowe technologie. Obecnie za jedną z najbardziej przełomowych technologii uważa się blockchain. W niniejszej pracy krótko zdefiniowano pojęcie technologii blockchain oraz scharakteryzowano zasady jej funkcjonowania. Zasadniczą część stanowi przedstawienie przykładu zastosowania powyższej technologii w zarządzaniu łańcuchami dostaw. Zaprezentowano proces realizacji transakcji finansowych w branży motoryzacyjnej oraz śledzenia produktów w łańcuchu dostaw branży spożywczej. Opisano przyczyny podjęcia decyzji o wdrożeniu technologii blockchain oraz płynące z niej korzyści.

1. WSTĘP

W dobie przemysłu 4.0 rynek usług logistycznych staje przed wyzwaniem nadążenia za wysokim tempem postępu technologicznego w warunkach hiperkonkurencji, czyli intensywnej rywalizacji podmiotów. Walka o klienta w coraz mniejszym stopniu odbywa się poprzez konkurencję cenową, natomiast coraz istotniejsze stają się takie elementy usługi jak widoczność w łańcuchu dostaw, elastyczność, niezawodność oraz otwartość na innowacje. Wspomniane wyzwania skłaniają do rozważenia znacznych inwestycji w nowe technologie wśród przedsiębiorstw, chcących utrzymać silną pozycję na rynku [19].

Jedną z najbardziej obiecujących technologii jest obecnie blockchain. Oddziaływanie tego rozwiązania na gospodarkę zaczyna być zauważane nie tylko przez indywidualnych badaczy, lecz także liczne instytucje czy organizacje międzynarodowe. [24] W 2016 roku blockchain uplasował się na trzeciej pozycji listy najbardziej przełomowych technologii tworzonej przez Radę ds. Nowych Technologii Światowego Forum Ekonomicznego [10]. Jego pojawienie się jest określane mianem początku drugiej ery Internetu [26]. Celem niniejszej pracy jest

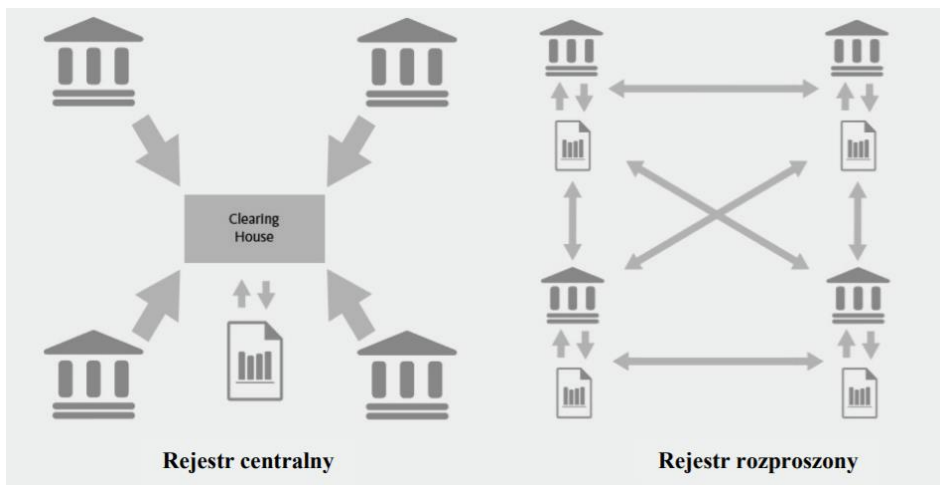
¹ Koło Naukowe Opakownictwa Towarów, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.

identyfikacja oraz analiza możliwości zastosowania technologii blockchain w zarządzaniu łańcuchami dostaw.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGII BLOCKCHAIN

2.1. DEFINICJA TECHNOLOGII BLOCKCHAIN

Twórca technologii blockchain, działający pod pseudonimem Satoshi Nakamoto, przedstawił ją po raz pierwszy w 2008 roku, jako podstawę kryptowaluty bitcoin [21]. „Blockchain to rozproszony rejestr operacji przeprowadzanych w danej sieci, do którego wgląd mają wszyscy użytkownicy tej sieci”. Technologia bazuje na sieci peer-to-peer, co oznacza, że nie występują tu centralne komputery czy systemy zarządzające i weryfikujące transakcje. Każdy uczestnik danej sieci może dodać operację, która następnie musi zostać zweryfikowana przez wszystkich pozostałych członków [28]. Różnice w funkcjonowaniu rejestru centralnego oraz rozproszonego obrazuje rys. 1.



Rys. 1. Rejestr centralny a rejestr rozproszony [1]

Fig.1. Centralised and distributed ledger approaches [1]

Przeprowadzane operacje rejestrowane są w tzw. blokach. W ramach pojedynczego bloku przechowywane mogą być informacje o ściśle ustalonej liczbie transakcji. Kiedy jeden z nich się zapełni, tworzony jest następny, i na tej samej zasadzie również kolejne – w ten sposób powstaje łańcuch. Ponadto każdy blok mieści w sobie końcówkę poprzedniego [28]. Wyróżnia się dwie grupy uczestników blockchain [2]:

- operatorzy rejestru – strony, między którymi wystąpiła operacja;
- sieć uczestników – wszyscy użytkownicy danej sieci blockchain, których zadaniem jest potwierdzenie autentyczności operacji.

2.2. ZASADY FUNKCJONOWANIA TECHNOLOGII BLOCKCHAIN

Poszczególni użytkownicy blockchain posiadają indywidualny adres (portfel) o zweryfikowanej lub niezwyfikowanej (w zależności od rodzaju blockchain) tożsamości. Każdy użytkownik ma przypisaną do adresu parę komplementarnych kluczy:

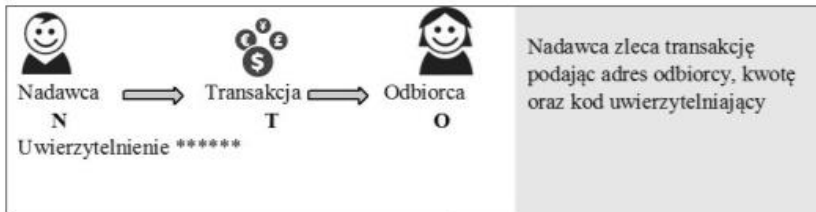
- klucz prywatny – dowód praw własności do danego portfela. Służy on do inicjowania transakcji transferu danych/aktywów przechowywanych w danym portfelu. Klucz ten ma charakter ściśle poufny, jego ujawnienie może umożliwić kradzież tożsamości właściciela, a co za tym idzie inicjowanie transakcji bez jego wiedzy, lecz w jego imieniu.
- klucz publiczny – służy wyłącznie do poświadczenia własności danego adresu i ma charakter ogólnie dostępny dla każdego uczestnika blockchain [25].

Proces tworzenia blockchain rozpoczyna się od zainicjowania danej operacji przez jednego z uczestników sieci. W tym celu podaje on wszystkie niezbędne dane dotyczące operacji oraz uwierzytelnia ją swoim kluczem prywatnym. Operacja trafia do rejestru, co odnotowywane jest przez wszystkich jego użytkowników.

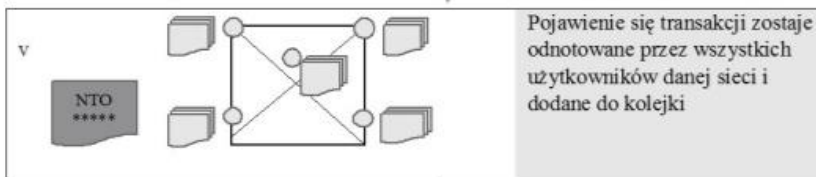
Operatorzy rejestru (ang. miners), których zadaniem jest przeglądanie transakcji, tworzą z nich bloki, a następnie rozsyłają do całej sieci w celu uwierzytelnienia. Jedna transakcja obsługiwana jest przez jednego минера. Po uwierzytelnieniu bloku przez wszystkich użytkowników zostaje on dodany do łańcucha. Sfałszowanie lub unieważnienie takiej operacji jest praktycznie niemożliwe, ponieważ wiązałoby się z koniecznością ingerencji w każdy blok oraz zmiany zapisów.

Uwierzytelnienie operacji następuje na drodze konsensusu między uczestnikami sieci oraz poprzez opatrzenie jej znakiem czasu i zabezpieczenie za pomocą kluczy prywatnych oraz publicznych. Dzięki temu uczestnicy uwierzytelniający operację przechowują jedynie klucz, którym ją uwierzytelnili, lecz nie przechowują poufnych danych oraz wszystkich szczegółów tej operacji [28]. Przykładowy proces tworzenia blockchain przedstawia rys. 2.

1. Zlecenie transakcji



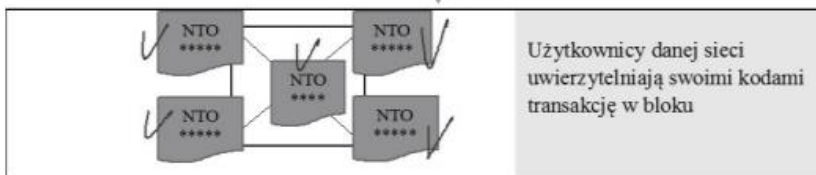
2. Uwierzytelnienie transakcji



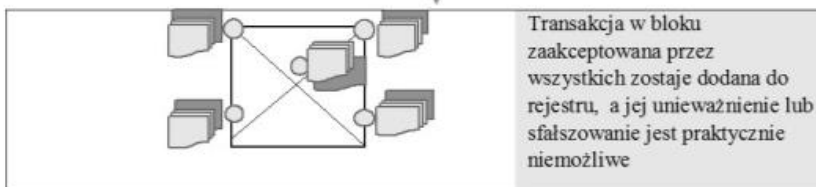
3. Stworzenie bloku



4. Autoryzacja bloku



5. Dodanie bloku do łańcucha



Rys. 2. Tworzenie łańcucha bloków [28]

Fig. 2. Creating of blockchain [28]

3. MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA TECHNOLOGII BLOCKCHAIN W ZARZĄDZANIU ŁAŃCUCHEM DOSTAW

3.1. REALIZACJA PŁATNOŚCI W ŁAŃCUCHEM DOSTAW BRANŻY MOTORYZACYJNEJ

Technologia blockchain umożliwia regulację należności między dostawcą a odbiorcą, bez udziału pośrednika, jakim w przypadku tradycyjnych płatności jest bank. Przykładem przedsiębiorstwa wykorzystującego technologię blockchain w ten sposób jest australijski start-up Tomcar, zajmujący się wytwarzaniem samochodów terenowych. Producent korzysta ze specjalnej platformy umożliwiającej transakcje w bitcoinach, celem wykorzystania w maksymalny sposób potencjału wszystkich dostępnych metod płatności. W ten sposób opłaca on trzech swoich dostawców oraz daje możliwość uregulowania należności przez zainteresowanych klientów. Cena pojazdów wyliczana jest w czasie rzeczywistym na podstawie aktualnej wartości bitcoina. Dostawca usługi portfela bitcoin pobiera opłatę w wysokości 1% wartości transakcji, podczas gdy w przypadku tradycyjnych transakcji wynosi ona 6-12%. Jak twierdzi CEO Tomcar'a, David Brim, taki sposób dokonywania płatności pozwala również uniknąć ryzyka finansowego związanego z wahaniami kursów walut. Obecnie nabywcy spoza Australii stanowią jedynie 5% wszystkich klientów przedsiębiorstwa. Akceptowanie środka płatności, jakim jest bitcoin, ma pomóc przyciągnąć większą ich liczbę [6].

Wykorzystanie technologii blockchain do realizacji transakcji finansowych niesie za sobą takie korzyści jak wyższy poziom bezpieczeństwa operacji oraz krótszy czas ich realizacji w porównaniu do np. Automatycznego Systemu Rozrachunkowego (ACH). Ponadto korzystanie z portfela bitcoin zwykle związane jest z niższymi opłatami w porównaniu do standardowych transferów pieniężnych, szczególnie w przypadku transakcji pomiędzy podmiotami z różnych krajów, a nawet kontynentów [22].

3.2. ŚLEDZENIE DROGI PRODUKTÓW W ŁAŃCUCHEM DOSTAW BRANŻY SPOŻYWCZEJ

Według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia każdego roku około 600 mln osób na całym świecie cierpi z powodu zatrucia pokarmowego, z czego około 420 tys. osób umiera [18]. W 2006 roku w Ameryce Północnej poszukiwanie źródła skażenia szpinaku bakterią *E. coli*, które doprowadziło do epidemii, pochłonęło mnóstwo czasu, energii i środków wszystkich uczestników łańcucha dostaw (hurtowników, detalistów i rolników) oraz organów nadzorujących [23]. Niemożność szybkiego zlokalizowania miejsca, w którym doszło do zanieczyszczenia szpinaku, przyczyniła się do znacznych i długotrwałych szkód gospodarczych dla jego producentów oraz spadku zaufania ze strony klientów [18]. Z kolei w 2011 roku w Chinach ze sprzedaży zaczęto wycofywać ośle mięso

z powodu wykrycia w nim obecności lisiego mięsa [7]. Dodatkowe zanieczyszczenie innymi związkami m.in.: melaminą², czy klenbuterolem³, pogłębiły problem ograniczonego zaufania konsumentów wobec funkcjonowania łańcuchów dostaw branży spożywczej [15]. Wskaźnik strat chińskiego rynku rolno-spożywczego wyniósł od 25 do 30% w skali roku. Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) zidentyfikowała w związku z powyższym problemem następujące wyzwania: niedobór informacji na każdym z ogniw spożywczego łańcucha wartości, zdecentralizowany sposób magazynowania żywności, marnotrawstwo żywności w restauracjach i firmach cateringowych oraz brak koordynacji wśród organów nadzorujących i rządowych. W lipcu 2017 roku skażona papaja przyczyniła się do epidemii salmonelli w USA. Zlokalizowanie odpowiedzialnej za skażenie farmy w Meksyku zajęło trzy tygodnie. W tym czasie producenci nieskażonych owoców oraz hurtownicy zdążyli ponieść znaczne straty gospodarcze [18].

Brak możliwości śledzenia drogi produktów w łańcuchu dostaw wynika z silnie zróżnicowanych sposobów prowadzenia rejestrów [13]. Powszechnie przyjęte podejście „one up, one down” (OUOD) przyczynia się do sytuacji, w której uczestnicy łańcucha dostaw znają wyłącznie bezpośrednich dostawców i odbiorców. W przypadku skażeń, osoby odpowiedzialne za poszukiwanie ich źródeł zmuszone są przeglądać oraz analizować dokumentację krok po kroku. Niepoprawne bądź niekompletne dane mogą prowadzić do dalszych opóźnień w poszukiwaniach. Wieloskładnikowe produkty spożywcze oraz opakowania zbiorcze żywności mogą zawierać składniki pochodzące z wielu różnych miejsc na świecie, co czyni proces śledzenia jeszcze bardziej skomplikowanym [3]. Rozwiązanie dla tych problemów może przynieść technologia blockchain, dzięki której przesyłki z produktami żywnościowymi będą mogły być identyfikowane jako bezpieczne dla zdrowia już w początkowych ogniwach łańcucha dostaw. Przyczyni się to nie tylko do uniknięcia strat wśród producentów, hurtowników oraz detalistów, lecz również do ochrony zdrowia i życia konsumentów [16].

W ostatnich latach amerykańska sieć supermarketów Walmart we współpracy z przedsiębiorstwem informatycznym IBM podjęła pracę nad pilotażowym projektem, mającym na celu wykorzystanie technologii blockchain do śledzenia miejsca pochodzenia produktów żywnościowych [27]. IBM Blockchain oparto na architekturze Hyperledger Fabric, umożliwiającej użytkownikom wgląd do udostępnianych sobie nawzajem danych w dowolnym czasie. [17]. Rejestry zawierają informacje o audytach, przetwórstwie rolnym, numerach identyfikacyjnych, producentach, dostępnych aktualizacjach oprogramowań,

² Aromatyczny związek chemiczny. W 2008 r. w Chinach doszło do masowych zatruc dzieci, spowodowanych melaminą dodawaną do mleka w proszku.

³ Organiczny związek chemiczny stosowany jako lek rozszerzający oskrzela. W krajach europejskich wycofany z lecznictwa w 1988 r.

rozpoznanych problemach z bezpieczeństwem, udzielonych pozwoleniach i protokołach bezpieczeństwa, dostępnych w czasie rzeczywistym i przechowywanych na stałe w formie e-certyfikatów [18].

Walmart podjął inicjatywę wykorzystania nowych technologii celem budowy zaufania wśród mieszkańców Chin co do pochodzenia produktów spożywczych [18]. Chiny produkują połowę światowych zasobów wieprzowiny [14]. Jej konsumpcja w tym kraju sięga 12,7 mln ton rocznie. Chińscy konsumenci przykładają coraz większą uwagę do jakości oraz bezpieczeństwa żywności, które stają się kluczowymi kryteriami decyzji zakupowych [8]. We wrześniu 2016 roku firma Walmart otworzyła w Pekinie Food Safety Collaboration Center [9]. Centrum bada substancje skażające przenoszone przez żywność i opracowuje modele oceny ryzyka, które mogą być wykorzystywane przez inne organizacje oraz przedsiębiorstwa [4]. Walmart zainwestował również w technologie umożliwiające wykrywanie przenoszonych przez żywność patogenów oraz monitorowanie pakowanej żywności pod względem zanieczyszczeń, będących skutkiem przepływu przez łańcuch dostaw [18]. Pilotażowy projekt Walmart'a obejmuje różne systemy gromadzenia danych, które zazwyczaj posługują się numerem GTIN (Global Trade Item Number) lub numerem partii produkcyjnej [3].

W przypadku wieprzowiny proces śledzenia rozpoczyna się w momencie, gdy w zagrodzie każde zwierzę zostaje zaopatrzone w tzw. SmartTag z kodem kreskowym, który towarzyszy produktowi aż do sklepowej półki. Dzięki wykorzystaniu technologii RFID oraz kamer, uczestnicy łańcucha dostaw rejestrują przemieszczanie się trzody, a kamery zainstalowane w ubojniach utrwalają przebieg procesu produkcyjnego [12]. E-certyfikaty w postaci kodów QR umieszczonych na opakowaniach zawierają informacje dotyczące lokalizacji farmy, numeru partii produkcyjnej, jakości gleby, wykorzystywanych nawozów, czy panującej w zagrodzie temperatury [20]. Samochody transportujące produkty wyposażone są w czujniki temperatury i wilgotności oraz systemy GPS. Kiedy warunki w pojeździe przekroczą ustalone progi, Walmart otrzymuje powiadomienie o konieczności podjęcia działań interwencyjnych [14]. Jeśli jakikolwiek skażony produkt trafi w ręce konsumenta, system będzie w stanie precyzyjnie określić, które towary powinny zostać wycofane, bez konieczności wstrzymywania produkcji pozostałych [5].

4. PODSUMOWANIE

4.1. KORZYŚCI WYNIKAJĄCE ZE STOSOWANIA TECHNOLOGII BLOCKCHAIN

Biorąc pod uwagę powyższe przykłady, wyodrębnić można następujące korzyści płynące z wdrożenia blockchain:

- wyeliminowanie pośredników w przypadku płatności – transfer pieniężny odbywa się bezpośrednio pomiędzy dostawcami a klientami;
- szybsze rozliczenia – transakcje realizowane są w czasie rzeczywistym;
- szybsze rozpowszechnianie danych wśród zainteresowanych stron;
- obniżenie kosztów – automatyzacja procesów pozwala na lepsze wykorzystanie zasobów ludzkich, poprzez wyeliminowanie konieczności wykonywania zadań powtarzalnych; niższe opłaty w porównaniu do tradycyjnych transakcji;
- przejrzystość transakcji – każdy z uczestników blockchain ma możliwość wglądu w rejestr;
- bezpieczeństwo danych – na skutek braku możliwości zmiany wprowadzanych zapisów oszustwa są prawie niewykonalne;
- budowa zaufania klientów w kwestii bezpieczeństwa produktów w łańcuchu dostaw;
- możliwość uniknięcia ryzyka finansowego związanego z wahaniami kursów walutowych;
- możliwość śledzenia drogi produktu na każdym etapie łańcucha dostaw.

4.2. WNIOSKI

Podsumowując powyższe rozważania, należy stwierdzić, iż cel pracy został zrealizowany. Ustalono, że współczesne przedsiębiorstwa dostrzegają możliwości zastosowania technologii blockchain w zarządzaniu łańcuchem dostaw i podejmują próby jej wdrożenia w praktykę biznesową z pozytywnym skutkiem. Decyzje takie wiążą się jednak z koniecznością podjęcia ścisłej współpracy z dostawcami rozwiązań informatycznych, organami regulacyjnymi oraz wszystkimi członkami łańcucha dostaw. Przytoczone w pracy przykłady dowodzą, że takie współdziałanie nie tylko jest możliwe, ale również przynosi długofalowe korzyści dla wszystkich zainteresowanych stron.

LITERATURA

- [1] BELINKY M., RENNICK E., VEITCH A., *The Fintech 2.0 Paper: rebooting financial services* <http://santanderinnovatures.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Fintech-2-0-Paper.pdf> [dostęp: 27.10.2018]
- [2] BIELLA M., ZINETTI V., *Blockchain Technology and Applications from a Financial Perspective*, UniCredit, 2016
- [3] BLANCHFIELD J.R., WELT B., *Food Traceability*, The International Union of Food Science and Technology, 2012, www.iufost.org/iufostftp/IUF.SIB.Food%20Traceability.pdf [dostęp: 29.10.2018]
- [4] Bloomberg, *Wal-Mart to Invest \$25 Million in China Food Safety Research*, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-10-28/ibm-is-said-to-near-deal-to-acquire-software-maker-red-hat> [dostęp: 29.10.2018]
- [5] BOTTEMELIER H., *IBM and China Team Up to Build Pork Traceability System*, <https://www.foodsafetynews.com/2011/12/ibm-and-china-team-up-to-build-pork-traceability-system/#.WZjWBCiGPIU> [dostęp: 29.10.2018]
- [6] BRADBURY D. *Australian car company Tomcar now sells off-road vehicles for bitcoins*, <https://www.coindesk.com/australia-tomcar-cars-bitcoins/>, [dostęp: 27.10.2018]
- [7] BRADSHER K. *Chinese City Shuts Down 13 Wal-Marts*, <https://www.nytimes.com/2011/10/11/business/global/wal-marts-in-china-city-closed-for-pork-mislabeled.html>, [dostęp: 29.10.2018]
- [8] BUNGE J., *How to Satisfy the World's Surging Appetite for Meat*, World Street Journal, 2015, <https://www.wsj.com/articles/how-to-satisfy-the-worlds-surging-appetite-for-meat-1449238059>, [dostęp: 29.10.2018]
- [9] BURKITT L., *Walmart to triple spending on food safety in China*, World Street Journal, 2014, <https://www.wsj.com/articles/wal-mart-to-triple-spending-on-food-safety-in-china-1402991720>, [dostęp: 29.10.2018]
- [10] CANN O., *These are the top 10 emerging technologies of 2016*, <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/top-10-emerging-technologies-2016/>, [dostęp: 27.10.2018]
- [11] CICHOSZ M., *Otwarte innowacje: technologiczne partnerstwa w branży usług logistycznych*, [w:] *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, Nr 4, pod red. T. M. Dudzik, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2018, 12-22
- [12] CLARK J., *Pig premise ID registrations top 13 thousand and growing*, <http://www.thepigsite.com/swinenews/43919/pig-premise-id-registrations-top-13-thousand-growing/>, [dostęp: 29.10.2018]
- [13] CULP S. *Supply Chain Disruption A Major Threat To Business*, <https://www.forbes.com/sites/steveculp/2013/02/15/supply-chain-disruption-a-major-threat-to-business/#26a9c2a473b6>, [dostęp: 29.10.2018]
- [14] GALE F. *China's pork imports rise along with production costs*, Economic Research Services, US Department of Agriculture, 2017
- [15] HATTON C. *Will China's new food safety rules work?* <https://www.bbc.com/news/blogs-china-blog-34398412>, [dostęp: 29.10.2018]
- [16] HODGE S. *Can blockchain technology transform safety standards in the global food supply chain?*, <https://www.supplychaindigital.com/technology/can-blockchain-technology-transform-safety-standards-global-food-supply-chain>, [dostęp: 29.10.2018]
- [17] IBM, *Hyperledger: blockchain collaboration changing the business world*, <https://www.ibm.com/blockchain/hyperledger>, [dostęp: 29.10.2018]

- [18] KAMATH R., *Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM*, [w:] The Journal of The British Blockchain Association, pod red. N. Naqvi, British Blockchain Association, Londyn, 2018
- [19] KEARNEY A.T. & WHU, *Digital Supply Chains: Increasingly Critical for Competitive Edge*, <https://www.atkearney.com/operations-performance-transformation/article?/a/digital-supply-chains-increasingly-critical-for-competitive-edge>, [dostęp: 29.10.2018]
- [20] MURPHY D., *Meat of the matter: when solutions are seen as problems*, Farm Journal's Pork, <https://www.porkbusiness.com/community/contributors/meat-matter-when-solutions-are-seen-problems>, cyt. za: KAMATH R., *Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM*, [w:] The Journal of The British Blockchain Association, pod red. N. Naqvi, British Blockchain Association, Londyn, 2018
- [21] NAKAMOTO S., *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008, www.bitcoin.org [dostęp: 27.10.2018]
- [22] O'BYRNE R., *How Blockchain Can Transform the Supply Chain*, <http://www.logisticsbureau.com/how-blockchain-can-transform-the-supply-chain/>, [dostęp: 27.10.2018]
- [23] Produce Processing, *FDA Finalizes Report On 2006 Spinach Outbreak*, <https://produceprocessing.net/news/fda-finalizes-report-on-2006-spinach-outbreak/>, [dostęp: 29.10.2018]
- [24] SZTOKFISZ B., *Rynki peer-to-peer jako współczesny przejaw wolności gospodarczej*, [w:] Studia ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Nr 349, pod red. J. Harasim, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice, 2018, 232-242
- [25] ŚLAZAK E., *Jak działa blockchain?* <http://www.egospodarka.pl/147797,Jak-dziala-blockchain,1,20,2.html>, [dostęp: 29.10.2018]
- [26] TAPSCOTT D., TAPSCOTT A., *Realizing the Potential of Blockchain*, [w:] World Economic Forum White Paper, 2017
- [27] TIWARI T., *PROFIT ALERT: Walmart is adopting the blockchain right now...*, <https://www.palmbeachgroup.com/content/palm-beach-daily/profit-alert-walmart-is-adopting-the-blockchain-right-now/32499/>, [dostęp: 29.10.2018]
- [28] ZIMNOCH D., *Wpływ technologii blockchain na efektywność banku*, [w:] Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Nr 281, pod red. J. Harasim, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice, 2016, 220-233

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AS THE FUTURE OF SUPPLY CHAINS

Key words: *blockchain, peer-to-peer, bitcoin, supply chain, logistics*

A position of the companies belonging to contemporary logistics market is dependent on their openness regarding innovations as well as preparedness to investments in new technologies. Presently blockchain is considered to be one of the most disruptive technologies. The paper presents shortly blockchain technology definition and its rules of functioning. The essential part is constituted by presenting exemplary applications of described above technology in supply chain management. The processing of financial transactions in the automotive industry and tracing products in supply chain of the food industry were presented. The reasons and spoils of making decision to deploy the blockchain technology were described.

Maciej RZEMPOŁUCH¹

TECHNOLOGIA UWB W PROCESIE DYSTRYBUCJI

Słowa kluczowe: *dystrybucja, cross docking, Ultra Wide Band*

Celem artykułu jest przedstawienie i objaśnienie technologii UWB oraz możliwości jej zastosowania, a w szczególności dla procesu dystrybucji. Przedstawiono model w jakim mogłaby funkcjonować ta technologia w cross dockingu.

1. WSTĘP

Współcześnie rozwój nowych technologii powoduje, że część z nich może zostać zapomniana mimo, że mogą wnieść znaczną wartość dodatnią. Trzeba zdać sobie sprawę z ograniczeń jakie mają, ale przy tym wykorzystać ich możliwości.

Model cross dockingu wymaga jak największej efektywności i oszczędności czasu względem tradycyjnych modeli dystrybucji. Problem jego optymalizacji jest często pomijany i zbywany na bok, a może wnieść dużo korzyści zarówno materialnych jak i niematerialnych. Możliwe jest zastosowanie technologii, które ten proces usprawnią, a predyspozycje do tego ma Ultra Wide Band, której właściwości mogłyby dać możliwości do analizy i optymalizacji procesu w celu jego optymalizacji.

2. TECHNOLOGIA UWB (ULTRA-WIDE-BAND)

2.1. UWB

UWB (z ang. ultra wide-band) jest jedną z technik bezprzewodowej transmisji danych. Wyróżnia się szerokim pasmem częstotliwości, co umożliwia dostarczenie większej ilości danych przy mniejszym zużyciu energii, w porównaniu do wąskopasmowych systemów komunikacji (Wifi, GSM, UMTS, BlueTooth).

¹ Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna.

Zalety:

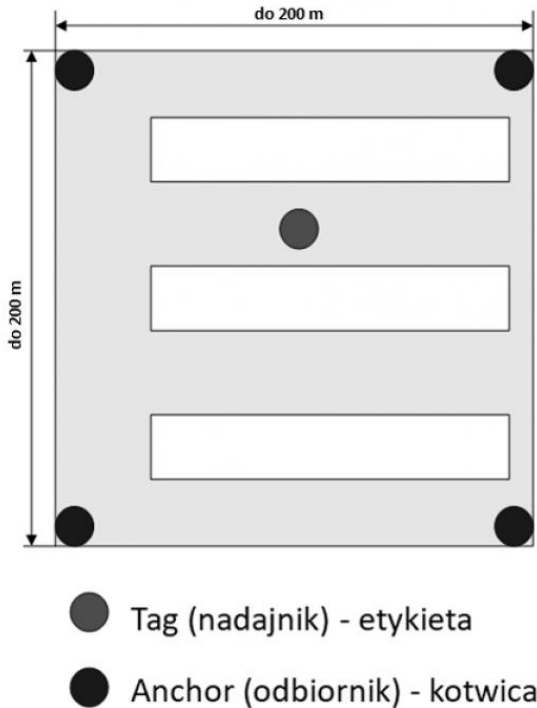
- niski pobór mocy,
- możliwość propagacji sygnału przez bariery np. cegły/cement,
- redukcja kosztów tzn. brak konieczności stosowania urządzeń pośredniczących (modulatorów, demodulatorów).

Możliwości:

- odczyt znaczników nawet do 200 metrów,
- wyznaczenie drogi po jakiej poruszają się jednostki wyposażone w znaczniki w czasie rzeczywistym.

2.2. LOKALIZACJA NA PODSTAWIE UWB

Technologia UWB pozwala na lokalizację obiektów w budynkach, która działa z dokładnością do 10-30 cm. Polega na pomiarze czasu przesyłania jednostki świetlnej pomiędzy nadajnikiem a kilkoma odbiornikami. Wymagane są przynajmniej 3 odbiorniki do określenia dokładnej lokalizacji nadajnika. Przekazywane informacje cechują się praktycznie zerowym opóźnieniem, w wyniku czego położenie odbiornika określane jest w czasie rzeczywistym.



Rys. 1. Schemat działania UWB

Fig. 1. UWB scheme

2.3. KORZYŚCI Z WPROWADZENIA TECHNOLOGII UWB

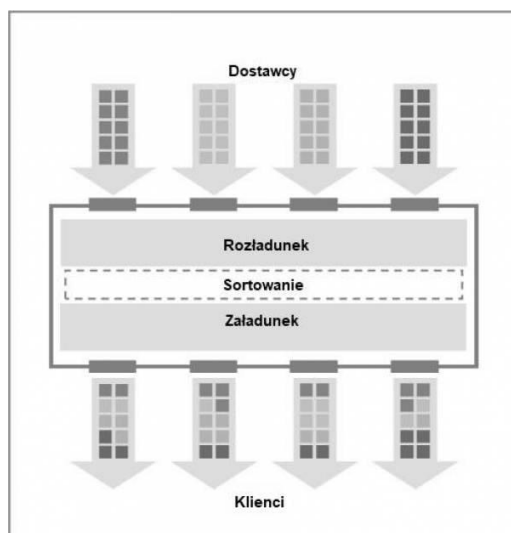
Korzyści z wprowadzenia systemu:

- lokalizacja pracowników poruszających się po strefie w czasie rzeczywistym (2d),
- dynamiczne optymalizowanie strefy kompletacji na podstawie danych przedstawiających zagęszczenie ruchu przez pracowników,
- kontrola pracowników sezonowych (szczególnie zatrudnianych przez agencje pracy) w celu optymalizowania zadań,
- optymalizowanie dróg wózków widłowych, a także eliminacja kolizji,
- zwiększenie bezpieczeństwa pracowników podczas ewakuacji,
- w przyszłości możliwość wykorzystania systemu anten do sterowania pojazdami autonomicznymi.

3. UWB W PROCESIE DYSTRYBUCJI

3.1. CROSS DOCKING

Cross docking polega on na przywiezieniu ładunków do magazynu przeładunkowego, przepakowaniu ich i rozdzielaniu do pojazdów, które powiożą je dalej. Wyróżnia go z innych operacji przeładunku fakt, że nie ma tu miejsca na długotrwałe przechowywanie towarów w magazynie – są one na bieżąco pakowane do odpowiednich pojazdów [1].



Rys. 2. Schemat działania cross dockingu [2]

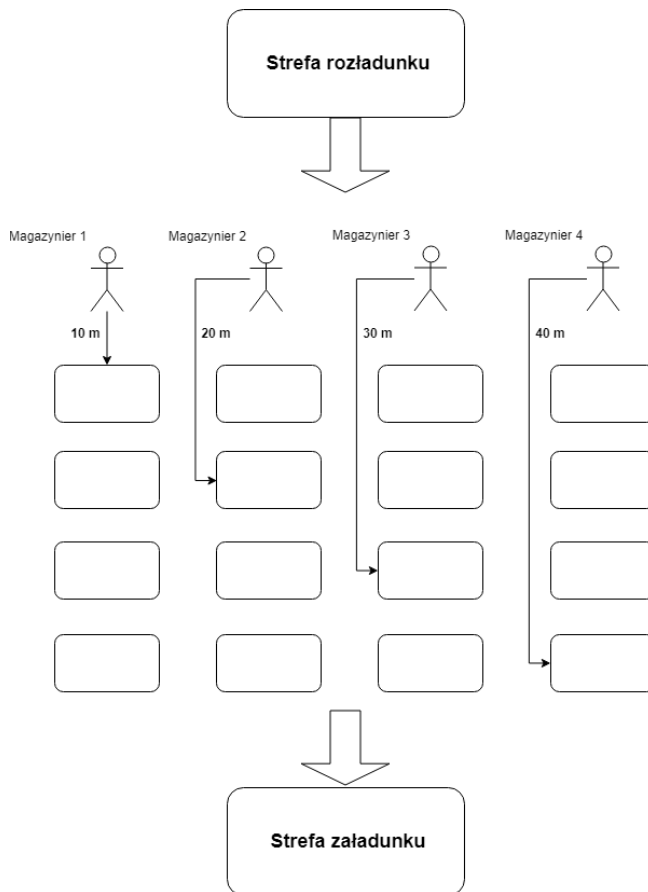
Fig.2. Cross docking scheme [2]

Zalety cross dockingu:

- większa efektywność,
- mniejsze koszty magazynowania,
- redukcja kosztów zatrudnienia,
- zmniejszony czas oczekiwania na kompletację towaru.

3.2. ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII W DYSTRYBUCJI

Duża ilość zbieranych danych dotyczących lokalizacji z wysoką dokładnością stwarza możliwości zastosowania UWB w cross dockingu. Parametry charakteryzujące ten typ dystrybucji towarów to m. in. wysoka rotacja, bardzo duże wahania liczby zamówień ze względu na sezonowość oraz problemy związane z ciągłą rotacją pracowników.



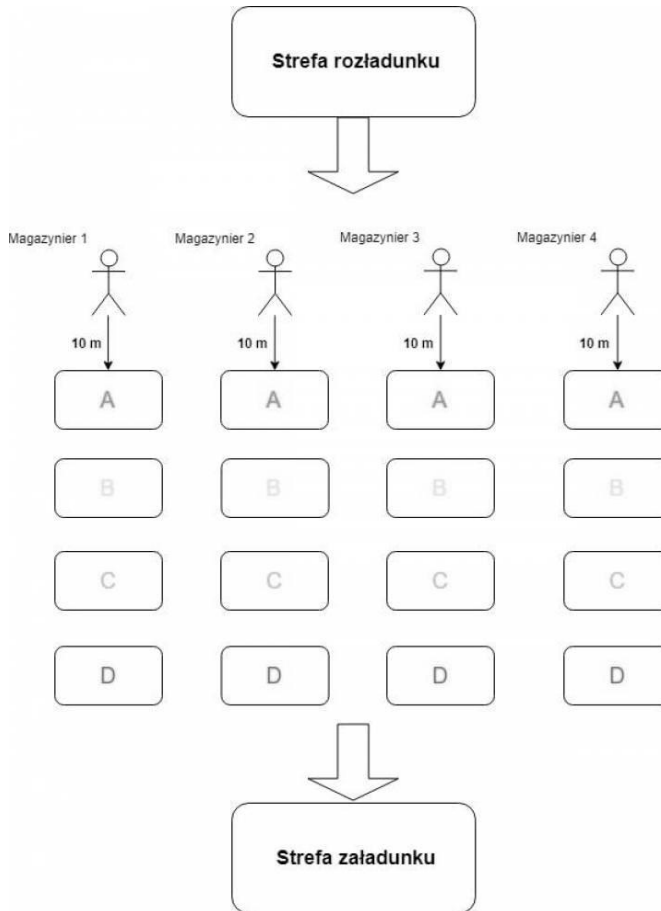
Rys. 3. Sortowanie w cross docking
Fig. 3. Sorting in cross docking

Rozmieszczenie miejsc odkładczych podczas sortowania ma znaczący wpływ zarówno na jego czas, jak i czas całego procesu przeładunku towarów w magazynie. Długość przebytej drogi przez pracowników magazynu od strefy rozładunku do poszczególnych miejsc odkładczych jest zależna od ich rozmieszczenia. W wielu przypadkach istniejących tego typu punktów sortowania proces ten nie jest w ogóle koordynowany albo robi się to zbyt rzadko.

Proces sortowania mógłby funkcjonować lepiej, gdyby zastosowano do niego odpowiednie narzędzia pozwalające na jego kontrolę. Technologia, która mogłaby znacząco skrócić trasy jakie przebywają pracownicy ze strefy rozładunku do poszczególnych miejsc jest UWB. Każdy z pracowników po otrzymaniu nadajnika wysyłałby swoją lokalizację w do serwera, dzięki czemu możliwa jest identyfikacja miejsc najczęściej wykorzystywanych miejsc odkładczych.

„Analiza ABC jest klasyfikacją zasobów według malejącej wartości lub innych kryteriów (okresu przechowywania, długości czasu dostawy, podatności na kradzieże itp.). Dokonuje się podziału na trzy klasy: A, B i C. Klasa A obejmuje pozycje najdroższe wymagające szczególnej uwagi, do klasy B zaliczane są zasoby o mniejszej wartości, natomiast klasa C - to wszystkie pozostałe. Istotą klasyfikacji ABC jest, aby wysiłek zaoszczędzony przy kontroli i ewidencji zasobów grupy C, skierować na pozycje o większej ważności, czy też ważniejszych z punktu widzenia przydatności. Metoda ABC stosowana jest przy normowaniu i kontroli zapasów materiałowych, zaopatrzeniu materiałowym, sprzedaży i dystrybucji, itp.” [3]

Podstawowym narzędziem do rozwiązania problemu pozycjonowania poszczególnych miejsc jest analiza ABC. Na podstawie zsumowanej liczby podejść do danego miejsca poprzez użycie metody ABC jest możliwość optymalnego rozmieszczenia w cross dockingu. Analiza danych mogłaby się odbywać raz w tygodniu, a po jej sfinalizowaniu następowałoby ponowne rozmieszczenie stanowisk.



Rys. 4. Sortowanie w cross dockingu z UWB
 Fig. 4. Sorting in cross docking with UWB

Miejsca do składowania towarów byłyby uszeregowane w skali od A do D, gdzie A to stanowisko z największym natężeniem ruchu, a D z najmniejszym. Łączna droga przebyta przez pracowników zostałaby ograniczona do minimum, efektywność zwiększyłaby się, a czas kompletacji zamówień zostałby skrócony.

4. PODSUMOWANIE

Reasumując technologia Ultra Wide Band dzięki swoim właściwościom (m. in. szerokie pasmo częstotliwości) posiada potencjał aby wykorzystać ją w miejscach, gdzie tradycyjne sposoby przesyłania danych wykorzystają swój limit możliwości. Systemy teleinformatyczne, które mogą zostać stworzone dzięki niej, są w stanie wspomóc rozwój i bezpieczeństwo w wielu dziedzinach życia.

Rozwój dystrybucji zaowocował powstaniem koncepcji cross dockingu, której rozwój trwa po dzień dzisiejszy. Wraz z rozwojem powstają kolejne możliwości, by usprawnić ten proces, w celu optymalizacji przepływu dóbr i kompresji czasu. Wprowadzenie technologii UWB może umożliwić jego analizę na wielu płaszczyznach, a dzięki dostępnym metodom analizy danych usprawnienia mogą zostać dokonane w bardzo krótkim czasie wraz z wymiernymi korzyściami.

LITERATURA

- [1] <https://polska.raben-group.com/aktualnosci/news/cross-docking-dla-pocztakujacych/> [29.10.2018]
- [2] Opracowanie własne na podstawie grafiki <https://www.distribort.com/en/content/4359/cross-docking.html> [26.10.2018]
- [3] https://www.governica.com/Analiza_ABC_%28metoda_zarz%C4%85dzania_zapasami%29 [27.10.2018]

UWB TECHNOLOGY IN THE DISTRIBUTION PROCESS

Key words: *distribution, cross docking, Ultra Wide Band*

The aim of the article is to present and explain the UWB technology and its applicability, in particular for the distribution process. A cross docking model with this technology

Izabela ZIENTEK
Dawid MAJ
Aleksander SKROBOL
Patryk MOTYLSKI¹

WPROWADZANIE INNOWACJI W ZAKRESIE AUTOMATYZACJI TRANSPORTU WEWNĘTRZNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWACH I ZAKŁADACH PRODUKCYJNYCH

Słowa kluczowe: *Przemysł 4.0, MOBOT, transport wewnętrzny, intralogistyka*

W artykule podjęto problematykę wdrażania nowych rozwiązań technologicznych w dziedzinie automatyzacji w zakładach produkcyjnych. Sporządzono prognozę możliwych kierunków rozwoju robotyzacji oraz wyszczególniono najczęściej stosowane metody. Rozwinięto kwestię transportu wewnętrznego w przestrzeniach magazynowych. Opisano wpływ mobilnych robotów na zmiany organizacji pracy w zakładach produkcyjnych. Przybliżono jedno z możliwych rodzaju transportu wewnątrzzakładowego, z uwzględnieniem jego mocnych i słabych stron. Celem artykułu była analiza porównawcza zastosowania automatyzowanego systemu transportu wewnętrznego oraz tradycyjnego oraz kalkulacja korzyści wynikających z minimalizacji kosztów energii i płac.

1. WSTĘP

Obecnie koniunktura gospodarcza w Polsce wykazuje tendencje wzrostową, co sprzyja rozwojowi gospodarstwu i zwiększeniu ilości inwestycji w sektorze produkcyjnym, jednak współczesny rynek stawia producentom coraz większe wyzwania. Aby uzyskać status konkurencyjnej firmy przedsiębiorstwa są zmuszone do łączenia produkcji artykułów najwyższej jakości z zmiennymi wymaganiami klientów dotyczących zarówno indywidualizacji parametrów produktu, jak i elastyczności trwania procesu produkcji, co więcej produkt końcowy musi generować zysk, co narzuca silną potrzebę minimalizacji strat na wszelkich możliwych polach: materiałów produkcyjnych, czasu obsługi, procesów magazynowania oraz nakładów pracy.

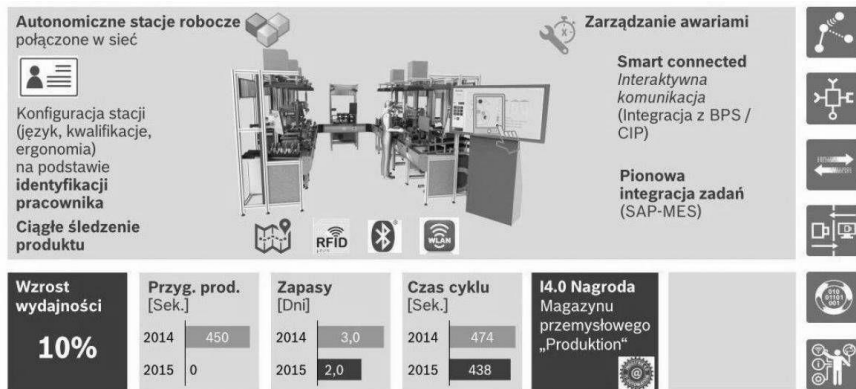
Jednak największą przeszkodą by w pełni wykorzystać okres rozwoju gospodarczego jest brak wystarczających zasobów siły roboczej. Kolejnym problemem jest także koszt związany z zatrudnianiem personelu. Jednym z rozwiązań tego

¹ Studenckie Koło Naukowe Logistyki LogistiCAD, Politechnika Śląska.

typu problemów są inwestycje w automatyzację produkcji i systemów organizacji pracy. Wzrost wymagań konsumenckich powoduje intensyfikację badań i stopniowe wdrażanie założeń nurtu „Przemysłu 4.0” (ang. *Industry 4.0*), które obejmują wprowadzanie automatyzacji i digitalizacji jako bazę pod rozwój inteligentnych systemów produkcyjnych, które zakładających synchronizację pracy linii produkcyjnych z systemami IT.

Najistotniejszymi metodami wprowadzanymi przez rosnącą liczbę przedsiębiorstw są zatem: technologie lokalizacji w czasie rzeczywistym RTLS (ang. *Real Time Locating System*), technologie RFID (ang. *Radio-frequency identification*) czy metody skanowania kodów kreskowych, które pozwalają na lokalizowanie osób i sprzętu, kontrolę zasobów oraz monitorowanie stanu technicznego maszyn, zapewniając nieustanną wymianę informacji z pracownikami, dostawcami oraz kontrahentami. Powyższe elementy pozwalają również przenieść masową indywidualizację (ang. *mass customization*) na wyższy poziom, poprzez nacechowanie produkcji małoseryjnej lub zindywidualizowanej parametrami produkcji masowej [1].

Przykładem doskonale obrazującym zastosowanie powyższych technologii jest firma Bosch Rexroth, która dzięki modernizacji swojej linii produkcyjnej, pokazanej na rys. 1, jest w stanie produkować 200 rodzajów zaworów hydraulicznych przy użyciu jednej taśmy produkcyjnej bez potrzeby restrukturyzacji maszyn [2].



Rys. 1. Schemat stanowiska pracy wraz z danymi o wzroście wydajności produkcji [2]

Fig. 1. Scheme of work station and data about increase of production's efficiency [2]

Rozpoznanie indywidualnych wymagań i parametryzacja produkcji następuje poprzez skanowanie chipów RFID. Po uzyskaniu danych z serwera, do każdego stanowiska dostarczana jest informacja z systemu sterowania maszyny PLC (ang. programmable logic controller) o ilości potrzebnych części.

Zaplanowana wcześniej modyfikacja struktur produkcyjnych zakładów zapewnia łatwiejszą integrację z kreującymi się sieciami przekazu danych. Aktywny udział w kształtowaniu owych tendencji pozwala na pełny dostęp do algorytmów

uczenia maszynowego, które w niedalekiej przyszłości pozwalają na inteligentne przewidywanie zapotrzebowania produkcji i w konsekwencji umożliwiają pozwolą na optymalizację produkcji. Zarówno maszyny jak i oprogramowanie wykazują zdolność do samoczynnej konfiguracji, a w dalekobieżnej perspektywie do samodoskonalenia się. Całość tych procesów określana jest jako Internet Rzeczy (ang. Internet of things), będącą inteligentną siecią systemów, komunikujących się z sobą nie tylko w celu optymalizacji efektywności produkcji, ale także w celu odciążenia pracownika i zapewnienia mu maksymalnego bezpieczeństwa [3].

2. AUTOMATYZACJA PRAC W OBIEKTACH MAGAZYNOWYCH I PRODUKCYJNYCH

W zakładach przemysłowych coraz częściej spotykać można przykłady automatyzacji procesów magazynowo – produkcyjnych. Rozwiązania mające na celu zastąpienie zdalnej pracy człowieka pracą robotów stają się naturalnym następstwem wdrażanym w każdej branży. Przykładem zastąpienia pracy zdalnej człowieka przez maszyny można zaobserwować na rys. 2. Zmiana ta gwarantuje zwiększenie wydajności i zoptymalizowanie procesów logistycznych. Poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań automatyki magazynowej zdecydowanie poprawia się wydajność procesów, a w następstwie, koszty jednostkowe produktu zmniejszają się.



Rys. 2. Automatyzacja w magazynie [4]

Fig. 2. Automation in a warehouse [4]

Maszyna zautomatyzowana, w przeciwieństwie do człowieka, jest w stanie pracować nieprzerwanie 24 godziny na dobę i wykonać w tym samym czasie zdecydowanie więcej operacji, jednocześnie poprawia się jakość dostaw, następuje szybsza terminowość oraz eliminacja błędów w komplementacji zamówień, monitorowanej przez system [5]. Automatyzacja niesie za sobą także oszczędności eksploatacyjne. Warunkiem utrzymania regałów z układnicami nie są ani światło, ani

ciepło więc ich funkcje są spełniane nawet w nieoświetlonym i nieogrzewanym magazynie. Dzięki systemom automatycznym na tej samej powierzchni zmieścimy zdecydowanie więcej towarów – magazyn może być więc mniejszy, co ogranicza koszty jego budowy, późniejszego utrzymania, ale także podatków. W jednej z zagranicznych fabryk pracuje ponad 200 robotów o wadze 332 kg, z możliwością utrzymania regału ważącego 1,2 (tony). Na takie rozwiązania pozwalają sobie na tą chwilę jedynie firmy posiadające ogromny kapitał finansowy. W posiadaniu przez te przedsiębiorstwa znajdują się odpowiednie zaplecza, wzorce funkcjonowania oraz korzystanie z w pełni zautomatyzowanych zakładów, co niesie za sobą na samym początku ogromny wkład pieniężny, lecz z czasem przynosi wymierne korzyści finansowe i zredukowanie czasu pracy człowieka do minimum [6].

3. ZASTOSOWANIE ROBOTÓW MOBILNYCH DO AUTOMATYCZNEGO TRANSPORTU WEWNĘTRZNEGO

3.1. CHARAKTERYSTYKA MOBOTÓW

Roboty MOBOT AGV przedstawione na rys. 3. to mobilne roboty służące do automatyzacji transportu i logistyki wewnątrzzakładowej. Nowoczesne roboty samojezdne AGV (ang. *Automated Guided Vehicles*) to istotny element koncepcji Przemysłu 4.0 w zakresie intralogistyki. Zadaniem robotów mobilnych jest autonomiczny transport ładunku między wyznaczonymi punktami. Podobnie jak lokomotywa MOBOT ciągnie wagoniki za sobą. Każdy robot może bezpiecznie pracować między ludźmi, poprzez wbudowany skaner laserowy z funkcją bezpieczeństwa odpowiadający za detekcję przeszkód i unikanie kolizji. MOBOTy w swojej pracy są bardzo wydajne, przy transporcie rozmaitych części są w stanie przetransportować nawet do 1500 kg w czasie 12 godzin pracy na jednym ładowaniu akumulatora. Ich wydajną pracę zapewniają akumulatory umieszczone w specjalnych kasetach, dodatkowym plusem ładowania robotów jest też możliwość podłączenia ich do stacji ładującej. MOBOTy posiadają wbudowane oprogramowanie do szczegółowej konfiguracji, poprzez który nadzoruje się prace robotów [7].

3.2. ZASADA DZIAŁANIA

Wykorzystanie w pełni zautomatyzowanych i zrobotyzowanych urządzeń do transportu wewnętrznego jest możliwe dzięki spełnianiu kilku głównych zadań. Jednym z tych zadań jest sterowanie ruchem robotów. Zależnie od obiektu i jego infrastruktury robot może posiadać nawigację po taśmie magnetycznej, linii kolo-

rowej lub laserowego mapowania terenu, bez nawigacji urządzenia nie mogłyby poruszać się wyznaczoną trasą [8].

Specjalnie dostosowany czujnik pola magnetycznego, jest wykorzystywany przez roboty poruszające się po taśmie magnetycznej w celu wykrycia pozycji robota. Nie stanowi to również problemu gdy taśma jest zanieczyszczona śladami olejów lub pyłów. Nawigacja po linii kolorowej odbywa się dzięki zamontowanej do robota specjalnej kamerze PGV (ang. *Position Guided Vision*), wykrywająca pozycję robota na podstawie koloru linii. Urządzenia poruszające się dzięki systemowi laserowego mapowania terenu wykorzystują wirtualną linię, po której porusza się robot [9]. Jest to możliwe dzięki laserowemu skanerowi, który jest przymocowany do robota, który mierzy otoczenie wokół siebie, a następnie stwarza wirtualny układ współrzędnych. Kontrolę nad robotem sprawuje terminal sterujący wyposażony w panel dotykowy i router Wi-Fi, który umożliwia wydawanie mu poleceń. Terminal służy również do diagnostyki, pozwala śledzić aktualne położenie robota, jego bieżące zadanie oraz stan pracy.



Rys. 3. Od lewej: robot posiadający czujnik pola magnetycznego, robot posiadający kamerę PGV, robot posiadający skaner laserowy [10]

Fig.3. From left: robot with a magnetic field sensor, robot with PGV camera, robot with a laser scanner [10]

Podczas ruchu po taśmie magnetycznej lub kolorowej linii robot są zmuszone wybrać jedną z kilku zbiegających się tras. W takich miejscach urządzenie na podstawie wartości częstotliwości prądu zasilającego podziemny przewód jest w stanie rozróżnić i wybrać odpowiednią trasę [11].

3.3. ZMIANA ORGANIZACJI PRACY W ZAKŁADZIE Z ZASTOSOWANIE ROBOTÓW AGV

W dzisiejszych czasach zakładom przemysłowym stawiane są wyzwania dotyczące poprawy przebiegu procesów produkcyjnych, dotyczących tempa i jakości produkcji czy bezpieczeństwa pracujących tam ludzi. Niewątpliwie roboty, w dobie przemysłu 4.0, pomagają poprawić wydajność pracy. Przed zakładami przemysłowymi stawiane są również zadania dotyczące przystosowania środowiska pracy

oraz odpowiedniego wykształcenia kadry do pracy z robotami. Mimo wszystko wdrażanie robotów w proces produkcji jest konieczne z powodu stale rosnącego zapotrzebowania na zwiększenie produkcji i ma również wpływ na rozwój pracownika z powodu zwiększenia jego kompetencji i umiejętności. Proces zmian organizacji pracy pod względem automatyzacji nie zawsze odbywa się w jednaki sposób w każdym przypadku, mniejsze zakłady przemysłowe nie zawsze posiadają ogromne zasoby finansowe umożliwiające natychmiastowe zautomatyzowanie całej linii produkcyjnej, wdrażanie technologii zaczyna się tam w miejscach gdzie wpłynie ona najbardziej na efektywność. Roboty AGV używane są głównie w zakładach produkcyjnych gdzie ich zadaniem jest transport ładunku. Istnieje wiele rodzajów robotów AGV a ich wybór zależy głównie od charakteru i wielkości zakładu.

Najczęściej używane są wózki holownicze, które umożliwiają transport wielu przyczep. W powszechnym użyciu są również wózki pojedynczego rozładunku, są to platformy które najlepiej sprawdzają się w transporcie dużych ilości ładunku. Rzadziej używane są samojezdne wózki widłowe. Roboty AVG poruszają się po specjalnych ścieżkach, co narzuca zakładom potrzebę zaprojektowania ścieżek tak, aby były one jak najbardziej odciążająca dla człowieka. Stanowiska pracownika powinny być również odpowiednio przystosowane do pracy z robotem AGV, nie powinny ze sobą kolidować, gdyż może to negatywnie wpłynąć na efektywność pracy robota. Zakład przemysłowy ma również za zadanie poinstruowanie pracownika jak się zachowywać, aby praca z robotami była efektywna i zoptymalizowana, ale przede wszystkim bezpieczna. Dzięki tym nakładom oraz zaawansowanemu systemowi bezpieczeństwa roboty AGV mogą poruszać się na terenie zakładu przemysłowego w tej samej płaszczyźnie co ludzie, a nawet mogą mieć dostęp do miejsc potencjalnie niebezpiecznych dla człowieka. Roboty AGV zawsze pracują w ten sam sposób, cyklicznie wykonują swoje zaprogramowane zadania, co daje zakładom przemysłowym możliwość zaplanowania wykorzystania zasobów oraz zoptymalizowania reszty procesów produkcyjnych.

4. ANALIZA PORÓWNAWCZA CYKLI TRANSPORTOWYCH TRADYCYJNYCH Z WYKORZYSTANIEM ROBOTÓW AGV

Analizę porównawczą zastosowania tradycyjnych i nowoczesnych, zautomatyzowanych środków manipulacyjnych w ramach logistyki wewnętrznej oparto o dwa aspekty: kosztocłonność procesów oraz szybkości realizacji cykli transportowych.

Do oceny kapitałochłonności oraz opłacalności zastosowania robota AGV w stosunku do tradycyjnego wózka widłowego posłużono się podstawowymi parametrami zamieszczonymi w tab. 1.

Tab. 1. Podstawowe parametry robota AGV marki Indeva [12] oraz wózka widłowego 8FBMKT20 marki Toyota [13] pod względem efektywności pracy

Tab. 1. Basic parameters of the AGV robot brand Indeva [12] and a forklift truck 8FBMKT20 brand Toyota [13] in terms of a work's effectivity

	Robot AGV	Wózek widłowy
Maksymalna ładowność [kg]	6000 (z przyczepami)	2000
Maksymalna prędkość jazdy [m/s]	1	2,17
Czas pokonania 100 m [s]	100	46,08
Zużycie energii w ciągu godziny [kWh]	9	12

Tab. 2. Koszty dotyczące użytkowania obu urządzeń przy założeniu pracy 12 godzin dziennie oraz 23 dni w miesiącu [14]

Tab. 2. Costs of using both devices on the understanding that theirs work will last 12 hours per day and 23 days per month [14]

	Robot AGV	Wózek widłowy
Koszt zużycia energii w ciągu godziny ~0,55 zł/kWh [zł]	4,95	6,6
Zużycie energii w ciągu dnia [kWh]	108	144
Koszt zużycia energii w ciągu dnia ~0,55 zł/kWh [zł]	59,4	79,2
Zużycie w ciągu miesiąca [kWh]	3285	4380
Koszt zużycia energii w ciągu miesiąca ~0,55 zł/kWh [zł]	1806,75	2409
Zużycie energii w ciągu roku [kWh]	39420	52560
(B) Koszt zużycia energii w ciągu roku ~0,55 zł/kWh [zł]	21681	28908
(A) Cena urządzenia [zł]	300000	20000
Zarobki operatora w ciągu miesiąca [zł]	brak	3000
(C) Zarobki operatora w ciągu roku [zł]	brak	36000

Po uwzględnieniu cen urządzeń oraz zużycia energii przez poszczególne urządzenia i w przypadku wózka widłowego doliczenia zarobków operatora (tab. 2) wynika, że koszt inwestycji w robota AGV zwróci się zyskiem po upływie 7 lat, przy założeniu bezproblemowego użytkowania obu urządzeń. Łączne koszty urządzenia wraz z kosztami eksploatacyjnymi, uwzględniającymi koszt użycia energii oraz kosztem pracy operatora w przypadku wózka widłowego zestawiono w tabeli 3. Dla przejrzystości analizy pominięto dodatkowe koszty eksploatacyjne, jak np. koszty ogumienia wózka i inne.

Tab. 3. Analiza porównawcza rozkładu kosztów użytkowania na przełomie 7 lat
 Tab. 3. Comparative analysis of the layout of using's costs for 7 years

Rok	Robot AGV		Wózek widłowy	
	Obliczenia ($R_{n+1}=R_n+B$)	Koszt [zł]	Obliczenia ($W_{n+1}=W_n+B$)	Koszt [zł]
1	$R_1= A+B$	$R_1= 321681$	$W_1=A+B+C$	$W_1= 84908$
2	$R_2= R_1+B$	$R_2= 343362$	$W_2=W_1+B+C$	$W_2= 149816$
3	$R_3= R_2+B$	$R_3= 365043$	$W_3=W_2+B+C$	$W_3= 214724$
4	$R_4= R_3+B$	$R_4= 386724$	$W_4=W_3+B+C$	$W_4= 279632$
5	$R_5= R_4+B$	$R_5= 408405$	$W_5=W_4+B+C$	$W_5= 344540$
6	$R_6= R_5+B$	$R_6= 430086$	$W_6=W_5+B+C$	$W_6= 409448$
7	$R_7= R_6+B$	$R_7= 451767$	$W_7=W_6+B+C$	$W_7= 474356$

Gdzie:

R_n - rok użytkowania robota AGV

W_n - rok użytkowania wózka widłowego

A - cena urządzenia [zł]

B - koszt zużycia energii w ciągu roku [zł]

C - zarobki operatora w ciągu roku [zł]

Do oceny porównawczej pracy urządzeń manipulacyjnych przyjęto takie same warunki dotyczące cyklu transportowego. Analizie poddano oba urządzenia przewożące ładunek o łącznej masie 30 ton (m_1), na odcinku 100 m, z punktu A do punktu B przy założeniu, że ich praca wykonywana jest przy maksymalnych parametrach ich możliwości (ładowności i prędkości jazdy).

Jak widać w tabeli 4 obrazującej wyniki analizy, w przypadku robota AGV możliwa jest wykonana ta sama praca w trzykrotnie mniejszej liczbie cykli niż wózek widłowy i w czasie krótszym o ponad 6 minut.

Tab. 4. Zestawienie obu urządzeń w jednakowym cyklu transportowym
 Tab. 4. Summary of both devices in the same cycle transport

	Robot AGV		Wózek widłowy	
(m_1) Ładunek [kg]	30000		30000	
(t_1) Czas jednego cyklu transportowego [s]	200		92,16	
(m_2) Ładunek przetransportowany w jednym cyklu transportowym [kg]	6000		2000	
(n) Liczba cykli transportowych	$n= m_1/ m_2$	5	$n= m_1/ m_2$	15
(t) Czas przetransportowania całego ładunku [s]	$t= n \cdot t_1$	1000	$t= n \cdot t_1$	1382,4

5. PODSUMOWANIE

Automatyzacja procesów transportowych wewnątrz zakładowych przeżywa prężny rozwój. Innowacyjne rozwiązania wpływają korzystnie na wydajność. Ciągłe rozwijająca się robotyzacja nie wpływa kolidująco na pracę człowieka, lecz odciąża go. Im wcześniej uda się stworzyć odpowiednie warunki do tego typu inwestycji, tym więcej skorzystają na tym firmy i gospodarka. Aby proces automatyzacji przyniósł efekty, oszczędności, należy w pierwszej kolejności dopasować się do potrzeb przedsiębiorstwa, które zapoczątkują w przyszłości. Analiza porównawcza kosztocłonności wskaźników pracy dwóch typów urządzeń manipulacyjnych wykazała, że wprowadzanie robotów AGV w zakładach przemysłowych i magazynach, po upływie 7 lat jest bardziej opłacalne niż pokrycie pensji pracownika wraz z kosztem eksploatacji wózka widłowego.

LITERATURA

- [1] Hałas E.: *Kody kreskowe i inne globalne standardy w biznesie*, Wydawnictwo: ILIM – Instytut Logistyki i Magazynowania
- [2] przemysl-40.pl/index.php/2017/03/22/czym-jest-przemysl-4-0/, data dostępu 31.10.2018 r.
- [3] www.pb.pl/fabryka-4-0-zacznie-rozmawiac-z-pracownikiem-868502, data dostępu 31.10.2018 r.
- [4] www.newsweek.pl/biznes/roboty-w-magazynie-automatyka-i-zaawansowane-systemy-it/kelb3wd?fbclid=IwAR2X43vyre3XcrcREp8-w3q4VskfJo_vClv4kJ8eGpHMZuoEuhbHEXUQ9EU
- [5] www.log4.pl/automatyzacja-magazynow,267,13355.htm, data dostępu 31.10.2018 r.
- [6] www.magazyny.pl/blog/okiem-eksperta/automatyzacja-w-magazynach, data dostępu 31.10.2018 r.
- [7] www.mobot.pl/agv/wozki-i-adaptery-do-mobotow?fbclid=IwAR0TrdTR9-gT1TKR-3frm0g2iJeGqN1XhsySrIGQ1TJA16XKknSDoPKgYgs, data dostępu 31.10.2018 r.
- [8] Olszewski M.: *Mechatronizacja produktu i produkcji – przemysł 4.0*, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej
- [9] www.log4.pl/moboty-transportowe-fabryki-jutra,381,15002.htm, data dostępu 31.10.2018 r.
- [10] www.wobit.com.pl/download/katalog_wobit_agv_2017_pl.pdf?fbclid=IwAR1DsqrNHNXc3OZzDLdchanTixXsp1blg3vwoHBQvLXgGmTsjf7gWlQH9IQs
- [11] www.wobit.com.pl/produkt/12395/roboty-przemyslowne-mobot-agv/robot-przemyslowny-mobot-agv-flatrunner/, data dostępu 31.10.2018 r.
- [12] Komercyjne katalogi firmowe INDEVA
- [13] Komercyjne katalogi firmowe TOYOTA
- [14] Pomiary i obliczenia własne

THE INTRODUCING OF INNOVATIONS TO AN AUTOMATED WORKS TRANSPORT IN PRODUCTION COMPANIES

Keywords: *Industry 4.0, MOBOT, in-company transport, intralogistics*

The article presents the problem of introducing a new, technological solutions in the field of automation in production plants. The prediction of possible direction of robotization's development were made in the project and the most commonly used methods were detailed. Theme of a works transport in the warehouse's areas was built up. In the article is described influence of a mobile robots on changes in a system of work production companies. There is also highlighted one of possible mean of in-company transport, with counting its weaknesses and assets. The main aim of the article was a comparative analysis of using a robotize and traditional system of in-company transport and the estimate of benefits, which are results from minimization costs of the energy and salaries.

Natalia BRZEZIŃSKA
Kamila TRUN¹

ODPADY SCHODZĄ DO PODZIEMIA - SYSTEMY PODZIEMNEJ GOSPODARKI ODPADAMI

Słowa kluczowe: *odpady, odpady komunalne, podziemne gospodarowanie odpadami, pojemniki podziemne, pojemniki półpodziemne, transport odpadów.*

Odpady są integralnym elementem każdego gospodarstwa domowego, jak również przedsiębiorstwa. Rozwój technologii sprawia, że pojawiają się coraz to nowsze rozwiązania dotyczące gromadzenia odpadów. W artykule został poruszony temat podziemnego systemu magazynowania śmieci. Podstawę tej technologii stanowią pojemniki podziemne i półpodziemne, które zostały krótko scharakteryzowane w pracy. W gospodarce odpadami nieodłączny jest również aspekt logistyczny. Każdy transport musi być zaplanowany, monitorowany i kontrolowany, co wiąże się z licznymi kosztami, które można zminimalizować dzięki podziemnemu gromadzeniu odpadów.

1. WSTĘP

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat coraz bardziej odczuwalnym problemem, a zarazem zagrożeniem w ochronie środowiska stały się odpady. Przepelnione śmietniki z zawartością wysypującą się na ulice i chodniki są nieodłącznym elementem krajobrazu każdego większego miasta. Dlatego coraz więcej polskich aglomeracji wybiera innowacyjne metody magazynowania odpadów, głównie podziemne śmietniki, które stanowią higieniczne, praktyczne i ekonomiczne rozwiązanie pozwalające na zbieranie odpadów zmieszanych, a także segregacji papieru, szkła, plastiku i innych surowców wtórnych. Są to pojemniki, których zaledwie jedna trzecia pojemności znajduje się ponad ziemią i jest widoczna dla użytkowników. Reszta zbiornika jest wkopana i zakotwiczona w gruncie, a gromadzenie odpadów pod ziemią sprawia, że obniżona temperatura spowalnia rozwój bakterii i rozkład odpadów, a zatem ogranicza nieprzyjemny zapach. Dzięki unikalnej konstrukcji nawet na niewielkiej przestrzeni możliwe jest zastosowanie bardzo dużych śmietników, przy zachowaniu wysokich walorów estetycznych i dekoracyjnych [10]. Podziemne pojemniki doskonale sprawdzą się na osiedlach mieszkaniowych i terenach użyteczności publicznej, zapewniając znaczne

¹ Koło Naukowe Transportu i Logistyki TRANSLOG, Uniwersytet Morski w Gdyni.

oszczędności ze względu na mniejszą częstotliwość ich opróżniania i brak konieczności budowania wiat.

2. CO TO SĄ ODPADY?

Odpady to nieprzydatne, uciążliwe dla środowiska przedmioty oraz substancje stałe, powstające w wyniku bytowania i działalności człowieka. Zagrożają one zdrowiu człowieka i szkodzą środowisku ze względu na swoją toksyczność, możliwość skażenia powietrza, wód oraz gleb czy szkodliwość dla organizmów żywych.

Istnieje wiele różnego rodzaju odpadów, dlatego też powstała ich klasyfikacja, która rozróżnia je pod kątem źródła, ich toksyczności, udziału masy organicznej, składników czy ich biologicznych oraz chemicznych właściwości. Główna klasyfikacja dzieli odpady na 27 grup i jest klasyfikacją jednolitą, międzynarodową:

- odpady zwierzęce,
- odpady produkcji roślinnej,
- odpady powstające w chowie, przetwórstwie i obrocie zwierzętami,
- odpady drzewne,
- odpady z przetwórstwa kopalin,
- odpady wydobywcze kopalin,
- odpady z żywności roślinnej powstającej w przetwórstwie i obrocie,
- tekstylia,
- odpady z włókien naturalnych,
- odpady z włókien syntetycznych,
- drewno,
- papier i karton,
- odpady z ropy i jej pochodnych,
- odpady chemiczne,
- guma,
- szkło,
- metale żelazne,
- metale nieżelazne,
- złom sprzętu technicznego,
- osady z oczyszczania ścieków i uzdatniania wody,
- odpady budowlane,
- odpady paleniskowe, pyły, szlamy,
- zanieczyszczona ziemia,
- osady denne,
- odpady bytowo-gospodarcze (komunalne),
- odpady radioaktywne [5].

Ważnym tematem związanym z odpadami jest ich magazynowanie. Przez pojęcie to rozumie się czasowe przetrzymywanie lub gromadzenie odpadów przed ich transportem, odzyskiem lub unieszkodliwianiem. Magazynowanie charakteryzuje się ograniczeniem czasowym, wynika z tego, że ta faza gospodarowania odpadami ma jedynie charakter przejściowy i poprzedza ostateczne zagospodarowanie odpadów (odzysk lub unieszkodliwianie) lub też następną fazę przejściową, prowadzącą wprawdzie do ostatecznego zagospodarowania odpadów, jaką jest ich transport do miejsca unieszkodliwiania lub odzysku.

W dzisiejszych czasach najbardziej popularną formą magazynowania odpadów jest krótkoterminowe przechowywanie ich w plastikowych pojemnikach na śmieci. Na osiedlach domków jednorodzinnych każde gospodarstwo domowe posiada kilka sztuk pojemników do segregacji i magazynowania w zależności od przeznaczenia (np. surowce tj. szkło, papier, plastik; odpady roślinne, inaczej bio oraz odpady zmieszane). Natomiast osoby mieszkające w blokach i kamienicach segregują odpady w kontenerach znajdujących się pod wiatą. Kategoryzacja odpadów jest bardzo zbliżona do podziału mającego miejsce na osiedlach domków jednorodzinnych.

Wraz z postępem technologicznym otaczającego nas świata pojawiają się coraz to nowocześniejsze metody magazynowania odpadów komunalnych. W wielu polskich miastach został wprowadzony innowacyjny system gromadzenia śmieci w pojemnikach podziemnych, wyróżniamy ich trzy typy: podziemne, półpodziemne i podziemne z platformą hydrauliczną.

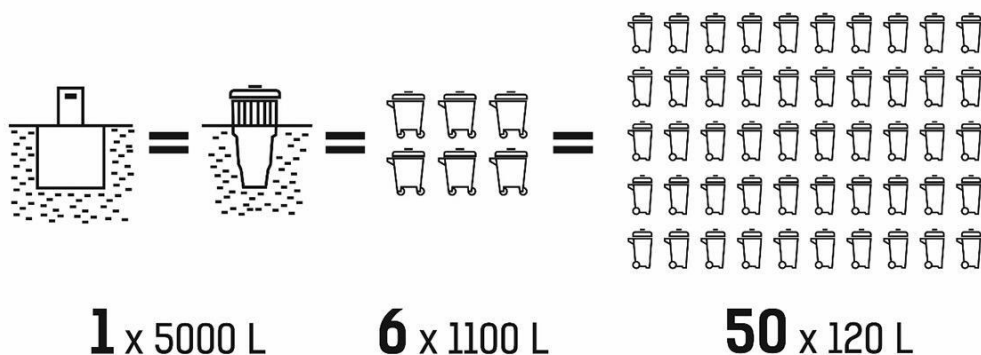


Rys.1. Miasta w Polsce z podziemnym systemem gromadzenia odpadów [8]

Fig. 1. Polish cities with an underground waste collection system [8]

3. CHARAKTERYSTYKA POJEMNIKÓW PODZIEMNYCH

Porównując wydajność pojemników podziemnych do tradycyjnych kółkowych możemy stwierdzić, że wydajność tych pierwszych jest wielokrotnie większa. Jeden pojemnik półpodziemny o pojemności 5m³ zastępuje sześć pojemników 1100l czterokółkowych czy ok. 50 pojemników 120l dwukółkowych. Taka sytuacja jest możliwa dzięki konstrukcji pojemnika zapewniającej efekt kompresji odpadów pod wpływem ciężenia, a w konsekwencji obniża koszty obsługi wywozu odpadów.



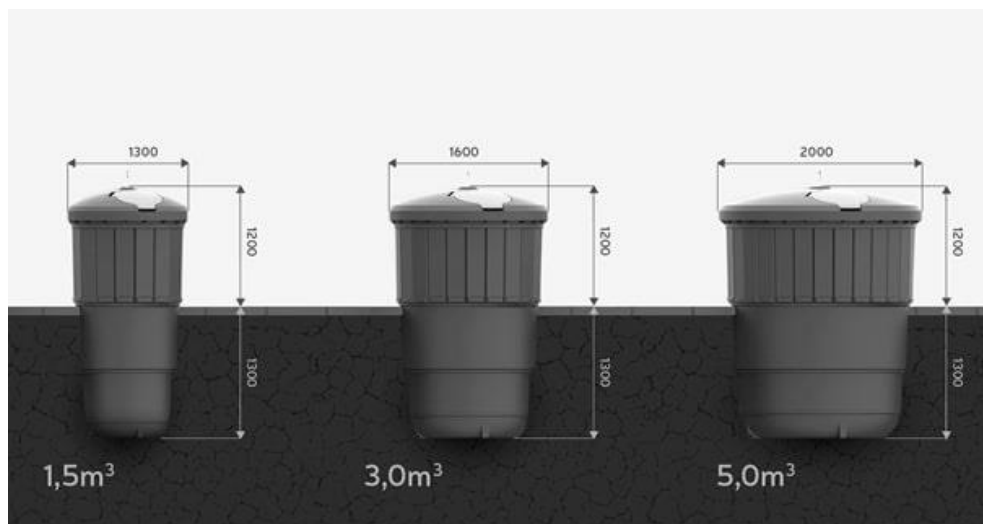
Rys. 2. Pojemność pojemnika podziemnego [6]
Fig. 2. The capacity of underground container [6]

Zastosowanie modularnej konstrukcji pojemników podziemnych umożliwia wymianę poszczególnych elementów pojemnika pozwalając inwestorowi na swobodne zmiany, jeżeli takowa potrzeba się pojawi, nie narażając inwestora na koszty zamiany całego urządzenia.

Zaprojektowane są również z myślą o użytkownikach, nie zapominając o dzieciach czy osobach niepełnosprawnych. Kioski wrzutowe, czyli część znajdująca się nad ziemią są specjalnie przystosowane do wygodnego stosowania, przez osoby korzystające z nich.

3.1. POJEMNIKI PÓLPODZIEMNE

Produkt ten dedykowany jest dla miejsc, w których ważne jest utrzymanie wysokiego poziomu estetyki i nieczynienie miejsca składowania odpadów wstydlwym. W przypadku pojemników półpodziemnych istotą jest wykorzystanie powierzchni podziemnej (jest to 75% całości pojemnika podziemnego).



Rys. 3. Budowa pojemnika półpodziemnego [6]

Fig. 3. Construction of a semi-underground container [6]

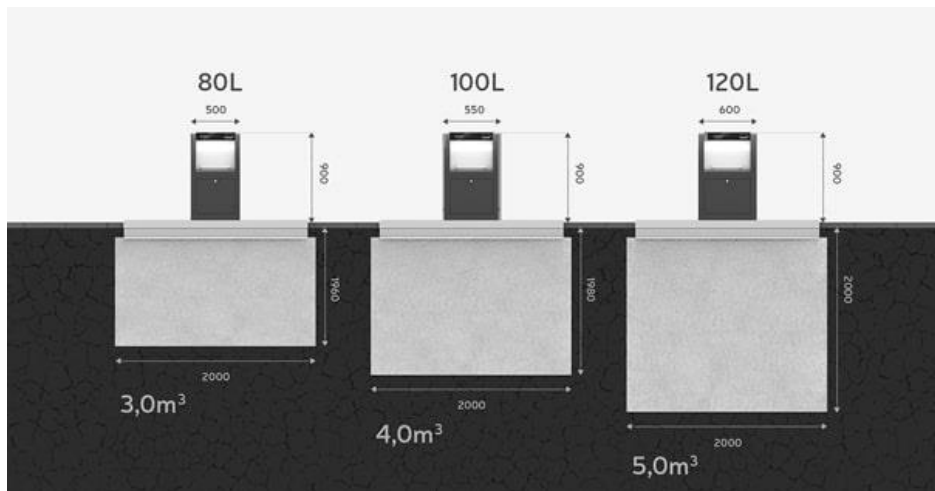
Dostępne są dwa rodzaje wkładów pojemnika:

- „Big bag” (worek wielokrotnego użytku) - stosowany do odpadów papierowych i plastikowych. Jest wodoodporny i nieprzemakalny. W worku przeznaczonym do zbiórki szkła lub odpadów można zastosować odporną na przecięcia i wzmocnioną wkładkę.
- Wewnętrzny stalowy - jest stosowany do ciężkich odpadów wtórnych, czyli takich jak szkło, odpady komunalne zmieszane bądź mokre, jak również do bioodpadów. Zaletami kontenerów stalowych są: niezniszczalność konstrukcji, ze względu na wykonanie ze stali cynkowej eliminującej zjawisko korozji; wyeliminowanie zniszczeń przez ostre materiały takie jak szkło czy plastik oraz brak konieczności wymiany worków, co wiąże się z oszczędnością wielu tysięcy złotych w skali kilku lat.

3.2. POJEMNIKI PODZIEMNE

W odróżnieniu od pojemników półpodziemnych w pojemnikach podziemnych cały kontener na odpady znajduje się pod ziemią natomiast widoczny jest jedynie kiosk wrzutowy, co pozwala zaoszczędzić przestrzeń i zapewnia estetyczny widok otoczeniu. Przy produkcji podziemnych kontenerów wykorzystywane są materiały, które gwarantują kilkukrotnie dłuższą żywotność w porównaniu do standardowych pojemników na odpady. Możliwe jest również wyposażenie pojemników podziemnych w dodatkowe opcje takie jak:

- elektromagnetyczne karty dostępu, dzięki którym każde gospodarstwo domowe płaci za wywóz śmieci, które rzeczywiście wytworzyło, a nie jak do tej pory ryczałtowo,
- system informowania o napełnieniu, który sygnalizuje w centrali zbliżającą się konieczność opróżnienia pojemnika, nie ma więc okresowego sprawdzania poziomu zapełnienia,
- ekran LCD wyświetlający zdefiniowane komunikaty [4].



Rys. 4. Budowa pojemnika podziemnego [7]
 Fig. 4. Construction of a underground container [7]

4. TRANSPORT ODPADÓW JAKO ASPEKT LOGISTYCZNY

Gospodarowanie odpadami komunalnymi stawia nam wiele wyzwań, które w wysokim stopniu wynikają ze złożonego i zróżnicowanego ich składu, jak również bezpośredniego sąsiedztwa odpadu z obywatelem, bardzo dużej widoczności w życiu codziennym, a także ich oddziaływania na środowisko i zdrowie ludzkie. Wskutek tego, gospodarowanie odpadami komunalnymi wymaga wysoce złożonego systemu, obejmującego efektywny system zbierania, skuteczny system sortowania i odpowiednie śledzenie strumieni odpadów, czynne zaangażowanie obywateli i przedsiębiorstw, infrastruktury dostosowanej do konkretnego składu odpadów oraz kompleksowego systemu finansowania [3]. Na skuteczny proces gospodarowania odpadami składa się wiele czynników. Elementami łączącymi wymienione zadania jest zbiórka i transport odpadów, realizowany głównie przez specjalistyczne firmy zbierające odpady zmieszane i segregowane. Jest to bardzo kosztowny element systemu zagospodarowania odpadów, przyjmuje

się, że może on stanowić 60–80% wszystkich kosztów jego prawidłowego funkcjonowania [1].

Sprawną organizacja wywozu odpadów wymaga optymalizacji, koniecznej właśnie ze względu na wysokie koszty transportu. Wpływ na nią mają przede wszystkim:

- ilość i pojemność kontenerów na odpady,
- lokalizacja miejsc ustawienia pojemników oraz ładowność samochodu transportowego,
- czas i organizacja pracy brygady wywozowej oraz kierowcy,
- częstotliwość wywozu oraz liczba środków transportu,
- odległość zakładu unieszkodliwiania od rejonu zbiórki odpadów,
- czas przejazdu samochodu zbierającego odpady oraz czas jego rozładunku,
- naprawy, remonty i przeglądy samochodu transportowego [2].

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, przy wykorzystaniu pojemników podziemnych do magazynowania odpadów zauważamy wiele korzyści:

- pojemność pojemników podziemnych jest dużo większa niż tych, które były stosowane dotychczas,
- magazyny na śmieci ustawione są w dogodnych lokalizacjach dla dojazdu śmieciarek, na przykład, nie muszą one podjeżdżać pod każdą posesję osobno,
- potrzebna jest tylko jedna osoba, do prowadzenia pojazdu, jak również do zbioru odpadów,
- ograniczona częstotliwość wywozu śmieci – śmieciarki mogą przyjeżdżać nawet jeden raz na dwa tygodnie, w przypadku osiedla domów jednorodzinnych,
- oszczędność czasu i paliwa, dzięki nowoczesnemu systemowi do wywożenia śmieci.

5. PODSUMOWANIE

Podziemne pojemniki na odpady stanowią alternatywę dla tradycyjnych, nie zawsze korzystnie wyglądających kontenerów. Ponadto posiadają wiele korzyści, między innymi oszczędność terenu przeznaczonego na gromadzenie odpadów i utrzymanie go w czystości. Ważny jest również aspekt ekonomiczny, jest to tańsze rozwiązanie i niższe koszty eksploatacji, ponieważ konstrukcja jest prosta i trwała. Również duża pojemność pojemników zmniejsza koszty logistyczne, gdyż potrzebna jest mniejsza ilość odbiorów odpadów. Brak altan śmietnikowych ogranicza dostęp do kontenerów dla osób trzecich jak również gryzoni np. szczurów. Przede wszystkim innowacyjne pojemniki podziemne poprawiają estetykę otoczenia, jak również umożliwiają dobór pojemników do danego miejsca w aglomeracji. Co równie ważne są łatwiejsze i bezpieczniejsze w użytkowaniu.

Perspektywą dla rozwoju podziemnego gromadzenia odpadów jest podziemny transport odpadów. Już w wielu miastach na świecie wykorzystywany jest podziemny, pneumatyczny i zautomatyzowany system odbioru i przesyłu odpadów do

miejsc przeznaczenia. Śmieci wrzucane do odpowiednich pojemników trafiają przez kanały próżniowe i są zasysane za pomocą do specjalnych kontenerów. Technologia ta umożliwi transport odpadów kanałami próżniowymi do pojemników docelowych odległych nawet o dwa kilometry. Do największych zalet tego innowacyjnego systemu należą między innymi: oszczędności wynikające z braku zapotrzebowania na naziemny transport, odseparowanie odpadów od sfer przebywania aktywności człowieka oraz możliwość bieżącego monitorowania strumienia odpadów [9].

Patrząc na intensywny rozwój technologii mamy nadzieję, że transport podziemny odpadów stanie się rzeczywistością w podziemiach polskich miast.

LITERATURA

- [1] BILITEWSKI B., HARDTLE, G., MAREK K., *Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka*. Wydanie 2., Wyd. Seidel-Przywecki, Warszawa 2006
- [2] D'OBYRN K., SZALIŃSKA E., *Odpady komunalne, recykling, unieszkodliwianie*, Wyd. Politechnika Krakowska, Kraków 2005 DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018r., zmieniająca dyrektywę 2008/98
- [3] <https://boem.pl/produkty/kontenery-podziemne-na-odpady/WE> w sprawie odpadów
- [4] <https://www.ekologia.pl/wiedza/slovniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/odpady>
- [5] <http://ppbin.com/pojemniki-polpodziemne/>
- [6] <http://ppbin.com/pojemniki-podziemne-2-2/>
- [7] Realizacje projektów pojemników podziemnych w Polsce, <http://ppbin.com/realizacje/>
- [8] <https://www.rp.pl/Rzecz-o-Gminie/170129534-Podziemny-transport-odpadow--technologie-przyszlosci.html>
- [9] <http://swiatpojemnikow.pl/zastosowanie/polpodziemne/>

WASTE GOES UNDERGROUND – UNDERGROUND WASTE MANAGEMENT SYSTEMS

Key words: *waste, municipal waste, semi-underground containers, underground containers, waste transport, underground waste collection*

The waste is integral element of every household and enterprise. Technology development makes new solutions regarding the collection of waste. The article discusses the subject of the underground garbage storage system. The basis of technology is underground and semi-underground containers. In the waste management, the logistic aspect is fundamental. Transport must be planned, monitored and controlled but it involves a number of costs. It can be minimized by underground waste collection.

Aneta WRÓBEL
Mateusz ZBADYŃSKI¹

EFEKTYWNOŚĆ WYBRANYCH METOD KOMPLETACJI NA PODSTAWIE SYSTEMÓW FIRMY LUCA LOGISTIC SOLUTION

Słowa kluczowe: efektywność, proces kompletacji, komisjonowanie, system, Pick-by-Light, Pick-by-Point, Pick-by-Voice, Pick-by-Watch, LUCA Logistic Solution

W artykule przedstawiono analizę efektywności systemów logistycznych służących do kompletacji wykorzystywanych w nowoczesnych magazynach. Opracowanie zostało wykonane na podstawie systemów, które oferuje firma LUCA Logistic Solution. Badania do artykułu zostały przeprowadzone w Centrum Badawczo-Rozwojowe Systemów Logistycznych na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej. Celem pracy jest przedstawienie czasów trwania kompletacji poszczególnych metod. W pierwszej części występuje opis teoretyczny systemów logistycznych, w drugiej natomiast wyniki badań oraz ich interpretacja.

1. WSTĘP

W czasach szybkiego rozwoju technologicznego oraz ciągłego dążenia do optymalizacji procesów, redukcji kosztów jak i zwiększenia produktywności, warto zastanowić się nad aktywnym udziałem oraz inwestycją w nowoczesne technologie. Podczas gdy współczesny rynek oferuje gamę różnorodnych rozwiązań oraz systemów wspomagających owe rozwiązania, należy z dużą uwagą przyglądać się nowym trendom, technologiom oraz możliwościom. Efektywność oraz sprawność w wykonywaniu czynności jak i przepływie informacji są głównymi celami współczesnej logistyki.

1.1. PODSTAWOWE POJĘCIA

Pojęcie efektywności jest terminem wieloznacznym, który w zależności od dziedziny nauki posiada różne definicje i interpretacje. Z ekonomicznego punktu widzenia, efektywność to porównanie tego, co faktycznie w danym czasie zostało wyprodukowane lub wykonane, z tym co można osiągnąć przy takim samym zużyciu zasobów – pieniędzy, czasu, pracy itp. [2]. W celu osiągnięcia pożądanej efek-

¹ Studenckie Koło Naukowe LogPoint, Politechnika Opolska.

tywności należy maksymalizować produktywność przy jednoczesnej minimalizacji wszelkich powyżej wspomnianych nakładów.

Proces kompletacji stanowi część procesu komisjonowania, której głównym zadaniem jest rozdzielanie jednostek ładunkowych na opakowania jednostkowe lub zbiorcze, uzupełnienie strefy kompletacji, czyli magazynu, oraz kompletacja zamówienia. Produktem danego procesu jest uformowana jednostka ładunkowa składająca się z produktów zamówionych przez konsumenta. Do czynności procesu kompletacji zalicza się fizyczne pobranie danego materiału z miejsca składowania oraz odłożenie owego produktu do tworzonej jednostki ładunkowej [3].

Ogólna definicja systemu wskazuje, iż jest on zespołem zależnych od siebie elementów, które spełniają określoną funkcję, w celu osiągnięcia wspólnego oraz konkretnego celu. Każdy z nich posiada odpowiednią funkcję oraz dąży do realizacji swojego zadania, jednakże elementy te są ze sobą połączone i dzięki tej wspólnej zależności tworzą produkt finalny [4].

1.2. LUCA LOGISTIC SOLUTION

LUCA Logistic Solution jest firmą założoną w Niemczech w 1995 r., która oferuje innowacyjne technologie do komisjonowania towarów wraz z autorskimi metodami *Pick-by-Point*®, *Pick-Radar*®, *Pick-by-Frame*® czy znanymi i wykorzystywanymi na całym świecie *Pick-by-Light* czy *Pick-by-Voice*. Polski oddział zaczął działać w 2009 roku w Opolu. Spółka w Polsce wdrożenia w takich firmach jak: 3M Wrocław Sp. z o.o., ABB Sp. z o.o., arvato services Polska, Grupa Auto Partner S.A., Danfoss Poland Sp. z o.o., FCA Poland S.A., Volkswagen Poznań Sp. z o.o, W czerwcu 2018 r. LUCA Logistic Solution otworzyła Centrum Badawczo-Rozwojowe Systemów Logistycznych na Politechnice Opolskiej [1].

2. RODZAJE TECHNOLOGII PICK-BY

Systemy *Pick-by* firmy LUCA Logistic Solution oferują wiele innowacyjnych oraz nowoczesnych rozwiązań wspomagających proces kompletacji. Niezależnie od układu magazynu przedsiębiorstwa, cech produktów poddanym kompletacji lub też długości stażu pracownika, technologia przedstawiona poniżej jest odpowiednią metodą dla każdego przedsiębiorstwa, które zmaga się z ciągłymi zmianami.

Powyżej opisywane systemy cechują się wykorzystaniem różnych technologii, rozpoczynając od wyświetlaczy LED, ruchomych źródeł światła, komend głosowych, czytników RFID aż po zastosowanie technologii Augmented Reality, znanej jako rozszerzona rzeczywistość – Smart Glasses. Niezależnie od zastosowanego systemu *Pick-by*, pracownik musi zatwierdzić wykonanie wszystkich poszczególnych czynności, czyli potwierdzenie o prawidłowej lokalizacji jak i zakwitowanie pobrania każdego z materiałów z wykorzystaniem skanera, radaru, pilota bądź głosu. Wspominając o technologii, oprócz modułów, sercem sterowania jest odpowiednio zaprogramowany komputer - kontroler, który wybiera najbardziej op-

tymalną ścieżkę przejść zgodnie z zasadą „step-by-step”, w której to zakłada się, że pracownik nie będzie się cofał, lecz podążał jedną i najszybszą drogą [1].

Kolejnym atutem jest możliwość integracji systemu *Pick-by* z systemem informatycznym wdrożonym w przedsiębiorstwie. Odpowiednio zaprogramowany komputer pozyskuje dane z wybranego systemu informatycznego, przetwarza je oraz dzieli na poszczególne zadania, czyli czynności do wykonania przez pracownika [3].

2.1. PICK-BY-LIGHT

System *Pick-by-Light* jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych systemów wspomagających proces kompletacji, a zarazem tworzy fundament dla wielu innych technologii z serii *Pick-by*. Podstawą danej metody jest wyświetlacz, który służy do informowania pracownika, z którego miejsca składowania należy pobrać materiał. Dla systemu *Pick-by-Light* dany wyświetlacz stanowi elementarną część całego układu wówczas, gdy dla innych systemów *Pick-by* pełni funkcję kwitującą, czyli pozwala na zatwierdzenie wykonania czynności.

Technologia wykorzystuje wyświetlacze LED, które są umieszczone na listwach nad półkami wraz z diodą powiadomien i przyciskiem kwitującym. Zestaw może ten być poszerzany o wiele innych technicznych udogodnień, które mogą być indywidualnie dobierane wraz z wymaganiami klienta w celu optymalnego dopasowania do technologii magazynu. Charakter modułowy systemu pozwala na łatwe przearanżowanie miejsc magazynowych i adaptację do zmieniających się potrzeb. Wyświetlacze są montowane do profili posiadających listwę kontaktową. Moduły służą do kontaktu z pracownikiem oraz do informowania go o ilości materiału do pobrania, czy też o ewentualnie popełnionym błędzie [5].

2.2. PICK-BY-POINT

System *Pick-by-Point* uzupełnia lukę pomiędzy systemem *Pick-by-Light* i – opisanym w dalszej części – systemem *Pick-by-Voice*. Dana technologia polega na działaniu ruchomych źródeł światła, które dokładnie oświetlają miejsce pobrania materiału przez pracownika. System komputerowy optymalizuje czas komisjonowania, gdyż podczas wykonywania czynności ciągle obserwuje ścieżkę pokonywaną przez pracownika. Dzięki możliwości szybkiego dostosowania systemu *Pick-by-Point* do różnorodnego środowiska pracy, technologia ta charakteryzuje się prostotą, szybkością oraz niskim kosztem wdrożenia. System wykorzystujący ruchome źródła światła jest dobrym rozwiązaniem dla miejsc, w których występują częste konfiguracje oraz modyfikacje stref składowania, magazynowania lub też kompletacji.

Działanie systemu *Pick-by-Point* koncentruje się na wskazywaniu miejsca poboru materiału za pomocą ruchomego źródła światła. Regał – miejsce składowania podświetlone przez lampę nazywane jest gniazdem magazynowym. Informacje

dotyczące ilości produktów oraz inne wskazówki przekazywane są pracownikowi głosowo przez słuchawki lub udostępniane na centralnym wyświetlaczu. Sprzężenie zwrotne, czyli zatwierdzenie pobrania materiału z miejsca składowania, wykonane może zostać za pomocą skanerów, komend głosowych lub wraz z wykorzystaniem innych systemów firmy LUCA Logistic Solution, na przykład *Pick-Radar* [6].

2.3. PICK-BY-VOICE

Metoda kompletacji *Pick-by-Voice* jest jedną z najbardziej intuicyjnych metod oferowaną przez firmę LUCA Logistic Solution. Technologia kompletacji głosowej pozwala użytkownikowi na utrzymanie dialogu z systemem za pomocą komend dźwiękowych. Informacje dotyczące miejsca składowania, ilości towarów do pobrania oraz cech danego produktu przekazywana jest pracownikowi przez słuchawki w wybranym przez niego języku. Informacja zwrotna, czyli potwierdzenie wykonania czynności dostarczana jest przez pracownika za pomocą komendy głosowej lub też skanera ręcznego, w zależności od preferencji. Dzięki temu, iż podczas realizowania czynności kompletacji wykorzystywany zostaje słuch oraz wzrok pracownika, zwolnione zostają jego ręce, co z kolei umożliwia swobodne poruszanie się po strefie kompletacji i pobieranie materiałów. Metoda kompletacji głosowej wspierana jest wielojęzycznym systemem rozpoznawania mowy firmy topSPEECH-Lydia. Rzeczywiste rozpoznawanie mowy, nie wymaga żadnych treningów językowych, co pozwala na natychmiastowe zatrudnienie pracowników, stałych jak również sezonowych lub czasowych [7].

2.4. PICK-BY-WATCH

System *Pick-by-Watch* wspiera proces kompletacji wraz z wykorzystaniem smartwatchów, smartphonów oraz tabletów. System ten jest bardzo podobny do standardowej metody *Pick-by-Paper*, przy czym różni się wykorzystaniem elektroniki oraz swoją ekonomicznością i oszczędnością materiałów nieodnawialnych (papier). Proces kompletacji polega na otrzymaniu informacji dotyczącej miejsca pobrania oraz odczytanie jej z urządzenia umocowanego na nadgarstku. Wówczas, gdy materiał zostaje poprawnie pobrany przez pracownika, pozostaje tylko zatwierdzenie wykonania zadania poprzez dotknięcie ekranu w wyznaczonym miejscu.

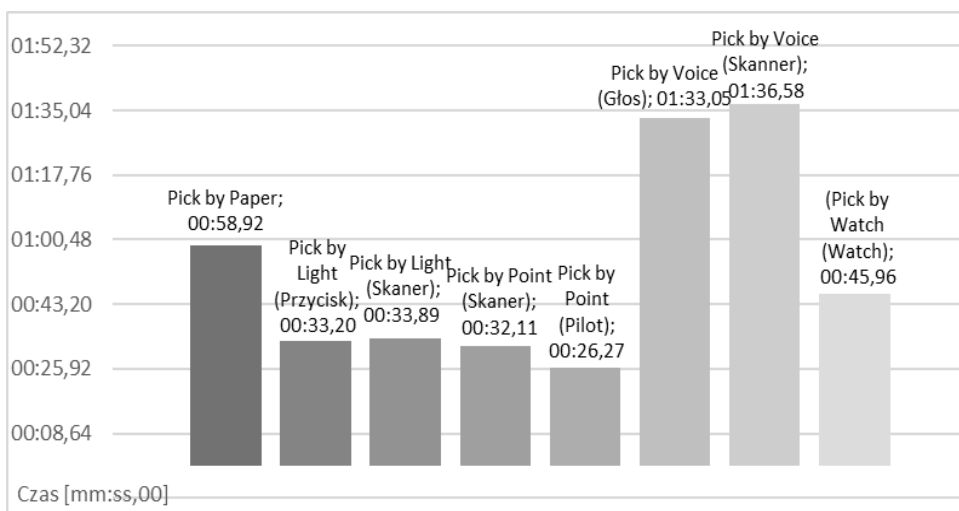
3. PRZEPROWADZONE BADANIA

Badania zostały wykonane w Centrum Badawczo-Rozwojowym Systemów Logistycznych na Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki Politechniki Opolskiej w dniu 31 października 2018. Objęte były nadzorem Anety Wróbel oraz Mateusza Zbadyńskiego, jak i przedstawiciela firmy LUCA Logistic Solution. W eksperymencie

mencie wzięło udział 10 osób, które po otrzymaniu odpowiedniego instruktora wykonywały kolejne kroki badań. Badania odbywały się według ogólnie ustalonego scenariusza, który zawierał informacje dotyczące odpowiedniej ilości prób i etapów. Próba badawcza poświęcona każdej metodzie powielana była trzykrotnie przez każdego uczestnika eksperymentu. Badania obejmowały analizy metod: *Pick-by-Paper*, *Pick-by-Light*, *Pick-by-Point*, *Pick-by-Voice* i *Pick-by-Watch*. Pojedyncze badanie trwało 40 minut i zawierało 192 pobrania z miejsc magazynowych, które zostały przydzielone do uczestników losowo. Badana osoba pobierała towar według optymalnej ścieżki kompletacji – tzw. „step by step”. Wyniki badań przedstawione zostały za pomocą wykresów i dokumentacji powstałej podczas prac badawczych. Po zakończeniu badań, uczestnicy wypełnili badanie ankietowe, a ich wyniki również zostały przedstawione poniżej.

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. PORÓWNANIE OGÓLNE

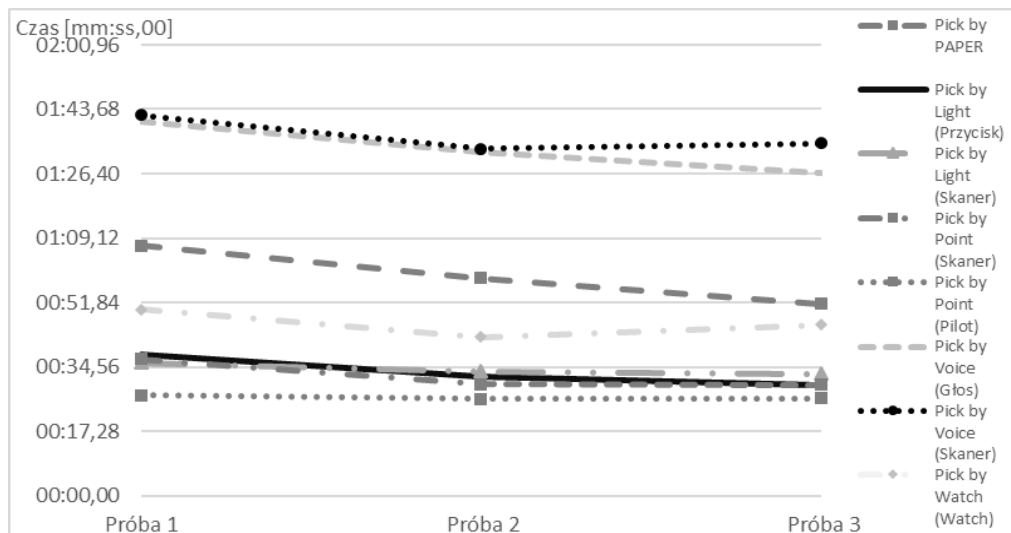


Rys. 1. Porównanie średniego czasu kompletacji dla poszczególnych metod

Fig. 1. Comparison of the average picking time for given methods

Słupkowy wykres powyżej przedstawia średni czas kompletacji dla poszczególnych metod. Zdecydowanie wyróżniają się spośród wszystkich te metody, które wykorzystują technologię *Pick-by-Voice*. Różnica pomiędzy technologiami głosowymi a resztą, jest spowodowana wolnymi komunikatami podawanymi przez asystenta głosowego oraz długimi interwałami pauz pomiędzy komendami a kwitowaniem. Warto zauważyć, iż najkrócej wykonywanym procesem kompletacji była metoda *Pick-by-Point* wraz z wykorzystaniem Pilota do kwitowania. Zaletą tej technologii jest szybkość wskazywania miejsca poboru jak i duża powierzchnia oświe-

tlenia danego miejsca, co pozwala pracownikowi na sprawniejszą identyfikację miejsca docelowego.

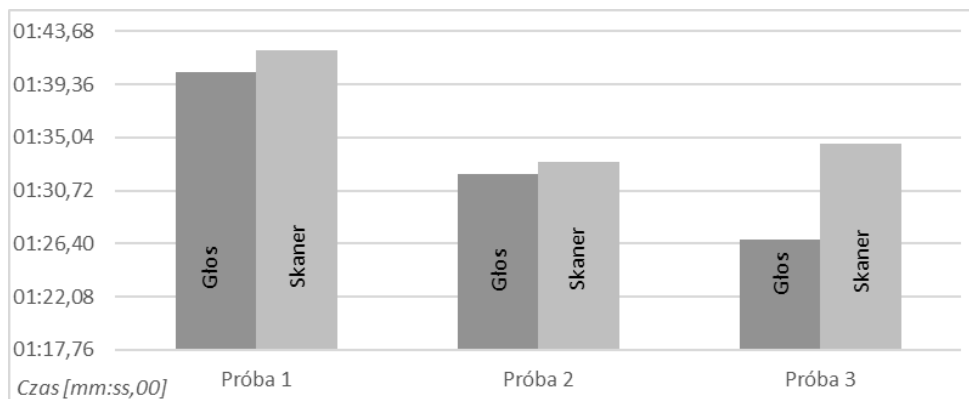


Rys. 2. Adaptacja badanych do poszczególnych metod kompletacji
Fig. 2. Adaptation of the respondents to individual picking methods

Wykres liniowy na Rys. 2. obrazuje średni czas poszczególnych prób dla wszystkich metod kompletacji. W większości badanych metod można zauważyć, że czas wykonania czynności poboru materiału maleje wraz z ilością wykonanych prób, co wiąże się z adaptacją nowego pracownika do danego stanowiska lub też wykorzystywanych w pracy urządzeń, wdrożenia się w dany system i zapoznanie się nim. Wśród wizualnych metod -*Pick-by-Point* i *Pick-by-Light* – zauważalne są podobne różnice pomiędzy poszczególnymi próbami. Zauważalna jest duża różnica pomiędzy pierwszym a ostatnim przejściem z wykorzystaniem kartki papieru tzw. *Pick-by-Paper*. Zaobserwować można również, iż adaptacja badanego w przypadku tego systemu jest najbardziej dostrzegalna. Wyniki badań *Pick-by-Watch* nie wskazują jednoznacznej tendencji, gdyż czas wykonania czynności maleje a potem wzrasta.

4.2. PORÓWNANIA ZE WZGLĘDU NA BODZIEC

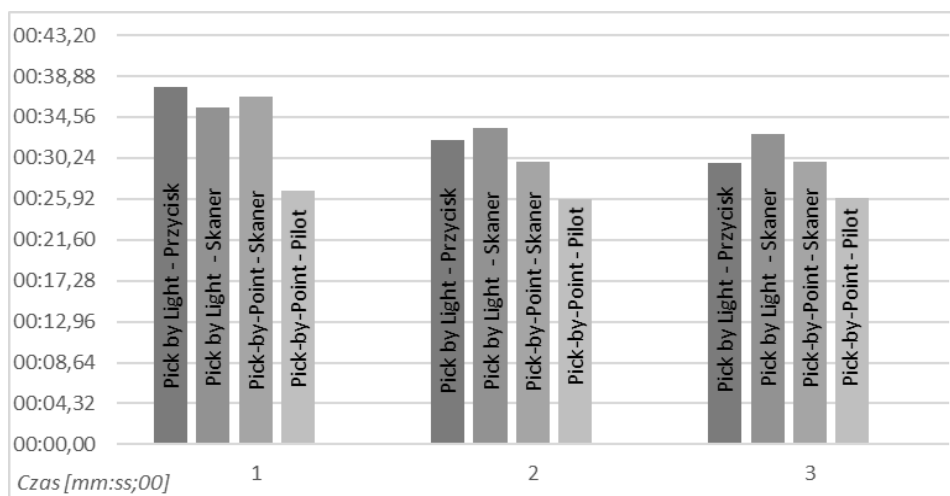
Ze względu na różnorodność wykorzystanych systemów firmy LUCA Logistic Solution, warto porównać ze sobą metody, które wykorzystują ten sam bodziec. Zostały wyróżnione 3 główne rodzaje: głosowy, wzrokowy – informacja świetlna oraz wzrokowy – informacja odczytana. Każde z poszczególnych bodźców zostanie przedstawione poniżej za pomocą wykresów oraz krótkiego opisu.



Rys. 3. Pick by Voice – porównanie czasu kwitowania.

Fig. 3. Pick-by-Voice – Comparison of average receipt time.

Powyższy wykres przedstawia porównanie metody *Pick-by-Voice* ze względu na wykorzystany system kwitowania wykonania czynności. Zauważalny jest w tym przypadku liniowy spadek metody kwitowania z pomocą komend głosowych. Wynik ten spowodowany może być lepszym zrozumieniem schematu przejść pomiędzy danymi pozycjami magazynowymi, ale i również dostrojeniu swojego głosu i komend do mikrofonu i systemu rozpoznawania mowy. Ponadto przyspieszeniu ulega w tym przypadku organizacja pracy – w czasie, gdy asystent przekazuje głosowo informacje o kolejnej lokalizacji, badany udaje się już bezpośrednio na wskazane miejsce bez oczekiwania na zakończenie komendy. Metoda *Pick-by-Voice* wraz z wykorzystaniem skanera jako urządzenia kwitującego również wykazuje tendencję spadkową, mimo, iż wynik końcowej próby jest wyższy niżeli poprzedniej.

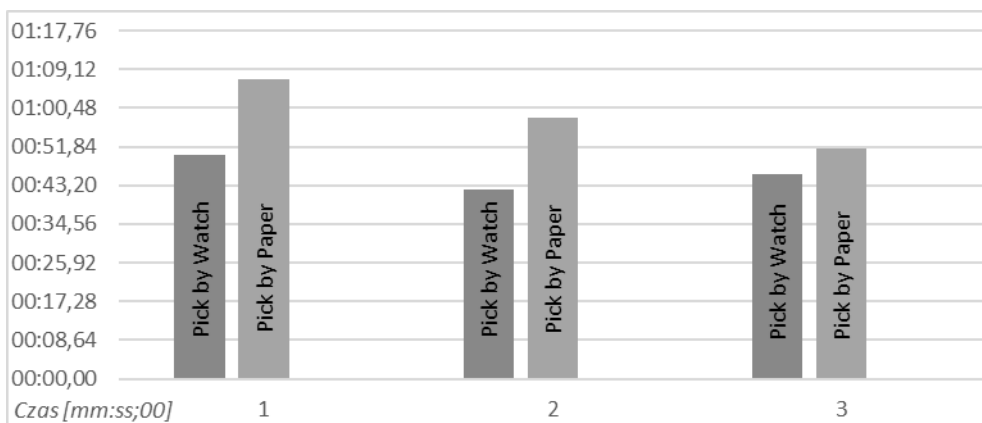


Rys. 4. Pick-by-Light i Pick-by-Point – porównanie czasu kwitowania.

Fig. 4. Pick-by-Light i Pick-by-Point – Comparison of average receipt time.

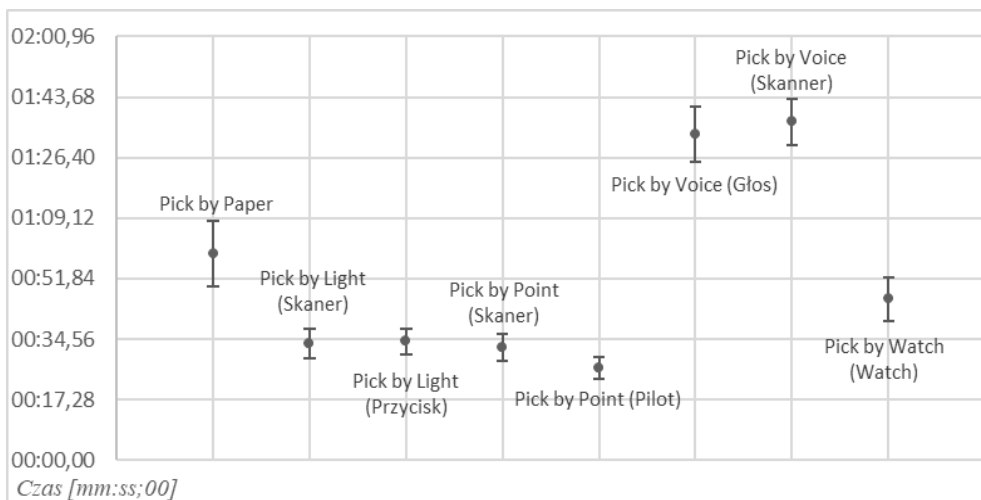
Wykres na Rys. 4. ilustruje wyniki poszczególnych prób metody *Pick-by-Light* i *Pick-by-Point* w porównujący wykorzystany system kwitowania. Czas wykonania procesu kompletacji z wykorzystaniem metody *Pick-by-Point* oraz kwitowanie pilotem jest niezmienny dla wszystkich prób oraz jednocześnie najmniejszy. Zauważyć można, iż metoda *Pick-by-Point* wraz ze skanerem skróciła czas pobrania materiału i utrzymuje się na relatywnie wysokim miejscu w porównaniu z pozostałymi badanymi metodami. Z kolei metoda *Pick-by-Light* wraz ze skanerem uchodzi jako najmniej efektywna metoda, gdyż czas trwania zadania w kolejnych próbach jest najdłuższy. Warto również wspomnieć, iż tylko *Pick-by-Light* wraz z przyciskiem utrzymuje tendencję spadkową w ostatniej próbie badawczej wówczas, gdy czas pobrania materiału – między 2 a 3 próbą – jest niezmienny dla innych metod.

Kolejnym podziałem, w którym można porównać ze sobą metody wykorzystujące proces poznawczy -czyli czytanie. Technologia z wykorzystaniem smartwatcha na przedramieniu gwarantuje krótszy czas kompletacji jednego zamówienia niżeli próba *Pick-by-Paper*. Czas przejścia z wykorzystaniem kartki papieru linowo maleje w przypadku trzech prób. Różnica pomiędzy porównywanymi metodami w czasie zmniejsza się wraz z ilością wykonanych prób.



Rys. 5. Pick-by-Watch i Pick-by-Paper – porównanie czasu kwitowania.

Fig. 5. Pick-by-Watch i Pick-by-Paper – Comparison of average receipt time.

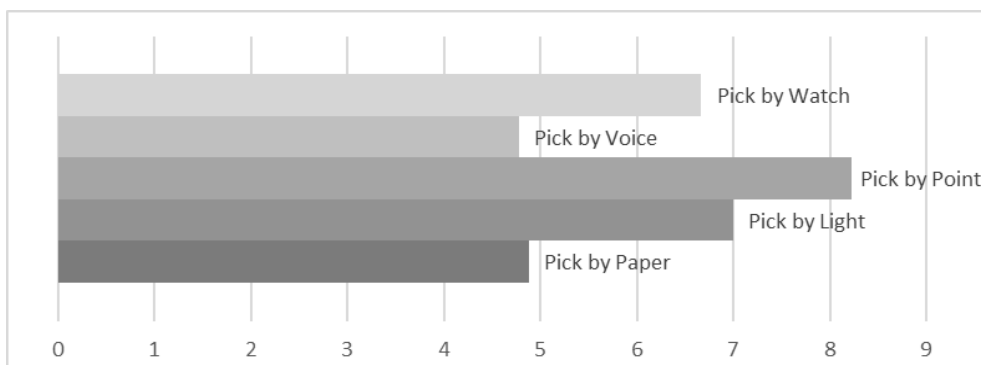


Rys. 6. Średni czas dla poszczególnych metod wraz z odchyleniem standardowym.

Fig. 6. The average time for given methods with the standard deviation.

Rysunek 6. przedstawia średni wynik pomiaru oraz jego odchylenie standardowe, które informuje jak wartości próby są rozrzucone wokół tej średniej. Odchylenie standardowe wskazuje zatem jak bardzo obserwacje są skupione wokół ich średniej wartości. Spoglądając na powyższy wykres, największe dysproporcje zauważalne są w przypadku Pick-by-Paper. Wyniki kolejnych prób badawczych są dość oddalone od siebie, co świadczy to szybkiej redukcji zmienności czasu pobierania materiału. Ponadto, bardzo wysoką dysproporcję można również zauważyć w technologiach typu Voice. Wyniki czasowe wykorzystania metody Pick-by-Point są do siebie bardzo zbliżone, co również można zauważyć na Rys. 6.

4.3. WYNIKI ANKIETY



Rys. 7. Ocena efektywności pracy według badanych

Fig. 7. Evaluation of work effectiveness according to the respondents

Kolejnym wskaźnikiem, który może posłużyć do oceny technologii *Pick-by* jest wykorzystanie subiektywnej oceny badanych. Celem każdego badanego była ocenić poszczególnej technologii kompletacji w skali od 1 do 10, przy czym ocena 10 oznacza najbardziej efektywną metodę a 1 najmniej. Według badanych osób metoda *Pick-by-Point* jest najbardziej efektywną technologią, gdyż dostała średnio aż 8 punktów. Wybór danej technologii nie jest przypadkowy, czas trwania procesu kompletacji wraz z wykorzystaniem tego systemu jest najkrótszy. Najlepsze noty otrzymała technologia *Pick-by-Vocie* oraz *Pick-by-Paper*, co również odzwierciedla się w czasie trwania procesu poboru za pomocą danych systemów.

4.4. BŁĄD LUDZKI

Ważnym aspektem jest wskazanie możliwości wystąpienia błędu ludzkiego. Danym błędem może być niepoprawnie pobrany materiał ze względu na niewłaściwe miejsce magazynowe lub błędna ilość danego towaru. Wraz z wykorzystaniem systemów *Pick-by* można zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia pomyłki. Dzięki systemowi kwitowania skanerem, pracownik jest zobowiązany do zeskanowania poprawnego kodu kreskowego, w celu pobrania kolejnego materiału. Wówczas, gdy pracownik popełni błąd w wyborze miejsca składowania, system nie pokaże następnej pozycji. Najbardziej nieufną metodą kwitowania jest pilot oraz smartwatch. W tych przypadkach, pracownik nie skanuje żadnego kodu potwierdzającego poprawną lokalizację, jedynie potwierdza, iż pobrał materiał z regału, jednakże nie wiadomo czy pobrany został on z poprawnego miejsca składowania. *Pick-by-Paper* jest również metodą wspomagającą proces kompletacji o zmniejszonej kontroli poprawnego wykonywania działań.

5. WNIOSKI

Technologie, które zostały zbadane w Centrum Badawczo-Rozwojowe Systemów Logistycznych znajdującym się przy Wydziale Inżynierii Produkcji i Logistyki w Opolu, charakteryzują się dużym potencjałem do wykorzystania w nowoczesnych magazynach, gdyż wpływają na usprawnienie procesu komisjonowania. Proces kompletacji zamówień wymaga od pracownika zwracania uwagi na wiele czynników zewnętrznych, koncentracji i adaptacji do systemu. Dlatego ważna jest optymalizacja pracy i minimalizacja wystąpienia błędu.

Technologia *Pick-by-Light* sprawia, że pracownik może bez wykorzystania dodatkowych urządzeń kompletować zamówienie kierując się wizualnymi wskazówkami systemu – za pomocą świateł LED. Pomimo zauważalnej czasowej dysproporcji pomiędzy *Pick-by-Paper* a *Pick-by-Voice*, metoda stosująca komendy głosowe pozwala na wykorzystanie obu rąk do pracy, co jest wielkim atutem pod względem ergonomiczności. Metoda klasyczna *Pick-by-Paper* i metoda *Pick-by-Voice* są najmniej wydajnymi metodami biorąc pod uwagę długie przerwy, wolny sposób mówienia asystenta głosowego czy też potrzeba skupiania wzrok na kartce.

Zaoszczędzony czas w przypadku wykorzystania wszystkich technologii może pozwolić na zwiększenie wydajności realizacji zleceń magazynowych. Wiele metod ponadto pozwala na uniknięcie błędu w czasie procesu kompletacji. Wyniki badań wskazały, iż cele współczesnej logistyki – minimalizacja czasu, pracy oraz prawdopodobieństwa wystąpienia błędu – mogą z łatwością zostać osiągnięte wraz z wykorzystaniem technologii *Pick-by*.

LITERATURA

- [1] Materiały od firmy LUCA Logistic Solution.
- [2] <http://www.businessdictionary.com/definition/efficiency.html>, (dostęp: 30.11.2018).
- [3] A. RATKIEWICZ, „Efektywność procesu kompletacji”, *Czasopismo Logistyka* 4/2011.
- [4] *Słownik języka polskiego* PWN, <https://sjp.pwn.pl/slowniki/system.html>, (dostęp: 30.11.2018).
- [5] *Analiza efektywności systemu Pick by light*, *Logistyka – nauka*, 4/2014.
- [6] *Z estrady do magazynu*, *TSLbiznes* 5/2010 .
- [7] *Dialog z systemem*, *Nowoczesne Hale* 4/2014.

EFFICIENCY OF SELECTED METHODS OF COMPLETION PROCESS ON THE BASIS OF LUCA LOGISTIC SOLUTION SYSTEMS

Key words: *efficiency, picking process, order picking, system, Pick-by-Light, Pick-by-Point, Pick-by-Voice, Pick-by-Watch, LUCA Logistic Solution*

The article presents an analysis of the efficiency of logistic systems used for picking process implemented in modern warehouses. The study was based on the systems offered by LUCA Logistic Solution. The research for the article was carried out at the Research and Development Center of Logistic Systems at the Faculty of Production Engineering and Logistics at the Opole University of Technology. The aim of the work is to present the completion times of individual methods. The first part contains a theoretical description of the logistic systems, the second part presents the results of research and their interpretation.

Natalia SZWEDUN
Katarzyna URBAN¹

ZAŁOŻENIA I OBECNE ETAPY WDRAŻANIA ROZWIĄZAŃ AUTONOMICZNYCH W LOGISTYCE – PRZYKŁADY ORAZ ZALETY I WADY WPROWADZANIA INNOWACJI

Słowa kluczowe: *transport, logistyka, pojazdy autonomiczne.*

Tematyka poruszana w artykule dotyczy przyszłości transportu widzianej w innowacyjnych projektach o działaniu autonomicznym. Rozpoczęcie rzeczywistego wdrażania środków lokomocji sterowanych w inny sposób niż przy wsparciu osoby kierującej, stanowi wyzwanie zarówno dla świata inżynierów jak i przyszłych potencjalnych pasażerów. Prócz przedstawienia teorii działania oraz kategoryzacji funkcjonalności pojazdów autonomicznych, zaprezentowane zostaną obecne etapy realizacji przykładowych projektów na całym świecie z różnych rodzajów przewozów dóbr i osób. Pracę uwieńczy syntetyczne zestawienie pozytywnych i negatywnych aspektów wdrażania innowacji widziane w głównej części oczami ekspertów.

1. WSTĘP

W ciągu ostatnich dziesięcioleci transport stał się nieodłączną częścią życia społeczeństwa. Jego rozwój, uwarunkowany postępowaniem technologii i świadomości warunków bezpieczeństwa ludzkiego, stanowi element, co do którego nie ma już żadnych wątpliwości. Analizując ścieżkę rozwoju środków lokomocji oraz towarzyszących im technologicznym przesłankom, zauważyć można pewną prawidłowość. Narastający strach oraz zmniejszone uczucie bezpieczeństwa wśród społeczności doświadczającej wprowadzenia nowego środka transportu oraz jego testowania to czynniki determinujące sprawną i szybką aprobatę do upowszechnienia nowych rozwiązań. Ludzie odczuwają duży dyskomfort, gdy mają do czynienia z nowym doświadczeniem, co za tym idzie względem transportu, mogącego mieć bezpośredni wpływ na ich życie, z każdą nową zmianą są sceptycznie nastawieni.

Według autorek pracy na świecie ma miejsce obecnie początek rewolucji transportowej. Jej kolejne etapy wdrażania widoczne są w projektach pojedynczych przedsiębiorstw, które sukcesywnie dążą do drastycznej zmiany funkcjonowania komunikacji publicznej oraz osobowej. Efektywne wdrożenie nowych rozwiązań

¹ Koło Naukowe Logistyków LogUS, Uniwersytet Szczeciński.

wymaga działania stopniowego, co oznacza perfekcyjne dopracowanie projektów małej skali, aby rozszerzyć zakres w myśl zasady „od szczegółu do ogółu”.

2. TEORETYCZNE ASPEKTY FUNKCJONOWANIA POJAZDÓW AUTONOMICZNYCH

Pojęcie „autonomii” Słownik Języka Polskiego definiuje m.in. jako „samodzielnosc i niezalezność w decydowaniu o sobie”[4], co autorki artykułu rozumieją jako możliwości sprawnego reagowania owego typu pojazdu w każdej sytuacji drogowej oraz dostosowywanie się do zmian i zapotrzebowania konsumentów transportu. Istotną różnicą między pojęciem autonomiczności a automatyczności jest rozpoznawanie i zapobieganie zagrożeniu oraz inteligentny wybór najodpowiedniejszych tras przez pojazdy autonomiczne. Ponadto nie wymagają one w założeniu budowy nowych konstrukcji tras przejazdu, co w przypadku pojazdów automatycznych jest nieuchronne np. kolejka górską rollercoaster lub winda.

Według „Stowarzyszenia Inżynierów Motoryzacji” (SAE- International Society of Automotive Engineers) wyróżnić można pięć poziomów jazdy autonomicznej oraz startowy poziom zerowy. Syntetyczna kategoryzacja sposobu zakresu ich funkcjonowania przedstawia się w następujący sposób [7]:

- Poziom 0 - kierowca obsługuje wszelkie czynności takie jak sterowanie, hamowanie, obserwacja otoczenia etc.
- Poziom 1 - nieliczne systemy są wspomagane lub aktywowane samoistnie bez konieczności ingerencji kierującego np. ABS, ESP.
- Poziom 2 - kierujący w pewnych przypadkach może zostać wyręczony przez system podczas ciągłości jazdy np. adaptacyjny tempomat i opcja utrzymania samochodu na pasie ruchu.
- Poziom 3 - system jest w stanie przejąć całkowitą kontrolę nad pojazdem w trakcie określonych warunków tj. automatyczne parkowanie, ale kierowca pojazdem musi cały czas kontrolować przebieg manewru.
- Poziom 4 - system sprawuje całkowitą kontrolę nad pojazdem nawet na dłuższych odcinkach i nie wymagana jest ingerencja kierowcy (choć jest ona możliwa), ale tylko i wyłącznie w określonych sytuacjach drogowych np. podczas długiej jazdy na autostradzie (wjazd do miasta wymaga przejęcia przez kierowcę sterowania lub sterowania zdalnego pojazdu z punktu kontroli).
- Poziom 5 - pojazd jest w pełni autonomiczny i nie wymaga ingerencji kierowcy w żadnej z sytuacji drogowych.

W powszechnym użytkowaniu nie mają zastosowania na chwilę obecną pojazdy z 5-go poziomu autonomiczności, ale jest to główny cel działań inżynierów. Istotną przeszkodą dla chcących jak najszybciej doświadczyć pełnej jazdy autonomicznej są braki w regulacjach prawnych. W 2016 roku weszły w życie zmiany w konwencji wiedeńskiej o ruchu drogowym, które informują, że dopuszczalnym będzie stosowanie bardziej zaawansowanych funkcji wspomagających prowadze-

nie pojazdu z zastrzeżeniem, że kierowca w każdej chwili będzie mógł wyłączyć system i przejąć kontrolę nad czynnościami jazdy [2]. Następnym etapem rozpatrywanym w świetle prawa będzie stworzenie zapisu zezwalającego na pełną autonomię pojazdu bez konieczności ingerencji kierowcy. Wymieniony postęp prawny daje szanse zainteresowanym władzom państw na wprowadzenie zmian we własnym prawie krajowym. Pod znakiem zapytania pozostaje nadal kwestia odpowiedzialności karnej za spowodowany w przyszłości wypadek z udziałem pojazdu w pełni autonomicznego. Regulacji wymaga określenie podmiotu „winnego” za ewentualne szkody spośród właściciela pojazdu, aktualnego pasażera, producenta lub osoby programującej system. Wymagane jest również znalezienie sposobu na niezbędną obecność człowieka w przypadku potrzebnego oznaczenia miejsca zderzenia lub udzielenia poszkodowanym pierwszej pomocy.

3. OBECNE ETAPY REALIZACJI PRZYKŁADOWYCH PROJEKTÓW AUTONOMICZNYCH TRANSPORTU NA ŚWIECIE

Wśród stworzonych na całym świecie projektów transportu pasażerskiego i towarowego wiele znajduje swoje zastosowanie w realnym przewozie. Przykładem innowacyjnego rozwiązania problemu długiego oczekiwania na dowóz w obrębie lotniska jest zastąpienie dotychczasowych autobusów kursujących w porcie lotniczym London-Heathrow środkiem transportu o nazwie ULTRA POD.

Autonomiczne czteroosobowe kapsuły (POD-y) poruszają się po specjalnie dostosowanej do tego rodzaju technologii infrastrukturze składającej się z wąskich równoległych torów dwukierunkowych oraz ze stacji początkowej i końcowej. Zasilane elektrycznie pojazdy, rozpędzające się do 40km/h, ładowane są podczas postojów na przystankach zlokalizowanych w jednym z terminali znacząco oddalonym od parkingu samochodowego. Pasażer sam na ekranie wybiera swój cel podróży, zachowuje jednak kontrolę nad pojazdem gdyż w każdej chwili może zmienić kierunek jazdy lub zatrzymać kapsułę. Dzięki braku konieczności umieszczenia w kapsule kierowcy lub pracownika lotniska, pojazd ten zaliczamy do kategorii autonomicznie zaprogramowanych (ewentualnie zdalnie sterowanych w przypadku znikomych awarii). ULTRA POD-y zostały zaprojektowane tak, aby osoby niepełnosprawne mogły z nich korzystać bez pomocy osób trzecich. Za podróż kapsułą od pasażerów nie jest pobierana opłata.

Port lotniczy London-Heathrow jako pierwszy wprowadził autonomiczne kapsuły osobowe pod koniec 2010 r. i były one ówczesnym rozwiązaniem niespotykane innowacyjnym. Celem wprowadzenia owej innowacji było skrócenie czasu transportu na odcinku terminal-parking z 20-stu minut przy kursowaniu na tej trasie autobusów, do 5-ciu minut obecnie przy zastosowaniu autonomicznych kapsuł. Ponadto czas oczekiwania na przystanku w przypadku 95% konsumentów wynosi obecnie mniej niż 1 minutę [9].

Mieszczące więcej pasażerów autonomiczne rozwiązanie w transporcie publicznym mają możliwość przetestować również między innymi mieszkańcy dwóch szwedzkich miast. Autobus francuskiej produkcji Navya Autonom Shuttle o napędzie elektrycznym wprowadzono do ruchu po wnikliwych badaniach najbardziej kolizyjnych punktów na trasie przejazdu, a następnie poprawiono bezpieczeństwo w tych miejscach.



Rys. 1. Pojazdy autonomiczne ULTRA POD w porcie lotniczym London-Heathrow [6]

Fig. 1. Automated vehicle ULTRA POD in London-Heathrow Airport [6]

Autonomiczny autobus wyposażony w 11 miejsc kursuje codziennie na ulicach szwedzkiego Göteborga. Funkcjonuje w ruchu drogowym wraz z pozostałymi autobusami publicznymi, samochodami, rowerzystami oraz pieszymi. Jego prędkość maksymalna wynosi 20 km/h, natomiast na jednym ładowaniu jest w stanie przejechać do 100 km. Navya klasyfikuje się do kategorii pojazdów autonomicznych klasy 4. Dzięki ośmiu czujnikom odczytującym sygnały z zewnątrz jest w stanie odpowiednio zareagować na zagrożenie pojawiające się na jego drodze. Jeżeli inny pojazd pojawi się w promieniu dziesięciu metrów, autobus znacznie zahamuje w celu zachowania bezpiecznej odległości. W kabinie znajduje się kierowca, który w razie konieczności przejmuje panowanie nad pojazdem.

Wprowadzenie autobusu na ulice Göteborga wymagało około 100 godzin prac nad stworzeniem bezpiecznych warunków na trasie przejazdu. Kolejnym etapem dla autonomicznego transportu publicznego Szwecji jest wprowadzenie ko-

lejszych dwóch takich autobusów publicznych, tym razem w oddalonej o 50 km miejscowości Göta.

Prócz transportu pasażerskiego o małych możliwościach przewozowych względem ilości miejsc, inżynierowie testują również autonomiczność w kolejnictwie, jednak do pełni możliwości opracowanych idei jeszcze długa droga.



Rys. 2. Autonomiczny autobus publiczny Navya [8]

Fig. 2. Autonomous public bus Navya [8]

Autonomiczne koleje są innowacją, którą realnie interesuje się coraz więcej państw rozwiniętych. Przykładem jest Szwajcaria, której udało się wprowadzić innowacyjne rozwiązanie jakim jest autonomiczny pociąg pasażerski *FV Dosto*. Pojazd nastawiony jest przede wszystkim na optymalizację zużycia energii, funkcjonowania systemu kolejowego oraz maksymalne zwiększenie bezpieczeństwa w ruchu.

FV-Dosto jest w stanie sam rozpędzać się i hamować, odczytywać sygnały z zewnątrz, reagować na zagrożenie. Poruszający się z prędkością do 200 km/h autonomiczny pociąg nie wymaga budowy specjalistycznej sieci kolejowej, porusza się bowiem po torach przeznaczonych do ruchu kolejowego pozostałych pociągów. Pasażerowie mają możliwość podróżowania piętrowo, co pozwala zwiększyć ilość osób podróżujących jednorazowo, nie obniżając przy tym komfortu jazdy. System wspomaganie kierowcy w *FV-Dosto* opiera się na europejskim systemie sterowania pociągiem na poziomie 2 (ETCS 2) oraz *Adaptive Control System* (ADL) autorstwa SBB. Połączenie międzynarodowej, sprawdzonej technologii w połączeniu ze szwajcarską innowacyjną technologią, powstałą na potrzeby projektu, pozwala na maksymalne energooszczędny ruch.

Autonomiczny pociąg dla Szwajcarskich Kolei Federalnych (SBB) wyprodukowany został już w 2010 r., jednak pierwszą podróż odbył dopiero pod koniec 2017 r. Opóźnienia spowodowane były m.in. problemami prawnymi, trudnościami z dostawą oraz koniecznością modernizacji technicznych i informatycznych. Od lutego 2018 r. wykonywane są regularne przewozy na trasie Zurych-Bern. Do ruchu dopuszczonych zostało jeszcze 6 takich pociągów. Kanadyjski koncern Bombardier jest w trakcie realizacji kontaktu na budowę 62 pociągów, a Kolej Szwajcarska zapewnia, że będzie co roku inwestować ponad 1,5 mln dolarów rocznie w modernizację autonomicznej floty kolejowej [11].



Rys. 3. Autonomiczny pociąg osobowy FV-Dosto [11]

Fig. 3. Autonomous personal train FV-Dosto [11]

Mimo pełnej zdolności do obsługi bezzałogowej Szwajcarskie Koleje Federalne chcą, aby rozwiązanie docelowo funkcjonowało jedynie na zasadzie autopilota [10], początkowo obsługując samodzielnie funkcje rozpędzania i hamowania, z uwzględnieniem reakcji na zagrożenia na drodze. Do obsługi pociągu niezbędna jest obecność kierowcy w kabinie. W późniejszych fazach planowane jest stopniowe ograniczanie funkcji kierowcy, jednak ze względu na dbałość Szwajcarów o bezpieczeństwo oraz dla sprawności funkcjonowania, obecność wykwalifikowanego personelu na pokładzie będzie nadal niezbędna. *FV-Dosto* jest elementem innowacyjnego programu *SmartRail 4.0*, zmierzającego do automatyzacji technologii kolejowej Szwajcarii. Obecnie główną ideą autonomicznego pojazdu *FV-*

Dosto jest zwiększenie bezpieczeństwa, niezawodności oraz wydajności kolei Szwajcarskich. Pojazdy pozwalają nie tylko na optymalizację zużycia energii, przede wszystkim są w stanie samodzielnie wyznaczać optymalne trasy, uwzględniając zmiany w czasie rzeczywistym.

Innowacją, która najprawdopodobniej w ciągu kilku najbliższych lat zrewolucjonizuje transport ciężarowy jest wyprodukowany przez szwedzką firmę *Einride* pojazd bez kabiny kierowcy, który ma służyć do przewozu towarów.

T-Pod jest samochodem autonomicznym, który można zakwalifikować do kategorii klasy 4-tej, co w praktyce oznacza, że jest w stanie samodzielnie pokonać około 200 km autostradą, jednak podczas zjazdu do terenu zabudowanego zalecana jest zdalna obsługa operatora. Długa na 7 metrów [12] naczepa jest w stanie pomieścić 15 miejsc paletowych o maksymalnej ładowności 20 ton. Jest w stu procentach ekologiczna, ponieważ napędzana jest silnikiem elektrycznym. Maksymalny dystans po pełnym naładowaniu baterii wynosi 200 km. Konkurencyjną zaletą T-POD względem powszechnie znanych samochodów ciężarowych jest ciągłość jazdy, co oczywiście jest niemożliwe, gdy pojazd jest sterowany przez kierowcę, który wymaga przerw w czasie pracy.

Firma *Einride*, podając do wiadomości publicznej informacje o planowanych czynnościach do tej pory dotrzymywała słowa (zaprezentowanie publicznie pierwszej ciężarówki w lipcu 2017 roku) [13], dlatego istnieje duże prawdopodobieństwo, że ich kolejne założenie również będzie „just in time”. Szwedzkie przedsiębiorstwo w 2020 roku chce wypuścić 200 sztuk pojazdów T-POD na drogi publiczne. Trasą szczególnie braną pod uwagę jest odcinek między Göteborgiem a Helsingborgiem (około 200 km). Atrakcyjność bowiem tej drogi polega na tym, że jest to głównie jazda autostradą, co dla tego typu pojazdu jest najkorzystniejszą opcją.

Idea ciężarówki bezzałogowej, wbrew pozorom i wszelkim wątpliwościom wynikającym z nowoczesności transportu już tak powszechnie znanego, ma wielu zwolenników a wręcz realnie zainteresowanych pewnych kontrahentów. Jednym z nich jest przedsiębiorstwo Lidl, które ogłosiło, że chcą być pierwszymi konsumentami floty tych pojazdów na potrzeby transportu produktów. Planowane regularne kursy odbywać się mają między magazynami a sklepami Lidla początkowo tylko w mieście Halmstad w Szwecji.

Najodważniejszą tezę przedstawioną publicznie przez firmę *Einride* jest pewność, że w 2035 roku pojazdy T-POD stanowiąc będą 20% wszystkich pojazdów ciężarowych w kraju. Powodzenie projektu T-POD wiąże się z ogromną zmianą na rynku transportowym. Powodem poczynionych pierwszych kroków autonomicznych ciężarówek wynika z faktu, iż Szwecja wprowadziła zmiany w prawie krajowym, które zezwalają już na tak szeroko pojęty stopień zaawansowania jazdy. Postęp skandynawskiego kraju staje się wzorcem dla innych firm branży transportowej na mniejszą skalę, których sukcesy najprawdopodobniej już niebawem ujrzą światło dzienne.



Rys. 4. Prototyp ciężarówki T-POD firmy Einride [13]
Fig. 4. Truck prototype T-POD of Einride company [13]

4. ZALETY I WADY WPROWADZANIA INNOWACJI AUTONOMICZNYCH DO TRANSPORTU POWSZECHNEGO UŻYTKOWANIA

Każdy nowoczesny projekt mający zrewolucjonizować znajomą już dziedzinę życia spotyka się z wieloma opiniami o charakterze zarówno negatywnym jak i pozytywnym. Różnice zdań wynikają głównie z doświadczenia opiniujących oraz z ich poziomu wiedzy i świadomości technologicznej. Istotną przeszkodą ku zastąpieniu w dalekiej przyszłości wszystkich pojazdów konwencjonalnych rozwiązaniami autonomicznymi jest mentalność społeczeństwa oraz ograniczone zaufanie do rozwoju technologicznego objawiające się głównie u osób starszych.

Inżynierowie dopracowują swoje projekty i szukają rozwiązań problemów, które zaistnieją po wprowadzeniu najnowocześniejszych technologii. Ku zobrazowaniu dylematów „autonomicznej przyszłości” autorki tekstu w tabeli nr 1 umieściły syntetyczne zestawienie najważniejszych zalet i wad projektu widziane głównie oczami ekspertów oraz według własnego doświadczenia.

Tab. 1. Synteza wad i zalet wprowadzenia innowacji autonomicznych do transportu [5]
 Tab. 1. Synthesis of the advantages and disadvantages of introducing autonomous innovations for transport [5]

ZALETY	WADY
Eliminowanie kongestii poprzez zintegrowanie systemowe z infrastrukturą i aktualnościami na drodze [3]	Trudności we współpracy uczestników ruchu drogowego: pieszych, rowerzystów oraz pojazdów
Ograniczenie czasu jazdy poprzez wcześniejszy wybór najkorzystniejszych tras i brak efektu „błądzenia” [3]	Ograniczona rola zawodu kierowcy oraz wzrost bezrobocia w sferze transportu pasażerskiego i towarowego.
Zmniejszenie emisji szkodliwych substancji poprzez napędy elektryczne pojazdów oraz ekologiczny tryb jazdy [3]	Wysokie koszty zakupu pojazdów autonomicznych
Zwiększenie estetyki na drogach poprzez eliminację znaków drogowych i sygnalizacji [3]	Brak zapewnienia niezbędnej obecności człowieka w razie wypadku przy udzieleniu pierwszej pomocy
Poprawa mobilności osób starszych i niepełnosprawnych [1]	Konieczność dostosowania infrastruktury oraz systemów do funkcjonowania stopniowo autonomicznych i manualnych pojazdów, a następnie wyłącznie autonomicznych [1]

5. PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę przyjętą w artykule klasyfikację podziału pojazdów autonomicznych stwierdzić można, iż w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat w transporcie nastąpił diametralny rozwój technologiczny. Najwyższą wagę przywiązuje się obecnie do bezpieczeństwa oraz optymalizacji wygody pasażerów. Idea autonomicznych pojazdów w swoim założeniu skupia zastosowanie wszystkich przetestowanych rozwiązań w jednym środku transportu, który odpowiadałby na popyt na potrzeby transportowej zgłaszane przez społeczeństwo.

Zaprezentowane w pracy autonomiczne rozwiązania transportu pasażerskiego to tylko przykłady licznych projektów realizowanych w tej chwili na świecie. Wprowadzenie innowacji w codzienne użytkowanie rozwiązań manualnych staje się nie lada wyzwaniem, którego grono inżynierów postanowiło się podjąć, aby zwiększyć procesy komunikacyjne. Wątpliwości, które nasuwają się przy rozpatrywaniu „przyszłościowych projektów” uzasadnione są wciąż brakiem dostatecznej wiedzy o nowoczesnej technologii.

Podsumowując dotychczasowe osiągnięcia inżynieryjne oraz stopniową asymilację społeczeństwa w świecie technologii można snuć przypuszczenia, iż obecne projekty stanowiąc będą w dalekiej przyszłości opokę nowoczesnego, w pełni zautomatyzowanego transportu.

LITERATURA

- [1] PRZYBYSZ K., *Infrastruktura przystosowana do pojazdów autonomicznych*, Publikacja pokonferencyjna „III Krakowska Ogólnopolska Konferencja Naukowa Transportu KOKONAT” Kraków, 21-22 kwietnia 2016 r.
- [2] RUDNIK S., *Kierunek rozwoju regulacji prawnych pojazdów autonomicznych w ramach prac UNECE oraz ITU*, Czasopismo Autobusy : technika, eksploatacja, systemy transportowe 6/2017.
- [3] SZYMCZAK M., *W oczekiwaniu na autonomiczne samochody. Czy spełnią oczekiwania kierowców i jak wpłyną na miasta?*, Czasopismo Transport Miejski i Regionalny 10/2013.
- [4] Słownik języka polskiego [on-line]. WN PWN SA.
- [5] Opracowanie własne.
- [6] <https://londonist.com/2014/09/a-ride-on-heathrows-self-driving-pods>.
- [7] <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>.
- [8] <https://www.nyteknik.se/fordon/tuff-miljo-for-ny-sjalvkorande-buss-6912811>.
- [9] <http://www.robertdee.pl/ultra-busiki-na-lotnisku-heathrow/>.
- [10] <https://www.rt.com/news/412154-sbb-driverless-train-switzerland/>.
- [11] https://www.swissinfo.ch/eng/business/swiss-federal-railways-_first-of-new-bombardier-trains-makes-maiden-voyage/43929882.
- [12] <https://www.wiadomoscihandlowe.pl/artykuly/lidl-bedzie-testowal-bezalogowe-ciezarowki-t-pod,42997>.
- [13] <http://40ton.net/pierwszy-egzemplarz-ciezarowki-einride-t-zupelnie-pozbawionej-miejscakierowcy-juz-gotowy/>.

ASSUMPTIONS AND PRESENT STAGES OF IMPLEMENTING AUTONOMOUS SOLUTIONS IN LOGISTICS - EXAMPLES AND BENEFITS AND DEFECTS IN THE INTRODUCTION OF INNOVATION

Key words: *transport, logistics, autonomous of vehicle.*

The main problem raised in the article is about future of transport seen in innovations, autonomous projects. Starting the implementation of new vehicle controlled in a different way than is known is a challenge for both the world of engineers and future potential passengers. In addition will be presented present stages of implementing autonomous solutions all around the world in personal and cargo transport. At the end it will be placed a synthetic table with positive and negative sites.

Maciej WRÓBEL
Patrycja WOJDA¹

MOŻLIWOŚCI OPTIMALIZACJI PROCESU TRANSPORTOWEGO Z WYKORZYSTANIEM SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Słowa kluczowe: *transport, logistyka, sztuczna inteligencja*

Artykuł przedstawia zastosowanie sztucznej inteligencji w optymalizacji procesu transportowego. Omówiono w nim istotę procesu transportowego oraz jego etapy. Zaprezentowano praktyczne zastosowania sztucznej inteligencji obecnie wykorzystywanej, a także prototypy nowych urządzeń. W artykule skupiono się na przedstawieniu korzyści płynących z wprowadzania systemów inteligentnych oraz szansach rozwoju logistyki.

1. WSTĘP

W związku z obserwacją rynku pracy w zakresie logistyki, jesteśmy w stanie zaobserwować ogromny postęp. Ilość ofert pracy dla specjalistów z branży logistycznej stale wzrasta. Na ten wzrost wpływać mogą:

- globalizacja gospodarki (przepływ materiałów, kapitału i informacji w skali światowej),
- personalizacja (produkty przeznaczone pod potrzeby indywidualnego klienta)
- wzrost świadomości ekologicznej (ochrona środowiska)
- rozwój technologii informacyjnych (nowe narzędzia do zarządzania, oceny oraz wspomagania podjęcia decyzji) [1].

Każdy z tych punktów posiada wiele cech wspólnych, ale nie mniej również cech przeciwstawnych. Z tego powodu potrzebne są metody, które pozwoliłyby połączyć wszystkie te aspekty, głównie podczas oceny procesów logistycznych. W tym przypadku przydatnym narzędziem będzie sztuczna inteligencja, która jest już stosowana w różnych innych segmentach rynku.

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości optymalizacji procesu transportowego, z wykorzystaniem wyżej wspomnianej sztucznej inteligencji.

¹ Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna.

2. ISTOTA PROCESU TRANSPORTOWEGO

Według Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, proces transportowy to: „szereg związanych ze sobą operacji transportowych, wykonywanych kolejno w ustalonym porządku na określonej trasie i w określonym czasie” [2]. Składa się z trzech podstawowych czynności: organizacyjnych, wykonawczych i handlowych.

Do czynności organizacyjnych zaliczamy zaplanowanie trasy przewozu, jak również przygotowanie dokumentacji transportowej. Przez czynności wykonawcze należy rozumieć sam proces przewozu, czyli np. przewóz, załadunek, rozładunek, są to czynności, które bezpośrednio angażują pojazd. Ostatnią grupą są czynności handlowe, które odnoszą się do kwestii finansowych, a dokładniej do opłaty transportowej towarów czy też ludzi [3].

Przebieg procesu transportowego wyróżnia następujące etapy [4]:

- zaplanowanie procesu związanego z przemieszczaniem towaru,
- przygotowanie ładunku do transportu,
- zorganizowanie procesu przemieszczania towaru,
- przemieszczanie towaru pod względem fizycznym,
- elementy prawno-finansowe operacji transportowej,
- analiza kosztów oraz jakości procesu transportowego.

3. SZTUCZNA INTELIGENCJA

Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad AI:

- symboliczne, które polegają na tworzeniu matematyczno-logicznych analiz problemów i używania ich w przy użyciu programów komputerowych,
- subsymboliczne, tworzące programy samouczące się. Wykorzystują one modele sieci neuronowych oraz asocjacyjnych, jak również opracowują procedury uczenia się takich programów, rozwiązywania postawionych im zadań i szukania odpowiedzi na wybrane klasy pytań.

3.1. UCZENIE MASZYNOWE

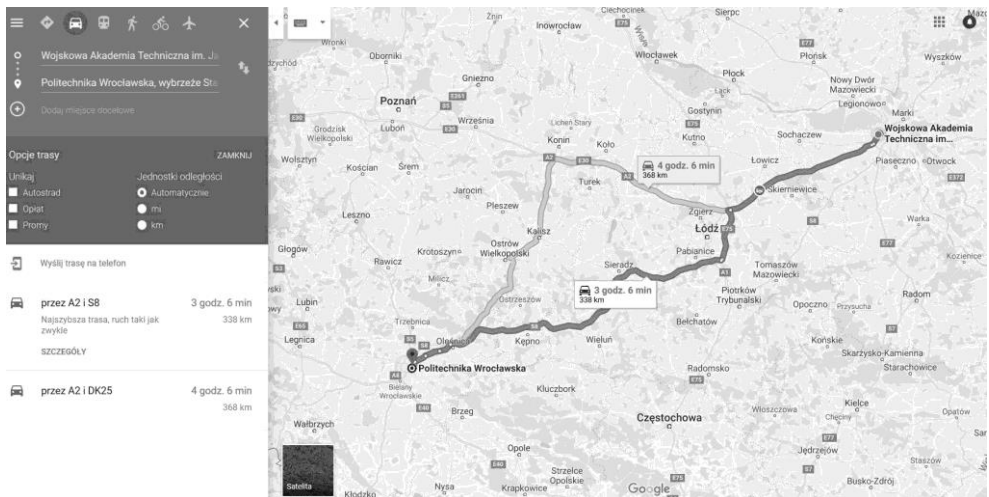
Uczenie maszynowe [ang. machine learning] - nauka o algorytmach i systemach usprawniających swoją wiedzę oraz wyniki wraz ze zdobywanym doświadczeniem [5]. Uczenie maszynowe to dziedzina sztucznej inteligencji, która na podstawie wyszukiwania relacji- próbuje naśladować inteligentne zachowania. Polega ona na zbieraniu podstawowych parametrów i danych, by przygotować się do samodzielnego edukowania z wykorzystaniem wgranych wzorców. Komputer jest szkolony tak, aby sam znalazł rozwiązanie przy pomocy algorytmów uczących się. Technologia ta wciąż się rozwija dzięki czemu znajduje coraz więcej praktycznych zastosowań. Przykładami są: oprogramowanie do rozpoznawania mowy, automatyczna nawigacja i sterowanie czy analiza i klasyfikacja danych.

3.2. SIECI NEURONOWE

Sieć neuronowa to połączenie elementów zwanych sztucznymi neuronami, które tworzą co najmniej trzy warstwy: wejściową, ukrytą i wyjściową. Neurony sieci przetwarzają informacje dzięki temu, że ich połączeniom nadaje się parametry, zwane wagami, które modyfikuje się podczas działania sieci [6]. Sieci neuronowe mają wiele zastosowań jak diagnostyka medyczna, kompresja danych, prognozowanie oraz modelowanie różnych zjawisk i procesów.

4. PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

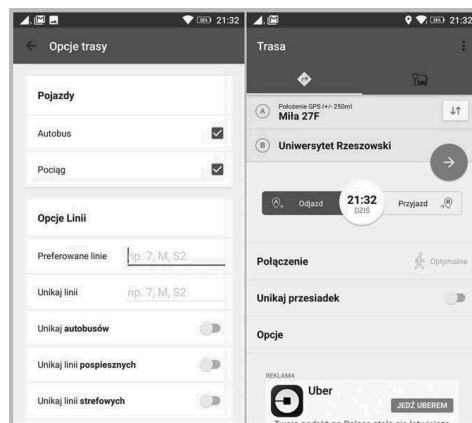
Pomimo wielu dyskusji filozoficznych na temat sztucznej inteligencji, dała ona wiele przydatnych narzędzi, które znalazły zastosowanie w różnych dziedzinach życia. Logistyka wykorzystuje sztuczną inteligencję, na zróżnicowanym poziomie zaawansowania. Jednym z takich rozwiązań jest optymalizacja planowania tras przewozu towarów. Czasy, gdy pracownik korzystając z mapy planuje trasę, po której będzie poruszał się pojazd odeszły w zapomnienie. Dzisiaj każdy użytkownik smartfona ma możliwość zaplanowania drogi do wybranego miejsca w około 2 sekundy, z wybraniem interesującego go kryterium. Przedstawiona na poniższej ilustracji powszechnie dostępna aplikacja „Mapy GOOGLE” uwzględnia natężenie ruchu w czasie rzeczywistym i planuje najoptymalniejszą trasę dla użytkownika.



Rys. 1. Trasa przejazdu wygenerowana w aplikacji Mapy Google [7]
Fig. 1. The travel route generated in the Google Maps application [7]

Zaletą optymalizowania trasy przewozu za pomocą modeli informatycznych jest zmniejszenie czasu planowania przewozu, znalezienie najszybszej trasy z uwzględnieniem stanu dróg, a także wyeliminowanie błędów czynnika ludzkiego. System jest na tyle automatyczny, że planuje czas naszego przejazdu uwzględniając maksymalne dopuszczalne prędkości jazdy, natężenie ruchu, a ponadto odpowiada na opóźnienia związane z wypadkami losowymi. Jednak praca nad takim systemem jest zdecydowanie bardziej skomplikowana niż tworzenie takich algorytmów.

Proces transportu to nie tylko transport ładunków, ale także komunikacja miejska. Przy wzroście świadomości ekologicznej społeczeństwa, zwiększa się procent osób poruszających się transportem zbiorowym. Większe zaangażowanie firm oferujących takie przejazdy powoduje powstanie nowych usług. Znana aplikacja „Jakdojade” jest niczym innym jak wykorzystaniem sztucznej inteligencji. Aplikacja jest dostępna na smartfony, a także przez stronę www i jej zasadniczym celem jest znalezienie najbardziej korzystnej trasy przejazdu dla użytkownika. „Jakdojade” umożliwi nam wybór środka transportu, rozpozna naszą lokalizację i znajduje najbliższy naszego położenia przystanek. Użytkownik może dodatkowo wykluczyć niektóre środki transportu jak SKM czy konkretne linie autobusowe bądź tramwajowe lub wybrać preferowane przez nas linie (przydatne, gdy posiadamy tylko bilet miesięczny na konkretną linię). Aplikacja posiada również możliwość wyszukiwania tylko autobusów niskopodłogowych, co jest bardzo przydatne dla osób niepełnosprawnych. Obecnie aplikacja oferuje nam dodatkową usługę zakupu biletów, a w niektórych miastach pokazuje rzeczywisty czas przyjazdu naszego środka komunikacji z uwzględnieniem wszystkich opóźnień.



Rys. 2. Zdjęcie z aplikacji JakDojade [8]
Fig. 2. Photo from JakDojade application [8]

Dzięki aplikacji „JakDojade” możemy skrócić czas przejazdu co jest najważniejsze dla osób przemieszczających się komunikacją miejską. Dodatkowo pasażer ma w jednym miejscu wszystkie rozkłady jazdy, co eliminuje błędy czynnika ludzkiego.

Komunikacja miejska to nie tylko autobusy czy tramwaje. W wielu miastach funkcjonuje szeroko rozwinięta sieć taksówek. Taksówki są szybszym i na pewno wygodniejszym środkiem transportu w mieście, lecz także i droższym. W miejskim zgiełku możemy znaleźć liczne samochody, z charakterystycznym napisem „taxi” na dachu, które stoją w wyznaczonych dla siebie miejscach parkingowych oczekując na klientów. Przez lata to był jeden ze sposobów „złapania” taksówki. Drugim natomiast był kontakt z infolinią i zamówienie taksówki na dany adres. Oprócz nazwy firmy, dla której jeździ taksówkarz nie wiedzieliśmy o nim nic. Jednak z rozwojem techniki udoskonalono również ten proces. Aplikacja „iTaxi” umożliwi nam zamówienie taksówki poprzez jedno kliknięcie na smartphone. Głównym celem „iTaxi” jest podstawienie taksówki, zawsze, kiedy ktoś jej potrzebuje. To było powodem stworzenia największej floty taxi w Polsce [9]. Taksówki „iTaxi” jeżdżą w każdym większym mieście w Polsce przez co aplikacja jest bardzo popularna. Po zalogowaniu możemy zamówić kierowcę na dowolny adres. Po przyjęciu zlecenia przez kierowcę, w aplikacji pasażera pojawiają się dane taksówkarza (marka samochodu, wiek, imię i ilość gwiazdek od innych klientów). Dodatkowo możemy śledzić drogę kierowcy przez co dokładnie wiemy za ile taksówka po nas przyjedzie. Po przejeździe nie trzeba mieć nawet gotówki, w aplikacji można podpiąć wcześniej kartę, konto PayPal lub Android Pay, a aplikacja sama zajmie się płatnością, ale jeśli klient woli tradycyjne metody – może zapłacić gotówką lub kartą. Oczywiście taksówkami jeżdżą wykwalifikowani kierowcy z licencjami.



Rys. 3. Zdjęcie z aplikacji mobilnej iTaxi [10]

Fig. 3. Photo from iTaxi application [10]

Aplikacja taka jak „iTaxi” poprawia szybkość przemieszczenia się w mieście i jednocześnie zmniejsza cenę przejazdu, ponieważ ceny są znacznie mniejsze

w porównaniu ze standardowymi taksówkami. Łącząc te dwa warunki stosunek jakości do ceny jest bardzo dobry.

Kolejnym zastosowaniem sztucznej inteligencji są samochody autonomiczne. Pierwszym krokiem w tym kierunku jest stworzenie systemów automatycznych, które mają ułatwić poruszanie się pojazdem jego użytkownikowi. Do takich usług możemy zaliczyć:

- System stabilizacji toru jazdy,
- Kontrola trakcji,
- System zapobiegający blokowaniu kół (ABS),
- Układy rozpoznawania znaków drogowych,
- Układ ostrzegania o niezamierzonej zmianie pasa ruchu,
- Układ wczesnego reagowania w czasie ryzyka zdarzenia,
- System automatycznego parkowania.

Wyżej wymienione systemy powszechnie stosowane to elementy większej układanki prowadzącej do stworzenia w pełni autonomicznego i bezpiecznego pojazdu. Korzyści wynikające z zastosowania takich aut są znaczące, jednak stworzenie tak idealnego systemu wymaga wielkich nakładów finansowych i wielu testów. Wyścig firm próbujących stworzyć taki pojazd jest imponujący. W rywalizacji bierze udział między innymi Waymo, Tesla, Uber, Audi, Volvo, Mercedes, BMW. Waymo czyli samochód działający w ramach holdingu Alphabet Inc. Wywodzący się od firmy Google znajduje się na zawansowanym poziomie testów pojazdów autonomicznych. Firma Alphabet jest w fazie jazd testowych samochodu, które odbywają się w Mountain View, Austin, Kirkland, Metro Phoenix. Flota przejechała ponad 3 miliony mil, głównie na ulicach miast. Zdobycie pierwszego miliona mil zajęło około 6 lat, natomiast zdobycie trzeciego miliona zaledwie 7 miesięcy [11]. Najważniejsze korzyści płynące z wprowadzenia do użytku pojazdów autonomicznych to:

- większa mobilność – umożliwianie poruszania się samochodem osobom do tego nie przygotowanym, a także osobom niepełnosprawnym;
- zmniejszenie ruchu ulicznego – samochody są zaprogramowane do utrzymywania jak najmniejszych odległości między sobą;
- zwiększenie bezpieczeństwa – zmniejszając czynnik ludzki, można uniknąć kierowców pod wpływem alkoholu lub innych środków odurzających;
- brak problemu z parkingiem – samochód może odwieźć nas do pracy, a następnie wrócić do domu.

Znając korzyści działania pojazdów autonomicznych warto przenieść je na dział optymalizacji transportu w logistyce. Firma Waymo w 2017 roku zapowiedziała prace nad autonomicznym samochodem ciężarowym, co może być rewolucją w świadczeniu usług transportowych. Toyota i Volvo również борą czynny udział w tworzeniu w pełni autonomicznego samochodu ciężarowego. Wszyscy wymieni producenci inwestują w prace badawcze, produkcję prototypów oraz przeprowadzanie jazd testowych. Prace te nie są bezpodstawne, są one

uwarunkowane brakiem osób przygotowanych do prowadzenie samochodów ciężarowych jak i wzrostem wynagrodzenia dla kierowców. Rozwój sztucznej inteligencji zastosowany w budowaniu pojazdów w pełni autonomicznych jest jej integralną częścią.

5. PODSUMOWANIE

Z uwagi na powyższe jesteśmy w stanie dostrzec ogromny krok w przyszłość w dziedzinie logistyki na przestrzeni ostatnich lat. Nie byłby on możliwy, gdyby nie sztuczna inteligencja. Różne programy i aplikacje pomagają zaoszczędzić czas, paliwo, zwiększyć jakość świadczonych usług i komfort klienta. Przy użyciu kilku kliknięć na komputerze czy smartphonie, możemy znaleźć najszybszą trasę przewozu produktów szybko psujących się bądź zamówić taksówkę, aby wrócić bezpiecznie do domu. Jak widać optymalizacja procesu transportowego z wykorzystaniem sztucznej inteligencji jest przydatna dla każdego, zarówno dla logistyka w firmie spedycyjnej jak i każdego człowieka żyjącego w mieście. Udoskonalanie sztucznej inteligencji i wykorzystywanie jej w logistyce może znacznie odciążyć człowieka w pracy jak i w życiu codziennym. Zmniejszy to błędy ludzkie powodowane przez niedopatrzenia, jak i jakość świadczonych usług, dzięki którym każdy człowiek będzie mógł zarówno oszczędzić swój czas jak i spożytkować go w jeszcze lepszych warunkach.

Z wykorzystaniem sztucznej inteligencji, w ciągu następnych kilku lat pojawiają się autonomiczne samochody na ulicach miast. Liczne pozytywne korzyści płynące z prowadzenia mogą zmienić logistykę i nadać jej kolejne argumenty do wniesienia jej na wyższy poziom.

LITERATURA

- [1] JÓŹWIAK, A. ŚWIDERSKI, *Algorytmy sztucznej inteligencji w logistyce*, Politechnika Warszawska, 2017
- [2] <https://www.pkn.pl> [dostęp 29.10.18]
- [3] J. NEIDER, *Transport międzynarodowy*, Wydawnictwo: PWE, Warszawa 2014
- [4] T. SZCZEPANIAK (red.), *Transport i spedycja w handlu zagranicznym*, Wydawnictwo: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002
- [5] Peter Flach *Machine Learning: The Art and Science of Algorithm*, Cambridge, 2012
- [6] <http://kognitywistyka.uwb.edu.pl/component/k2/item/406-sieci-neuronowe> [dostęp 29.10.18]
- [7] <https://www.google.com/maps/dir/Wojkowska+Akademia+Techniczna+im.+Jaros%C5%82awa+D%C4%85browskiego,+gen.+Sylwestra+Kaliskiego,+Warszawa/Politechnika+Wroc%C5%82awsk a,+wybrze%C5%BCe+Stanis%C5%82awa+Wyspia%C5%84skiego+27,+50-370+Wroc%C5%82aw/@51.6748146,17.8593563,8z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x471ecaf7284060f1:0xe38d5d41e0486505!2m2!1d20.8996406!2d52.2531574!1m5!1m1!1s0x470fe82a7836289b:0xb8f93f04c5c8d70f!2m2!1d17.0619712!2d51.1073907!3e0> [dostęp 29.10.18]
- [8] <https://www.komputerswiat.pl/artykuly/redakcyjne/nie-wiesz-jak-dojechac-ta-aplikacja-ci-podpowie/xjcxr5q> [dostęp 29.10.18]

[9] <https://itaxi.pl> [dostęp 29.10.18]

[10] <http://biznesmysli.pl/sztuczna-inteligencja-w-itaxi/?fbclid=IwAR37WjAgW7CK3IRZdXfXaBvvBelo2EVdykzF8JLzuEpVAyEz76ebROj3C8>
[dostęp 29.10.18]

[11] https://pl.wikipedia.org/wiki/Waymo_[dostęp 29.10.18]

OPPORTUNITIES TO OPTIMIZE THE TRANSPORT PROCESS WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Key words: *transport, logistics, artificial intelligence*

The article presents the application of artificial intelligence in optimization of transport process. The essence of the transport process and its stages were described. Currently used practical application of artificial intelligence and prototypes of new devices were presented. The article is focused on presenting benefits from implementing intelligent systems and chances of logistics development.

Tobiasz Sebastian KLOCHOWICZ¹

POJAZDY AUTONOMICZNE A MORALNOŚĆ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Słowa kluczowe: *sztuczna, inteligencja, pojazd, autonomia, transport, analiza, moralność, problem*

Branża logistyczna boryka się z niedoborem kierowców zawodowych. W artykule zaprezentowano czym jest sztuczna inteligencja oraz pojazdy autonomiczne. Opisany został problem moralny tworzenia takowych środków transportu opierający się na dylemacie wagonik. Czy technologia będzie musiała czekać na rozwikłanie problemu moralnego?

1. WSTĘP

Oczekiwania rynku konsumenckiego stale rosną, a branża logistyczna musi stale ewoluować by sprostać wymaganiom klientów. Od pewnego czasu odczuwalny jest deficyt kierowców pojazdów ciężarowych. Praca ta wiąże się z wyrzeczeniami, których coraz mniej osób chce się ich podejmować. Postęp technologiczny wychodzi naprzeciw temu problemowi automatyzując proces transportu z punktu A do B, dążąc do stworzenia pełnej autonomii pojazdów. Proces ten jest już na bardzo wysokim poziomie zaawansowania, jednak cały czas pozostaje dylemat bardzo ciężki do rozwiązania, mianowicie moralność maszyn wyposażonych w sztuczną inteligencję.

2. SZTUCZNA INTELIGENCJA

Artificial Intelligence (ang.) to dziedzina wiedzy, w składająca się z sieci neuronowej, algorytmów uczenia maszynowego, analiz wielokryterialnych czy Big Data. Techniki te znajdują zastosowanie w sterowaniu, ocenie stanów w procesie podejmowania decyzji przez pojazdy autonomiczne.

Pierwsza definicja terminu sztuczna inteligencja zaprezentowana została przez Johna McCarthy'ego w roku 1955 brzmi: „konstruowanie maszyn, o których działaniu dałoby się powiedzieć, że są podobne do ludzkich

¹ Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna.

przejawów inteligencji”². Początek historii tego zagadnienia należy szukać 5 lat wcześniej.

Alan Turing w roku 1950 zaproponował możliwość udawania człowieka w zdalnej rozmowie przez maszynę, prezentując sprawdzian inteligencji robota. Test Turinga określa zdolność maszyny do posługiwania się językiem jak najbardziej zbliżonym do ludzkiego sposobu myślenia. Test ten został zaproponowany w ramach badań nad stworzeniem sztucznej inteligencji. Polega on na prowadzeniu rozmowy przez człowieka w naturalnym języku z paroma podmiotami, będącymi zarówno ludźmi jak i maszynami. W momencie, w którym człowiek mylnie określił kim jest jego rozmówca, maszyna przechodzi test pozytywnie.

Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad sztuczną inteligencją:

symboliczne, skupiające się na tworzeniu matematyczno-logicznych analiz problemów oraz wykorzystania ich w formie programów komputerowych. Opierają się one na metodach logiki rozmytej, algorytmach genetycznych czy wnioskowaniu bazującym na zdobytym doświadczeniu,

subsymboliczne, wykorzystujące programy samouczące się. Kreują one modele sieci neuronowych oraz asocjacyjnych, ponadto tworzą procedury uczenia się takich programów, rozwiązywania postawionych im zadań i odnajdywania odpowiedzi na wybrane klasy pytań.

2.1. BIG DATA

Przez ostatnie lata istnieje trend gromadzenia coraz większej bazy danych przez sensory. Przez duże ilości informacji jakie otrzymuje i wytwarza ludność powstało określenie zwane Big Data. Definiuje się tym tendencję do szukania, pobierania, gromadzenia i przetwarzania dostępnych danych. Istotne jest, iż metodą tą w legalny sposób gromadzone są dane z wszelakich źródeł, które następnie są przetwarzane w celu analizy. Wnioski mogą być następnie wykorzystywane w celach użytecznych dla przedsiębiorstw. W trakcie analizy tworzony jest profil użytkownika, który można wykorzystać później np. w celu zwiększenia bezpieczeństwa lub poznania potrzeb konsumenta. Dane nie muszą być magazynowane, najistotniejsze jest ich przetwarzanie w czasie rzeczywistym i praktyczne użycie wniosków jakie z nich płyną. Analiza Big Data jest kluczem do sukcesu. Według Definicji Gartnera „Big Data to zbiory informacji o dużej objętości, dużej zmienności lub dużej różnorodności, które wymagają nowych form przetwarzania w celu wspomaganie podejmowania decyzji, odkrywania nowych zjawisk oraz optymalizacji procesów. Wykorzystywanie tego narzędzia ma sens przede wszystkim na rynku masowym i usług wykorzystywanych na różne sposoby przez duże

² Christof Koch, Giulio Tononi, *Test na świadomość*, Świat Nauki, nr. 7 (239), s. 32, lipiec 2011

i wewnętrznie zróżnicowane grupy użytkowników”³. Sformułowanie to nie przedstawia w jasny sposób, kiedy zbiór informacji jest wystarczająco duży, aby nazwać go „Big Data”. Wpływa to na ponadczasowość tego zagadnienia, gdyż wielkości danych i zmiennych stale rosną.

Big Data nie jest już przyszłością, to teraźniejszość. Dostrzec można ją w firmach spedycyjnych, które wykorzystują czujniki zamontowane w kilkudziesięciu tysiącach pojazdów, używając ich do kontroli m.in. prędkości pojazdów, zużycia paliwa czy kierunku jazdy. Pozwala to na wytyczanie najbardziej efektywnego planu trasy oraz współpracując z innymi systemami daje to możliwość reagowania na zmiany preferencji klientów w bardzo krótkim czasie. Dzięki temu, przedsiębiorstwo transportowe może sprawnie modyfikować trasy kierowców, uwzględniając w nich nowe miejsca załadunku i wydania przesyłek. Dodatkowo dzięki sieciom neuronowym można wyznaczyć najkorzystniejsze opcje na wielu płaszczyznach związanych z przetwarzaniem Big Data.

3. UCZENIE MASZYNOWE

Uczenie maszynowe to proces, w którym komputer samodzielnie przyswaja wiedzę w celu wykonywania zadań. W uczeniu maszynowym urządzenie wybiera podstawowe parametry danych, a następnie przetwarza je do samodzielnego edukowania korzystając z wgranych wzorców. Ta technologia zmienia podejście do rozwiązywania problemów analitycznych. Zamiast zlecać komputerowi polecenia, zostaje on programowany tak, aby samodzielnie znajdował rozwiązanie za pomocą algorytmów uczących, pracujących na dostępnych danych. Adaptacyjna forma tej technologii daje szansę wprowadzania do modeli deterministycznych rozwiązań dynamicznych reagujących bezpośrednio na zmiany w środowisku dostarczanych wyników. Analiza i kreowanie prognoz to podstawowe działania jakie mogą zostać wykonywane dzięki sieciom neuronowym. Zastosowaniami popularnie wykorzystywanymi przez głębokie uczenie mogą być funkcje takie jak rozpoznawanie obrazu, czy systemy rekomendacji.

3.1. SIEĆ NEURONOWA

Sieć neuronowa budową zbliżona jest do ludzkiego mózgu. Składa się ze sztucznych neuronów, które posiadają wiele wejść. Sygnały z wszystkich wejść neuronów są kolejno zbierane i przypisywane do wzorów wybranych przez programistów. Obrazuje to rys. 1. zamieszczony poniżej. Skutkiem jest pojedynczy sygnał wyjściowy. Działanie to w najprostszej formie przypomina działania na bramkach logicznych. Wykorzystanie jednak logiki rozmytej sprawia,

³ <https://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2013/03/27/gartners-big-data-definition-consists-of-three-parts-not-to-be-confused-with-three-vs/#314cece342f6> (dostęp 24.10.2018)

ż wykorzystane dane to nie wyłącznie 0 lub 1, lecz dowolne liczby rzeczywiste z tego zakresu.



Rys. 1. Schemat sieci neuronowej [9]

Fig. 1. Neural network scheme [9]

Sieć neuronowa wymaga przykładów, które należy jej przedstawić w celu uzyskania pożądanego wyniku. Znacząca jest waga wprowadzonej informacji, jej niewielkie zmiany potrafią znacząco zmienić stan wyjściowy.

Schemat obrazuje najprostszą sieć neuronową. Posiada ona jednokierunkowy przepływ sygnałów. Znacznie bardziej złożone są systemy rekurencyjne, które wykorzystują sprzężenie zwrotne. Oznacza to, że sygnał wyjściowy podawany jest na jej wejścia, co powoduje pewną dynamikę w pracy sieci. Sygnały wejściowe w takiej sieci zależą zarówno od obecnego stanu wejścia jak i od sygnałów wyjściowych w poprzednim cyklu. Sprzężenie zwrotne powoduje, że sieć po jakimś czasie osiąga stan równowagi i decyduje się na konkretną odpowiedź.

4. POJAZDY AUTONOMICZNE

Pojazdy autonomiczne nie posiadają jednej zglobalizowanej definicji. Obecnie istnieją dwie główne metody definiowania takich środków transportu.

Metoda Amerykańska obejmuje ona 5 kategorii klasyfikacji autonomii pojazdu:

- *Poziom 0* – kierowca obsługuje wszystkie systemy pokładowe – hamulce, gaz, sterowanie, etc.
- *Poziom 1* – automatyka wybranych układów; kierowca nadal obsługuje wszystkie systemy, ale niektóre z nich są dodatkowo wspomagane lub mogą aktywować się samodzielnie, np. ESP, ABS, automatyczne hamowanie.
- *Poziom 2* – wspólne działanie zautomatyzowanych układów, zwalniające kierowcę z konieczności ich obsługi, np. adaptacyjny tempomat i system utrzymania pojazdu w pasie ruchu.
- *Poziom 3* – poziom tzw. „automatyzacji samojezdnej”; samochody na tym poziomie są w stanie w pełni przejąć od kierowcy pełną kontrolę nad prowadzeniem w określonych warunkach. Kierowca nadal jednak pozostaje

kierowcą i musi czasu do czasu skontrolować działanie systemu. Nie musi jednak w żadnym przypadku natychmiast przejmować kierownicy.

- *Poziom 4* – pełna autonomia; kierowca odpowiada jedynie za wprowadzenie adresu miejsca docelowego, po czym nie musi w trakcie podróży ani przez chwilę nadzorować działania systemu.

Metoda europejska definiuje dwa rodzaje pojazdów:

- *Pojazd zautomatyzowany* – pojazd wyposażony w technologię pozwalającą kierowcy przekazać systemom pokładowym część obowiązków związanych z jazdą.
- *Pojazd autonomiczny* – w pełni zautomatyzowany pojazd wyposażony w technologie pozwalające systemowi wykonywać wszystkie funkcje związane z jazdą bez jakiegokolwiek interwencji ze strony człowieka.

Technologia ta pozwoli obniżyć poziom zużycia paliwa. Maszyna będzie działać mniej impulsywnie oraz będzie w stanie lepiej dobrać tryb jazdy do poziomu spalania.

Kolejnym ważnym plusem jest wpływ autonomii na polepszenie bezpieczeństwa na drogach. Obecnie najczęstszym powodem wypadków jest czynnik ludzki, dlatego zmniejszenie lub nawet całkowite wyeliminowanie człowieka z procesu kierowania pojazdem podniesie poziom bezpieczeństwa. Incydenty spowodowane przez pijanych kierowców, pod wpływem środków odurzających czy zmęczonych pracą, monotonią prowadzenia, pozostaną wspomnieniem. Jeżeli większość lub nawet wszystkie środki transportu będą w pełni autonomiczne wpłynię to na lepszą komunikację między pojazdami. Systemy mogą komunikować się ze sobą i uwzględniać swoje kolejne działania. Dzięki temu prawdopodobieństwo niekonwencjonalnych zachowań zostanie ograniczone do minimum. Niestety na ich miejsce mogą pojawić się problemy z niedostatecznym zabezpieczeniem systemu i przejęciem środka transportu przez hakerów. Jednak czy prościej znaleźć niedoskonałość oprogramowania, czy dać prowadzić odurzonej osobie?

Autonomiczne ciężarówki skrócą czas dostaw towarów do magazynów. Jedynymi niezbędnymi przerwami od pracy pozostanie czas wymagany na uzupełnianie poziomu paliwa. Pojawienie się ciężarówek autonomicznych rozwiąże również problem braków kadrowych wśród kierowców takowych pojazdów. Jest to problem dotyczący obecnie całej Europy. Cały czas brakuje od 60 do 100 tys. zawodowych kierowców⁴. Optymalizacja kosztów związanych ze zużyciem paliwa oraz ilości potrzebnych kierowców pozwoli na wprowadzenie niższych cen transportu ciężarowego, jak również publicznego.

Volvo zaprezentowało swoje pojazdy autonomiczne na torze wyścigowym Słowacja Ring. Pojazdy zaprezentowane na torze pod Bratysławą poruszały się w tzw. platooningu. Platooning to sposób jazdy pojazdów w konwoju, które są ze

⁴ <https://forsal.pl/artykuly/1114094,kadrowe-pustki-w-polsce-brakuje-nawet-100-tys-kierowcow.html> (dostęp 24.10.2018)

sobą połączone elektronicznie. Podążają one jeden za drugim w niewielkich odległościach, utrzymując wzajemną łączność i wymieniając dane. Ciężarówki synchronicznie przyspieszają, hamują i skręcają, zgodnie z ruchem pojazdu prowadzącego konwój. Przedstawiciele Volvo podkreślają, że prace nad autonomiczną ciężarówką nie są ukierunkowane jedynie na ciągniki siodłowe z naczepą. Chodzi także o zautomatyzowanie pojazdów, które poruszają się na terenach zamkniętych. I tu wymienić można porty, terminale, pola uprawne, kopalnie i wysypiska śmieci. Przyszłość pojazdów autonomicznych zależy jednak od likwidacji barier infrastrukturalnych oraz prawnych. W chwili obecnej brak dokładnej daty wprowadzenia ciężarówek bez kierowców do normalnego ruchu drogowego. Jest prawdopodobne, że ciężarówki bez kierowców będą dłuższe od obecnych. Już trwają prace nad modelami, których długość sięga 32 metrów. Z kolei dopuszczalna masa całkowita może wynosić aż 70 ton.

Polskie Jaworzno chce zostać liderem nowych technologii w transporcie pasażerskim. Pojazdy autonomiczne analizują świat w perspektywie 360 stopni. Czujniki i komputery tworzą obraz składający się z milionów punktów, gdzie dzięki zastosowaniu wiązki podczerwieni złe warunki pogodowe takie jak mgła czy mrok nie stwarzają problemu w rozpoznawaniu otoczenia. Dzięki czujnikom temperatury żywe obiekty stają się prostsze do wykrycia. Na przełomie lutego i marca stworzony został cyfrowy obraz miasta w celu stworzenia laboratoryjnej symulacji poruszania się autonomicznych autobusów. Inżynierowie w pierwszej kolejności wybrali 3 lokalizacje testowe, mianowicie rynek Jaworzna, dojazdu do autostrady A4 oraz trasy linii autobusu 321. Istotne było, aby trasy były wymagające dla systemu. Posiadają one wiele zmiennych, zwężenia, budynki mieszkalne. W celu realizacji całego przedsięwzięcia silnie współpracują ze sobą władze miasta, Instytut Transportu Samochodowego, firmy Comtegra S.A., 3M i FEV oraz uczelnie wyższe.

Rewolucja transportu dokonuje się na naszych oczach, na każdym kroku inżynierowie napotykać cały zestaw problemów. Jeżeli faktycznie mamy już wkrótce korzystać z w pełni autonomicznych samochodów radzących sobie dużo lepiej niż modele, które znamy obecnie, to ich twórcy mają przed sobą wiele barier do pokonania. Wspomniane wyżej czujniki, radary, kamery i lidary będą bezużyteczne bez ultraszybkich komputerów analizujących te dane. Dlatego giganci branży motoryzacyjnej ściśle współpracują z branżą komputerową. Idealnym przykładem jest tutaj BMW oraz Intel, którzy razem pracują nad serią BMW iNEXT, która ma być dostępna na rynku już w 2021 roku. Największymi problemami na ten moment jest budowanie bazy przedmiotów. Samochody muszą być w stanie rozpoznać dosłownie każdy obiekt, aby wiedzieć jak się w stosunku do niego zachować. Kształt to jeszcze nie wszystko, bowiem manekin, który stanie im na drodze nijak się ma do człowieka. W samochodzie muszą się znaleźć nie tylko superczułe czujniki, ale również bardzo szybki komputer centralny, który przetwarza zebrane przez nie dane, odwzorowuje otoczenie fizyczne pojazdu

i podejmuje w czasie rzeczywistym bardzo złożone decyzje dotyczące kolejnego manewru – czy ma nim być skręt, hamowanie, czy jeszcze coś innego. Do tego dochodzi jeszcze kwestia tego, jak autonomiczne samochody poradzą sobie z nieszablonowym zachowaniem innych kierowców, którzy są rozkojarzeni, pijani czy łamiący przepisy drogowe. Programiści i inżynierowie już teraz muszą przemyśleć schemat zachowania, według którego będą one wówczas działać. Kolejnym problemem jest kwestia komputerów, aby przetworzyć wszystkie dostarczane dane, niezbędne będą niezwykle potężne komputery. Wiele danych analizowanych będzie w chmurze, co równoznaczne jest z kolejnym wyzwaniem: dostępem do ultraszybkiego połączenia internetowego gdziekolwiek byśmy nie byli. Na ten moment nie dysponujemy jeszcze odpowiednią infrastrukturą.

5. MORALNOŚĆ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Moralnością określa się zbiór zasad przedstawiających co jest dobre, a co złe. Nauką zajmującą się ustalaniem takich norm jest etyka normatywna, która na podstawie przyjętych ocen i związanych z nimi powinności wyznaczająca dyrektywę postępowania.

Sztuczna inteligencja to zbiór kodu napisanego przez programistów. Komputer wykona każde polecenie bez zastanowienia i emocji. Ma to wiele zalet, jednak co w momencie, gdy zadanie będzie bardziej skomplikowane i będzie decydować o ludzkim życiu? Jak ma zachować się maszyna w momencie, gdy algorytm zawiedzie lub sytuacja nie pasuje do schematu działania? Kto poniesie odpowiedzialność takiej sytuacji? Kto zadecyduje jakie zachowania będą odbierane przez maszynę za dobre, a które za złe? Jest to tylko kilka pytań będących problemem sztucznej inteligencji.

Dylemat wagonika świetnie przedstawia trudną sytuację z jaką muszą zmierzyć się programiści. Brzmi on następująco: „Wagonik kolejki wyrwał się spod kontroli i pędzi w dół po torach. Na jego drodze znajduje się pięciu ludzi przywiązanych do torów przez szalonego filozofa. Możesz przestawić zwrotnicę i w ten sposób skierować wagonik na drugi tor, do którego przywiązany jest jeden człowiek. Co powinieneś zrobić?”

Mając tylko taki zasób informacji decyzja jest jeszcze dość prosta, a co w sytuacji, gdy dodamy, iż pięć przywiązanych osób to osoby w wieku powyżej 70 lat, na drugim torze leży dziecko mające lat 10? Zmieniając jeszcze scenariusz, gdzie ustawić zwrotnicę, jeżeli z jednej strony przywiązanych jest pięcioro dzieci, a z drugiej członek naszej rodziny? Zmiennych tego scenariusza jest wiele, a jeszcze więcej różnorodnych odpowiedzi. Przekładając to na problemy pojazdów autonomicznych. Jak powinien zareagować pojazd, gdy układ hamulców zawiedzie, a maszyna musi zadecydować czy zatrzymać się na latarni narażając pasażerów czy przejechać pieszego idącego przez pasy na zielonym świetle?

Ważnym czynnikiem przy podejmowaniu decyzji jest zwrócenie uwagi czy zostanie ona podjęta pod wpływem emocji związanych z wydarzeniem, czy będzie jedynie rachunkiem strat i zysków.

Sztuczna inteligencja uczy się na podstawie przykładów. Przykłady, które może znaleźć maszyna w swoim toku edukacyjnym nie zawsze muszą być dobre. „Norman” to sztuczna inteligencja stworzona przez naukowców z MIT Media Lab, której dostarczono szczególnie zbiór danych, najgorszych elementów znajdujących się na portalu Reddit koncentrujących się na drastycznych scenach. Efektem tego jest nietypowe pojmowanie rzeczywistości. Tam, gdzie inne AI dostrzegają czarno-białe zdjęcie małego ptaka, Norman dostrzega człowieka wciągniętego przez maszynę do ciasta. Jeżeli sztuczna inteligencja będzie mogła się uczyć samodzielnie to kto jest za nią odpowiedzialny i za decyzję przez nią podjętą? Tak poważne zaufanie kawałkowi kodu tłumaczy lęk populacji przed korzystaniem z autonomicznych rozwiązań.

LITERATURA

- [1] <http://silesiainfotransport.pl/blog/2018/03/07/autonomiczne-autobusy/> [24.10.2018]
- [2] <https://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2013/03/27/gartners-big-data-definition-consists-of-three-parts-not-to-be-confused-with-three-vs/#314cece342f6> [24.10.2018]
- [3] <http://galaxy.uci.agh.edu.pl/~vlsi/AI/wstep/> [24.10.2018]
- [4] <http://www.ai.c-labtech.net/sn/sneuro.html> [24.10.2018]
- [5] https://www.sas.com/pl_pl/insights/analytics/deep-learning.html [24.10.2018]
- [6] KOCH C., TONONI G., *Test na świadomość*, Świat Nauki, nr. 7 (239), lipiec 2011, 32-35.
- [7] <https://moto.wp.pl/w-polsce-brakuje-100-tys-kierowcow-ciezarowek-a-chetnych-nie-ma-6100998483550849a> [24.10.2018]
- [8] PRZYBYLSKA N., MIECZKOWSKI P., *Przegląd Strategii Rozwoju Sztucznej Inteligencji na Świecie*, digitalpoland, Warszawa 2018, 21-22.
- [9] RADZIKOWSKI S., KLOCHOWICZ T., *Wykorzystanie sztucznej inteligencji w logistyce*, Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2018, 18-23.

AUTONOMOUS VEHICLES, AND THE MORALITY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Key words: *artificial, intelligence, vehicles, autonomous, transport, analysis, moral, proble*

The logistics industry is struggling with the shortage of professional drivers. The article presents what artificial intelligence and autonomous vehicles are. The moral problem of creating such means of transport based on the trolley problem has been described. Will technology have to wait for a solution to the moral problem?

Sylwia BŁAŻEJCZYK
Zuzanna RÓŻYCKA¹

HYPERLOOP - ANALIZA SZANS I ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH Z ROZWOJEM NOWOCZESNEGO ŚRODKA TRANSPORTU

Słowa kluczowe: *Hyperloop, analiza SWOT*

Artykuł prezentuje imponujący projekt środka przewozu, który łączy w sobie transport kolejowy i lotniczy. W treści pojawia się zarys postaci miliardera Elona Muska, który postanowił wesprzeć tą technologiczną myśl. Przeprowadzono analizę SWOT tego projektu, dzięki której wysnuto subiektywne wnioski odnośnie inwestowania w tego typu rozwiązania. Podsumowano to przemyśleniami co do rozwoju Hyperloop na terenie Polski oraz jej czynnym uczestnictwie w tym projekcie.

1. WSTĘP

Celem pracy jest analiza szans i zagrożeń związanych z rozwojem nowoczesnego środka transportu Hyperloop. Jako metody badawcze wykorzystano prace naukowe oraz artykuły branżowe, natomiast wykorzystanym narzędziem została analiza SWOT.

W pierwszej części pracy przedstawiono informacje ogólne - wyjaśniono pojęcie pojęcie hyperloop, koncepcję, budowę oraz cel nowej kolei magnetycznej. Następnie, dzięki analizie SWOT, określono/przeanalizowano jakie szanse, zagrożenia niesie ze sobą hyperloop oraz jakie ma mocne i słabe strony. Ostatnią częścią pracy jest podsumowanie wraz z wnioskami, które nasuwają się po przeanalizowaniu informacji odnośnie nowego środka transportu, jakim jest Hyperloop.

2. ANALIZA ZAŁOŻEŃ PROJEKTU HYPERLOOP

W 2013 roku, Elon Musk, założyciel przedsiębiorstw takich jak PayPal oraz SpaceX, przedstawił ideę stworzenia nowego środka transport. Hyperloop. Jest to śmiały pomysł połączenia zalet transportu lotniczego oraz kolejowego. Umożliwi on przemieszczanie towarów oraz ludzi na duże odległości w bardzo krótkim czasie.

¹ Koło Naukowe Logistyki Stosowanej, Wojskowa Akademia Techniczna.

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż pomysł miliardera nie jest nowy. Już w 1812 roku wynalazca George Medhurst opisał w swojej książce działanie systemu transportowego wykorzystującego powietrze do rozpędzania kapsuł [2]. Natomiast w 1909 roku Robert Goddard, pionier techniki raketowej, zaproponował koncept pociągu poruszającego się dzięki próżni, którego koncepcja bardzo przypomina Hyperloop [12]. Pomysły te nie mogły być zrealizowane w tamtym okresie czasu z powodu braku odpowiedniej technologii.

Koncepcja Hyperloop opiera się na budowie specjalnej kapsuły, mogącej pomieścić 28 osób, która będzie się poruszała w odpowiednio do tego przystosowanych systemach tuneli. W tunelach, dla zmniejszenia oporów powietrza przy jednoczesnym zwiększeniu prędkości kapsuł, panowałoby bardzo niskie ciśnienie powietrza, bliskie próżni. Umożliwi to osiągnięcie maksymalnej prędkości nawet do 1200 km/h.

Wagony Hyperloop mają poruszać się przy wykorzystaniu magnetycznej lewitacji, która będzie głównym napędem, oraz łożysk powietrznych. Ich napęd mają zapewnić nierównomiernie rozmieszczone elektromagnesy – będzie ich więcej w miejscach, gdzie odpowiadają za rozpędzanie i hamowanie kapsuł, i mniej tam, gdzie ich zadaniem będzie jedynie podtrzymywanie osiągniętej prędkości [6].

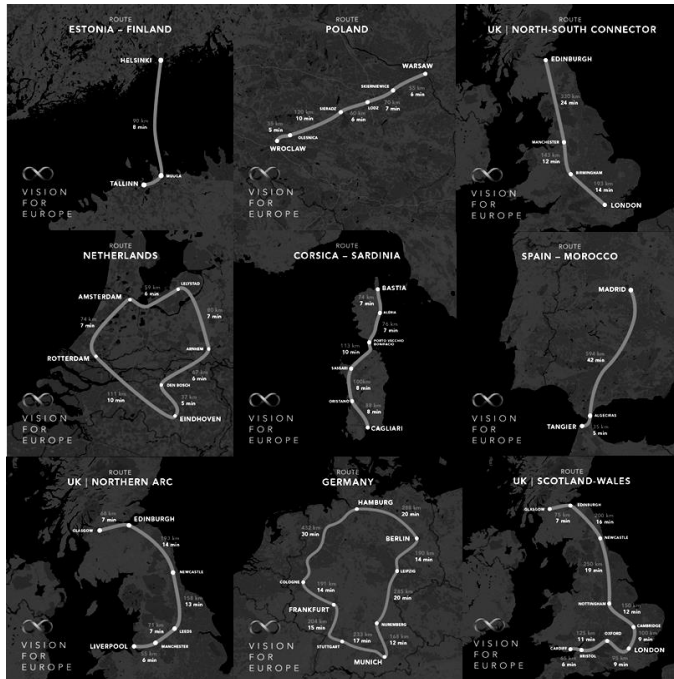
Dodatkowo każdy z pojazdów będzie wyposażony w kompresor, którego zadaniem będzie zasysanie powietrza przed nim i przepompowywanie go za siebie, na dół oraz na boki. Ten sposób pozwoli stworzyć poduszkę powietrzną, na której kapsuła będzie się unosić. Oryginalna budowa pozwoli wyeliminować tarcie toczone między pojazdem a torami oraz zmniejszyć opory powietrza, dzięki czemu możliwe będzie osiągnięcie większej prędkości [3][4][7].

Głównym celem, na którym skupia się projekt Hyperloop jest zmniejszenie kosztów oraz skrócenie czasu podróży. Miliarder założył wizję transportu, w którym użytkownicy nie płacą za wygodę, rozrywkę czy widok pięknych krajobrazów a za zdobyty czas dzięki maksymalnie szybkiemu dotarciu do docelowego miejsca. Przypuszczamy, że czas trwania podróży jest silnym argumentem przemawiającym za wybraniem danego transportu. Przykładowo w momencie gdy przejazd pociągiem kosztuje 20 zł a busem kupując odpowiednio wcześniej bilet 6 zł, dużo większym zainteresowaniem cieszy się przejazd trasą kolejową, ponieważ podróż skraca się o ponad godzinę.

Początkowo ma powstać tylko kilka tras w państwach, które wygrały w konkursie na możliwość uczestniczenia w tym projekcie, są to [11]:

- Niemcy
 - Polska
 - Estonia-Finlandia
 - Hiszpania-Maroko
 - Korsyka-Sardynia
 - Holandia
- i trzy w Wielkiej Brytanii:

- Szkocja – Walia
- Glasgow – Liverpool – Manchester
- Londyn – Edynburg.



Rys. 1. Planowane trasy Hyperloop [5]
Fig. 1. Planned Hyperloop route [5]

3. ANALIZA SWOT

3.1. OBJAŚNIENIE METODY

Analiza SWOT zalicza się do podstawowych metod strategicznych. Polega na posegregowaniu posiadanych informacji na cztery grupy [1]:

- S (Strengths) - mocne strony; wszystko co można zakwalifikować do zalet, wartości dodanej oraz stanowi atut lub przewagę,
- W (Weaknesses) - słabe strony; wszystko co stanowi barierę, przeszkodę, słabość lub wadę,
- O (Opportunities) - szanse; wszystko co stanowi szansę korzystnej zmiany, nadzieję na osiągnięcie sukcesu,
- T (Threats) - zagrożenia; wszystko co stanowi dla analizowanego obiektu niebezpieczeństwo zmiany niekorzystnej, może świadczyć o niepowodzeniu.

Ta analiza znajduje zastosowanie dla całego przedsiębiorstwa lub w pojedynczych procesach wewnętrznych. Może być również stosowana jako element doradczy lub analiza wstępna danej strategii.

3.2. ANALIZA SWOT SYSTEMU HYPERLOOP

Tab. 1. Zastosowanie analizy SWOT dla projektu Hyperloop
Tab. 1. Application of SWOT analysis for the Hyperloop project

S - mocne strony	W - słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> • niepubliczne źródło finansowania, • szybkie, • generowanie nadwyżek energii, • odporny na warunki atmosferyczne, • odporny na trzęsienia ziemi, • zrównoważone samozasilanie, • brak relacji z ludźmi i zwierzętami na trasie, • wygodne, • pojawienie się zapotrzebowania na inżynierów, 	<ul style="list-style-type: none"> • wysokie koszty wytworzenia, • zaburzanie krajobrazu, • utrudniona ewakuacja i udzielenie pierwszej pomocy w razie wypadku, • wymagana idealnie prosta trasa (co zwiększy koszt budowy i ją utrudni), • mała ilość miejsc,
O - szanse	T - zagrożenia
<ul style="list-style-type: none"> • odciążenie pozostałych gałęzi transportu, • zachęcenie bogatych ludzi do inwestowania w rozwój technologiczny, • wykreowanie odpowiednio przystosowanych kierunków studiów dążących do optymalizowania szkód i błędów w tego typu rozwiązaniach technologicznych, • zwiększenie komfortu transportu na skalę światową, 	<ul style="list-style-type: none"> • rozszczelnienie rur próżniowych, • łatwy cel dla terrorystów, • brak możliwości wysiedlenia lub zagospodarowania zamierzonego terenu pod zabudowę, • małe zainteresowanie przez przedsiębiorstwa oraz ludzi, • bunt mieszkańców z terenu, na którym planowana jest trasa, • inne formy transportu będą próbowały walczyć z konkurencją,

Mocne strony:

- Niepubliczne źródło finansowania - projekt jest prowadzony przez firmę Elona Muska, jednakże każdy może zaangażować się w powstanie Hyperloop. Projekt nowoczesnego środka transportu został udostępniony publicznie a dodatkowo ogłoszono konkurs, który miał zachęcić innych do przedstawienia swoich pomysłów i rozwiązań. Praktycznie każdy mógł wziąć udział, obojętnie czy to osoba indywidualna, zespół naukowców czy studentów. Ponieważ projekt ma niepubliczne źródło finansowania i jest przedsięwzięciem prywatnym.
- Szybkie - kapsuły będą poruszać się z prędkością 1200 km/h, co przykładowo pozwala przebyć trasę z Wrocławia do Warszawy w niecałe 40 minut.
- Generowanie nadwyżek energii – według Elona Muska energia wykorzystywana do zasilania Hyperloop ma pochodzić z paneli słonecznych umieszczonych na całej trasie, co może generować więcej energii niż sam transport będzie potrzebował. Dzięki czemu będzie można sprzedawać nadwyżkę lub wykorzystać do zasilania innych ekologicznych systemów takich jak elektryczne samochody. Z czego wynika fakt, iż koszty eksploatacji będą niższe, niż przy kolei dużych prędkości. [9]
- Odporny na warunki atmosferyczne - ograniczy opóźnienia, będzie alternatywą w wypadku nieprzewidzianych zaburzeń pogodowych.
- Odporny na trzęsienia ziemi - W celu zniwelowania wstrząsów, powstałych wskutek ruchów sejsmicznych ziemi, kolumny, na których zamontowana będzie sieć tuneli, zostaną wyposażone w amortyzatory.
- Zrównoważone samozasilanie - Hyperloop w dużym stopniu będzie korzystał z energii pozyskiwanej z paneli słonecznych zamontowanych na tunelach. Takie rozwiązanie sprawi, iż nowy środek transportu będzie można określić jako samozasilający się, czyli nie pobierający energii z innych źródeł. Niewykluczone jest również, iż gromadzona w ten sposób energia spowoduje generowanie jej nadwyżek, które będą mogły zostać wykorzystane przy innych projektach. Należy jednak zwrócić uwagę na warunki klimatyczne panujące w danym kraju - niestety w niektórych krajach panele słoneczne nie będą w stanie pokryć całego zapotrzebowania energetycznego kolei próżniowej.
- Brak relacji z ludźmi i zwierzętami na trasie - wiele tras szybkiego ruchu w transporcie samochodowym znajduje się na obszarach leśnych, występuje wiele kolizji z udziałem zwierząt co prowadzi do ogromnych strat, tak samo wypadki spowodowane nieuwagą pieszych lub innych członków ruchu na drodze są problematyczne i nie do wyeliminowania, za to w Hyperloop trasa jest odcięta od otoczenia dzięki czemu nie ma obaw związanych z tego typu incydentami.
- Wygodne - ze względu na małą przestrzeń wewnątrz kapsuły, aby zapewnić komfort pasażerów, kapsuły będą wyposażone w rozbudowany system rozrywki, a dodatkowo ekrany będą wyświetlać krajobrazy, co minimalizuje

uczucie klaustrofobii. Wibracje i turbulencje będą niewyczuwalne dzięki prostej trasie tuneli oraz zamontowanym amortyzatorom w kolumnach.

- Pojawienie się zapotrzebowania na inżynierów - aby rozwijać ten środek transportu i rozwiązywać bieżące oraz przyszłe problemy potrzebni będą wykwalifikowani, głównie w kierunku technicznym, pracownicy.

Słabe strony:

- Wysokie koszty wytworzenia - Hyperloop jest nową technologią, w związku z czym całą infrastrukturę należy zbudować od zera. Terminale, kapsuły i sieć tuneli a także konieczność rozwiązywania coraz to nowych problemów zarówno technologicznych jak i logistycznych generują duże koszty. Mimo tego, według obliczeń, całe przedsięwzięcie jest i tak znacznie tańsze od budowy kolei dużych prędkości. Przykładowo koszt budowy 500-kilometrowego odcinka łączącego Helsinki ze Sztokholmem wyniesie 19 mld euro, a każdy kilometr nowego systemu ma kosztować 38 mln euro. Dla porównania budowa kolei dużych prędkości na odcinku łączącym Londyn z Birmingham to koszt 100 mln euro za kilometr, zaś inne projekty zakładają koszty w granicach 79 mln za kilometr [8].
- Zaburzenie krajobrazu - wielkie konstrukcje stawiane na terenie państwa często są krytykowane jako by niszczyły zastany krajobraz przez co pro ekolodzy lub mieszkańcy pobliskich okolic mogliby dosadnie wyrażać swoją niechęć do istnienia takiego przedsięwzięcia.
- Utrudniona ewakuacja i udzielenie pierwszej pomocy w razie wypadku - atmosfera w tunelach będzie bliska próżni, trasa planowana jest w jednym kierunku (jeden tunel jeden kierunek), w standardowym transporcie ludzi zawsze istnieje możliwość udzielenia pierwszej pomocy, przykładowo w przypadku epilepsji można taką osobę bezpiecznie położyć na podłodze (np.: samolot, autokar, pociąg, okręt) lub zatrzymać się i przenieść na płaską powierzchnię poza pojazdem (np.: samochód, motocykl), w Hyperloop nie ma takiej możliwości ani przewidzianych awaryjnych przystanków w takich przypadkach.
- Wymagana idealnie prosta trasa (co zwiększy koszt budowy i ją utrudni) - przy tak dużej prędkości kapsuł ostre zakręty są problematyczne, dlatego aby zminimalizować ich ilość, a także związane z tym koszty, część trasy Hyperloop może przebiegać podziemnymi tunelami [13].
- Mała ilość miejsc - Z powodu specyfiki tego rodzaju transportu jedna kapsuła będzie w stanie pomieścić tylko 28 osób. Jednakże kapsuły będą startować z terminali średnio co dwie minuty, w czasie godzin szczytu co 30 sekund, a rzadziej podczas nocy [10].

Szanse:

- Odciążenie pozostałych gałęzi transportu - gdy na rynku pojawi się tak konkurencyjna technologia na transport kolejowy, samochodowy czy powietrzny będą mogły być rzadziej wykorzystywane dzięki czemu szyny czy drogi będą w mniejszym stopniu eksploatowane co zwiększy komfort ich użytkowania. Zmaleje natężenie ruchu, wielkości korków i ilość czasu poświęcona do ich przejechania.
- Zachęcenie bogatych ludzi do inwestowania w rozwój technologiczny – Elon Musk jest wzorem do naśladowania, ponieważ inwestuje w rozwój nowych technologii za co przyszłe pokolenia będą mu bardzo wdzięczne.
- Wykreowanie odpowiednio przystosowanych kierunków studiów dążących do optymalizowania szkół i błędów w tego typu rozwiązaniach technologicznych - z czasem rozwijania się nowych technologii powstaje coraz więcej niekonwencjonalnych kierunków na uczelniach dzięki czemu młodzież i nie tylko ma większy wybór do kreowania swojej przyszłości.
- Zwiększenie komfortu transportu na skalę światową - krótki czas podróży na bardzo duże odległości, tanio mimo wysokich kosztów poświęconych do realizacji projektu.

Zagrożenia:

- Rozszczelnienie rur próżniowych, - mogłoby to spowodować pogorszenie komfortu jazdy, zmniejszyć prędkość przemieszczania się, wpłynąć na wytrzymałość materiałów całej konstrukcji, doprowadzić do zniszczenia obiektu ze względu na odchylenia od normy co mogłoby spowodować wykolejenie się wagonu przewozowego.
- Łatwy cel dla terrorystów - atak terrorystyczny przeprowadzony na Hyperloop spowodowałby sparaliżowanie na długi czas całego środka transportu na danej trasie. Dodatkowo przy tak dużej prędkości kapsuł i ich częstotliwości wyjeżdżania z terminali prawdopodobnie nie obyłyby się bez ofiar.
- Małe zainteresowanie przez przedsiębiorstwa oraz ludzi - ryzyko pojawiające się przy każdym nowym projekcie, przedsięwzięciu czy technologii. Ludzie wolą inwestować w coś, co na pewno przyniesie im duże zyski. Nie mają pewności jak Hyperloop, mimo swoich zalet, zostanie przyjęte przez społeczeństwo.
- Inne formy transportu będą próbowały walczyć z konkurencją - Hyperloop z pewnością będzie konkurencyjnym środkiem transportu dla kolei, głównie ze względu na bardzo krótki czas podróży. Aby pozyskać i nie stracić klientów, pozostałe formy transportu będą próbowały walczyć z konkurencją m.in. przez wprowadzenie niższych cen, zachęcających promocji czy optymalizowaniem czasu trwania przejazdów, co może być bardzo korzystne dla rozwoju tych gałęzi środków transportowych.

4. HYPERLOOP W POLSCE

4.1. HYPER POLAND

Hyper Poland to zespół inżynierów, działających w siedzibie w Warszawie. W 2015 r. wzięli udział w konkursie, jako jeden z 1200 zespołów z całego świata, organizowanym przez Elona Muska ukierunkowanego na projekt Hyperloop. Na swojej stronie podkreślają, że wiele z firm miało duże wsparcie z zewnątrz a oni mogli liczyć jedynie na własne pomysły. Posiadają zespół ds. rozwoju biznesu i zespół techniczny składający się z ponad 20 inżynierów. W lecie 2017 roku ich zespół studencki zbudował pierwszy polski prototyp pojazdu Hyperloop, który wziął udział w finale konkursu SpaceX pod Competition II w Kalifornii. W sierpniu 2017 r. zakończyli program akceleracyjny z HardGamma Ventures i Poczta Polska. Są najbardziej zaawansowaną technologicznie firmą Hyperloop w Europie i jedyną na świecie, która wykorzystuje tę technologię do rozwiązywania problemów sektora logistycznego [4].

4.2. TRASA WARSZAWA - WROCŁAW

W Polsce planowana trasa jest między Warszawą a Wrocławiem. Jest to wielkie osiągnięcie dla kraju i bardzo dobre przedsięwzięcie ukazujące rozwinięcie gospodarcze. Informacje co do czasu trwania szacuje się około 20-40 minut, gdzie pociągiem taka trasa zajmuje około 3-6 godzin, samochodem około 4 godzin. Zaplanowane są przystanki na tej trasie w kilku większych miejscowościach: Oleśnicy, Sieradzu, Łodzi i Skierniewicach [5].

5. PODSUMOWANIE

Cel pracy, którym była analiza szans i zagrożeń związanych z rozwojem nowoczesnego środka transportu został zrealizowany. Problemy badawcze, które dotyczyły funkcjonowania Hyperloop zostały rozwiązane. Jako metody badawcze, została wykorzystane zasoby prac naukowych udostępnionych oraz artykułów branżowych opublikowanych w internecie. Narzędziem wykorzystanym do opracowania była analiza SWOT. Udzielone odpowiedzi powstały na podstawie eksploracji zebranych materiałów oraz subiektywnych przemyśleń.

Rozważania, mające miejsce podczas rozwiązywania problemów badawczych, pozwoliły na sformułowanie poniżej przedstawionych wniosków na temat Hyperloop. Jeżeli państwa uczestniczące w projekcie nie zrezygnują z inwestycji oraz możliwości wybudowania Hyperloop na ich terenie będzie to wielki krok w przyszłość. Pomimo kilku wad i zagrożeń, osoby wykwalifikowane na pewno są

w stanie obejść całą problematykę związaną z tym projektem. Nasza analiza SWOT kieruje szczególną uwagę na aspekt bezpieczeństwa oraz środowiska. Najczęściej poruszane kwestie związane z inicjatywą powstawania większych konstrukcji na terenie miast i ich obrzeżach wiążą się z zagrożeniem od strony mieszkańców i ich niezadowolaniem. Podobne zastrzeżenia pojawiały się przy farmach z wiatrakami, panelami słonecznymi czy budową elektrowni atomowych. Mimo ryzyka jest to bardzo przyszłościowa myśl technologiczna, która zapoczątkuje nową erę. Daje wiele szans dla rozwoju intelektualnego ludzkości oraz może zagwarantować dużo miejsc pracy, tym samym wspierając gospodarkę wewnętrzną państwa.

LITERATURA

- [1] A. STABRYŁA Fragment opracowany na podstawie “Praktyka projektowania systemów organizacyjnych przedsiębiorstwa pod redakcją Adama Stabryły” Kraków 2015 s. 84
- [2] C. ANDERSON “If Elon Musk’s Hyperloop Sounds Like Something Out Of Science Fiction, That’s Because It Is” 15.07.2013 <https://www.businessinsider.com/elon-musks-hyperloop-science-fiction-2013-7?IR=T>
- [3] D. KOSIŃSKI Fragment opracowany na podstawie “Już niewiele brakuje, by pierwszy Hyperloop powstał właśnie w Polsce” 11.01.2017
- [4] HYPER POLAND Fragment opracowany na podstawie <https://www.hyperpoland.com/pl/> (stan strony na 20.10.2018)
- [5] J. ŠPACEK “Hyperloop One mīří i do Evropy” 07.06.2017 <http://www.procomputing.cz/2017/06/hyperloop-one-miri-i-evropy/>
- [6] Ł. MICHALIK ‘Hyperloop bez tajemnic – Elon Musk opublikował szczegōły systemu transportu’ <https://gadzetomania.pl/2949,hyperloop-bez-tajemnic-elon-musk-opublikowal-szczegoly-systemu-transportu> (stan strony na 20.10.2018)
- [7] Ł. MICHALIK Fragment opracowany na podstawie ‘Hyperloop bez tajemnic – Elon Musk opublikował szczegōły systemu transportu’ <https://gadzetomania.pl/2949,hyperloop-bez-tajemnic-elon-musk-opublikowal-szczegoly-systemu-transportu> (stan strony na 20.10.2018)
- [8] NEWSERIA.PL (JP) “Hyperloop czterokrotnie tańszy niż pociąg” https://www.wnp.pl/tech/hyperloop-czterokrotnie-tanszy-niz-pociag,308423_1_0_0.html
- [9] K. POLAK „Technologia Hyperloop i perspektywy jej zastosowania” Prace Instytutu Kolejnictwa – Zeszyt 156 (2017) s. 31
- [10] SPACE X “Hyperloop Alpha” s. 6
- [11] T. DOMAŃSKI “Wygraliśmy! Polska na liście krajów, w których powstanie Hyperloop” 07.06.2017 <https://www.spidersweb.pl/2017/06/hyperloop-w-europie.html>
- [12] VIRGIN HYPERLOOP ONE <https://hyperloop-one.com/our-story>
- [13] ZESPÓŁ PORTALU LAYAH D/S EKOLOGII H”yperloop szybki i tani ekologiczny transport XXI wieku” 04.03.2015 <https://layah.org/artykularnia/hyperloop-szybki-i-tani-ekologiczny-transport-xxi-wieku>

HYPERLOOP - ANALYSIS OF OPPORTUNITIES AND THREATS RELATED TO THE DEVELOPMENT OF MODERN TRANSPORT

Key words: *Hyperloop, SWOT analysis, Elon Musk.*

The article presents an impressive project of conveyance, which combines railway and airborne transport. In contents an outline of billionaire Elon Musk has been provided, who decided to support this technological idea. SWOT analysis of this project was carried out, by which subjective conclusions about investing in this type of solutions has been drawn. Summarized with thoughts on the Hyperloop development in Poland and its active participation in the project.