

# **Analiza potencjału automatyzacji terminalu kontenerowego w Gdańsku**

**Katarzyna Anna Kuźmicz** 

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: k.kuzmicz@pb.edu.pl

**Monika Glinko**

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: monika.glinko@gmail.com

**Anna Kondraciuk**

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: annakondraciuk97@gmail.com

**Łukasz Kowalczuk**

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: ukasz.kowalczuk88@gmail.com

## **Streszczenie**

Celem artykułu jest przegląd nowoczesnych rozwiązań w zakresie automatyzacji w terminalach kontenerowych na świecie oraz odniesienie kierunków rozwoju automatyzacji terminali kontenerowych do warunków portu w Gdańsku. W pierwszej części artykułu przedstawiono wyniki przeprowadzonego przeglądu literatury dotyczącej najnowszych rozwiązań w zakresie automatyzacji terminali kontenerowych. Następnie scharakteryzowano metodę badawczą wykorzystaną do przeprowadzenia badania, jaką jest analiza SWOT oraz przedstawiono jej wyniki dla wdrożenia automatyzacji w Terminalu Kontenerowym DTC w Gdańsku.

## **Słowa kluczowe**

terminal kontenerowy, automatyzacja, pojazd autonomiczny, bezałogowy statek powietrzny, dron, Terminal Kontenerowy DCT Gdańsk

## Wstęp

Postępujący rozwój konteneryzacji stwarza warunki presji do zwiększania efektywności i wydajności pracy terminali przeładunkowych [Pesch i Kuźmicz 2019; Kuźmicz i Pesch, 2017, 2019]. Jest to wyzwanie dla zarządzających terminalami i jednym ze sposobów na sprostanie rosnącym wymaganiom jest automatyzacja procesów zachodzących w terminalach.

Automatyzacja terminali kontenerowych jest pojęciem stworzonym na potrzeby określenia otwartego w 1993 roku terminalu ECT Delta w Rotterdamie. Pojęcie to przez pewien czas było stosowane do terminali wykorzystujących jedynie automatyczne maszyny na placu. Wraz z czasem termin poszerzał się o nowe technologie integrujące więcej procesów w suchych lub morskich portach kontenerowych. Koncepcja zautomatyzowanych terminali wciąż rozwija się w kierunku procesu zintegrowanego.

### 1. Trendy w automatyzacji terminali kontenerowych na świecie

Automatyzacja obejmuje wykorzystanie elementów mechanicznych, hydraulicznych, pneumatycznych, elektrycznych i komputerowych w celu ograniczenia ludzkiej pracy w procesie. Zazwyczaj dotyczy to przewidywalnych, powtarzalnych i programowalnych działań. Pojęcie to dotyczy również automatycznego zbierania informacji oraz wykorzystywania ich do udoskonalania procesu [Martín-Soberón i in., 2014, s. 195].

Kluczowe znaczenie w terminalach mają urządzenia służące do przemieszczania i manipulacji ładunkami. Dzięki nim centra mogą znacząco przyspieszyć prowadzone działania na placu, ograniczyć błędy człowieka oraz zwiększyć bezpieczeństwo pracowników i ładunków. Urządzeniami najczęściej wykorzystywanymi są [Mateczak, 2015, s. 73-74]:

- automatycznie sterowane pojazdy AGVs (*Automatic Guided Vehicles*),
- automatycznie sterowane pojazdy - Lift AGV - Ls (*Automated Guided Vehicles - Lift*),
- automatycznie sterowane pojazdy podnoszące ALVs (*Automated Lifting Vehicles*),
- automatyczne urządzenia dźwigowe ASCs (*Automated Stacking Cranes*) lub A-RMG (*Automated Rail Mounted Gantries*),
- automatyczne wozy podsiębierne AShC (*Automated Shuttle Carrier*).

W związku z tym, że trzy pierwsze typy pojazdów są do siebie podobne i służą do przewozu kontenerów na terenie terminalu, a jednocześnie AGV – L, jak również

ALV charakteryzują się zdolnością do samozaładunku, warto zastanowić się, w jaki sposób pojazdy te różnią się od siebie oraz, który z nich jest najbardziej wydajny i opłacalny. Przeprowadzono wiele badań na ten temat, na przykład na terenie terminalu kontenerowego CTA w Hamburgu, czy *Euromax* w Rotterdamie. Porównanie wykonano pod względem różnych aspektów, jak na przykład zużycie energii, obciążenia kół, konserwacja pojazdów, wydajność jazdy czy złożoność techniczna [Saanen, 2016, s. 30-31]. Wybrane wyniki porównania zestawiono w tabeli 1.

**Tab. 1.** Porównanie urządzeń AGV, Lift-AGV i ALV

	AGV (silnik spalinowy/ akumulator)	Lift-AGV (silnik spali- nowy/akumulator)	ALV (silnik spalinowy)
Masa własna pojazdu	26t / 26t	31t / 31t	52t
Maksymalna ładowność	70t	70t	50t
Ilość kół	4	4	6
Obciążenie koła (pusty pojazd)	6,5t	7,8t	8,7t
Obciążenie koła (przy obciążeniu 50t)	19t	20,3t	17t
Zużycie paliwa / energii na godzinę	$7,5 \frac{l}{h} / 17 \frac{kW}{h}$	$12 \frac{l}{h} / 27 \frac{kW}{h}$	$17 \frac{l}{h}$
Emisja CO <sub>2</sub> na godzinę	$19,3 \frac{kg}{h} / 4,9 \frac{kg}{h}$	$30,9 \frac{kg}{h} / 6,4 \frac{kg}{h}$	$43,6 \frac{kg}{h}$
Koszt energii	1,25 € / 0,43 €	1,33 € / 0,45 €	2,13 €
Poziom intensywności / częstotliwości konserwacji pojazdu (1=niski – 10=wysoki)	5 / 1	6 / 2	9
Maksymalna prędkość (pusty pojazd)	$6 \frac{m}{s}$	$6 \frac{m}{s}$	$6,6 \frac{m}{s}$
Maksymalna prędkość (przy obciążeniu 50t)	$6 \frac{m}{s}$	$6 \frac{m}{s}$	$5 \frac{m}{s}$
Koszt pojazdu	540 000 €	680 000 €	850 000 €
Godzinny koszt operacyjny	10 €	14 €	37 €

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Saanen, 2016, s. 31-35).

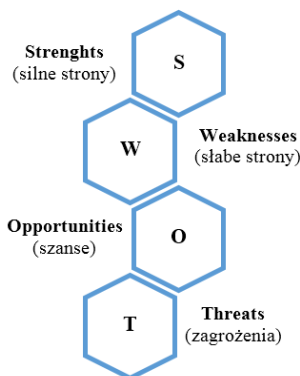
Analizując dane zawarte w tabeli 1 można zauważyć, że obciążenia kół poszczególnych pojazdów są do siebie podobne, różne są natomiast ich maksymalne ładowności. W przypadku ALV jest ona o 20 ton mniejsza w porównaniu do pozostałych

pojazdów. W sytuacji, gdy suwnica QC (*quay crane*) jest przystosowana do przeniesienia dwóch kontenerów jednocześnie, których masa przewyższa 50 ton, ALV musi przewozić kontenery pojedynczo, co wydłuża czas pracy i wskazuje na niską wydajność pojazdu. Kolejny porównywany aspekt to zużycie energii, które jest ważnym czynnikiem wpływającym na koszty. Im pojazd jest cięższy, tym więcej zużywa paliwa lub energii. W tym przypadku, również ALV plasuje się na ostatnim miejscu. Ponadto, pojazdy wyposażone w podnośniki wymagają dodatkowej energii, w związku z czym, jej zużycie również będzie większe. Wyższe zużycie paliwa przekłada się z kolei na zwiększoną emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery. Porównując częstotliwość i intensywność konserwacji pojazdów, można stwierdzić, że im więcej ruchomych części posiada pojazd, tym częściej trzeba przeprowadzać jego konserwację. W związku z tym, w przypadku AGV napędzanego akumulatorowo częstotliwość konserwacji jest najniższa, a w przypadku ALV – najwyższa. Kolejnym porównywalnym aspektem są koszty. Ich wartości przedstawione w tabeli są uśrednione, gdyż będą się różnić w zależności od sytuacji. Można jednak zauważyć, że największy koszt pojazdu i największy koszt operacyjny liczony na godzinę dotyczy ALV. Reasumując, można stwierdzić, że pojazdem, który zapewnia najbardziej korzystny stosunek wydajności do ceny oraz niską emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery Lift-AGV zasilany akumulatorowo [Saanen, 2016, s. 31-35].

## 2. Charakterystyka metody badawczej – analiza SWOT

Analiza SWOT jest metodą analizy strategicznej, która może służyć do kompleksowego badania wnętrza organizacji i jej otoczenia, produktu, projektu, przedsięwzięcia, jednostki terytorialnej, przemysłu lub osób [Ingaldi, 2017, s. 22]. Metoda SWOT może być wykorzystywana w organizacjach jako technika diagnozy organizacji, narzędzie tworzenia strategii marketingowych oraz biznesplanów. Można ją stosować w odniesieniu do całej organizacji lub jej części [Asejczyk-Woroniecka, 2016, s. 314]. Metoda wskazuje mocne strony, słabe strony, szanse oraz zagrożenia rozpatrywanego zjawiska. Przeprowadzanie analizy SWOT polega na zidentyfikowaniu wszystkich czynników mających wpływ na rozwój danej organizacji lub jednostki terytorialnej, a następnie sklasyfikowaniu ich do poszczególnych grup, które zestawia się najczęściej w postaci tabeli [Nazarko i Kędzior, 2010, s. 67; Nazarko, 2013]. Mocne i słabe strony mają dotyczyć danego przedsięwzięcia, organizacji, zaś szans i zagrożeń powinno się dostrzegać w otoczeniu. Po wykonaniu analizy należy wykorzystywać szanse za pomocą mocnych stron, pracować nad słabymi stronami oraz unikać zidentyfikowanych zagrożeń [Kucharczyk i Kardas, 2018, s. 3].

SWOT to akronim składający się z pierwszych liter angielskich wyrazów, określających cechy zasobów organizacji i jej otoczenia (rys. 1) [Asejczyk-Woroniecka, 2016, s. 312].



Rys. 1. Znaczenie słowa SWOT

Źródło: [Szmítka, 2015, s. 80].

Zakłada się, że inspiracją naukową i metodologiczną do stworzenia koncepcji analizy SWOT była technika zarządzania – analizy pola sił, opracowana w latach pięćdziesiątych XX wieku przez K. Lewina, pioniera nauk społecznych. Analiza ta ukazuje złożoność procesu zmian oraz związek pomiędzy siłami napędzającymi pozytywne zmiany, a siłami ograniczającymi zmiany. Inne źródła podają, że podstawą analizy SWOT mogły być założenia opracowane w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych XX wieku przez naukowców z Harvard Business School: A. Learned, C. Christensen, R. S. Andrews i D. Guth [Nazarko i in., 2017, s. 483].

Analiza SWOT pochodzi od badań przeprowadzonych w Stanford Research Institute w latach 1960-1970. Badania zostały sfinansowane przez największe amerykańskie przedsiębiorstwa z listy Fortune 500. Przyczyną analizy była konieczność ustalenia przyczyn niepowodzenia korporacyjnego planowania strategicznego oraz znalezienia rozwiązania na poprawę procesów biznesowych. Zespół badawczy opracował cztery grupy czynników, które mają wpływ na efekty procesu planowania: czynniki dobre w teraźniejszości, czynniki pozytywne w przyszłości, które są szansą, czynniki złe w teraźniejszości będące błędami oraz czynniki złe w przyszłości, które są zagrożeniami. W ten sposób powstała analiza SOFT, która została następnie przekształcona na SWOT. W późniejszym czasie metoda była używana coraz częściej, rozszerzając swoją popularność [<https://www.businessballs.com/strategy-innovation/swot-analysis/>, 20.05.2020].

Analiza SWOT przeprowadzana jest w następujących etapach [Nazarko i Kędzior, 2010, s. 68; Szmitka, 2015, s. 82; Nowicki, 2015, s. 330]:

- scharakteryzować obiekt podlegający analizie i wskazać cel przeprowadzenia diagnozy;
- zidentyfikować jak najwięcej czynników wewnętrznych wobec organizacji;
- z puli czynników wewnętrznych wybrać najistotniejsze i dokonać ich podziału na dwie grupy: mocne i słabe strony;
- zidentyfikować jak najwięcej czynników zewnętrznych, które obejmują między innymi zmiany środowiskowe, społeczno-ekonomiczne, czy zachowania konkurencji;
- z puli czynników zewnętrznych wybrać najistotniejsze i dokonać ich podziału na dwie kolejne grupy: szanse i zagrożenia;
- określić pozycję strategiczną przedsiębiorstwa i kierunki jego rozwoju.

Czynniki mające wpływ na organizację dzieli się na wewnętrzne i zewnętrzne w stosunku do organizacji oraz na te, które mają na nią pozytywny i negatywny wpływ. Na rysunku 2 przedstawiono cztery kategorie czynników, jakie powstają ze skrzyżowania tych dwóch podziałów [Szmitka, 2015, s. 81].

	pozytywne	negatywne
wewnętrzne	mocne strony	słabe strony
zewnętrzne	szanse	zagrożenia

**Rys. 2.** Klasyfikacja czynników w analizie SWOT

Źródło: (Kajda, 2002, s. 236).

Mocne strony to pozytywne czynniki wewnętrzne, stanowiące atuty i zalety przedsiębiorstwa. Są to unikalne produkty lub zasoby, umożliwiające osiągnięcie przewagi konkurencyjnej i zajęcie wysokiej pozycji na rynku. Wśród nich wyróżnić można dobrze opracowane strategie, pozytywną opinię wśród klientów, kluczowe umiejętności, wysokie środki finansowe. Słabe strony przedsiębiorstwa to z kolei negatywne czynniki wewnętrzne, czyli wszystkie zasoby i sposoby funkcjonowania,

stanowiące wady lub słabości, które obniżają sprawność przedsiębiorstwa, ograniczają jego rozwój oraz wdrażanie nowych strategii. Do słabych stron można zaliczyć niską rentowność, brak wykwalifikowanych pracowników, słaby wizerunek, wysokie koszty jednostkowe, złożone problemy operacyjne. Szanse to pozytywne czynniki zewnętrzne. To procesy i zjawiska, które znajdują się w otoczeniu organizacji i jednocześnie stanowią czynnik lub impuls, który przy odpowiednim zidentyfikowaniu i wykorzystaniu staje się możliwością na zmiany i rozwój przedsiębiorstwa, a także osiągnięcie założonego celu i wysokich wyników działania. Zagrożenia to z kolei procesy i zjawiska zachodzące w otoczeniu przedsiębiorstwa, mające na nie negatywny wpływ. Mogą utrudniać funkcjonowanie i stanowić barierę do rozwoju. Wśród czynników zewnętrznych, które mogą wpływać na przedsiębiorstwo pozytywnie, jak i negatywnie wyróżnia się: pojawienie się konkurencji, istnienie barier wejścia na rynek, strukturę popytu, wielkość rynku, tendencje cenowe, warunki i pewność dostaw, lojalność odbiorców i klientów, zapotrzebowanie na oferowane usługi [Szmítka, 2015, s. 82-86; Nowicki, 2015, s. 326-327].

Po przeprowadzeniu analizy SWOT organizacji, należy wybrać strategię postępowania w zależności od przewagi czynników pozytywnych lub negatywnych wewnątrz organizacji lub w jej otoczeniu. Wyróżniono następujące strategie:

- strategia agresywna (mocne strony-szanse) - przedsiębiorstwo posiada przeważającą ilość szans i silnych stron, dlatego powinno zdobywać nowe rynki, dążyć do dalszego rozwoju, maksymalnie wykorzystywać swoje zalety, aby zdobywać przewagę konkurencyjną;
- strategia konkurencyjna (słabe strony-szanse) - odnosi się do organizacji, która ma przewagę słabych stron i jednocześnie działa w korzystnym środowisku, które może przynieść szanse sprzyjające rozwojowi; strategia powinna koncentrować się na wykorzystaniu możliwości, eliminowaniu słabości i błędów wewnętrznych; będzie to łatwiejsze do zrealizowania przy sprzyjających warunkach zewnętrznych;
- strategia konserwatywna (mocne strony-zagrożenia) - przedsiębiorstwo w tej sytuacji powinno wykorzystywać swoje mocne strony i wysoki potencjał, aby zminimalizować zagrożenia z otoczenia; przykładami takiego działania mogą być: segmentacja rynku, selekcja produktów lub przejmowanie konkurentów wchodząc na ich rynki, gdy branża przedsiębiorstwa jest zagrożona;
- strategia defensywna (słabe strony-zagrożenia) - dotyczy organizacji ze słabym potencjałem wewnętrznym, a także będącej w niekorzystnej sytuacji jej otoczenia; dotyczy to sytuacji, gdy usługi lub produkty organizacji są na niskim poziomie, następuje spadek sprzedaży, dochodów, a firma traci

udział w rynku; rozwiązaniami dla przedsiębiorstwa mogą być starania o przetrwanie na rynku lub połączenie się z inną organizacją [Kucharczyk i Kardas, 2018, s. 4].

Wśród zalet zastosowania analizy SWOT można wyróżnić [Asejczyk-Woroniecka, 2016, s. 314; Szmítka, 2015, s. 89]:

- kompleksowość;
- uniwersalność;
- prostotę – do przeprowadzenia metody nie są potrzebne szczególne umiejętności;
- łatwe przejście z etapu planowania do etapu analizy;
- możliwość rozróżnienia i podział czynników na te, na które organizacja ma wpływ i nie;
- możliwość zbadania i wyeliminowania słabych stron;
- możliwość zbadania i pielęgnowania mocnych stron;
- możliwość zbadania zagrożeń i dążenia do ich wyeliminowania;
- możliwość zbadania i wykorzystania szans na rozwój.

Do wad można zaliczyć:

- ryzyko oceny z dużym stopniem subiektywizmu osób przeprowadzających analizę;
- metoda może nie zawsze przynosić oczekiwane rezultaty, dlatego często istnieje konieczność przeprowadzenia analizy TOWS, w celu uzupełnienia obrazu sytuacji rozpatrywanego zjawiska i jego otoczenia;
- metoda może być trudna do przeprowadzania z powodu zidentyfikowania i oceny wnętrza przedsiębiorstwa a także otoczenia; należy liczyć się z analizą na wielu płaszczyznach, co może być skomplikowane i czasochłonne;
- podział czynników jedynie na dwie kategorie (pozytywne i negatywne) jest dużym uproszczeniem i może nie poruszyć innych kwestii, na przykład pogłębienia się nad analizą czynników, przeanalizowaniu przyczyn słabych stron i oceną wpływu elementów analizy SWOT na wzajemnie oddziaływające [Szmítka, 201, s. 88-89];
- niektóre ze zidentyfikowanych czynników mogą nie pasować do żadnej z kategorii;
- nie można udowodnić skuteczności tej metody;
- zlecenie przeprowadzenia analizy SWOT podmiotom zewnętrznym może skutkować zbyt słabym dopasowaniem wyników analizy do badanej organizacji [Asejczyk-Woroniecka, 2016, s. 314].

Analiza SWOT jest narzędziem bardzo uniwersalnym i ma zastosowanie na początku określania planów strategicznych [Kononiuk 2010, s. 105]. Wykorzystuje się



ją między innymi w jednostkach publicznych, w zarządzaniu strategicznym, czy też podczas budowania strategii różnych organizacji (biznesowych i non profit) [Asejczyk-Woroniecka, 2016, s. 312, 314].

### **3. Analiza SWOT potencjału automatyzacji Głębokowodnego Terminalu Kontenerowego (DCT)**

Port w Gdańsku, aby umacniać swoją pozycję konkurencyjną musi stale monitorować rozwiązania technologiczne wprowadzane w portach na świecie, dokonując benchmarkingu stosowanych praktyk [Kuźmicz 2015a, s. 66, 2015b, s. 492; Nazarko i in. 2007; Vought i in., 2008]. Konieczne jest zwiększanie efektywności pracy terminalu, aby nie stanowił on wąskiego gardła w korytarzach transportowych [Nazarko i in., 2017 s. 5].

Głębokowodny Terminal Kontenerowy (Deepwater Container Terminal, DCT) jest największym terminalem kontenerowym w Polsce i jako jedyny port na Morzu Bałtyckim jest w stanie obsługiwać głębokowodne, transoceaniczne kontenerowce. Terminal Kontenerowy DCT w Gdańsku posiada dwa terminale kontenerowe. Pierwszy terminal T1 został oddany do użytku w 2007 roku, zaś drugi terminal T2 rozpoczął działalność w 2016 roku. Realizacja projektu terminalu T2 pozwoliła na uzyskanie 5 kontenerowych suwnic nabrzeżowych Ship to Shore (STS), dzięki czemu ich łączna liczba w Porcie w Gdańsku zwiększyła się do 11 suwnic STS. W skład wyposażenia obu terminali wchodzi ponadto 35 suwnic bramowych typu Rubber Tyred Gantry (RTG), chwytynie suwnic STS, podnośniki do kontenerów RS, układarki do pustych kontenerów, ciągniki terminalowe, naczepy, 4 tory bocznic kolejowych oraz Terminalowy System Operacyjny Navis. Budowa terminalu umożliwiła dwukrotne zwiększenie możliwości przeładunkowych DCT Gdańsk wynoszące do 3 milionów TEU rocznie [<https://dctgdansk.pl/o-dct/historia/>, 19.08.2020; <https://dctgdansk.pl/inwestycje/projekt-t2/>, 19.08.2020; <https://dctgdansk.pl/o-dct/projekty-unijne/>, 22.08.2020]. W 2018 roku Terminal DCT w Gdańsku zapoczątkował wdrażanie mającego trwać 3 lata programu T2B, mającego na celu doskonalenie swoich usług. Projekt będzie realizowany między innymi poprzez zakup 3 nowoczesnych suwnic nadbrzeżnych STS z wysięgiem 25 rzędów kontenerów, zakup 5 suwnic eRTG, zwiększenie powierzchni użytkowej placów składowych, przebudowę bocznic kolejowej w celu zwiększenia jej potencjału przeładunkowego, zakup 3 zelektryfikowanych suwnic kolejowych Rail Mounted Gantry (RMG). Projekt T2B umożliwi wdrożenie automatyzacji w obszarze procesów bramowych na drodze i kolei [<https://dctgdansk.pl/inwestycje/program-t2b/>, 19.08.2020]. W ramach projektu od 11 sierpnia 2019 roku funkcjonuje system OCR

[<https://dctgdansk.pl/inwestycje/projekt-t2/ocr/>, 21.08.2020] służący do gromadzenia, przetwarzania danych oraz automatycznego rozpoznawania samochodów ciężarowych, pociągów i kontenerów. Na terenie terminalu zostały umieszczone drogowe i kolejowe portale OCR z zainstalowanymi kamerami do optycznej rejestracji, a także bramy wjazdowe i wyjazdowe [Moszyk, <https://dctgdansk.pl/wp-content/uploads/2019/04/20190410-Automatyczne-bramy-DCT.pdf>, 21.08.2020]. Do sprawnej obsługi przyjeżdżających ciężarówek z kontenerami służy system awizacji e-Brama [<https://dctgdansk.pl/inwestycje/program-t2b/>, 19.08.2020], który jest zintegrowany z systemem terminalu DCT. System OCR umożliwia automatyczną weryfikację kontenerów, tożsamości kierowców, numerów rejestracyjnych samochodów ciężarowych i nacze, identyfikację wagonów kolejowych, sprawdzanie stanu plomb oraz archiwizację danych. Dzięki powyższym rozwiązaniom możliwa jest optymalizacja procesów związanych z poruszaniem się kontenerów przez kompleks bramowy oraz rozwiązanie problemów wąskich gardeł w terminalu DCT w Gdańsku [<https://dctgdansk.pl/wp-content/uploads/2019/04/20190410-Automatyczne-bramy-DCT.pdf>, 21.08.2020].

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy SWOT dla Terminalu DCT w Gdańsku.

**Tab. 2.** Analiza SWOT

<b>Analiza SWOT</b>	
<b>Mocne strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– urządzenia zautomatyzowane są w stanie usprawnić pracę terminalu kontenerowego, zwiększając tym samym produktywność i przepustowość terminalu;</li> <li>– zautomatyzowane suwnice bramowe umożliwiają składowanie kontenerów w stopy, pozwalając na lepsze wykorzystanie przestrzeni składowej terminalu wdrożenie w pełni zautomatyzowanych i bezzałogowych urządzeń powoduje wyeliminowanie czynnika ludzkiego, co wpływa na wzrost bezpieczeństwa na terenie terminalu kontenerowego;</li> <li>– wdrażanie urządzeń elektrycznych prowadzi do mniejszego zużycia energii, obniżenia poziomu hałasu oraz wyeliminowania emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wysokie koszty wdrażania automatyzacji (urządzeń i oprogramowania);</li> <li>– mała elastyczność systemów informatycznych i trudne lub niemożliwe dostosowanie się ich do niespodziewanych sytuacji;</li> <li>– ryzyko awarii systemów informatycznych; ich serwisowanie wymaga czasu, co prowadzi do przestoju w terminalu kontenerowym;</li> <li>– inspekcje za pomocą dronów wymagają dość wysokich kosztów wdrożenia z powodu zakupu technologii, opracowania modeli 3D danych obiektów, opracowania planu trasy, odpowiednio wyszkolonego personelu do obsługi lub korzystania z pełnych usług z zewnątrz;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– wprowadzenie urządzeń bezzałogowych powoduje mniejsze zapotrzebowanie na kadre pracowniczą; jedynymi operatorami są osoby zarządzające i nadzorujące pracę tych urządzeń;</li> <li>– zmniejszenie kosztów operacyjnych i kosztów utrzymania zautomatyzowanych urządzeń;</li> <li>– zautomatyzowany system inspekcji infrastruktury portowej za pomocą dronów może pozwolić na redukcję kosztów w działalności portowej poprzez zminimalizowanie przerw na inspekcje infrastruktury portowej oraz kosztów inspekcji konwencjonalnej;</li> <li>– drony pozwalają na sprawną kontrolę infrastruktury portowej, składowanych materiałów sypkich oraz pracy personelu, co zwiększa bezpieczeństwo w porcie;</li> <li>– system dronów może posłużyć do bezpiecznej nawigacji statków w porcie oraz monitorowania ruchu morskiego;</li> <li>– drony pozwalają na szybkie reagowanie w razie katastrofy lub awarii; są wsparciem dla służb ratowniczych; pozwalają bezpiecznie uchwycić zaistniały problem;</li> <li>– korzystanie z inteligentnego zintegrowanego systemu zarządzania pozwoli na lepszą optymalizację procesów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ryzyko kolizji z innymi dronami w powietrzu lub kolizji dronów powierzchniowych ze statkami morskimi, a w związku z tym ryzyko zagrożenia zdrowia i życia ludzi w wyniku spadającego drona; wymóg niezawodnej kontroli ruchu lotniczego i systemu ostrzeżeń lub ścisłej kontroli operatora;</li> <li>– ograniczony zasięg działania dronów, wynikający z pojemności elektrycznej baterii, ciężaru pojazdu oraz ciężaru przewożonego ładunku;</li> <li>– trudności związane z integracją wielu różnych zautomatyzowanych urządzeń i ich systemów;</li> <li>– utrudniona implementacja nowych inwestycji w istniejącą infrastrukturę;</li> <li>– wprowadzenie automatyzacji w porcie w Gdańsku może przyczynić się do zwolnień pracowników; ryzyko zwiększenia bezrobocia poprzez zastąpienie pracy ludzkiej urządzeniami zautomatyzowanymi</li> </ul>
<p><b>Szanse</b></p>	<p><b>Zagrożenia</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– intensywny rozwój technologii informatycznych, umożliwiający wprowadzenie takich systemów, które w pełni usprawnią pracę terminalu kontenerowego;</li> <li>– możliwość zakupienia i wdrożenia w przyszłości obecnie testowanych technologii w innych portach;</li> <li>– rozwój i wdrożenie w Polsce technologii sieci 5G pozwoli zwiększyć przepustowość danych dla mobilnych technologii i aplikacji w porcie;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– niewystarczające kwalifikacje pracowników, niezbędne do obsługi nowoczesnych technologii;</li> <li>– nieoptymalność automatyzacji terminalu kontenerowych, ze względu na sezonowość; i nieregularność napływu ładunków</li> <li>– trudne warunki pogodowe (opady atmosferyczne, silne wiatry) są barierą do wprowadzenia bezzałogowych statków powietrznych z powodu systemów elektrodynamicznych dronów, obniżonej widoczności obrazów kontrolnych podczas inspekcji</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>– rozwój digitalizacji w logistyce morskiej; wymiana informacji i dokumentów transportowych wyłącznie drogą elektroniczną; czerpanie przykładu z innych portów, na przykład w Hamburgu czy Szanghaju, w których procesy przeładunkowe są zautomatyzowane</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>– ryzyko tego, że budowana infrastruktura będzie niewystarczająca do rosnących wymagań rynku</li></ul> |
|--|--|

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Berner i Chojnacki, 2016, s. 234; Garwol, 2018, s. 362; Kaup i Chmielewska-Przybyś, 2012, s. 518; Kubowicz, 2019, s. 487; Martín-Soberón i in., 2014, s. 196-199; Matczak, 2015, s. 75; Port of Hamburg magazine, 2020, s. 17; Salomon, 2013, s. 73-76; Stein, 2018, s. 159-160; Wiśnicki i in., 2015, s. 234; <http://info.industrialskyworks.com/blog/everything-you-need-to-know-about-drone-inspections-is-here>, 21.05.2020; [https://eicluster.dk/sites/default/files/publications/drones\\_for\\_offshore\\_and\\_maritime\\_missions\\_sdu\\_spring\\_2018.pdf](https://eicluster.dk/sites/default/files/publications/drones_for_offshore_and_maritime_missions_sdu_spring_2018.pdf), 22.05.2020; <https://hhla.de/en/customers/services/logistics/drone-operation>, 22.05.2020; <https://new.abb.com/marine/generations/technology/automated-container-terminals-are-taking-off>, 22.05.2020; [https://real-logistics.pl/blog/czy-polskie-terminale-kontenerowe-maja-szanse-na-automatyzacje\\_67](https://real-logistics.pl/blog/czy-polskie-terminale-kontenerowe-maja-szanse-na-automatyzacje_67), 22.05.2020; <https://www.airoboticsdrones.com/sea-ports/>, 22.05.2020; <https://www.gospodarkamorska.pl/Porty,Transport/polski-port-community-system--oddolnie-i-odgornie-budowany.html>, 22.05.2020; <https://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/automated-guided-vehicles>, 22.05.2020; <https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf>, 22.05.2020; <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/porty/port-hamburg-rozwija-technologie-przyszlosci-64494.html>, 22.05.2020].

## Mocne strony

Automatyzacja terminalu może pomóc w obsłudze rosnącej liczby obsługiwanych ładunków. Rosnąca liczba towarów będzie wymagała zwiększonej produktywności i przepustowości, a automaty są w stanie pomóc w optymalizacji procesów. Technologie automatyzacji są w stanie również zoptymalizować przestrzeń w blokach składowych terminalu. To skutkuje sprawniejszą obsługą transportów.

Automatyzacja może doprowadzić do zmniejszenia kosztów w kilku obszarach działania terminalu. Zautomatyzowany terminal działa bardziej optymalnie, a co za tym idzie spadają koszty utrzymania oraz koszty operacyjne. Do tego takie czynności jak inspekcje infrastruktury, jeżeli są zautomatyzowane, mogą być prowadzone znacznie częściej. Dzięki temu możliwa jest identyfikacja błędów znacznie wcześniej, co zmniejsza szansę tego, że te błędy utrudnią działanie terminalu. Oprócz tego, jeżeli wykorzystuje się technologie elektryczne, zmniejszają się czynniki zewnętrzne takie jak: zanieczyszczenie powietrza, emisja CO<sub>2</sub>, hałas, a co za tym idzie zmniejszają się koszty związane z obsługą i przeciwdziałaniem tym negatywnym czynnikiem.

Automatyzacja ograniczy również personel, szczególnie ten, który pracuje na placu. Doprowadzi to do zmniejszenia ryzyka zaistnienia błędów wywołanych czynnikiem ludzkim. To również zmniejszy ryzyko wypadków, w których człowiek może zostać poszkodowany. Ponadto, spowoduje to zmniejszenie wydatków na kadre pracowniczą.

Wykorzystanie dronów może mieć bardzo pozytywny wpływ na działanie terminalu. Drony mogą znacząco ułatwić kontrolę nad procesem, co przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa ładunków i personelu. Ma to szczególne znaczenie przy nawigacji statków. Jako, że Terminal kontenerowy w Gdańsku przyjmuje transoceaniczne kontenerowce, to nawet drobne wypadki mogą doprowadzić do ogromnych strat. Dlatego, kluczową sprawą jest zwiększenie bezpieczeństwa jednostek pływających. W tym mogą pomóc systemy dronów służących do nawigacji. Autonomiczne pojazdy służące do nadzoru są również bardzo pomocne w przypadku awarii. Są w stanie szukać poszkodowanych, nagrywać zdarzenie i są bardzo pomocne nie tylko dla portu, ale również dla służb mundurowych.

Przy wykorzystaniu wielu systemów i pojazdów autonomicznych, niezmiernie ważny jest nadzór nad wszystkimi operacjami, dlatego zintegrowane systemy mogą pomóc w zarządzaniu procesem, zbieraniu danych, a nawet w tworzeniu prognoz. Dzięki tym funkcjom terminal nie tylko sprawnie działa, ale również potrafi dostarczyć danych ważnych dla zarządzania.

### **Słabe strony**

Wylimitowanie ludzi z procesu może mieć również negatywne skutki. Automaty mogą działać niesprawnie w niespodziewanych sytuacjach. Bez człowieka systemy informatyczne mogą nie potrafić podjąć decyzji w obliczu zdarzeń nieprzewidzianych. Może mieć to duże negatywne skutki, jeżeli błąd jest wynikiem awarii systemu. To może doprowadzić do sparaliżowania działań terminalu. Dlatego systemy informatyczne, w sytuacjach kryzysowych, powinny móc obsłużyć działania wykonywane przez zepsute system, innymi awaryjnymi systemami. Oprócz tego nadzór nad systemem powinny mieć wykwalifikowane do tego osoby.

Problemem może się okazać proces wprowadzania innowacji do działającego gdańskiego terminalu. Przede wszystkim jest to proces kosztowny, co wymaga odpowiednich przygotowań finansowych, szczególnie, że automatyzacja portu będzie oznaczać konieczną przebudowę istniejącej już infrastruktury. Jako, że Terminal DCT wciąż działa, pogodzenie normalnych operacji centrum oraz przebudowy może sprawiać trudności. To oznacza, że przez pewien czas będzie konieczne jednoczesne działanie kilku systemów. W tym samym czasie będą musiały pracować maszyny prowadzone przez ludzi i te automatyczne. Pogodzenie tego jest znaczącym wyzwaniem.

Kolejnym kosztownym aspektem wprowadzenia automatyzacji w Terminalu Gdańskim jest konieczność zakupu technologii potrzebnych do sprawnego działania dronów. Będzie konieczne stworzenie odpowiednich modeli 3D obiektów w porcie, opracowania przepływu i przelotu dronów oraz najem lub szkolenia pracowników. Są to kosztowne inwestycje, które muszą zostać dopasowane do warunków terminalu.

Drony będą musiały zostać dostosowane do specyfiki gdańskiego terminalu kontenerowego. Flota musi być gotowa na obsługę aż 75 hektarów powierzchni. Wiatry mogą stwarzać zagrożenie zbaczania dronów z trasy lub nawet powietrznych kolizji. To będzie zagrażać nie tylko terminalowi, ale również całej okolicy.

Automatyzacja pracy może doprowadzić do redukcji liczby pracowników. Personel może czuć się zagrożony wprowadzaniem innowacyjnych technologii. Terminal gdański powinien być gotowy do oferowania szkoleń, innych miejsc pracy lub korzystnych dla pracowników warunków redukcji personelu. Bez tego istnieje ryzyko strajków, co może mieć zgubne skutki szczególnie w trudnym okresie wprowadzania innowacji.

### **Szanse**

Automatyzacja działania terminali kontenerowych jest dynamicznie rozwijającą się dziedziną. Co za tym idzie, mogą się pojawiać coraz to lepsze i bardziej konkurencyjne oferty nowych technologii. Już teraz kolejne innowacje są w fazach testów, co oznacza, że gdański terminal będzie mógł z nich korzystać. Rozwój innych komplementarnych technologii może mieć również pozytywny wpływ. Sieci 5G i światłowody będą mogły pozwolić na znacznie szybszą wymianę informacji pomiędzy poszczególnymi urządzeniami. Kluczowe znaczenie mogą mieć też nowe technologie w innych dziedzinach logistyki. Wymiana dokumentów pomiędzy środkami transportu, a terminalem może prowadzić do znacznego przyspieszenia takich procesów jak chociażby procedura celna.

### **Zagrożenia**

Ze względu na dynamikę rozwoju technologii, lokalna kadra pracownicza może nie być przygotowana na obsługę takiego sprzętu. Bez odpowiednich kwalifikacji nie jest możliwa obsługa tak skomplikowanych systemów.

Lokalna pogoda może mieć zgubny efekt na nowe technologie. Duże wiatry sprawiają zagrożenie dronom, a morskie powietrze może ułatwić korozję wielu urządzeniom. Zmienne warunki pogodowe utrudnią również pracę czujnikom i kamerom, co może znacznie utrudnić działanie terminalu. Należy odpowiednio wcześniej przygotować plany konserwacji i zapobiegania skutkom tych zjawisk. Przydatne będą wiaty chroniące czujniki, odpowiednia konserwacja urządzeń oraz szczegółowe procedury przygotowane na wypadek niepożądanego pogody.

Jako że rynek transportu morskiego zmierza w kierunku coraz rzadszych, ale większych ładunków, to może mieć negatywne skutki na działanie terminalu. Utrzymanie całego sprzętu wymaga stałego napływu zysków. Zwrócenie się gospodarki morskiej w kierunku bardziej sezonowych dostaw może mieć negatywny skutek na płynność finansową terminalu. Istnieje również ryzyko, że istniejąca dzisiaj technologia może być niewystarczająca do obsługi ładunków w przyszłości.

## **Podsumowanie**

Celem artykułu był przegląd automatyzacji w terminalach kontenerowych. Uzyskane wyniki pozwoliły wykonać analizę SWOT, w której wskazano mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia związane z wprowadzeniem automatyzacji w terminalu kontenerowym w Gdańsku. Analiza SWOT umożliwiła interpretację wskazanych czynników, porównanie pozytywnych i negatywnych stron przedsięwzięcia, a także była wsparciem w ukazaniu możliwości wdrożenia automatyzacji w porcie w Gdańsku.

Rozwój digitalizacji na świecie pozwala na coraz szersze wykorzystanie jej w optymalizacji dużej liczby operacji portowych oraz zmniejszenie kosztów operacyjnych największych terminali kontenerowych. Nowoczesne rozwiązania cyfrowe w portach przyczyniają się do skrócenia czasu obsługi jednostek kontenerowych i zwiększenia przepustowości terminalu. Zautomatyzowanie terminalu kontenerowego DCT w Gdańsku pozwoli na obsługę rosnącej liczby obsługiwanych ładunków. Wdrożenie pojazdów i urządzeń autonomicznych pozwoli na zwiększenie wydajności pracy i zmniejszenie kosztów w wielu obszarach. Są one wyposażone w czujniki, które umożliwią sprawną i nieprzerwaną pracę urządzeń. Ponadto, pojazdy zasilane akumulatorowo są przyjazne dla środowiska, gdyż charakteryzują się niższym poziomem hałasu, mniejszą emisją CO<sub>2</sub> do atmosfery, ale też wpływają na mniejsze zanieczyszczenie powietrza. Pojazdy wyposażone w platformy umożliwiają z kolei samodzielny załadunek kontenera bez pomocy dodatkowych urządzeń, co wpłynie na szybszy proces załadunku i rozładunku.

Szansą na podniesienie rentowności i konkurencyjności biznesowej terminalu w Gdańsku jest inwestowanie w najnowocześniejsze technologie, które są w stanie zastąpić powtarzalne, kosztowne, czasochłonne, a często nawet niebezpieczne czynności, które obecnie wykonuje człowiek. Wdrożenie bezzałogowych statków powietrznych, które obecnie sprawdzają się w porcie w Hamburgu, do sprawnej inspekcji trudno dostępnych urządzeń (jakimi są suwnice i dźwigi), pozwoli zwiększyć efektywność pracy terminalu. Drony mogą usprawnić także monitorowanie gdań-

skiego terminalu, mogą posłużyć przy procesach nawigacji statków, przez co przyczynią się do zwiększenia bezpieczeństwa. W przypadku awarii, pożarów, powodzi drony mogą być narzędziem wspomagającym szybkie zażegnanie problemu. Pomimo wad technologii dronów, jakimi są ryzyko kolizji, upadku, ograniczenia w ich zasilaniu, czy też barierami związanymi z warunkami atmosferycznymi, warto ponieść inwestycję w ich wdrożenie i równocześnie zapewnić jak najlepszą jakość urządzeń, centrum sterowania oraz odpowiednio wykwalifikowanych pracowników. Należy mieć także na uwadze, że ta technologia będzie ulepszana w przyszłości.

Zastosowanie technologii czujników oraz śledzenia może umożliwić dokładne kontrolowanie stosowanych w terminalu sprzętów, urządzeń dźwigowych, lokalizacji kontenerów, a także pozycji statków. Kontenery wyposażone w czujniki ułatwią rejestrację ładunków, umożliwią ich śledzenie, a nawet wykrycie niechcianej ingerencji w kontenery. Kolejną zaletą takich rozwiązań jest umożliwienie integracji procesów operacyjnych w terminalu oraz zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia pomyłek w pracy terminalu. Do zapewnienia bezpiecznej pracy personelu zaleca się wdrożenie specjalnych systemów na przykład urządzeń identyfikujących kierowców, pozwalających na wstęp do terminali tylko osobom do tego upoważnionym.

Terminal kontenerowy DCT w Gdańsku stale się rozwija, dlatego wprowadzenie automatyzacji pozwoli wyeliminować wąskie gardła, pojawiające się w procesach przeładunkowych. Terminal może czerpać wzorce z najbardziej zautomatyzowanych światowych portów, w których wdrożone rozwiązania sprawdziły się i pozwoliły w znacznym stopniu usprawnić pracę i zwiększyć przepustowość terminali. Możliwość wprowadzenia poszczególnych rozwiązań powinna być szczegółowo przeanalizowana w kwestii stosunku poniesionych nakładów do przewidywanych korzyści wynikających ze zwiększenia efektywności wykonywanych operacji, zmniejszenia kosztów operacyjnych oraz tych wynikających z eliminacji błędów ludzkich. Ważnym czynnikiem jest redukcja negatywnych emisji do środowiska dzięki elektryfikacji.

## ORCID iD

Katarzyna Anna Kuźmicz: <https://orcid.org/0000-0002-6897-0375>

## Literatura

1. ABB, *Automated container terminals are taking off*, <https://new.abb.com/marine/generations/technology/automated-container-terminals-are-taking-off>



2. Airobotics, *Automated Drone Solution for Sea ports*, <https://www.airoboticsdrones.com/sea-ports/> [22.05.2020]
3. AIROBOTICS, *AUTOMATED DRONE SOLUTION FOR SEA PORTS*, <https://www.airoboticsdrones.com/sea-ports/> [16.05.2020]
4. Asejczyk-Woroniecka M. (2016), *Zastosowanie analizy SWOT w doskonaleniu zarządzania jednostkami administracji terytorialnej*, *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia* 6(84), s. 311-321
5. Berner B., Chojnacki J. (2016), *Wykorzystanie dronów do transportu towarów*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 8, s. 233-23
6. BusinessBalls (2020), *SWOT Analysis*, <https://www.businessballs.com/strategy-innovation/swot-analysis/> [22.05.2020]
7. Cohen M. (2017), *Everything You Need to Know About Drone Inspections in the Energy Sector is Here*, <http://info.industrialskyworks.com/blog/everything-you-need-to-know-about-drone-inspections-is-here> [22.05.2020]
8. DCT Gdańsk (2019), *OCR*, <https://dctgdansk.pl/inwestycje/projekt-t2/ocr/> [21.08.2020]
9. DCT Gdańsk, *Historia*, <https://dctgdansk.pl/o-dct/historia/> [19.08.2020]
10. DCT Gdańsk, *Program T2B*, <https://dctgdansk.pl/inwestycje/program-t2b/> [19.08.2020]
11. DCT Gdańsk, *Projekt T2*, <https://dctgdansk.pl/inwestycje/projekt-t2/> [19.08.2020]
12. DCT Gdańsk, *Projekty Unijne*, <https://dctgdansk.pl/o-dct/projekty-unijne/> [22.08.2020]
13. Dolecki L. (2018), *Port Hamburg rozwija technologie przyszłości*, <https://www.rynekinfrastruktury.pl/wiadomosci/porty/port-hamburg-rozwija-technologie-przyszlosci-64494.html> [22.05.2020]
14. Frederiksen M. H., Knudsen M. P., *Drones for offshore and maritime missions: opportunities and barriers*, [https://eicluster.dk/sites/default/files/publications/drones\\_for\\_offshore\\_and\\_maritime\\_missions\\_sdu\\_spring\\_2018.pdf](https://eicluster.dk/sites/default/files/publications/drones_for_offshore_and_maritime_missions_sdu_spring_2018.pdf)
15. Garwol K., *Komputeryzacja pracy a wzrost poziomu bezrobocia*, *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy* 55(3)
16. Heutger M., *Unmanned Aerial Vehicles in logistics – a DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry*, [https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/DHL\\_TrendReport\\_UAV.pdf](https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/DHL_TrendReport_UAV.pdf) [22.05.2020]
17. Heutger M., *Unmanned Aerial Vehicles in logistics – a DHL perspective on implications and use cases for the logistics industry*, [https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about\\_us/logistics\\_insights/DHL\\_TrendReport\\_UAV.pdf](https://www.dhl.com/content/dam/downloads/g0/about_us/logistics_insights/DHL_TrendReport_UAV.pdf) [16.05.2020]
18. HHLA, *Drone operation*, <https://hhla.de/en/customers/services/logistics/drone-operation> [22.05.2020]
19. Ingaldi M. (2017), *Wykorzystanie analizy SWOT do określenia pozycji strategicznej przedsiębiorstwa poligraficznego*, *Zeszyty Naukowe. Quality. Production. Improvement* 2(7), s. 20-31

20. Jaszowski W. (2018), *Polski Port Community System oddolnie i odgórnie budowany*, <https://www.gospodarkamorska.pl/Porty,Transport/polski-port-community-system--oddolnie-i-odgornie-budowany.html> [22.05.2020]
21. Kajda A. (2002), *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne S.A., Warszawa
22. Kaup M., Chmielewska – Przybysz M. (2012), *Wpływ wdrażania nowoczesnych rozwiązań w terminalu kontenerowym na podwyższenie efektywności obsługi kontenerów w porcie szczecińskim*, *Logistyka* 5, s. 514-519
23. KONECRANES, *Automated Guided Vehicles*, <https://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/automated-guided-vehicles> [22.05.2020]
24. KONECRANES, *Lift AGV*, <https://www.konecranes.com/equipment/container-handling-equipment/automated-guided-vehicles/lift-agv> [22.05.2020]
25. Kubowicz D. (2019), *Zarządzanie procesami przepływu ładunków na morskim terminalu kontenerowym z wykorzystaniem systemów informatycznych typu TOS*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 20(1-2), s. 487-492
26. Kucharczyk A., Kardas E. (2018), *Ocena potencjału wybranego przedsięwzięcia za pomocą analizy SWOT/TOWS*, *Archiwum Wiedzy Inżynierskiej* 1, s. 3-7
27. Kuźmicz K. A. (2015b), *Benchmarking in omni-channel logistics*, *Research in Logistics & Production* 5(5), pp. 491-501
28. Kuźmicz K. A., (2015a), *Benchmarking procesowy jako instrument doskonalenia zarządzania uczelnią*, Wolters Kluwer, Warszawa
29. Kuźmicz K. A., Pesch E. (2017), *Prerequisites for the modelling of empty container supply chains*. *Engineering Management in Production and Services* 9, 28-36
30. Kuźmicz K. A., Pesch E. (2019), *Approaches to empty container repositioning problems in the context of Eurasian intermodal transportation*, *Omega – the International Journal of Management Science* 85, pp. 194-213
31. Martín-Soberón A. M., Monfort A., Sapiña R., Monterde N., Calduch D. (2014), *Automation in port container terminals*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 160, doi: 10.1016/j.sbspro.2014.12.131
32. Matczak M. (2015), *Innowacyjne rozwiązania dla automatyzacji terminali kontenerowych – koncepcja RCMS*, *Studia i Materiały Instytutu Transportu i Handlu Morskiego* 12, s. 72-80
33. Moszyk K., *Gate Optimization Process "GOP" Automatyzacja Procesów Bramowych*, <https://dctgdansk.pl/wp-content/uploads/2019/04/20190410-Automatyczne-bramy-DCT.pdf> [21.08.2020]
34. Nazarko J. (2013), *Regionalny foresight gospodarczy. Scenariusze rozwoju innowacyjności mazowieckich przedsiębiorstw*, ZPWIM, Warszawa

35. Nazarko J., Ejdys J., Halicka K., Magruk A., Nazarko Ł., Skorek A. (2017), *Application of Enhanced SWOT Analysis in the Future-oriented Public Management of Technology*, *Procedia Engineering* 182, s. 482-490
36. Nazarko J., Kędzior Z. (red.) (2010), *Uwarunkowania nanotechnologii w województwie podlaskim. Wyniki analiz STEEPVL i SWOT*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok
37. Nazarko J., Kuźmicz K., Szubzda E., Urban J. (2007), *Basic benchmarking concepts and conditions for their introduction in the corporate and public sectors*, [w:] J. Woźnicki (red.), *Założenia dotyczące rozwoju systemu informacji zarządczej w szkołach wyższych w Polsce*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, s. 212-228
38. Nowicki M. (2015), SWOT, [w:] Szymańska K. (red.), *Kompendium metod i technik zarządzania. Technika i ćwiczenia*, Oficyna Walters Kluwer business, Warszawa, s. 325-353
39. PEMA (2016), *“Container Terminal Automation”*, <https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf> [22.05.2020]
40. Pesch E., Kuzmich K.A. (2019), *Non-approximability of the single crane container transshipment problem*, *International Journal of Production Research*, 58/13, 3965-3975
41. Piróg M. (2018), *Czy polskie terminale kontenerowe mają szansę na automatyzację?* [https://real-logistics.pl/blog/czy-polskie-terminale-kontenerowe-maja-szanse-na-automatyzacje\\_67](https://real-logistics.pl/blog/czy-polskie-terminale-kontenerowe-maja-szanse-na-automatyzacje_67) [22.05.2020]
42. Port of Hamburg magazine (2020), *The port as digital testbed*, 1
43. Saanen Y. (2016), *AGV versus Lift AGV versus ALV*, *Port Planning, Design and Construction* 70, s. 30-35
44. Salomon A. (2013), *Organizacja i funkcjonowanie portowych terminali kontenerowych oraz perspektywy ich rozwoju*, *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni* 82
45. Stein M. (2018), *Conducting Safety Inspections of Container Gantry Cranes Using Unmanned Aerial Vehicles*, [w:] M. Freitag, H. Kotzab, J. Pannek (Eds.), *Dynamics in Logistics*, Springer, Bremen, s. 154-162
46. Stein M. (2018), *Conducting safety inspections of container gantry cranes using Unmanned Aerial Vehicles*, *Dynamics in Logistics*
47. Szmítka S. (2015), *Analiza SWOT jako narzędzie oceny innowacyjności przedsięwzięcia biznesowego*, *Warmińsko-Mazurski Kwartalnik Naukowy, Nauki Społeczne* 4, s. 79-98
48. Vught F. van, Brandenburg U., Burquel N., Carr D., Federkeil G., Kuźmicz K., Nazarko J., Rafael J., Sadlak J., Urban J., Wells P., Westerheijden D. (2008), *A practical guide: Benchmarking in European Higher Education*, European Centre for Strategic Management of Universities, Brussels 2008

49. Wiśnicki B., Chybowski L., Pietrzyk B. (2015), *Systemy informatyczne wspomagające pracę portowych terminali kontenerowych*, [w:] J. Brodny, Ł. Dziemba (red.), *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji – Inżynieria Systemów Technicznych*, Wydawnictwo P.A. NOVA, Gliwice

## **Analysis of the automation potential of the container terminal in Gdańsk**

### **Abstract**

The aim of the paper is a review and analysis of modern solutions in the field of automation in container terminals around the world and application of them to the conditions of the port in Gdańsk. The first part of the article presents the results of the literature review on the latest solutions in the field of container terminal automation. Then the SWOT method, used to carry out the study, was characterized. Last part presents results for the implementation of automation in the DTC Container Terminal in Gdańsk

### **Keywords**

container terminal, automation, autonomous vehicle, unmanned aerial vehicle, drone, Container Terminal DTC in Gdańsk