

# Analiza technologii kluczowych dla rozwoju transportu kontenerowego

## Emilia Rawłuszko

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: emilia.rawluszko.106234@student.pb.edu.pl

## Katarzyna Kuźmicz

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

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

## Aleksandra Świątuchowska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: aleksandra.swietuchowska.106244@student.pb.edu.pl

## Kacper Bieryło

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: kacper.bierylo.106137@student.pb.edu.pl

DOI: 10.24427/az-2022-0050

## Streszczenie

Transport kontenerowy stanowi dominujący sposób transportu ładunków dóbr, codziennego użytku i jest ściśle skorelowany z rozwojem globalnego handlu. Szczególną dominację kontenery osiągnęły w wypadku transportu morskiego. Celem artykułu jest wskazanie kluczowych technologii, które mogą w największym stopniu wpłynąć na rozwój transportu kontenerowego. Pierwsza część pracy oparta jest na przeglądzie literatury przedmiotu

w celu identyfikacji dominujących i najbardziej obiecujących technologii oraz rozwiązań. Następnie przedstawiono wyniki analizy SWOT dla każdej ze wskazanych technologii.

## **Słowa kluczowe**

transport kontenerowy, analiza SWOT, kontenery składane, kontenery łączone, RFID, sensory, drony

## **Wstęp**

Zagadnienie transportu kontenerowego zyskiwało na popularności od pojawienia się ich w powszechnym użyciu w latach 40. XX wieku. Konteneryzacja w Europie swój rozkwit datuje na połowę lat 60. XX wieku, powodując powszechne użycie kontenerów w transporcie morskim. Transport morski został od tego czasu praktycznie zdominowany przez kontenery, szczególnie w zakresie ładunków drobnicowych [Wiśnicki, 2006, s. 9]. Transportowi kontenerowemu nieodłącznie towarzyszy termin TEU, stanowiący ekwiwalent kontenera dwudziestostopowego. Pozwala on na określenie wolumenu ładunku, bądź też mocy przerobowej portów lub terminali. Obecnie najbardziej powszechnymi ze względów ekonomicznych są kontenery czterdziestostopowe (40'DV oraz 40'HC).

Powszechny użytek kontenerów wymusił powstanie terminali kontenerowych odpowiadających za obsługę intermodalnych operacji transportowych, a skala transportu kontenerowego tworzy presję to optymalizacji procesów przeładunku [Pesch i Kuźmich, 2020]. Prognozy światowe wskazują utrzymanie się trendu konteneryzacji przy silniejszym wzroście transportu w kontenerach w stosunku do wymiany handlowej na świecie [Ucieszyński, [www.gbk.net.pl](http://www.gbk.net.pl)]. Intensyfikacja rozwoju tendencji w kierunku budowy coraz większych statków, mogących sprostać stawianym przed armatorami wymaganiom wymuszają potrzebę zastosowania innowacji w ramach łańcucha dostaw. Inwestycja w większe jednostki pozwala na ograniczenie kapitałochłonności inwestycji oraz zużycia paliw oraz personelu w stosunku kosztów jednostkowych kontenerów [Przybyłowski, 2010, s. 242]. Większe statki w połączeniu z rozwojem portów wywierają realny wpływ na potrzebę rozwoju obecnie stosowanych metod. Rozwiązania intermodalne, w których kontenery stanowią ważne ogniwo stanowią istotną odpowiedź na potrzeby obecnego handlu. Innowacje zaimplementowane w jednej z części łańcucha mogą wywierać nacisk proinnowacyjny na sąsiednie jego elementy [Przybyłowski, 2010, s. 241].

Z uwagi na znaczenie konteneryzacji w obecnych łańcuchach dostaw oraz płynność handlu, w szczególności międzynarodowego, udoskonalanie funkcjonowania

tego systemu jest tematem ważnym dla szerokiego grona specjalistów z zakresu szeroko pojętej logistyki. Przedsiębiorstwa dostarczające rozwiązań dla łańcucha dostaw intensywnie pracują nad ideami zmian w odpowiedzi na problematykę związaną z charakterem konteneryzacji. Szczególnie zainteresowanymi usprawnieniami w tym zakresie są armatorzy oraz spedycje bądź przewoźnicy.

Celem artykułu jest identyfikacja kluczowych technologii mających wpływ na rozwój transportu kontenerowego na podstawie wnikliwego przeglądu literatury oraz analizy potencjału oraz zagrożeń dla ich rozwoju w ramach analizy SWOT.

## 1. Przegląd literatury

Rynek transportu kontenerowego jest bardzo dynamiczny. Stale rosnące wymagania klientów sprawiają, że usługodawcy zmuszeni są nieustannie rozwijać zakres swoich usług i poszukiwać coraz to nowszych technologii, które usprawnią procesy transportowe. Wpływ na wysokie zapotrzebowanie na kontenery miała także pandemia Covid-19 oraz sytuacja geopolityczna w związku z agresją rosyjską w Ukrainie.

Innowacyjne rozwiązania branży kontenerów są w obecnej sytuacji obiektem wielu rozważań przedstawicieli branży logistycznej. Niektóre z nich są już wykorzystywane w procesach transportowych bądź pozostają w fazie testów. Inne z kolei mają wspomóc rynek dopiero w dalekiej przyszłości, kiedy to badania pozwalające na ich opracowanie zostaną zakończone. Rozwiązania te miałyby w głównej mierze zastąpić wykorzystywane aktualnie technologie, co zostało przedstawione w tabeli 1.

**Tab. 1.** Rozwiązania stosowane w transporcie kontenerowym

<b>Rozwiązanie konwencjonalne</b>	<b>Rozwiązanie niekonwencjonalne</b>
Reachstackery, suwnice, ciągniki siodłowe	Drony bezzałogowe
Pociąg	Hyperloop
Kontenery czterdziestostopowe	Kontenery łączone
Kontenery konwencjonalne	Kontenery składane
Długotrwała, nieautomatyzowana wymiana danych	Blockchain
Dokumenty transportowe kontenerów	RFID / sensory
Naczepy platformy oraz platformy kolejowe	Autonomiczne pojazdy
Konwencjonalna wymiana danych między klientem a spedytorem, armatorem lub firmą transportową	Platformy transportowe przeznaczone dla kontenerów

Źródło: opracowanie własne.

Jednym z najbardziej innowacyjnych rozwiązań w transporcie kontenerów jest zastosowanie dronów bezzałogowych do przemieszczania ładunków. Prace nad tym rozwiązaniem są aktualnie na etapie badań, jednak zdecydowanie zrewolucjonizowałyby to rynek transportowy. Drony przystosowane będą do transportu różnych

rodzajów kontenerów, nawet tych czterdziestostopowych. Drony mają być najpierw wykorzystywane głównie w obrębach portów, zastępując tradycyjnie stosowane do transportu ciągniki siodłowe, suwnice i reachstackery. Mogłyby one między innymi usprawnić przemieszczanie pustych kontenerów w obrębie placu. W przyszłości jednak zakres ich działalności miałby być znacznie rozszerzony i obsługiwałyby one nawet połączenia międzykontynentalne [Sham, [www.morethanshipping.com](http://www.morethanshipping.com) 08.06.2022]. Wykorzystanie dronów znacznie skróci czas przemieszczania towarów, a także zmniejszy koszty transportu poprzez mniejsze zapotrzebowanie na pracowników biorących udział w procesie transportowym. Według założeń projektu CIELO, organizowanego przez przedsiębiorstwo International Freight Drones, przewozy które drogą lądową trwały niemalże 24h, z wykorzystaniem transportu dronami mają trwać zaledwie 90 minut [[www.internationalfreightdrone.org](http://www.internationalfreightdrone.org), 08.06.2022]. Wykorzystanie dronów stanowi także możliwość rozwoju dla regionów, które nie mają dostępu do innych gałęzi transportu, np. morskiego lub kolejowego.

Następnym rozwiązaniem, które usprawniłoby transport kontenerów jest Hyperloop. System ten został stworzony przez Elona Muska, a obecnie pracuje nad nim zespół badawczo-naukowy Hyperloop Transportation Technologies (HyperloopTT) oraz niemiecka firma Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA). Rozwiązanie to opiera się na wykorzystaniu próżniowych tuneli, które ograniczyłyby tarcie jak i opór powietrza [HyperPort: Container transportation by tube, [www.hhla.de/en/company/innovation/pioneering-and-digital/hyperport](http://www.hhla.de/en/company/innovation/pioneering-and-digital/hyperport), 09.06.2022]. Kapsuły będą mogły rozpędzać się aż do 1200 kilometrów na godzinę w przypadku transportu pasażerskiego, a w przypadku transportu kontenerów prędkość byłaby ograniczona do około 965 kilometrów na godzinę [Jakubowska, [www.trans.info](http://www.trans.info) 09.06.2022]. W jednej takiej kapsule będzie można zmieścić dwa kontenery dwudziestostopowe lub jeden kontener czterdziestostopowy lub czterdziestopięciostopowy. Kontenery będą załadowywane i rozładowywane od góry przez suwnice bramowe obecnie stosowane w portach. Dokładny wygląd Hyperloopa nie jest jeszcze znany, ponieważ podobnie jak drony jest on dopiero w fazie badań, jednak podczas Międzynarodowych Targów ITS w Hamburgu w 2021 roku został zaprezentowany jego wstępny zarys, który przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wizualizacja Hyperloop'a

Źródło: HyperPort: Container transportation by tube, [www.hhla.de/en/company/innovation/pioneering-and-digital/hyperport](http://www.hhla.de/en/company/innovation/pioneering-and-digital/hyperport) [09.06.2022].

Niezbilansowane zapotrzebowanie na różne kontenery o zróżnicowanych pojemnościach wskazuje na zasadność poszukiwania rozwiązań zapewniających elastyczność. Przykładem takiego rozwiązania są kontenery łączone Tworty. Z uwagi na niedobór kontenerów w Chinach i zaleganie ich w depotach w portach na wybrzeżach Ameryki Północnej i Europy, niejednokrotnie oczekiwanie na odpowiedni kontener przedłuża czas transportu. Globalna relokacja kontenerów jest złożonym zagadnieniem stanowiącym wyzwanie w praktyce i w nauce. Szeroki przegląd modeli niwelujących ten problem przedstawiają Kuźmicz i Pesch [2019]. Jednostki typu Tworty są kontenerami 20 stopowymi, które umożliwiają otwarcie drzwi z jednej ze stron do wewnątrz kontenera i następnie połączenie z drugim kontenerem 20 stopowym, tworząc tym samym kontener czterdziestostopowy [Malchow, 2016, s. 323-330]. Zapewnia to możliwość bardziej efektywne wykorzystanie przestrzeni kontenera. Pomimo, iż rozwiązanie to nie wyeliminuje całkowicie problemu zalegania pustych kontenerów związanego z brakiem równowagi w wymianie handlowej pomiędzy krajami zdominowanymi przez import lub eksport, jednak może ono przyczynić się do skrócenia czasu oczekiwania na dostępny kontener, który będzie odpowiedni dla danego ładunku.

Dużym problemem w logistyce kontenerowej są także puste przebiegi. Występują one wtedy, gdy zachodzi potrzeba przetransportowania kontenera, ale nie uda nam się znaleźć ładunku, który możemy w nim przetransportować i jesteśmy zmuszeni wysłać pusty kontener. Operacje te stanowią jedne z większych kosztów ponoszonych przez właścicieli kontenerów, ponieważ nie generuje on wtedy przychodów. Użycie składanych kontenerów może służyć minimalizacji tych kosztów. Złożony kontener zajmuje znacznie mniej miejsca od konwencjonalnego kontenera,

więc transport takiego złożonego kontenera byłby o wiele tańszy. W zależności od producenta, w miejsce jednego kontenera konwencjonalnego, można zmieścić 4 lub 5 kontenerów złożonych [Dworakowska, [www.seaoo.com](http://www.seaoo.com), 17.06.2022]. Rozwiązanie to zobrazowane zostało na rysunku 2.



**Rys. 2.** Kontener składany

Źródło: Jurczak, [www.trans.info](http://www.trans.info) [17.06.2022].

Terminale kontenerowe są miejscem przeładunku kontenerów pomiędzy kolejnymi etapami łańcucha dostaw. Niejednokrotnie operacje te nie są wykonywane bezpośrednio z jednego środka transportu na drugi, a zamiast tego pomiędzy kolejnymi ogniwami występuje proces składowania. Wielohektarowe depoty kontenerowe nie są już dziś niczym nowym, jednak ich organizacja nie zawsze okazuje się idealna. Każdy ładunek wyposażony jest w odpowiednią dokumentację transportową, lecz nie jest ona wystarczająca do płynnego zarządzania wszystkimi operacjami związanymi z transportem. Dlatego właśnie coraz częściej stosowanym rozwiązaniem staje się wykorzystanie technologii RFID do określenia miejsca położenia kontenera. Znacznie zwiększa to wydajność pracy w porcie [Neumann, 2017, s. 52]. Dzięki temu możliwe jest nie tylko śledzenie kontenerów, ale również obliczenie czasu niezbędnego na załadunek i rozładunek [Barro-Torres i in., 2010]. Zastosowanie tej technologii ułatwia przepływ wielu informacji zarówno pomiędzy pracownikami portu, ale także może stanowić formę przekazu wiadomości dla klienta. Dane dotyczące aktualnej sytuacji ładunku umieszczane są automatycznie na platformach transportowych, które zastępują tradycyjną wymianę korespondencji pomiędzy armatorem, firmą transportową, czy też spedytorem, a klientem. Dzięki temu ma on dokładny podgląd co dzieje się z jego ładunkiem i kiedy może spodziewać się zrealizowania zlecenia.

Coraz częściej w terminalach kontenerowych możemy spotkać autonomiczne pojazdy AGV. Służą do transportowania kontenerów wewnątrz terminali. Sterowanie tymi pojazdami jest możliwe dzięki zastosowaniu systemu TOS. Na pojazdach tego typu możliwe jest przewożenie jednocześnie dwóch kontenerów dwudziestostopowych lub jednego kontenera czterdziestostopowego. Pojazdy tego typu są bardzo zwrotne, poruszają się w każdym kierunku. Prędkość z jaką mogą się poruszać to około 22 km/h, jednakże na zakrętach ta prędkość wynosi około 11 km/h. Autonomiczne poruszanie tych pojazdów jest możliwe dzięki zastosowaniu czujników ukrytych pod powierzchnią placu. Czujniki te pełnią kluczową rolę w lokalizowaniu pojazdów. Dodatkowo pojazdy wyposażone są także w czujniki podczerwieni oraz czujniki ultradźwiękowe pomagające uniknąć kolizji [Kuźmicz i in., 2020, s. 98-99]. Głównymi zaletami autonomicznych pojazdów są ograniczone koszty pracy operatorów oraz długofalowo zmniejszony koszt funkcjonowania systemu jako całości wraz z jego zwiększoną elastycznością [Śmieszek, 2016, s. 534]. Szczególnie zauważyć można było to w obliczu wybuchów ognisk wirusa Covid-19 w największych portach świata.

Blockchain stanowiący jedno z najpopularniejszych zagadnień technologicznych ostatnich lat uważane jest za jedną z technologii mogących zrewolucjonizować obecny system zarządzania transportem kontenerów. Technologia ta opiera się na wykorzystaniu następujących po sobie łańcuchów danych [Kucharczyk i in., 2021, s. 155]. Sekwencje zapisane w indywidualnym kluczu użytkownika pozwalają na ochronę wrażliwych informacji, w szczególności baz danych. Bezpieczeństwo nawiązywanej współpracy oraz zachowanie niezawodności i transparentności gwarantuje podstawę do rozwoju działalności przedsiębiorstwa [Wodnicka, 2019, s. 43-54]. Decentralizacja operacji podczas wykorzystywania technologii blockchain pozwala na eliminację pośredników, a co za tym idzie ograniczenie kosztów dla finalnego klienta, co czyni wykorzystujące ją przedsiębiorstwa do stawania się bardziej konkurencyjnymi na rynku usług logistycznych. Możliwość oceny i monitorowania operacji aktualnie odbywających się operacji logistycznych w połączeniu z wymuszeniem stosowania się reguł ustalonych w kontekście transakcji bądź kontraktu, pozwalają na wzrost zainteresowania nowoczesnymi technologiami w codziennej obsłudze kontenerów zarówno przez armatorów, spedytorów oraz klientów.

Wirtualne platformy służące do obsługi kontenerów to systemy zarządzania procesami przepływu ładunków przy wykorzystaniu systemów informatycznych. Systemy te obecnie skupiają się głównie na operacjach wewnątrz terminali z uwagi na różny stopień zaawansowania technologicznego pomiędzy portami a także operatorami, co tworzy istotny problem w koordynacji i tworzeniu jednej globalnej plat-

formy. Programy teleinformatyczne usprawniają liczne procesy zachodzące wewnątrz terminali od przyjęcia kontenera aż do jego wydania [Kubowicz, 2019, s. 487]. Główną przesłanką korzystania z takiego rozwiązania jest kontrola położenia ładunku, określenie trasy jego przemieszczania po terminalu, dobór miejsca jego składowania oraz zarządzanie czynnościami manipulacyjnymi. Szczególnie przydatne systemy TOS (ang. Terminal Operating System) okazują się przy zautomatyzowaniu operacji wewnątrz terminalu. Integracja modułów w ramach systemu pozwala na szybsze i trafniejsze podejmowanie decyzji oraz eliminację błędów, co pozwolić może na wzrost przeładunków i konkurencyjności obiektu. System w swojej użyteczności posiadać może rozszerzenia skupiające się na matrycy dostępności kontenerów, elektronicznemu rozliczaniu operacji manipulacyjnych oraz rejestracji usług warsztatowych, mycia czy malowania [<https://synaptic.pl/system-tos-obsługa-kontenerow-i-terminala-przeładunkowego>, 18.06.2022]. Od 4 maja 2022 roku w polskich terminalach kontenerowych dostępna dla wszystkich eksporterów jest automatyczna obsługa operacji w ramach systemu Polski PCS. Polski system w głównej mierze skupia się na odprawach celnych kontenerów wykorzystując elektroniczne wzory dokumentów w systemie. Od roku 2021 w polskich portach działa również system elektronicznego zgłaszania wejścia i wyjścia statków do portu ich dyspozytorom. Nazywany jest on modułem maklerskim, a jego funkcjonalności bazują na rozwiązaniach sprawdzonych przez największe porty morskie świata jak Singapur bądź Rotterdam [<https://polska-morska.pl/2022/05/09/w-polskich-portach-ruszyła-automatyczna-obsługa-kontenerow-eksportowych/>, 18.06.2022].

## **2. Metodyka badań**

Zaprezentowane wyżej rozwiązania mają szansę zrewolucjonizować rynek transportu kontenerowego. Termin, kiedy zaczną one działać, jest odmienny dla każdego z nich. Zależy to zarówno od wielkości i zaawansowania innowacji, a także od aktualnego postępu badań i testów.

Do porównania, które z rozwiązań najmocniej wpłynie na rozwoju transportu kontenerowego zastosowano analizę SWOT. Jest to jedna z metod służąca analizie strategicznej rynku. Nazwa SWOT jest skrótem od czterech angielskich słów – strength (siła), weaknesses (słabości), opportunities (szanse) oraz threats (zagrożenia) [Tylińska, 2005, s. 7]. Metoda ta pozwoli na wyznaczenie mocnych stron, szans, słabych stron i zagrożeń każdego z rozwiązań. Prawidłowo przeprowadzona analiza polega na identyfikacji wszystkich czynników mogących mieć wpływ na rozwój, a następnie sklasyfikowaniu ich do poszczególnych grup [Nazarko, Kędzior, 2010,



s. 67]. Mocne oraz słabe strony powinny odnosić się bezpośrednio do badanego obiektu, natomiast szanse i zagrożenia powinny być identyfikowane w otoczeniu.

Analiza SWOT przeprowadzona powinna zostać w następujących po sobie krokach [Nazarko i Kędzior, 2010, s. 68; Szmitka, 2015, s. 79-98]:

- scharakteryzowanie podmiotu podlegającego analizie oraz wskazanie celu badania;
- identyfikacja czynników wewnętrznych oraz zewnętrznych wraz z ich podziałem na mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia;
- określenie pozycji strategicznej i kierunków rozwoju.

Po przeprowadzeniu analizy istotny jest wybór strategii postępowania w zależności od otrzymanych wyników. Możliwe do wyróżnienia są następujące [Kucharczyk i Kardas, 2018, s. 4].:

- strategia agresywna – przewaga szans i silnych stron, skłaniająca ku rozwijaniu działalności o nowe rynki, dynamiczny rozwój;
- strategia konkurencyjna – przewaga słabych stron oraz szans, powinna prowadzić do wykorzystania możliwości i eliminacji błędów;
- strategia konserwatywna – przewaga mocnych stron oraz zagrożeń, powinna dążyć do wykorzystania mocnych stron i wysokiego potencjału w celu minimalizacji zagrożenia, może się to odbywać poprzez segmentację rynku, przejmowanie konkurencji i selekcję produktów;
- strategia defensywna – przewaga słabych stron i zagrożeń, dotyczy słabego rozwoju wewnętrznego oraz niekorzystnego otoczenia, powstała sytuacja może być naprawiona poprzez połączenie lub przejęcie przez inną organizację w celu przetrwania na rynku.

### **3. Wyniki badań**

W wyniku przeprowadzonej analizy SWOT uzyskano wyniki przedstawione w tabelach 2, 3, 4 oraz 5. Analizie poddane zostały rozwiązania, które zgodnie z przeglądem literatury są prawdopodobne do wdrożenia w masowym systemie transportu kontenerów na całym świecie, w stosunkowo krótkiej perspektywie czasowej i można antycypować, że ich wpływ na rozwój transportu kontenerowego będzie znaczący.

**Tab. 2.** Analiza SWOT kontenerów składanych

<b>Kontenery składane</b>	
<b>Mocne strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmniejszenie zajmowanej powierzchni przez kontener na placu składowania oraz na środku transportu</li> <li>- zwiększenie powierzchni ładownej statku</li> <li>- zmniejszenie zużycia energii potrzebnej do dokonywania operacji transportowych pustych kontenerów</li> <li>- zmniejszenie kosztów składowania i przewozu pustych kontenerów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zmniejszona wytrzymałość kontenera</li> <li>- zmniejszone ryzyko awarii kontenera (możliwe awarie zawiasów)</li> <li>- czasochłonność oraz pracochłonność operacji składania lub rozkładania kontenerów</li> <li>- kosztowność wprowadzenia rozwiązania</li> <li>- niechęć właścicieli kontenerów konwencjonalnych do zakupu nowych kontenerów składanych</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- stała wymiana kontenerów nienadających się do użytkowania</li> <li>- sezonowość popytu na poszczególnych kierunkach transportu</li> <li>- nierówne poziomy wymiany handlowej pomiędzy portami i krajami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwe uszkodzenia towarów, jeżeli załadowany kontener ulegnie uszkodzeniu</li> <li>- obecna infrastruktura portowa nie jest dostosowana do automatyzacji operacji na składanych kontenerach</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

**Tab. 3.** Analiza SWOT kontenerów łączonych

<b>Kontenery łączone</b>	
<b>Mocne strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- brak konieczności produkcji dwóch wielkości kontenerów</li> <li>- mogą być stosowane jak klasyczne kontenery</li> <li>- dostosowanie do wielkości ładunku</li> <li>- towar od dwóch dostawców przeznaczony do jednego odbiorcy może być skonsolidowany i dostarczony jako jeden większy kontener</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- połączone kontenery mogą nie być tak trwałe jak kontenery konwencjonalne czterdziestopopowe</li> <li>- zużycie czasu na połączenie bądź rozłączenie kontenerów</li> <li>- zatrudnienie dodatkowej kadry odpowiedzialnej za operacje łączenia i rozłączenia kontenerów w ramach potrzeb</li> <li>- koszt wprowadzenia rozwiązania</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- stała wymiana kontenerów nienadających się do użytkowania</li> <li>- sezonowość popytu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- możliwość rozłączenia kontenerów podczas operacji przeładunkowych</li> <li>- niekompatybilność z istniejącymi systemami kontenerów</li> <li>- infrastruktura portowa nie przystosowana do obsługi łączonych kontenerów</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

**Tab. 4.** Analiza SWOT wykorzystania chipów RFID i sensorów

<b>RFID / sensory</b>	
<b>Mocne strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- szybka możliwość zlokalizowania kontenera</li> <li>- brak konieczności posiadania zwykłej dokumentacji transportowej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nie działają bez dostępu do sieci</li> <li>- możliwość uszkodzenia nadajnika podczas operacji transportowych oraz przeładunkowych</li> <li>- kosztowne rozwiązanie</li> <li>- przyczynienie do ograniczenia liczebności pracowników</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- przy połączeniu z platformami transportowymi możliwość przekazywania danych armatorowi, spedytorowi i klientowi</li> <li>- rozwiązanie stosowane powszechnie w operacjach magazynowych</li> <li>- wdrożenie powszechnego systemu łączności 5G</li> <li>- zbierane i przetwarzane automatycznie dane na temat skali transportu, rodzaju stosowanych rozwiązań oraz obecnych wyników i trendów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cyberatak i kradzież danych</li> <li>- nieprzystosowanie wszystkich portów oraz terminali do obsługi nadajników</li> <li>- nieopłacalność w przypadku wysokiej sezonowości i nieregularności popytu</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne.

**Tab. 5.** Analiza SWOT wirtualnych platform

<b>Wirtualne platformy</b>	
<b>Mocne strony</b>	<b>Słabe strony</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- wszystkie operacje związane z transportem kontenerów mogą być wykonywane przez platformę</li> <li>- zwiększenie produktywności oraz przepustowości terminali kontenerowych</li> <li>- eliminacja czynnika ludzkiego powodująca większą odporność na błędy</li> <li>- zmniejszenie zapotrzebowania na pracowników</li> <li>- ułatwione planowanie operacji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obecnie wykorzystywane są jedynie do operacji wewnątrz terminala</li> <li>- kosztowne rozwiązanie</li> <li>- obowiązek szkolenia pracowników</li> <li>- trudność w dostosowaniu się do niespodziewanych sytuacji wybiegającymi poza wprowadzony interfejs</li> <li>- ryzyko awarii systemu</li> <li>- potrzeba konfiguracji do indywidualnych potrzeb</li> <li>- przyczynienie do ograniczenia ilości pracowników</li> </ul>
<b>Szanse</b>	<b>Zagrożenia</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- połączenie portów i armatorów wspólnym systemem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- brak kompatybilności systemów wśród portów oraz terminali</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>- stały rozwój systemów informatycznych</li><li>- postępująca cyfryzacja dokumentacji</li><li>- wysoka przepustowość mobilnych aplikacji</li><li>- rozwój digitalizacji</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- niewystarczające kwalifikacje technologiczne pracowników</li><li>- przechwytywanie danych w przypadku ataku na system</li></ul>
---	---

Źródło: opracowanie własne.

#### 4. Dyskusja wyników

Analizując wszystkie z badanych rozwiązań, można dostrzec mnogość zarówno mocnych stron i szans, jak też słabych stron i zagrożeń. W wypadku większości technologii trudno wskazać strategię, którą należałoby się kierować w celu wprowadzenia go do powszechnego użytku.

Wydaje się, że największe szanse na rozpowszechnienie ma rozwiązanie z chipami RFID. Są one często używane w logistyce i transporcie [Filipowicz i in., 2021]. Największą trudnością przy rozpowszechnianiu tej technologii byłoby zamontowanie chipów w każdym kontenerze. W przypadku RFID można by wskazać strategię konkurencyjną wobec użytkownika standardowej dokumentacji transportowej poprzez eksponowanie zalet implementacji nowego rozwiązania przy eliminacji błędów takich jak zakłócone działanie poza siecią oraz podatność na uszkodzenia. Przy odpowiednim efekcie skali koszty technologii RFID mogłyby być zrekompensowane poprzez ograniczenie nakładów na pracę ludzką.

Kolejnym rozwiązaniem mającym szanse na rozpowszechnienie są wirtualne platformy. Obecnie wszystko zmierza do cyfryzacji, a więc na pewno takie rozwiązanie ułatwiłoby logistykę kontenerów. Zapotrzebowanie na minimalizację kosztów transportu poprzez zapewnienie ładunków w obie strony transportu ma duże znaczenie.

Bardzo ważną rolę mogą odegrać również kontenery składane. Przyczyniają się one w dużym stopniu do ograniczenia kosztów związanych z relokacją pustych kontenerów, ale także ich składowaniem. Składowanie pustych kontenerów zajmuje bardzo dużą powierzchnię, a te rozwiązanie mogłoby znacząco zmniejszyć zapelnienie terminali. Szczególnie dużą przewagą tego rozwiązania są obecne trendy ekologiczności stosowanych rozwiązań i zmniejszenia śladu węglowego generowanego przez transport, co w wypadku powszechności systemów transportu kontenerów może mieć istotne znaczenie.

Dobrym rozwiązaniem są również kontenery łączone. Zapewniają one elastyczność w dostarczaniu eksporterom kontenerów w rozmiarze, którego potrzebują, jednakże połączenia mogą nie wzbudzać zaufania klientów lub w istocie być nietrwałe

co może powodować duże ryzyko związane z uszkodzeniem towaru podczas rozładunku takiego kontenera na przykład w trakcie przemieszczania go.

## **Podsumowanie**

Transport kontenerów to zbiór operacji logistycznych mających znaczny udział w światowym przewozie towarów. Efektywność transportu, minimalizacja czasu i kosztów transportu kontenerów zarówno na dłuższych odcinkach za pomocą transportu kolejowego i morskigo, jak również ich dystrybucja wewnątrz lądu pomiędzy terminalami kontenerowymi, eksporterami i importerami stanowi istotne wyzwanie dla organizatorów transportu [Tekil i in., 2022]. Jak każda inna dziedzina życia, także logistyka ulega ciągłym zmianom i transformacjom, co nie omija także postępu w ramach transportu kontenerów. Postęp technologiczny wymaga dostosowania się do innych ogniw łańcucha dostaw w celu stworzenia jak najwydajniejszych systemów odpowiadających na zapotrzebowania obecnych gospodarek i wymiany handlowej pomiędzy krajami.

Większość z przedstawionych rozwiązań ma na celu przyspieszenie operacji transportowych, eliminację błędów oraz ograniczenie generowanych kosztów. Szybkość, bezpieczeństwo oraz profesjonalizm świadczonych usług mogą stać się znaczącą przesłanką co do wzrostu konkurencyjności armatora, portu bądź terminalu. Rozwój poprzez benchmarking najlepszych praktyk w zakresie technologii będzie miał istotne znaczenie [Kuźmicz, 2015].

W obliczu pandemii Covid-19 oraz jej konsekwencji gospodarczych w jeszcze większym stopniu uwaga zwrócona została na eliminację udziału człowieka oraz digitalizację procesów. Ma to kluczowe znaczenie w obliczu zapewnienia ciągłości dostaw i odpowiedzi na rosnący popyt na towary.

Dostrzeganym w tym zakresie wyzwaniem w odniesieniu do wszystkich ze wskazanych rozwiązań jest przystosowanie całego systemu do obsługi danej technologii, tak by operacje mogły odbywać się z wykluczeniem zakłóceń, a zalety rozwiązania mogły ujawnić się w jak największym stopniu. W zależności od portu, terminalu bądź też stosowanego środka transportu zaawansowanie technologiczne może być różne, stąd też zróżnicowane szanse na jednoczesne wprowadzenie rozwiązania.

## **ORCID iD**

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

## Literatura

1. Barro-Torres S.J., Fernandez-Carames T.M., Gonzalez-Lopez M., Escudero-Cascon C.J. (2010), *Maritime Freight Container Management System Using RFID*, *Dep. of Electronics and Systems*, University of A Coruña.
2. Dworakowska K., *Składany kontener – przełom w logistyce?*, [www.seaoo.com](http://www.seaoo.com) [17.06.2022].
3. Filipowicz A., Kuźmicz K.A., Prońcio K., Rutkowska E. (2021), *Cyfryzacja i zastosowanie sensorów w transporcie kontenerowym*, *Akademia Zarządzania* Vol. 5(2).
4. *Hamburger Hafen und Logistik AG*, [www.hhla.de/en/company/innovation/pioneering-and-digital/hyperport](http://www.hhla.de/en/company/innovation/pioneering-and-digital/hyperport) [09.06.2022].
5. *Instytut Studiów Programistycznych, Funkcjonalności Systemu TOS*, [www.synaptic.pl/system-tos-obsluga-kontenerow-i-terminala-przeladunkowego](http://www.synaptic.pl/system-tos-obsluga-kontenerow-i-terminala-przeladunkowego) [18.06.2022].
6. *Intermodal Freight Drone*, [www.internationalfreightdrone.org](http://www.internationalfreightdrone.org), [08.06.2022].
7. Jakubowska N., *Kontenery transportowane hyperloopem? Port w Hamburgu przymiera się do budowy superszybkiej sieci*, [www.trans.info](http://www.trans.info) [09.06.2022].
8. Jurczak M., *Składane kontenery lekarstwem na puste przebiegi?*, [www.trans.info](http://www.trans.info) [17.06.2022].
9. Kubowicz D. (2019), *Zarządzanie procesami przepływu ładunków na morskim terminalu kontenerowym z wykorzystaniem systemów informatycznych typu TOS*, *Autobusy* 1-2.
10. Kucharczyk A., Kardas E. (2018), *Ocena potencjału wybranego przedsięwzięcia za pomocą analizy SWOT/TOWS*, *Archiwum Wiedzy Inżynierskiej* 1, s. 3-7.
11. Kucharczyk M., Kucharczyk M., Szpilko D. (2021), *Zastosowanie technologii blockchain w transporcie morskim. Studium przypadku*, *Akademia Zarządzania* 5/2021.
12. Kuźmicz K., Glinko M., Kondraciuk A., Kowalczyk Ł. (2020), *Perspektywy i kierunki rozwoju automatyzacji terminali kontenerowych*, *Akademia Zarządzania* 4/2020.
13. Kuźmicz K.A. (2015), *Benchmarking in University toolbox*, *Business Management and Economics Engineering* 13(1), 158-174.
14. Kuźmicz K.A., Glinko M., Kondraciuk A., Kowalczyk Ł. (2020), *Analiza potencjału automatyzacji terminalu kontenerowego w Gdańsku*, *Akademia Zarządzania* 4(3).
15. 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, 194-213.
16. Malchow U. (2016), *Tworty Box to Improve the Equipment Logistics of Container Lines*, *Trans Nav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* Vol. 10, no. 2.

17. Nazarko J., Kędzior Z. (red.) (2010), *Uwarunkowania nanotechnologii w województwie podlaskim. Wyniki analiz STEEPVL i SWOT*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok 2010.
18. Neumann T. (2017), *Koncepcja zastosowania technologii RFID w transporcie drogowym*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni 102.
19. Pesch E., Kuźmicz K.A. (2020), *Non-approximability of the single crane container transshipment problem*, International Journal of Production Research, 58 (13), pp. 3965-3975
20. *Polska Morska, W polskich portach ruszyła automatyczna obsługa kontenerów*, [www.polska-morska.pl/2022/05/09/w-polskich-portach-ruszyyla-automatyczna-obsluga-kontenerow-eksportowych/](http://www.polska-morska.pl/2022/05/09/w-polskich-portach-ruszyyla-automatyczna-obsluga-kontenerow-eksportowych/) [18.06.2022].
21. Przybyłowski A. (2010), *Wpływ konteneryzacji na innowacyjność portów morskich*, Zeszyty naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego. Problemy transportu i logistyki nr 10, Szczecin.
22. Sham M., *Cargo Drones – The Future of Shipping?*, [www.morethanshipping.com](http://www.morethanshipping.com), [08.06.2022].
23. Śmieszek M. (2016), *Wykorzystanie środków automatycznego transportu w logistyce*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej.
24. Szmítka S. (2015), *Analiza SWOT jako narzędzie oceny innowacyjności przedsięwzięcia biznesowego*, Warmińsko-Mazurski Kwartalnik Naukowy, Nauki Społeczne 4.
25. Tekil-Ergün, S., Pesch, E., Kuźmicz, K.A. (2022), *Solving a Hybrid Mixed Fleet Heterogeneous Dial-a-Ride Problem in Delay-Sensitive Container Transportation*, International Journal of Production Research, Vol. 60, pp. 297-323.
26. Tylińska R. (2005), *Analiza SWOT instrumentem w planowaniu rozwoju*, WSiP, Warszawa 2005.
27. Ucieszyński M., *Skomunikowanie północnych portów europejskich z zapleczem lądowym do 2015 roku*, Główna Biblioteka Komunikacyjna, [www.gbk.net.pl](http://www.gbk.net.pl), [02.06.2022]
28. Wiśnicki B. (2006), *Vademecum konteneryzacji*, Link I Maciej Wędziński, Szczecin 2006.
29. Wodnicka M. (2019), *Technologie blockchain przyszłością logistyki*, Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie, 4(1).

# **The analysis of technologies pivotal for container transport development**

## **Abstract**

Transport of containers is one of the dominant processes of logistics in recent years. Containers are particularly dominant in sea freight. The main aim of this paper is to analyse key technologies that can significantly contribute to the development of container transport. The first part of the article is based on a literature review on the subject pointing out to dominant and most promising technologies and solutions. Subsequently, there is a description of the used examination method – SWOT analysis. The outcomes of the SWOT analysis are a foundation to debate about proposed solutions that can contribute to the development of each of them.

## **Key words**

container transport, SWOT analysis, foldable containers, RFID, sensors, drones