

# Zastosowanie technologii blockchain w transporcie morskim. Studium przypadku

## Weronika Kucharczyk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: baycoven@gmail.com

## Mateusz Kucharczyk

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: mateuszkucharczyk3c@gmail.com

## Danuta Szpilko

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: d.szpilko@pb.edu.pl

## Streszczenie

Od 2018 roku blockchain stał się jednym z najpopularniejszych tematów sektora technologicznego i biznesu. Technologia ta, oparta na wykorzystaniu łańcuchów blokowych, czyli następujących po sobie segmentów danych, stała się obiektem zainteresowania zarówno dużych korporacji, jak i startupów. Celem artykułu jest identyfikacja przykładów zastosowania technologii blockchain w logistyce ze szczególnym uwzględnieniem transportu morskiego. W pracy dokonano charakterystyki technologii blockchain, a także wskazano korzyści, jakie niesie za sobą to innowacyjne narzędzie w różnych sektorach gospodarki. W artykule skupiono się na zastosowaniu blockchain w transporcie morskim. Na podstawie analizy literatury i przeglądu stron internetowych przygotowano trzy studia przypadku wykorzystania technologii blockchain w praktyce przez międzynarodowe przedsiębiorstwa: Maersk, CargoX oraz Port w Rotterdamie.

## Słowa kluczowe

blockchain, inteligentne kontrakty, transport morski, łańcuch dostaw, logistyka, finanse

## **Wstęp**

Dynamiczny rozwój technologii informacyjnych i cyfryzacji wpłynął na funkcjonowanie przedsiębiorstw. Chęć ujednoczenia oraz ulepszenia procesów logistycznych doprowadziła do rozwoju i połączenia ze sobą sfery informatycznej i logistycznej. Dzięki wykorzystaniu nowych koncepcji takich jak Internet Rzeczy (ang. IoT – Internet of Things), chmura technologiczna (ang. cloud computing), czy sztuczna inteligencja (ang. AI – Artificial Intelligence), a w tym inteligentne kontrakty (ang. smart contracts), powstała technologia, która ułatwia działalność nie tylko przedsiębiorcom, lecz także klientom. Dotychczas blockchain był kojarzony w głównej mierze z finansami i kryptowalutami, jednakże z roku na rok zaczyna być coraz bardziej obecny w różnych sektorach gospodarki. Rozwój idei biznesowych jest nieodłącznym elementem funkcjonowania na rynku.

Chęć utrzymania stabilnej pozycji rynkowej wiąże się z podejmowaniem ryzyka związanym z pojawieniem się konkurencji, powstawaniem oraz wdrażaniem coraz to nowszych rozwiązań. Każdemu przedsiębiorstwu zależy na ochronie baz danych, którą umożliwia technologia blockchain. Zapewnienie bezpieczeństwa podczas przesyłania i generowania dokumentów gwarantuje transparentność i niezawodność. W efekcie wdrożenia tej technologii możliwa jest walka z cyberprzestępczością, ponieważ każdy użytkownik ma swój prywatny klucz, bez którego dostęp do informacji oraz jej zmiany jest niemożliwy. Blockchain może być wykorzystywany w różnorodny sposób, nie tylko do monitorowania przesyłek czy informacji.

Celem artykułu jest identyfikacja przykładów zastosowania technologii blockchain w logistyce ze szczególnym uwzględnieniem transportu morskiego. W artykule przedstawiono przykłady wykorzystania technologii w praktyce przez międzynarodowe przedsiębiorstwa: Maersk, CargoX oraz Port w Rotterdamie. Studia przypadku zostały przygotowane na podstawie dokonanej analizy literatury i przeglądu stron internetowych.

## **1. Charakterystyka technologii blockchain**

Blockchain to technologia rozproszonych rejestrów danych, którą można zdefiniować jako technologie rozproszonej księgi, która rejestruje, przechowuje oraz wysyła transakcje biznesowe między podmiotami. Informacje te zostają ułożone w postaci następujących po sobie bloków danych. W efekcie otrzymuje się chronologiczny łańcuch zdarzeń będący publicznym rejestrem informacji pomiędzy użytkownikami tej technologii. Etapy rozwoju technologii blockchain, w formie syntetycznego zestawienia zostały zaprezentowane w tabeli 1.

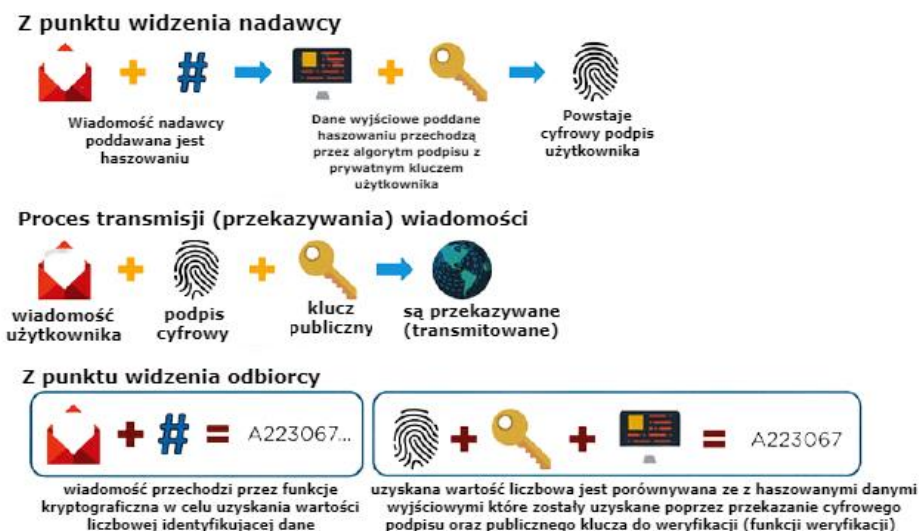
**Tab. 1.** Etapy rozwoju technologii blockchain

Rok	Wydarzenie	Opis
1991-2004	S. Haber oraz W. S. Stornetta rozpoczęli pracę nad technologią blockchain	Opracowanie kryptograficznie zabezpieczonego łańcucha bloków, który uniemożliwiał manipulowanie dokumentami oraz ich fałszowanie. Zostały one opatrzone tzw. stemplami czasu. Rok później do tego przedsięwzięcia postanowiono wprowadzić tzw. drzewa skrótów <sup>1</sup> (ang. hash trees) w celu zwiększenia efektywności oraz gromadzenia większej ilości informacji w jednym bloku. Finalnie technologia ta nie wzbudziła zainteresowania, w związku z czym została odrzucona w 2004 roku
2008-2009	kontynuacja prac w zakresie technologii blockchain	Osoba lub grupa osób pod pseudonimem Satoshi Nakamoto (nie jest to oficjalnie sprecyzowane) opracowała białą księgę (czyli dokument zawierający specyfikację i wszystkie detale techniczne dotyczące bitcoina). Księga została opublikowana w 2008 roku, a w niej po raz pierwszy użyto terminu „blockchain”
2013-2015	opracowanie oraz wprowadzenie blockchain 2.0	Programista V. Buterin rozpoczął prace nad innowacjami, jakie można byłoby wprowadzić do technologii blockchain. W ten oto sposób w 2015 roku oficjalnie został uruchomiony Blockchain 2.0, zwany również jako Ethereum. Umożliwiło to uruchamianie kodu programowego, zwanego inteligentnymi kontraktami
2015	Linux Foundation zaprezentował Hyperledger	Linux Foundation zaprezentowała projekt Umbrella oparty na technologii blockchain o otwartym kodzie źródłowym. Nazwany został Hyperledger i działał jako wspólny rozwój rozproszonych rejestrów. Był stworzony dzięki globalnej współpracy, która obejmowała liderów z dziedziny łańcucha dostaw, technologii, produkcji, finansów, bankowości oraz IoT. Pod kierownictwem B. Behlendorfa projekt dążył do pogłębienia współpracy międzybranżowej w celu rozwoju blockchain i rozproszonych rejestrów. Przedsięwzięcie koncentrowało się również na zachęcaniu do korzystania z technologii blockchain w celu poprawy wydajności i niezawodności obecnych systemów do obsługi globalnych transakcji biznesowych
2017	Block.one przedstawił EOS.IO jako nowy protokół blockchain do wdrażania zdecentralizowanych aplikacji	EOS był pomysłem prywatnej firmy Block.one, który powstał w 2017 roku. W przeciwieństwie do innych protokołów blockchain, EOS podejmował próbę emulowania atrybutów rzeczywistych komputerów, w tym CPU i GPU. Z tego powodu EOS.IO działał jako platforma inteligentnych kontraktów, a także zdecentralizowany system operacyjny. Jego głównym celem było zachęcanie do wdrażania rozproszonych aplikacji za pośrednictwem autonomicznej zdecentralizowanej korporacji
2018-...	technologia blockchain nieustannie ewoluuje	Zwolennicy spodziewają się, że technologia pomoże w automatyzacji większości zadań wykonywanych przez specjalistów ze wszystkich sektorów. Technologia znajduje duże zastosowanie w zarządzaniu dostawami, a także w biznesie związanym z przetwarzaniem w chmurze

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Iredale, 2021; ICAEW, 2021; Crosby i in., 2016; Liebkind, 2020].

<sup>1</sup> Drzewa skrótów – rodzaj struktury danych w postaci drzewa zawierającego nieodwracalne (haszowane) skróty informacji na temat danych (większego fragmentu danych). [Encyklopedia..., 25.05.2021].

Technologia blockchain usprawnia łańcuchy dostaw, umożliwiając szybszą i bardziej opłacalną dostawę. Ze względu na swój zdecentralizowany charakter eliminuje potrzebę pośredników (np. organów centralnych, firm ubezpieczeniowych, prawników, banków) w procesach płatności. Wdrożenie blockchain gwarantuje dostępność danych, co wiąże się z możliwością kontroli i wglądu we wcześniej wprowadzone informacje. Kolejną cechą jest bezpieczeństwo, z którego wynika brak możliwości manipulowania i fałszowania informacji oraz dostępu osób trzecich [Belova, 2021; Wodnicka, 2019]. Poprzednie transakcje nie mogą zostać usunięte lub zmienione.

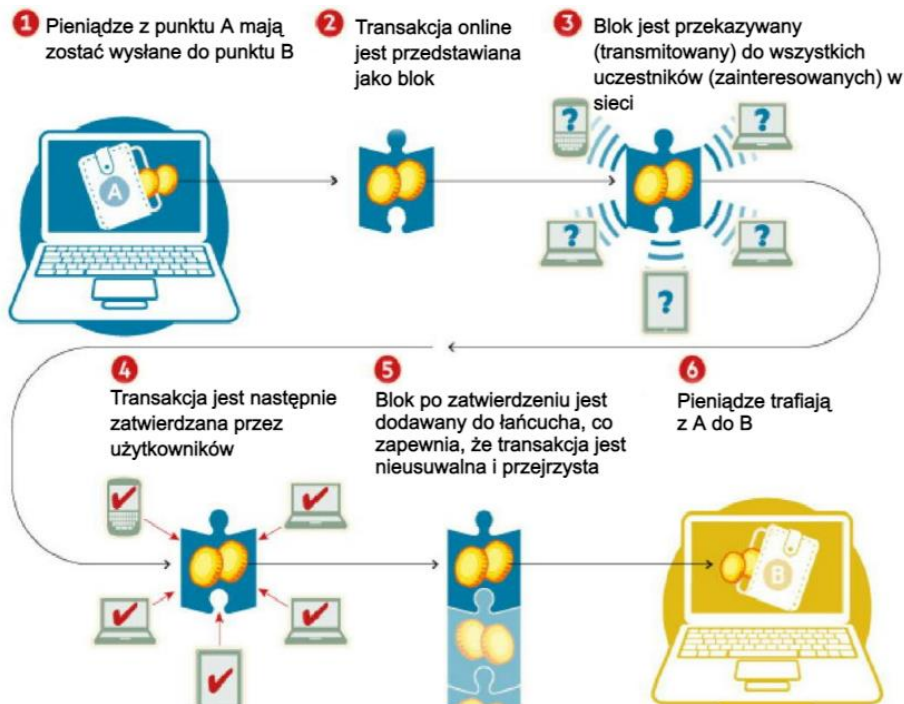


Rys. 1. Rozbudowany schemat procesu haszowania

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

Bezpieczeństwo podczas korzystania z inteligentnych kontraktów jest możliwe dzięki kryptografii klucza publicznego oraz kluczy prywatnych. Każda osoba zaangażowana w proces posiada dwa klucze. Klucz publiczny służy do szczegółowej identyfikacji, zaś klucz prywatny umożliwia dostęp do wszystkich informacji zawartych na koncie danego użytkownika. Proces polega na tym, że nadawca wysyła wiadomość, która jest haszowana i przekazywana w formie skrótu. Proces haszowania został zaprezentowany na rysunku 1. Następnie informacja jest weryfikowana przez algorytm podpisu z kluczem prywatnym użytkownika. Finalnie przesyłane są trzy

informacje, czyli wiadomość użytkownika, klucz publiczny oraz podpis cyfrowy. Podpis cyfrowy jest powiązany z siecią peer-to-peer. Jest on wykorzystywany przez różne podmioty na przykład w celu porozumienia odnośnie transakcji [Venugopal, 2021]. Zasadę działania blockchain przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Zasada działania blockchain

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Crosby i in., 2015, s. 7].

Rozwój technologii blockchain może przynieść wiele korzyści i zrewolucjonizować wiele branż między innymi usprawniając łańcuchy dostaw, umożliwiając szybszą i bardziej opłacalną dostawę, zapewniając lepszą komunikację między partnerami, a co najważniejsze ułatwić dostęp do środków pieniężnych. Wykorzystanie inteligentnych kontraktów pozwala na szybkie oraz bezpieczne rozliczenie transakcji. Kontrakty działają jak umowa i są oparte na łańcuchu bloków, które automatyzują umowy w całym łańcuchu dostaw.

Inteligentne kontrakty [Czajkowski, 2021]:

- pomagają bezpiecznie oceniać i monitorować etapy operacji logistycznych;

- wymuszają przestrzeganie reguł transakcji, minimalizując ryzyko i niepewność;
- są szczególnie skuteczne, ponieważ umożliwiają mniejszym przedsiębiorstwom, takim jak startupy, wejście do branży logistycznej;
- są podpisywane cyfrowo przy użyciu kluczy prywatnych i mogą być dekodowane tylko za pomocą klucza publicznego udostępnionego przez zaangażowane strony;
- pozwalają śledzić dostawy.

W celu uzyskania lepszych wyników blockchain podejmuje współpracę z innymi technologiami jak na przykład IoT, co umożliwia zbieranie danych o każdym etapie procesu wysyłki. Jest to na przykład duże ułatwienie, gdy nastąpi uszkodzenie w trakcie transportu, ponieważ można przeanalizować, gdzie i kiedy do tego doszło. Możliwe również jest śledzenie produktów spożywczych oraz farmaceutycznych ze względów bezpieczeństwa i jakości dzięki czujnikom środowiskowym zamontowanym w pojazdach lub kontenerach transportowych [Filipowicz i in., 2021].

## **2. Zastosowanie technologii blockchain w logistyce**

Technologia blockchain jest wykorzystywana w wielu sektorach, gdzie przynosi korzyści i usprawnia pracę każdego z nich. W przypadku sektora finansów umożliwia realizowanie transferów bankowych bez konieczności posiadania konta bankowego. Dzięki blockchain i inteligentnym kontraktom możliwa jest automatyzacja procesów. Brak pośredników oraz możliwość rozliczania w czasie rzeczywistym poprawiły ogólną efektywność procesu. W sektorze energetycznym blockchain umożliwia przeprowadzenie transakcji sprzedaży energii bezpośrednio i w bardzo krótkim czasie, co w innych przypadkach wymaga centralnego pośrednika. Za pomocą bezpośredniej sprzedaży, obniżony zostaje koszt zakupu energii. Na tej redukcji kosztów korzystają odbiorcy końcowi. Wszystkie transakcje dokonywane są bez konieczności korzystania z pośredników.

Technologia blockchain jest także pomocna w weryfikacji transakcji, zawieraniu umów cyfrowych, zarządzaniu treściami cyfrowymi, czy nawet dokonywaniu opłat za pomocą kryptowalut. Na skutek wdrożonej technologii sektor nieruchomości zyskał możliwość tokenizacji działań. Nieruchomości można wynająć na określony czas przy użyciu wcześniej zdefiniowanego kodu. Sprzedaż nieruchomości może być zautomatyzowana za pomocą inteligentnych umów. Jest to możliwe w wypadku umów prawnych, które są identyfikowalne i wykonalne, jeśli zostanie spełniony określony warunek. Korzystając z blockchain można również prowadzić księgowość w czasie rzeczywistym.

W sektorze rządowym blockchain jest wykorzystywany na wiele sposobów. Jednym z nich jest korzystanie z zarządzania tożsamością każdego obywatela. Wskutek tego możliwe jest sterowanie transakcjami, poświadczeniami oraz zarządzanie danymi. Władze mogą również wykorzystać blockchain do przeprowadzania przejrzystych wyborów (gdzie nie ma szans na oszustwo) oraz przydzielić budżet z zachowaniem transparentności, efektywności oraz produktywności. Przydatne jest to również w celu zredukowania biurokracji i korupcji w agencjach rządowych. Bezpieczne przechowywanie, wyszukiwanie oraz weryfikacja dokumentów to główna rola blockchain w branży prawniczej. W wyniku tego nie ma wątpliwości co do autentyczności i legalności testamentów oraz innych dokumentów prawnych [Kręglewski, 2019; Geroni, 2021].

W związku z wdrożeniem technologii blockchain w opiece zdrowotnej możliwe jest korzystanie ze zdecentralizowanej księgi pozwalające na utworzenie ujednoliconego profilu pacjenta. Nie ma potrzeby noszenia ze sobą dokumentów, ponieważ wszystko można przechowywać i udostępniać w bezpiecznej księdze. Technologia zapewnia pacjentom większą prywatność, ponieważ mają możliwość do udzielania zgody na to, kto może korzystać z ich danych lub mieć do nich wgląd. Dzięki blockchain poprawi się również identyfikowalność leków. Organizacje charytatywne mogą budować zaufanie darczyńców poprzez inteligentne kontrakty i systemy zarządzania reputacją online zapewniające bezpieczeństwo i niezawodność. Technologia ta jest również wykorzystywana w branży muzycznej, gdzie umożliwia przypisanie praw autorskich artyście [Kręglewski, 2019; Geroni, 2021].

Największe, a zarazem najszersze zastosowanie technologia ta znajduje w logistyce. Podczas procesów logistycznych realizowana jest wymiana wielu dokumentów oraz danych, do których wgląd powinien mieć każdy interesariusz. Wprowadzenie technologii blockchain do sektora logistyki pozwoliło na ewidencje, podgląd oraz synchronizacje transakcji bez udziału pośredników. Ponadto przyniosło to wiele ułatwień w systemach logistycznych i łańcuchach dostaw, jeśli chodzi o śledzenie ładunków. Zastosowanie blockchain wynikało z ciągle rosnącej ilości dostaw konkretnego dnia jak i dostaw na żądanie. Takie sytuacje okazują się dużym utrudnieniem dla firm logistycznych przez brak odpowiedniej infrastruktury, która pomogłaby sprostać wszystkim wymaganiom. Dzięki technologii blockchain możliwe jest śledzenie przesyłek, co ma ogromne znaczenie, ponieważ zrealizowanie lub zaplanowanie dostawy na czas jest niemożliwe bez odpowiednich kanałów. Jest to bardzo ważne, ponieważ w innym wypadku przesyłka może obrać inną trasę, co wiąże się z opóźnieniem dostawy [Anwar, 2020].

Blockchain w logistyce pozwala na śledzenie ładunku podczas całego procesu – od linii produkcyjnej do rąk konsumenta. Przedsiębiorstwa mają możliwość monitorowania lokalizacji swoich przesyłek oraz kontrolowania czy będą one dostarczone na czas. Główną zaletą stosowania tej technologii jest przejrzystość. Pozwala to na większe zaufanie pomiędzy przedsiębiorstwami. Dzięki temu uniknąć można sporów o faktury, wyzysku pracowników oraz uzyskać lepsze koszty audytu. Narzędzie pomaga przedsiębiorstwom w oszczędzeniu pieniędzy, oferując im możliwość zarządzania towarami na poziomie mikro oraz makro. W wyniku tego mogą one w wydajny sposób monitorować procesy logistyczne. Transport ładunków bywa sporny w przypadku zagubienia lub opóźnienia dostawy. Długotrwały proces rozwiązywania takich problemów wiąże się m.in. z dużymi wydatkami na zasoby. Dzięki dostępowi do wiarygodnych i niezmiennych danych oraz informacji o ładunku na platformie z wykorzystaniem blockchain wiele sporów można rozwiązać w kilka minut. Za pomocą inteligentnych kontraktów oraz efektywnemu i bezpiecznemu systemowi, fakturowanie i płatności stają się bardziej wydajne. Transakcje, którymi zajmuje się branża logistyczna są wieloetapowe oraz wymagają synchronizacji. Jeśli na którymś z etapów nastąpi opóźnienie – cały system może ulec rozpadowi. Rozwiązaniem takiego problemu są inteligentne kontrakty, które bardzo szybko usprawniają proces oraz eliminują zapotrzebowanie na pośredników, co skutkuje zaoszczędzeniem czasu i pieniędzy. Wykorzystanie mechanizmów kryptograficznych gwarantuje bezpieczeństwo i trwałość danych bez ryzyka awarii lub cyberataku [Anwar, 2020].

### **3. Przykłady zastosowania technologii blockchain w transporcie morskim**

#### **3.1. Maersk**

Maersk to duńska międzynarodowe przedsiębiorstwo specjalizujące się w transporcie kontenerowym oraz energetyce. Działalność rozpoczęło w 1904 roku w Danii jako Dampskibsselskabet Svendborg. Maersk obsługuje ponad 300 portów w 130 krajach oraz zatrudnia ponad 80 000 pracowników. Stosowana przez Maersk technologia pozwala monitorować przesyłki oraz pomaga w zarządzaniu ich łańcuchem dostaw [Ostrowski, 2020].

W wyniku umowy o współpracy między Maersk i IBM powstała platforma TradeLens, która została oparta na technologii blockchain. TradeLens zapewnia kontrolę oraz zarządzanie danymi podczas transportu. Interfejsy API (ang. application programming interface) będące zestawem kodów programujących umożliwiającymi przekazywanie danych pomiędzy jednym oprogramowaniem a drugim (zawierające

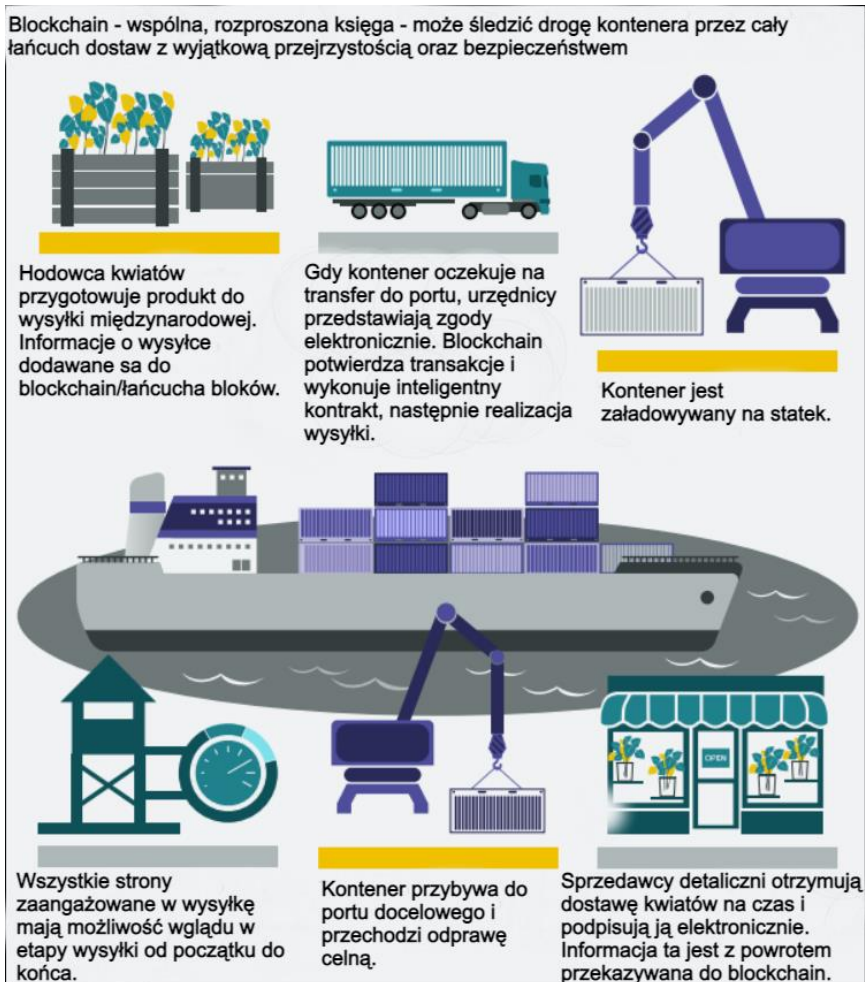


wszystkie niezbędne warunki tej wymiany danych) zapewniają funkcjonalność TradeLens, są dostępne publicznie i udokumentowane. Celem stworzenia tej platformy było umożliwienie wymiany informacji oraz współpracy między łańcuchami dostaw, gwarantujące przejrzystość i innowacyjność w branży.

Jest to platforma zbudowana na otwartych i neutralnych standardach, wykorzystująca technologię IBM Blockchain. Pozwala na realizację inteligentnych kontraktów, które umożliwiają wszystkim zaangażowanym partnerom handlowym wgląd do statusu, lokalizacji i zawartości przesyłki oraz transakcji bez możliwości naruszania szczegółów, prywatności i poufności. Dostęp w czasie rzeczywistym do danych wysyłkowych oraz dokumentów przewozowych (w tym IoT, czujniki, kontrola temperatury oraz masa kontenera) sprawia, że współpraca każdego organu transportu (spedytorów/ 3PLs, właściciele ładunków, statków ładunkowych, portów, operatorów terminali, organów celnych, podmiotów świadczących usługi finansowe) staje się skuteczniejsza [Zawadzki, 2020; IBM, 2018].

W kontenerach umieszczane są specjalne czujniki zaprogramowane w taki sposób, aby umożliwiały sprawdzenie bieżącej lokalizacji ładunku. Czujniki te są w stanie również przesłać dane dotyczące temperatury oraz wilgotności wewnątrz kontenera. Przy załadunku kontenera na statek towarowy, informacje z czujnika są przesyłane do czujnika statku towarowego, a następnie do portu. Dzięki temu port, do którego przybędzie statek ładunkowy będzie wiedział co znajduje się w kontenerach. Zebrane informacje w czasie rzeczywistym są rejestrowane w blockchain i dostępne dla wszystkich zainteresowanych uczestników. Usprawniają one wiele procesów finansowych oraz przepływ danych [Musienko, 2019].

W 2014 roku firma Maersk postanowiła wysłać partię kwiatów z Mombasy do Europy. Działanie te wygenerowało ponad 200 transakcji tranzytowych, które zaszły pomiędzy wszystkimi organami transportu. Maersk był zszokowany tak dużą ilością dokumentów papierowych i w rezultacie wraz z firmą IBM postanowili podłączyć wszystkie zainteresowane tą konkretną dostawą strony do TradeLens blockchain (wówczas system nosił nazwę GTD – Global Trade Digitisation), a następnie ponownie wysłać ten sam ładunek z Mombasy do Europy. Cały proces polegał na tym, że każde działanie zostało zarejestrowane na łańcuchu blokowym w czasie rzeczywistym oraz automatycznie został wygenerowany inteligentny kontrakt. Inteligentna umowa towarzyszyła ładunkowi w całym łańcuchu dostaw, automatycznie wypełniając dokumenty, stemplując i dokonując obliczeń finansowych. Wszystkie te działania zostały również zarejestrowane w łańcuchu bloków [Musienko, 2019]. Organizację transportu kwiatów przy wykorzystaniu platformy TradeLens zaprezentowano na rysunku 3.



Rys. 3. Organizacja transportu przy wykorzystaniu platformy TradeLens

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Musienko, 2019].

Platforma TradeLens bazuje na sieci biznesowej. Gromadzone są tam informacje od wszystkich organów transportu. Po wprowadzeniu do systemu są one przechowywane, przetwarzane oraz dostępne na platformie. Mogą być również śledzone w czasie rzeczywistym.

Główne elementy TradeLens to [Musienko, 2019]:

- ekosystem – w skład którego wchodzi:

- rada nadzorcza (ang. advisory board) – jest to organ zarządzający wybierający walidatorów oraz opracowujący strategię. Szansę na zostanie członkiem rady mają pionierzy wśród firm transportowych oraz przedstawiciele agencji rządowych i organizacji międzynarodowych działających w zakresie przewozu ładunków;
- walidatorzy (ang. validators) – uczestnicy sieci weryfikujący autentyczność wszystkich transakcji. Jednym z ich głównych zadań jest tworzenie nowych bloków w łańcuchu. Walidatorzy to duże przedsiębiorstwa mające ogromny wpływ na rozwój transportu;
- uczestnicy (ang. participants) – za uczestników uważa się spedytorów, przewoźników, operatorów portów i terminali, organy celne i agencje rządowe. Są oni zaangażowani w łańcuchy spedycji i mogą zostać członkiem sieci TradeLens.
- platforma – oprogramowanie oparte na technologii blockchain Hyperledger Fabric i IBM Cloud. Jego rolą jest rejestrowanie, przechowywanie, przetwarzanie oraz możliwość śledzenia aktualnych informacji. Ich wymiana jest bezpośrednia lub za pośrednictwem inteligentnych kontraktów.
- marketplace – to środowisko umożliwiający opracowywanie, testowanie i wdrażanie aplikacji oraz inteligentnych kontraktów. Wcześniej wspomniane testowanie ma miejsce w wirtualnym środowisku TradeLens, które operuje takimi samymi właściwościami i zestawem danych co zwykła sieć. Jedyna różnica to działanie z fałszywymi pieniędzmi oraz brak wpływu na świat rzeczywisty.

Korzystanie z platformy TradeLens przynosi wiele korzyści różnym uczestnikom łańcucha, a mianowicie [Musienko, 2019]:

- właścicielom oraz nadawcom ładunków pozwala na zmniejszenie kosztów, zwiększenie przewidywalności, minimalizację zapasów oraz wzbudza większe zaufanie;
- spedytorom umożliwia śledzenia oraz kontrolowanie ładunków w czasie rzeczywistym. Procesy realizowane w portach są bardziej wydajne i umożliwiają na przykład skrócenie czasu postojów statku i sprzętu;
- operatorom terminali dostarcza większej ilości informacji o każdym statku, kontenerze czy załadunku;
- przewoźnikom morskim jak i lądowym, dzięki szybszej wymianie informacji oraz sprawnym procesom celnym, redukuje postoje w portach oraz usprawnia planowanie procesów transportowych;
- agencjom rządowym pozwala obniżyć koszty i umożliwia automatyzację procesów;

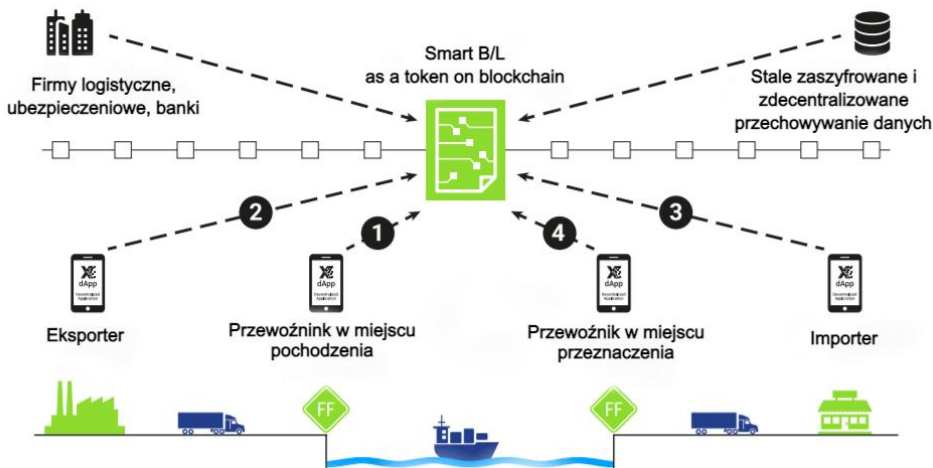
- dostawcom usług finansowych po podłączeniu do systemu umożliwi dostęp do wszystkich aktualnych danych.

### **3.2. CargoX**

CargoX to międzynarodowe przedsiębiorstwo specjalizujące się w rozwiązaniach do przesyłania dokumentów, które oparte są na transakcjach blockchain i platformie walidacji własności, czyli potwierdzenia, przez dostarczenie obiektywnego dowodu, że zostały spełnione wymagania odnośnie konkretnego użycia lub zastosowania. Posiada ono ponad 100-letnie doświadczenie w branży logistycznej, bankowej, programistycznej, IT i blockchain. CargoX wnosi wartość na rynek i pomaga łączyć uczestników łańcucha dostaw, co sprawia, że nie jest konkurentem dla przedsiębiorstw logistycznych. Natomiast firmy korzystające z platformy CargoX zyskują przewagę konkurencyjną i poprawiają swoją rentowność [CargoX, 2018a].

Platforma CargoX rozwinęła się dzięki nowym przepływom pracy, aby oferować usługi transakcji dokumentowych dla szerokiego spektrum branż, głównie z zakresu produkcji, handlu, finansów, energetyki i usług. Opierając się na neutralnym oraz publicznym łańcuchu bloków, platforma pomaga w przenoszeniu dokumentów jak również umożliwia ich śledzenie. Do przesyłania danych wykorzystywana jest sieć Ethereum gdzie dokumenty są haszowane a następnie przesyłane i przechowywane w rozproszonym systemie plików [CargoX, 2018a; CargoX, 15.07.2021].

Smart B/L to elektroniczny list przewozowy wysyłany przy użyciu platformy CargoX opartej na technologii blockchain. Gdy dokument zostanie stworzony jest on haszowany a następnie tokenizowany, czyli dane osobowe objęte szczególną ochroną zostają zastąpione niepowtarzalnymi symbolami identyfikacyjnymi [Dotpay, 2020]. Platforma CargoX korzysta z tokenów typu ERC-721 w celu przetwarzania Smart B/L pomiędzy zainteresowanymi stronami. CargoX ma rolę pośrednika podczas transakcji. Każdy użytkownik ma przypisany prywatny klucz, którego używa do podpisywania transakcji. Następnie wcześniej wspomniane transakcje transportują tokeny, a wraz z nimi nazwę wskazującą na kolejnego użytkownika w całym mechanizmie (rysunek 4).



Smart B/L działa w podobny sposób jak tokeny. Użytkownik może stworzyć/przenieść oraz rościć swoje prawo wartości

- 1 W miejscu nadania ładunku użytkownik używa dApp albo interfejsu API, aby stworzyć Smart B/L oparty na blockchain. Po opłaceniu kosztów wysyłki, przewoźnik wysyła Smart B/L na adres eksportera.
- 2 Po otrzymaniu zapłaty za towar od importera, eksporter przenosi własność Smart B/L na importera za pomocą dApp lub wywołania API.
- 3 Importer może rościć prawo własności do towarów w porcie docelowym przedstawiając token Smart B/L przewoźnikowi lub NVOCC w miejscu docelowym za pomocą dApp lub interfejsu API.
- 4 W miejscu docelowym ładunku przewoźnik wydaje towar importerowi po okazaniu tokena Smart B/L.

#### Rys. 4. Przepływ informacji pomiędzy zaangażowanymi uczestnikami

Źródło: opracowanie własne na podstawie [CargoX, 2018, s. 37].

Podpisywanie transakcji może odbywać się poprzez [Vlatic, Cekrljic, 2020]:

- wykorzystanie Interfejsu Programowania Aplikacji – API;
- integrację z platformą blockchain;
- wykorzystanie interfejsu użytkownika.

Przykładem wykorzystania Smart B/L opartego na technologii blockchain była wysyłka odzieży z Chin do Europy. 27 lipca 2018 r. kontener o długości 20 stóp zawierający 24,8 m<sup>3</sup> ładunku w postaci odzieży o wadze 3752 kg został wysłany z Szanghaju do portu Koper w Słowenii statkiem towarowym Ever Safety o wymiarach 299,99 m x 42,8 m. Przesłanie elektronicznego listu przewozowego opartego na technologii blockchain zajęło zaledwie kilka minut a nie kilka dni lub tygodni, jak to miało miejsce wcześniej przy przesyłce dokumentacji papierowej za pośrednictwem firmy kurierskiej. Dzięki takiemu rozwiązaniu prawdopodobieństwo straty,

kradzieży lub zniszczenia było bliskie zeru. Rozwiązanie to było bardzo korzystne cenowo, ponieważ stanowiło zaledwie 15% ceny dostarczenia dokumentów w formie papierowej [CargoX, 2018b].

Przedsiębiorstwo było zadowolone z przebiegu procesu z wykorzystaniem Smart B/L, ponieważ rozwiązanie to pozwoliło na znaczne obniżenie kosztów importu [CargoX, 2018b]. Z punktu widzenia eksportera, Hangzhou Doko Garments Co. Ltd. wykorzystanie inteligentnego listu przewozowego było łatwe i szybkie, a możliwość nadzorowania w czasie rzeczywistym i ciągły dostęp do archiwum to zalety, które mogą przynieść ogromne korzyści.

Zdaniem założyciela platformy CargoX, S. Kukmana głównym celem wysyłki odzieży z Chin do Europy było rozwiązanie problemu dotyczącego listów przewozowych związanych z transportem morskim. Uznał on, że proces transportu oficjalnej wysyłki testowej zakończył się powodzeniem. Od tej pory korzystanie z CargoX Smart B/L jest możliwe dla wszystkich firm logistycznych i spedycyjnych, którym zależy na obniżeniu kosztów, wytwarzania i przetwarzania konosamentu nawet do 85%. Ponadto platforma pozwala zaoszczędzić czas oczekiwania na dokument, a także zapewnia bezpieczeństwo [CargoX, 2018b].

Wśród głównych korzyści dla transportu i logistyki z korzystania z platformy CargoX należy wskazać [CargoX, 25.07.2021]:

- bezpieczeństwo – dzięki zdecentralizowanej zaszyfowanej pamięci żaden dokument nie zostanie zgubiony, skradziony, podrobiony lub uszkodzony;
- opłacalność – zaoszczędzone zostaną pieniądze poprzez cyfryzację dokumentów oraz brak konieczności instalacji oprogramowania do obsługi platformy;
- szybkość – platforma działa płynnie i szybko, co chroni przed wystąpieniem możliwych kosztów związanych z ewentualnym zatrzymaniem lub postojem ładunku;
- łatwość użytkowania – jest to intuicyjna platforma co sprawia, że użytkowanie staje się bardzo proste, ponadto nie wymaga ona żadnej instalacji – wystarczy zalogować się w przeglądarce;
- otwartość – platforma umożliwia prowadzenie prywatnych łańcuchów bloków.

### **3.3. Port of Rotterdam**

Port w Rotterdamie jest największym portem w Europie, a jednocześnie jednym z największych na świecie. Rocznie obsługuje 14,5 miliona ekwiwalentu TEU. Zaj-

muje obszar 40 km, a jego powierzchnia to 105 km<sup>2</sup>, która składa się z pięciu obszarów portowych oraz trzech parków dystrybucyjnych. Do portu przybywają różne towary z całego świata.

Stały rozwój technologiczny Portu w Rotterdamie wpływa na powstawanie coraz to nowocześniejszych systemów oraz aplikacji usprawniających procesy związane z transportem, dokumentacją oraz finansowaniem. Wraz z dynamiką zmian powstał projekt oparty na aplikacji Secure Container Release. Jest to aplikacja bazująca na technologii blockchain, która ma na celu zastąpienie kodów PIN tokenem cyfrowym. Dotychczas port korzystał z kodów PIN służących do zatwierdzania odbioru kontenera. Polegało to na przyznaniu kierowcy prawa do odbioru kontenera przez spedytora za pomocą kodu PIN. Procedura ta generowała wiele problemów, na przykład oszustwa, błędy, a nawet kradzież autoryzacji. Obecnie po dokonaniu autoryzacji kontenera, aplikacja blockchain używa tokena kryptograficznego i rejestruje transakcję w łańcuchu. Transakcja jest następnie udostępniana pomiędzy wszystkie zaangażowane strony. Token nie ujawnia danych dotyczących poprzednich transakcji. Na skutek tego są one zabezpieczone przed dostępem osób niepożądanych. Osoby zaangażowane w łańcuch dostaw mają możliwość śledzenia kontenera, transakcji oraz kontroli tokena [Doston, 2020]. Główną zaletą danego procesu jest pewność, że kontener został wydany właściwemu kierowcy, ponieważ istnieje tylko jeden ważny token [Ovcina, 2020].

Kolejnym przykładem zastosowania technologii blockchain w Porcie Rotterdam jest aplikacja DELIVER. Jest to aplikacja umożliwiająca śledzenia ładunku, jego transportu oraz wymiany informacji finansowych w czasie rzeczywistym. Dotyczy to logistyki handlu międzynarodowego od momentu załadunku kontenera na statek, samej podróży i wyładunku w porcie. Zastosowanie tej aplikacji eliminuje problemy związane z zaufaniem oraz bezpieczeństwem, jak i przejrzystością wymiany danych. Powstała ona we współpracy z platformą BlockLab oraz ABN AMRO i Samsung SDS. BlockLab jest ogólnodostępną platformą opartą na technologii blockchain, która zajmuje się tworzeniem aplikacji usprawniających sektor energetyczny oraz globalne łańcuchy dostaw we współpracy z inżynierami, programistami oraz użytkownikami końcowymi [BlockLab, 25.07.2021].

Pierwszym ładunkiem wysłanym za pomocą platformy DELIVER był kontener typu door-to-door transportowany z Korei do Portu Rotterdam, a następnie do magazynu Samsung SDS w Tilburgu. Proces ten odbył się bez tradycyjnej wymiany papierowych informacji, lecz z użyciem elektrycznego przesyłania dokumentacji w czasie rzeczywistym. Dostawa miała zaprezentować zintegrowane śledzenie oraz wymianę danych (w tym informacji finansowych). Po zakończonej powodzeniem transakcji proces ten przyniósł wiele korzyści, między innymi interoperacyjność,

śledzenie frachtu, bezpieczne finansowanie i wymianę dokumentacji oraz troskę o środowisko w kwestii redukcji ilości wykorzystywanego papieru (Gospodarka Morska, 2019).

W opinii kierownika terminala w Tilburgu platforma umożliwia stosowanie jednolitej strategii komunikacji w celu otrzymania i udostępnienia dokładnych informacji wśród członków łańcucha dostaw, a tym samym podejmowania lepszych decyzji w celu doboru najbardziej odpowiedniej metody dostawy i prognozowanego popytu. Samsung SDS natomiast jako odbiorca skorzystał z informacji w czasie rzeczywistym oraz z możliwości dostępu do zdigitalizowanej dokumentacji ładunkowej. Dzięki tym funkcjonalnościom przedsiębiorstwo może projektować swoje procesy bardziej efektywnie, umożliwiając działanie w oparciu o zaufane dane oraz zdarzenia w czasie rzeczywistym. Korzyści wynikające z zastosowania aplikacji przyczyniły się do podpisania umowy o współpracy w kolejnym etapie projektu DELIVER [Transport Intelligence, 2019; Wood, 2019].

## **Podsumowanie**

Postęp technologiczny wpływa na funkcjonowanie wielu gałęzi gospodarki i tym samym usprawnia wiele procesów w nich zachodzących. Coraz częściej można zaobserwować powstawanie aplikacji oraz nowych technologii opartych na blockchain, które mają na celu usprawnienie różnych procesów zachodzących w przedsiębiorstwach. Jedną ze stale rozwijających się gałęzi jest logistyka, w której wykorzystywane są różne rozwiązania udoskonalające cały mechanizm przemieszczania się przesyłki od złożenia zamówienia aż do etapu końcowego, jakim jest odbiór przez klienta. Blockchain niesie szereg korzyści w wielu publicznych, jak i prywatnych sektorach gospodarki. Szczególnie w gałęzi transportu można zauważyć wiele nowoczesnych rozwiązań wpływających na płynność transakcji, wygodę użytkownika, a także wysoki poziom bezpieczeństwa na każdym etapie zachodzącego procesu. W przypadku odbioru kontenera przez osobę uprawnioną jest to możliwe dzięki tokenowi cyfrowemu, który zapewnia większą ochronę danych w porównaniu z kodem PIN. Wszyscy użytkownicy blockchain mają pewność, że informacje przez nich umieszczone są bezpieczne, ponieważ technologia gwarantuje odporność na modyfikacje i cyberprzestępczość. Kolejnym istotnym atutem korzystania z technologii blockchain jest oczywiście wykorzystanie inteligentnych kontraktów, co pozwala na wyeliminowanie pośredników. Umożliwiają one sprawniejszy i wydajniejszy przebieg procesów związanych z kontrolą celną poprzez skrócenie czasu przetwarzania towarów. Technologia umożliwia szybki przepływ dóbr i informacji w rozproszonej księdze, przez co zmniejsza koszty poprzez redukcję na przykład



ilości dokumentów w formie papierowej. Dzięki niej możliwa jest również cyfryzacja listu przewozowego oraz monitoring ładunku w czasie rzeczywistym. Technologia blockchain ciągle się rozwija, a aplikacje tworzone na jej bazie cały czas ewoluują. Pojawiają się nowe, coraz to lepsze rozwiązania. Blockchain jest zarówno przyszłością świata logistyki, jak i różnorodnych sektorów gospodarki. W głównej mierze jest to duże ułatwienie w pracy spedytorów, producentów, kierowców, przedsiębiorstw i wielu innych uczestników łańcucha.

## ORCID iD

Danuta Szpilko: <https://orcid.org/0000-0002-2866-8059>

## Literatura

1. Anwar, H. (2020), *Blockchain For Logistics: Revolutionizing The Industry*, <https://101blockchains.com/blockchain-for-logistics/> [19.06.2021].
1. Belova K. (2021), *Blockchain Technology for Smarter and Safer Logistics and Transportation*, <https://pixelplex.io/blog/blockchain-for-transport-and-logistics/?fbclid=IwAR3Bbav-T7917q4F-bTrgxxfkP4jBKmcQIdBNMG-tlAmOpq3nR9fDTfOW1Y> [20.05.2021].
2. BlockLab, <https://www.blocklab.nl/about/> [25.07.2021].
3. CargoX (2018a), *Business Overview and Technology Blueprint*, <https://cargox.info/files/CargoX-Business-Overview-Technology-Blueprint.pdf> [15.07.2021].
4. CargoX (2018b), *A day to remember: The first ever blockchain-based CargoX Smart B/L™ has successfully completed its historic mission during a trial shipment from China to Europe*, <https://cargox.io/press-releases/full/first-ever-blockchain-based-cargox-smart-bl-has-successfully-completed-its-historic-mission/> [15.07.2021].
5. CargoX, *About CargoX*, [https://cargox.io/company/?fbclid=IwAR1W0aq1oZE1fYKsFq-BhJqEDsIJ4XrxrvbagiljYwRUgBN\\_ezCHR4j-CPU](https://cargox.io/company/?fbclid=IwAR1W0aq1oZE1fYKsFq-BhJqEDsIJ4XrxrvbagiljYwRUgBN_ezCHR4j-CPU) [15.07.2021].
6. CargoX, *CargoX for Transport and Logistics*, <https://cargox.io/solutions/for-transport-and-logistics/> [25.07.2021].
7. Crosby M., Nachiappan, Pattanayak P., Verma S., Kalyanaraman V. (2015), *BlockChain Technology Beyond Bitcoin*, Sutardja Center for Entrepreneurship & Technology Technical Report, [https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf?fbclid=IwAR1MvVJOk3kytZZOJ6n0M5wIOmlaljsbVUCmGsOw0DqKtpF2cEqTSvaZ\\_hY](https://scet.berkeley.edu/wp-content/uploads/BlockchainPaper.pdf?fbclid=IwAR1MvVJOk3kytZZOJ6n0M5wIOmlaljsbVUCmGsOw0DqKtpF2cEqTSvaZ_hY) [25.05.2021].
8. Crosby M., Nachiappan, Pattanayak P., Verma S., Kalyanaraman V. (2016), *BlockChain Technology: Beyond Bitcoin*, *Applied Innovation Review* 2, s. 6-19.

9. Czajkowski A. (2021), *Smart Contracts – wszystko co powinieneś wiedzieć*, <https://cryps.pl/poradnik/smart-contracts-wszystko-co-powinienes-wiedziec/> [20.05.2021].
10. Doston K. (2020), *Port of Rotterdam pilots blockchain-based shipping container handling project*, <https://siliconangle.com/2020/07/10/port-rotterdam-pilots-blockchain-based-shipping-container-handling-project/> [25.07.2021].
11. Dotpay (2020), *Tokenizacja – czym jest, jej funkcje i zastosowanie*, <https://www.dotpay.pl/blog/bezpieczenstwo/tokenizacja-czym-jest-jej-funkcje-i-zastosowanie> [15.07.2021].
12. Encyklopedia, [https://encyklopedia.biolog.pl/index.php?haslo=Drzewo\\_hash](https://encyklopedia.biolog.pl/index.php?haslo=Drzewo_hash) [25.05.2021].
13. Filipowicz, A., Kuźmicz, K., Prońcio, K., Rutkowska, E. (2021), *Cyfryzacja i zastosowanie sensorów w transporcie kontenerowym*, *Akademia Zarządzania*, 5(2), s. 119-139.
14. Geroni D. (2021), *Top 5 Benefits Of Blockchain Technology*, <https://101blockchains.com/benefits-of-blockchain-technology/> [19.06.2021].
15. Gospodarka Morska (2019), *Do Rotterdamu trafił pierwszy kontener wysłany za pomocą platformy blockchain*, <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-transport-do-rotterdamu-trafil-pierwszy-kontener-wyslany-za-pomoca-platformy-blockchain-41964> [25.07.2021].
16. IBM (2018), *Maersk and IBM Introduce TradeLens Blockchain Shipping Solution*, <https://newsroom.ibm.com/2018-08-09-Maersk-and-IBM-Introduce-TradeLens-Blockchain-Shipping-Solution> [29.06.2021].
17. ICAEW – The Institute of Chartered Accountants in England and Wales, *History of blockchain*, [https://www.icaew.com/technical/technology/blockchain/blockchain-articles/what-is-blockchain/history?fbclid=IwAR3H3by0pmsxCKeVbio9CI7YP9cj\\_cu4I9\\_FH1cnt0IOSqexfMrcYsB7MVo](https://www.icaew.com/technical/technology/blockchain/blockchain-articles/what-is-blockchain/history?fbclid=IwAR3H3by0pmsxCKeVbio9CI7YP9cj_cu4I9_FH1cnt0IOSqexfMrcYsB7MVo) [25.05.2021].
18. Iredale G. (2021), *History Of Blockchain Technology: A Detailed Guide*, <https://101blockchains.com/history-of-blockchain-timeline/?fbclid=IwAR3duiLb112wxPWTsWZPW2O1iZDXfc1k0OWODMJgd15oOzSaEHeRvIrMEFI> [25.05.2021].
19. Kręglewski, M. (2019), *Technologia Blockchain – 9 praktycznych zastosowań*, <https://itwiz.pl/praktyczne-zastosowania-technologiei-blockchain/> [19.06.2021].
20. Liebkind J. (2020), *Bitcoin's 10th Birthday: Was the Nakamoto White Paper Right?*, <https://www.investopedia.com/tech/return-nakamoto-white-paper-bitcoins-10th-birthday/> [25.05.2021].
21. Musienko Y. (2019), *MAERSK blockchain use case*, [https://merehead.com/blog/maersk-blockchain-use-case/?fbclid=IwAR2Hk2R1v2IIO5pnmGrMp9zliu-IeaqePib\\_G5yXCgo0ZFBN4Ygskioe7U](https://merehead.com/blog/maersk-blockchain-use-case/?fbclid=IwAR2Hk2R1v2IIO5pnmGrMp9zliu-IeaqePib_G5yXCgo0ZFBN4Ygskioe7U) [29.06.2021].
22. Ostrowski M. (2020), *Maersk – największy morski przewoźnik kontenerowy. Co trzeba wiedzieć o firmie?*, <https://bbats.pl/transport-morski/maersk-historia-i-dzialalnosc/> [29.06.2021].

23. Ovcina J. (2020), *Port of Rotterdam launching a blockchain pilot project on PIN-free container handling*, <https://www.offshore-energy.biz/port-of-rotterdam-launching-a-blockchain-pilot-project-on-pin-free-container-handling/> [25.07.2021].
24. Transport Intelligence (2019), *First container shipped from Korea to Rotterdam on blockchain-based platform DELIVER*, <https://www.ti-insight.com/first-container-shipped-from-korea-to-rotterdam-on-blockchain-based-platform-deliver/> [25.07.2021].
25. Venugopal R. (2021), *What is Blockchain: Features and Use Case*, [https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/what-is-blockchain?fbclid=IwAR1tJ9t99\\_SaXi6BGb09x\\_kEHntO5xt-oLN2hpELh6Ksqz4rstiNlj1BGHc](https://www.simplilearn.com/tutorials/blockchain-tutorial/what-is-blockchain?fbclid=IwAR1tJ9t99_SaXi6BGb09x_kEHntO5xt-oLN2hpELh6Ksqz4rstiNlj1BGHc) [20.05.2021].
26. Vlacic P., Cekrlc B. (2020), *The legality of an electronic bill of lading*, <https://cargox.io/blog/legality-electronic-bill-lading/> [15.07.2021].
27. Wodnicka M. (2019), *Technologie blockchain przyszłością logistyki*. Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie 4(1), s. 43-54.
28. Wood M. (2019), *Samsung, Rotterdam port, ABNAMRO complete blockchain trade test*, <https://www.ledgerinsights.com/samsung-rotterdam-port-abn-amro-blockchain-trade-deliver/> [25.07.2021].
29. Zawadzki S. (2020), *Co to jest API? Wszystko o interfejsie programowania aplikacji*, <https://smartbees.pl/blog/co-jest-api-wszystko-o-interfejsie-programowania-aplikacji> [29.06.2021].

## Application of blockchain technology in maritime transport. Case study

### Abstract

Since 2018, blockchain has become one of the most popular topics in the technology and business sector. This technology, based on the use of blockchains, i.e. consecutive segments of data, has become an object of interest for both large corporations and startups. The aim of the article is to present blockchain technology and its application in logistics with particular emphasis on maritime transport. The paper characterises the blockchain technology and shows the benefits of this innovative tool in various sectors of the economy. The paper focuses on the application of blockchain in maritime transport. Based on the analysis of literature and a review of websites, three case studies of the use of blockchain technology in practice by international companies were prepared: Maersk, CargoX and the Port of Rotterdam.

### Key words

blockchain, smart contracts, maritime transport, supply chain, logistics, finance