

Technologie blockchain przyszłością logistyki

Monika Wodnicka

Uniwersytet Łódzki
Wydział Ekonomiczno-
-Socjologiczny

ORCID: 0000-0002-9656-5713

Abstrakt: Nowe technologie w coraz większym wymiarze w sposób bezpośredni i pośredni oddziałują na logistykę w ramach procesów logistycznych, implikując tym samym ciągłą jej ewolucję i kolejne wyzwania. Do zjawisk wpływających na transformację logistyki można zaliczyć te związane z rozwojem gospodarczym w skali świata oraz erą cyfryzacji łączoną z czwartą rewolucją technologiczną, które niosą ze sobą przeobrażenia w zakresie kooperacji przedsiębiorstw i sterowania procesami w łańcuchu dostaw zarówno w skali branż, jak i sektorów. Wśród listy dziesięciu technologii, które mają największy potencjał, aby zmienić oblicze biznesu, styl pracy, hierarchię wartości, znalazł się blockchain. Celem artykułu jest przedstawienie technologii blockchain w obszarze logistyki ze szczególnym uwzględnieniem jej znaczenia dla usprawnienia procesów logistycznych oraz wskazanie ograniczeń w jej zastosowaniu. Technologia ta może przyspieszyć i ułatwić wiele procesów logistycznych, wyposażając je we wspólne, niezaprzeczalne źródło informacji, zapewniając tym samym nowy poziom transparentności i bezpieczeństwa w łańcuchu dostaw. Daje ona podstawy do tworzenia logistyki opartej na Internecie Rzeczy (IoT), chmurze technologicznej (*cloud computing*) i sztucznej inteligencji (AI) w tym Inteligentnych Kontraktów (*smart contracts*). W artykule wskazano zjawiska generujące wyzwania dla logistyki. Opisano, czym jest blockchain i dlaczego warto z niego skorzystać, odnosząc się do jego cech, zalet i ograniczeń w jego zastosowaniu. Podane praktyczne przykłady dotyczą zastosowania omawianej technologii w logistyce. Metodą badawczą była analiza literatury i studium przypadków wykorzystania technologii blockchain w praktyce.

Słowa kluczowe: nowe technologie, łańcuch dostaw, procesy logistyczne, rewolucja 4.0

1. Wprowadzenie

Rzeczony rozwój technologii informacyjnych i cyfryzacja procesów biznesowych ma ogromny wpływ na sposób funkcjonowania przedsiębiorstw oraz całych sektorów gospodarki. W przypadku przedsiębiorstw związki te można dostrzec na trzech płaszczyznach funkcjonowania: a) w zakresie tworzenia war-

Korespondencja:
Monika Wodnicka
Uniwersytet Łódzki
Wydział Ekonomiczno-Socjologiczny
Katedra Logistyki
ul. Rewolucji 1905 r. 37/39
90-214 Łódź, Poland
Tel. +48 42 635 52 12
E-mail: monika.wodnicka@uni.lodz.pl

tości w nowych realiach biznesowych; b) w zakresie tworzenia wartości w procesach, które wykorzystują koncepcję zarządzania doświadczeniem klientów (ang. *Customer Experience Management* – CEM) oraz c) w zakresie budowania fundamentalnych zdolności przedsiębiorstwa (Dörner, Edelman, 2015). W każdej sferze prowadzenia biznesu nowa technologia może z jednej strony wspomóc rozwój działalności, z drugiej zmienić dany sektor i obowiązujący w nim układ sił. Dla jednych przedsiębiorstw oznacza to konieczność rozszerzenia działalności, biorąc pod uwagę również inny sektor, dla drugich odnalezienie nowych modeli biznesowych budujących wartość w obecnym sektorze. Nowe realia biznesowe wiążą się z otwartością na odmienne od dotychczasowych sposoby funkcjonowania. Jedną z technologii, która może mieć rewolucyjne znaczenie w logistyce, to blockchain¹ wykorzystany w dowolnych systemach operacyjnych, między innymi z obszaru zarządzania logistycznego i związanego z łańcuchem dostaw.

Celem artykułu jest przedstawienie technologii blockchain w obszarze logistyki ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia tej technologii dla usprawnienia procesów logistycznych oraz wskazania ograniczeń w jej zastosowaniu. Artykuł ma charakter teoretyczno-przeglądowy, w którym skorzystano z danych zastanych i informacji na temat blockchain oraz własnej analizy studiów przypadków zastosowania tej technologii w praktyce.

Teza artykułu brzmi następująco: technologia blockchain może przyspieszyć i ułatwić wiele procesów logistycznych, wyposażając je we wspólne źródło informacji, co daje nowy poziom transparentności i bezpieczeństwa w łańcuchu dostaw. Stanowi ona podstawy do tworzenia logistyki opartej na Internecie Rzeczy (IoT), chmurze technologicznej (ang. *cloud computing*) i sztucznej inteligencji (AI), w tym inteligentnych kontraktach (ang. *smart contracts*).

Artykuł składa się z dwóch części. Pierwsza poświęcona jest omówieniu związków pomiędzy rozwojem technologii a logistyką. W drugiej omówiono technologie blockchain, jej cechy, zalety i wady oraz przykłady zastosowania.

2. Logistyka w dobie współczesnego biznesu i nowych technologii

Współczesna logistyka, która zyskała wymiar globalny, musi charakteryzować się elastycznością i zdolnością szybkiego dostrzegania biznesowych szans, jakie stwarzają nowe technologie, w tym umiejętności wykorzystania wszystkich dostępnych informacji. Stale zwiększający się zakres, skomplikowanie i dynamizm procesów logistycznych potęguje potrzeby implementacji nowych rozwiązań w logistyce. Logistyka w coraz szerszym wymiarze w sposób bezpośredni i pośredni oddziałuje na gospodarkę, a zachodzące w niej przemiany (Coyle, Bardi, Langley, 2010) generują wyzwania dla niej samej.

Wśród zjawisk wpływających na transformację logistyki można wymienić te związane z rozwojem gospodarczym w skali świata (globalizacja i internacjonalizacja działalności)

¹ Technologia blockchain – jak wynika z rankingu *Top 10 Emerging Technologies of 2016* – jest jednym z najbardziej obiecujących rozwiązań technicznych, które będą miały największy wpływ na poprawę życia, transformację dziedziny gospodarki oraz ochronę środowiska (Cann, 2016; World Economic Forum, 2016b). Blockchain znalazł się na trzecim miejscu wśród przełomowych technologii przyszłości. To technologia rozproszonych rejestrów danych (lub rozproszonej księgi głównej), która służy do ustrukturyzowania, przechowywania i przesyłania informacji biznesowych, z wykorzystaniem Internetu. Szerzej na ten temat w punkcie 3.

oraz erą cyfryzacji łąconą z czwartą rewolucją technologiczną (Przemysł 4.0), które niosą ze sobą przeobrażenia w zakresie kooperacji przedsiębiorstw i sterowania procesami w łańcuchu dostaw w skali branż i sektorów. Warto wymienić tutaj zjawiska, takie jak:

- zastosowanie rozwiązań technologii informacyjno-telekomunikacyjnych (ICT), w tym satelitarnych i radiowych systemów identyfikacji, które pozwalają na koordynację przepływów produktów, informacji w czasie i przestrzeni;
- standaryzacja i automatyzacja procesów gospodarczych, ich indywidualizacja wymaga zwiększenia dyscypliny dostaw oraz ciągłości procesów optymalizacji zapasów;
- kastomizacja produktu², która daje możliwość personalizacji produktów, wymaga wzrostu ich liczby w obrocie, zwiększenia możliwości wyboru, akceleracji jakości, wygody zakupu dla konsumentów, co implikuje elastyczność produkcji, zgodnie z sygnałami rynkowymi, a także poszukiwanie i rozwój kanałów dystrybucji;
- wzrost liczby sklepów wielkopowierzchniowych utrzymujących mniejsze zapasy i wymagających lepszej obsługi przez dostawców;
- zmiana charakteru procesów dystrybucji, które przekraczając dotychczasowe granice przedsiębiorstwa, wymagają zbierania i analizowania danych, poszerzenia łańcucha zasobów informacyjnych, integrujących dane pochodzące od zewnętrznych kooperantów, dostawców czy klientów w czasie rzeczywistym;
- rozszerzenie form powiązań między przedsiębiorstwami, wdrażanie nowych koncepcji modeli biznesowych, czego wyrazem jest wzrost tendencji do outsourcingu usług logistycznych (wzrost udziału kosztów usług obcych w strukturze kosztów działalności, zmiana struktury kosztów materiałowych i utrzymywania zapasów, redukcja nakładów inwestycyjnych i wzrost kosztów zmiennych). Wynika to z presji na obniżkę kosztów jako element wzrostu konkurencyjności podmiotów (Szukalski, Wodnicka, 2016);
- skrócenie cyklu życia rynkowego produktów, które nakłada dyscyplinę czasową w procesie produkcji i dystrybucji wdrażania nowego produktu, gdyż konsumenci nie chcą długo oczekiwać na nowości czy wprowadzanie ulepszeń.

A zatem wyzwania stawiane przed logistyką nie ograniczają się tylko do transportu czy magazynowania, ale związane są dziś z procesami zarządzania i koordynowania działań między firmami w łańcuchu dostaw w czasie rzeczywistym – umiejętnością reakcji na szybko zmieniający się popyt.

Wymieniony wcześniej Przemysł 4.0 oznacza integrację inteligentnych rozwiązań obejmujących urządzenia i systemy IT, nowe sposoby pracy oraz nowe role zasobów ludzkich. Interesujące rozważania na ten temat zawierają publikacje m.in. Klausa Schwaba, Michaela Millera czy World Economic Forum (Schwab, 2016; Miller, 2016; World Economic Forum, 2016a, 2016b). Dyfuzja Przemysłu 4.0 wiąże się z trzema zjawiskami (Paprocki, 2016):

- powszechną cyfryzacją i zapewnieniem stałego porozumiewania się osób między sobą, osób z urządzeniami oraz urzędzeń między sobą;

² Wytwarzanie produktów na potrzeby relatywnie dużego rynku z uwzględnieniem specyficznych potrzeb indywidualnego klienta przy kosztach produktu zbliżonych do jego kosztów w produkcji masowej. Współcześnie masowa kastomizacja staje się alternatywą dla masowej produkcji, która przestaje być odpowiednia dla dzisiejszych turbulentnych rynków, rosnącego zapotrzebowania na różnicowanie i personalizowanie produktów oraz szans, jakie daje e-commerce i Internet.

- coraz częściej wdrażanymi innowacjami wywrotowymi (ang. *disruptive innovations*), które pozwalają na skokowe zwiększanie sprawności i efektywności funkcjonowania systemu społeczno-gospodarczego;
- osiągnięciem takiego rozwoju maszyn, że zyskują one zdolność do autonomicznego zachowania dzięki wykorzystywaniu w procesie ich sterowania sztucznej inteligencji (ang. *artificial intelligence*).

Gwałtowne przyspieszenie rozwoju technologii informatycznych oraz transpozycja ich wykorzystania doprowadziła do sformułowania tezy o czwartej rewolucji przemysłowej, chociaż poddawane jest głośniejszej dyskusji, czy nie uznać jej jako ewolucję czy transformację³. Jakkolwiek technologie ICT towarzyszą nam już od dłuższego czasu, jednak obecnie przyjmują bardziej dojrzałą formę, łącząc systemy fizyczne z Internetem Rzeczy – IoT, sztuczną inteligencją – AI, elementami dużych zbiorów danych – Big Data czy przetwarzaniem w tzw. chmurze – *cloud*.

Świadomość o przełomowości technologicznych rozwiązań oraz wizja wykorzystania nowych możliwości staje się wyzwaniem dla wielu przedsiębiorstw i daje asumpt do zmiany paradygmatu prowadzenia biznesu.

Jako główne założenia wymienia się między innymi (Still, 2018):

- globalne sieci łączące zakłady produkcyjne, maszyny i systemy zarządzania magazynami organizacji;
- autonomiczną wymianę informacji w cyber-fizycznych systemach, w ramach których urządzenia i bazy danych mogą wspólnie działać i wzajemnie się kontrolować;
- identyfikowalne, lokalizowane w czasie rzeczywistym „inteligentne produkty”, znające swoją historię, status i ścieżki umożliwiające im dotarcie do miejsca docelowego.

Takie podejście ma zapewnić korzyści nie tylko w zakresie usprawnienia procesów produkcji, ale również w logistyce i transporcie. Nowe technologie w coraz większym wymiarze w sposób bezpośredni i pośredni oddziałują na logistykę w ramach procesów logistycznych, implikując tym samym ciągłą jej ewolucję i kolejne wyzwania (tabela 1).

Tabela 1. Ewolucja i wyzwania w logistyce
(*Table 1. Evolution and challenges in logistics*)

Obszar odniesienia (<i>Reference area</i>)	Stan przeszły (<i>Past</i>)	Stan obecny (<i>Present</i>)	Stan przyszły (<i>Future</i>)
System komunikacji	Analogowy	Analogowo-cyfrowy – Internet i Intranet	Cyfrowy – Internet Rzeczy, chmura cyfrowa/technologiczna
Koncepcja	Neo Taylorizm	Lean Management, Lean Production	Smart Factory, wirtualne organizacje, cyfrowe łańcuchy dostaw
Rozwiązanie	Mechanizacja i automatyzacja	Automatyzacja i informatyzacja	Wirtualizacja i integracja systemów, robotyzacja, sztuczna inteligencja, system cyber-fizyczny (ang. <i>cyber-physical system</i> – CPS)

Źródło: opracowanie własne.

³ Pierwsza rewolucja przemysłowa dotyczy wynalezienia silnika parowego, druga – wdrożenia technik masowej produkcji, trzecia to rozwój przemysłu wysokich technologii i wdrożenie technologii informatycznych.

Według Pluralsight (2018) i McKinsey (Manyika, Chui, Bughin, Dobbs, Bisson, Marrs, 2013) wśród listy dziesięciu technologii, które mają największy potencjał, aby zmienić oblicze biznesu, styl pracy, hierarchię wartości, jak również sposób życia, znalazły się:

1. Internet mobilny – dzięki mobilnym urządzeniom do 2025 roku zostanie podłączonych do sieci kolejne 4,3 mld osób, aktualnie jest to 3,7 mld (40% populacji Ziemi), przy wykorzystaniu nowych interfejsów, formatów, sensorów i aplikacji, które będą stale ewoluowały.
2. Sztuczna inteligencja (AI) – będzie mieć znaczący wpływ na produktywność oraz na sposób pracy poprzez uczenie maszynowe (ang. *machine learning*) czy interfejsy użytkownika działające w oparciu o rozpoznawanie mowy i gestów, czego przykładem obecnie mogą być: Siri, Cortana czy Alexa.
3. Wirtualna (VR) i poszerzona rzeczywistość (AR) – spodziewane są dalsze ulepszenia urządzeń wykorzystywanych do tego typu technologii, na przykład gogli. Przewiduje się powstawanie całych ekosystemów bazujących na technologii VR/AR zarówno dla użytkowników indywidualnych, jak i przedsiębiorców. Obecnie rynek VR/AR wart jest 7 mld USD, jednak prognozy są mocno wzrostowe (do 80 mld USD w 2025 roku).
4. Chmura technologiczna (ang. *cloud computing*) – najważniejsze hasło w biznesie w ostatniej dekadzie. Przewiduje się, że będzie w dalszym ciągu mieć znaczący wpływ na biznes i prawie wszystkie usługi IT będą dostarczane za pośrednictwem chmury. W efekcie coraz więcej przedsiębiorstw skorzysta z chmur publicznych, co przełoży się na zwiększenie bezpieczeństwa w sieci.
5. Internet Rzeczy (IoT) – obecnie już ponad 9 mld urządzeń jest podłączonych do Internetu, a szacuje się, że w ciągu dekady w tej sieci będzie pracować od 50 mld do nawet 1 bln urządzeń. W związku z tym przedsiębiorstwa będą musiały zadbać o monitoring i zabezpieczanie poszczególnych urządzeń, systemów, a nawet ludzi.
6. Zaawansowana robotyka – postęp w rozwoju robotyki związany z nowymi silnikami, materiałami, czujnikami, wizualizacją i sztuczną inteligencją spowoduje zmianę sposobu dostarczania produktów i usług oraz zdeterminuje zapotrzebowanie na umiejętności techniczne związane z budową, obsługą i utrzymaniem zaawansowanych robotów.
7. Technologie biometryczne – dają możliwość nowych metod autoryzacji: za pomocą odcisków palców, siatkówki oka, rozpoznawania twarzy czy głosu, a tym samym rezygnacji z tradycyjnych haseł.
8. Druk 3D – umożliwi przejście na zupełnie inny, nowy poziom dostosowywania produktów do indywidualnych potrzeb, również na masową skalę, co wpłynie znacząco na obniżenie kosztów łańcucha dostaw. Według szacunków technologia ta będzie w roku 2025 generować od 230 mld USD do 550 mld USD przychodów rocznie.
9. Genomika – dzięki inżynierii genetycznej można nie tylko poprawić jakość produkcji rolnej, zmniejszyć zużycie surowców naturalnych czy wydłużyć ludzkie życie, ale też całkowicie zmienić biznes. Dzięki analizie genomu klienta można oferować spersonalizowane usługi, dostosowane do jego indywidualnych potrzeb i predyspozycji.
10. Blockchain – technologia ta posiada szerokie, komercyjne wykorzystanie. Daje możliwość skutecznego zawierania bezpiecznych umów i transakcji dzięki chmurze technologicznej/obliczeniowej (ang. *cloud*).

3. Istota technologii blockchain i obszary zastosowania w logistyce

Technologia blockchain⁴ to technologia rozproszonych rejestrów danych (lub rozproszonej księgi głównej). Służy do ustrukturyzowania, przechowywania i przesyłania informacji biznesowych, wykorzystując do tego Internet. Jak wynika z nazwy, jest rozproszoną strukturą danych – bloków (ang. *block*) – łączonych w nierozzerwalny łańcuch (ang. *chain*), w których przechowywane są zakodowane informacje. Umożliwia elektroniczne tworzenie i udostępnianie cyfrowych zapisów transakcji pomiędzy podmiotami/użytkownikami, umieszczanych jako baza danych w tzw. chmurze technologicznej (ang. *cloud computing*), zwanej również chmurą obliczeniową. Infrastruktura chmury to zbiór zasobów sprzętowych (składniki serwera, pamięci masowej oraz sieci internetowej) i oprogramowania, który umożliwia przetwarzanie danych (Mell, Grance, 2011). Przetwarzanie w chmurze określane jest jako model⁵ pozwalający na dostęp poprzez sieć do zasobów obliczeniowych dostarczanych przez usługodawcę wewnętrznego lub zewnętrznego.

W efekcie otrzymujemy chronologiczny łańcuch zdarzeń będący publicznym rejestrem informacji pomiędzy użytkownikami tej technologii, bez możliwości zmiany danych historycznych⁶, przyjmujący formę inteligentnego kontraktu (ang. *smart contract*), definiowanego jako program komputerowy, który może podejmować decyzje w przypadku spełnienia określonych warunków (Kõlvar, 2016). *Smart contract* jest cyfrową reprezentacją zasad lub procesów funkcjonujących w danej organizacji biznesowej, które regulują sposób dokonywania transakcji i jej przebieg. Pełni rolę kontrolującą aktywa lub może wywoływać zdarzenia, ustalone za pomocą technik programistycznych (Piech, 2016) (tabela 2).

Tabela 2. Różnice między tradycyjnym a inteligentnym kontraktem
(Table 2. Differences between traditional and smart contract)

Tradycyjny kontrakt (<i>Traditional contract</i>)	Inteligentny kontrakt (<i>Smart contract</i>)
Wiele dokumentów w formie papierowej (wydruku)	Kontrakt jest w pełni zdigitalizowany i nie można go zmieniać
Wykonanie umowy często jest zależne od podmiotów lub osób trzecich	Samowykonujący się – spełnienie warunków umowy generuje automatyczną realizację
Zobowiązania stron są określone zapisami w umowie	Zobowiązania stron są określone kodem komputerowym

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Deloitte, 2017.

⁴ Wymyślony został ponad osiem lat temu przez twórcę bitcoina, Satoshiego Nakamoto, i stanowi podstawową technologię dla kryptowalut, głównie cyfrowej waluty bitcoin, ale również sieci blockchain nazwanej Ethereum, która zaoferowała nowe możliwości funkcjonalne, tj. inteligentne kontrakty (ang. *smart contract*).

⁵ Wśród modeli wyróżnia się: prywatna chmura, chmura społeczności, chmura publiczna, chmura hybrydowa.

⁶ Każda zmiana jest widoczna we wszystkich następnym blokach po tym zmienionym. Dane o każdej kolejnej transakcji są szyfrowane wraz z oznaczeniem czasowym, tworząc w bazie nowy blok. Jednocześnie do potwierdzenia transakcji wymagana jest zgoda innych uczestników rynku, konsensus.

Inteligentne kontrakty zwiększyły perspektywy zastosowań technologii blockchain. Rozwiązanie sprzyja po pierwsze dezintermediacji, czyli bezpiecznej współpracy pomiędzy podmiotami, eliminując potrzebę zaufanej trzeciej strony (pośredników, tj. organów centralnych, firm ubezpieczeniowych, prawników czy banków) przy przetwarzaniu transakcji/informacji, dzięki gwarancji uzyskanej z rynku, a więc od innych posiadaczy rozproszonej bazy danych⁷, wykorzystując mechanizm konsensusu zawieranego automatycznie przez uczestników sieci blockchain, co oznacza, że transakcje posiadają własną autoryzację. Po drugie znacznie ogranicza koszty operacyjne procesów biznesowych oraz upraszcza ich złożoność między różnymi organizacjami; po trzecie daje możliwość tworzenia sieci biznesowych dla danego rynku czy grupy partnerów, gdzie każda transakcja jest utrwalona bez konieczności posiadania centralnego punktu kontroli (Jędrzejczyk, Marzantowicz, 2016).

Blockchain jako technologia rozproszonych rejestrów pozostaje wiarygodny tylko wtedy, gdy decentralizację dobrze zaprojektowano oraz gdy (Piech [red.], 2017, s. 20):

- występuje ona wśród twórców oprogramowania (ang. *developers*) oraz jednostek zajmujących się autoryzacją transakcji (ang. *miners*), a także
- nie ma centralnego punktu podatnego na błędy (ang. *central point of failure*).

Innowacyjny potencjał wynikający z unikalnych cech technologii blockchain (tabela 3) dostrzegło wiele firm i instytucji.

Tabela 3. Cechy blockchain
(Table 3. Blockchain features)

Cecha (Feature)	Opis (Description)
Dostępność danych	<ul style="list-style-type: none"> – Wielu partnerów biznesowych może pracować nad tym samym dokumentem w czasie rzeczywistym bez utraty danych. – Wszystkie dane przechowywane mają formę cyfrową, co eliminuje konieczność sporządzania dokumentacji papierowej. – Każdy użytkownik ma możliwość śledzenia wszystkich wcześniejszych informacji i zmian. – Brak centralnej instytucji odpowiedzialnej za weryfikację i udostępnianie danych.
Bezpieczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> – Blockchain jest technologią zdecentralizowaną, a jego dane udostępnia się za pośrednictwem <i>cloud</i> (chmury obliczeniowej), co oznacza, że zapisy publikuje się z wykorzystaniem Internetu, jednak dostęp do zakodowanych informacji nie jest automatyczny, gdyż partner biznesowy musi zweryfikować dostęp do określonych danych i wyrazić na niego zgodę. – Brak możliwości manipulowania i fałszowania informacji w blokach z uwagi na fakt, iż każdy nowy zapis to informacja w nowym bloku. – Rozproszony i szyfrowany charakter łańcuchów bloków sprawia, że trudno je złamać (to szansa na większe bezpieczeństwo Internetu Rzeczy). – Możliwość widoku konkretnego łańcucha jedynie dla osób, które posiadają uprawnienia do jego otwierania i przeglądania zawartych w nim danych.

⁷ Szerzej: rozważania Petera van Emsta (Emst, 2017).

Transparentność	<ul style="list-style-type: none"> – Każdy z partnerów biznesowych ma obowiązek przesyłania aktualnych cyfrowych danych. – Każdy z partnerów biznesowych może stale sprawdzać i monitorować dane. – Akceptacja transakcji odbywa się na zasadzie porozumienia (ang. <i>consensus</i>), co oznacza, że więcej niż połowa węzłów musi potwierdzić daną operację (handlową) i uzgodnić kolejność transakcji. – Rejestr transakcji ma publiczny charakter i stosuje datownik (ang. <i>timestamp</i>), żeby oznaczyć czas operacji.
-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Źródło : opracowanie własne.

Jednym z pierwszych obszarów zastosowania blockchain stała się branża usług finansowych, gdzie za pomocą tej technologii realizowano rozliczenia i płatności międzynarodowe.

Aktualnie jej potencjał zauważony został również w logistyce w zarządzaniu łańcuchem dostaw dla identyfikowalności produktów podczas każdego etapu procesu wytwarzania i monitorowania wysyłek (tabela 4). Jest to ważne z punktu widzenia globalnych przepływów procesów i towarów, chociażby produktów żywnościowych, farmaceutyków, towarów luksusowych, elektroniki i innych produktów o dużej wartości.

Kompatybilność z dostępnymi technologiami, tj. RFID, GPS czy IoT, daje narzędzie do pewnego i wiarygodnego śledzenia przemieszczeń towarów skorelowane z czasem, w jakim odbywały się zapisy w punktach kontrolnych (na przykład producentów, dostawców, dystrybutorów, klientów). System umożliwi użytkownikom bezpieczne dokumentowanie każdej transakcji w rozszerzonym łańcuchu dostaw od wytworzenia produktu przez jego dystrybucję do sprzedaży (Forbes Insights, 2016).

Oznacza to, że gdy element fizyczny/produkt zmienia położenie w czasie poprzez zmianę kolejnych partnerów biznesowych, cyfrowy zapis jest przenoszony równolegle, tak że prawdziwy łańcuch dostaw jest precyzyjnie odzwierciedlany przez łańcuch transakcji na poziomie blockchain (Klinger, Szczepański, 2017) bez możliwości modyfikacji udostępnionej geolokalizacji i innych parametrów, tj. temperatury, wilgotności, ograniczając tym samym nadużycia podczas procesów dystrybucyjnych. Stosując takie podejście, wszyscy uczestnicy łańcucha dostaw są w stanie zweryfikować towar w kontekście jego pochodzenia, przebytej trasy oraz warunków, w jakich go produkowano, transportowano i przechowywano w czasie rzeczywistym, uzyskując tym samym wiarygodne dowody zachowania wysokich standardów jakości w całym łańcuchu dostaw.

Powstaje historia produktu zapisywana na wszystkich etapach łańcucha dostaw przez partnerów biznesowych, którzy mogą udostępniać i synchronizować informacje w kontekście czasu, kosztów oraz bezpieczeństwa i jakości, tworząc ekosystem nieodwracalnych transakcji danych (tym samym umożliwia ona gromadzenie kluczowych informacji o pochodzeniu każdego pojedynczego elementu wykorzystanego w procesie produkcyjnym).

Taka wiedza pozwala w prosty sposób identyfikować problemy, zapobiegać im, reagować natychmiast po wykrytej anomalii oraz ustalić odpowiedzialność za błędy czy straty. Może pomóc w zapewnieniu bardziej płynnych procesów, redukcji nadprocesowości, skróceniu czasu realizacji, eliminacji opóźnień, eliminacji pomyłek ręcznych zapisów czy podróbek towarów, które są charakterystyczne dla dzisiejszych łańcuchów dostaw. Niewątpliwie ozna-

cza nowy poziom transparentności i bezpieczeństwa dla wszystkich zaangażowanych stron w łańcuchu dostaw, kończąc na kliencie. Ma to kluczowe znaczenie, ponieważ po pierwsze cykle życia produktów w ostatnich latach ulegają znacznemu skróceniu, po drugie coraz więcej partnerów biznesowych bierze udział w łańcuchu dostaw, po trzecie coraz częściej istnieje zagrożenie bezpieczeństwa legalności produktów.

Jak wynika z powyższego, zastosowanie technologii blockchain w logistyce może korelować z poprawą efektywności, obniżeniem kosztów przetwarzania, bezpieczeństwem transakcji i produktów, poprawą jakości danych, zwiększeniem satysfakcji klienta oraz większym zaufaniem do marki. Można podać przykłady działających na rynku firm, które planują wykorzystanie omawianego rozwiązania technologicznego, ale są w fazie rozważań lub badania czy testowania koncepcyjnego (ang. *proof-of-concept*).

Tabela 4. Przykłady firm i obszary wykorzystania technologii blockchain
(Table 4. Examples of companies and areas of using blockchain technology)

Firma (Company)	Obszar wykorzystania technologii blockchain (Area of using blockchain technology)
Wal-Mart	Amerykańska sieć supermarketów, wykorzystując blockchain, liczy na większą kontrolę i możliwość lepszego czuwania nad jakością i świeżością sprzedawanej żywności na każdym etapie jej wytworzenia, począwszy od farm, skąd pochodziły zwierzęta, przez zabiegi medyczne, którym je poddawano, paszę, którą były karmione i zakład, w którym powstała dana partia żywności, aż po hurtownię, gdzie przechowywano gotowy produkt, zanim trafił do punktu sprzedaży detalicznej.
UPS	Jednym z zastosowań blockchain, z których może skorzystać UPS, jest możliwość digitalizacji usług celnych świadczonych przez firmę, co poprawia niezawodność tych usług, zmniejsza liczbę analogowych dokumentów i procesów administracyjnych oraz usprawnia komunikację między UPS, klientami a rządowymi organami celnymi.
Maersk	Duńska firma transportowa będąca jednym z największych operatorów kontenerowych na świecie używa blockchainedo zarządzania globalną logistyką, co oznacza śledzenie kontenerów przez całkowitą cyfryzację wszystkich etapów transportu, od nadania przesyłki w porcie do jej odbioru w miejscu docelowym. Dzięki kompatybilności z urządzeniami IoT, system rejestruje temperaturę czy poziom wilgotności, a parametry transportu towarów są zapisywane i przechowywane w rejestrze blockchain.
Carrefour	Podobnie jak wspomniany wcześniej Wal-Mart, europejska sieć supermarketów, dzięki omawianej technologii, chce uzyskać gwarancję pełnej przejrzystości procesów produkcji oraz możliwość dokładnego śledzenia drogi produktów w całym łańcuchu dostaw.
Samsung	Koreański gigant technologiczny rozważa również wykorzystanie blockchainedo zarządzania swoją globalną siecią łańcucha dostaw, aby śledzić przesyłki o dużej wartości.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Jurczak, 2018; Sędziak, 2018; Kurpas, 2018.

Jak wynika z powyższego, oczekiwania firm wobec wykorzystania technologii blockchain oscylują wokół systemu wymiany danych, a w szczególności aktualizowania i autentyczności danych oraz nieprzerwanego obiegu dokumentów, w którym partnerzy handlowi, in-

stytucje rządowe i firmy logistyczne zaangażowane w proces produkcyjny, transportowy, sprzedażowy i finansowy mogą korzystać z tego samego źródła danych, a co istotne, cyfrowo uwiarygodnionych informacji/dokumentów. Potencjału upatrują w cyfryzacji wszystkich etapów transportu, pełnej przejrzystości procesów produkcji, większej kontroli jakości. Dostęp do informacji na temat produktów w czasie rzeczywistym usprawnia kontrolowanie, pozwala odpowiednio szybko reagować na wszystkie zdarzenia oraz optymalizować przebieg transakcji i procesów. A zatem omawiana technologia łączy kontrolę łańcucha dostaw z przejrzystością prowadzenia dokumentacji.

Nie jest ona jednak pozbawiona wad, ograniczeń i zagrożeń. Zaliczyć do nich można:

- brak dostatecznych regulacji prawnych, co ogranicza jej praktyczne wykorzystanie;
- uzależnienie od infrastruktury internetowej w szczególności od polityki dostawców Internetu; skalowalność, czyli zdolność do zachowania akceptowalnej wydajności w obliczu rosnącego obciążenia, co oznacza, że wraz ze wzrostem liczby odwiedzających serwis czy ilości przetwarzanych danych wydajność będzie spadać;
- bardzo wysoki koszt energetyczny każdej transakcji (zużycie energii elektrycznej na transakcję odpowiada dziennemu zapotrzebowaniu na energię w typowym amerykańskim gospodarstwie domowym) (Marciniak, 2016);
- kluczowymi kwestiami, z którymi musi zmierzyć się ta technologia, są jej złożoność oraz mała liczba specjalistów IT posiadających umiejętność tworzenia biznesowych rozwiązań z jej wykorzystaniem (Deloitte, 2017, s. 18).

Według International Data Corporation (IDC) (Kurpas, 2018) jednymi z branż, które w najbliższej przyszłości skorzystają najbardziej na rozwiązaniach technologii blockchain, są logistyka i transport. Globalne wydatki na zastosowanie tej technologii w 2018 roku osiągnęły 2,1 mld USD, czyli ponad dwa razy więcej w stosunku do roku 2017. Oczekuje się, że w 2021 roku będzie to kwota rzędu 9,7 mld USD.

4. Podsumowanie

Od 2015 roku obserwuje się wzrost zastosowań technologii blockchain w wielu dziedzinach gospodarki, również w logistyce, gdzie w znaczący sposób może ona wpływać na realizację wewnętrznych procesów biznesowych i zmianę ich struktury oraz na współpracę pomiędzy przedsiębiorstwami w ramach rozszerzonego łańcucha dostaw, zmieniając obsługę przepływów informacji, ułatwiając tym samym interakcje między jego uczestnikami.

Wdrażanie tej technologii jest odpowiedzią na rosnące potrzeby rynku, większe wymagania klientów, wzrost konkurencyjności w branży logistycznej. Jej zastosowanie w logistyce rodzi oczekiwania związane z poprawą konkurencyjności i efektywności, obniżeniem kosztów, bezpieczeństwem transakcji i produktów, poprawą jakości danych, zwiększeniem satysfakcji klienta oraz zaufania do marki.

Tempo dyfuzji omawianej technologii będzie zależało od redukcji istniejących ograniczeń związanych z brakiem rozwiązań prawnych w tym obszarze, od zwiększenia liczby specjalistów IT posiadających umiejętności tworzenia biznesowych rozwiązań z wykorzystaniem technologii blockchain, redukcji ograniczeń w zakresie infrastruktury Internetu do zmniejszenia zużycia energii (redukcji kosztów).

Dziś rozwiązania, które daje omawiana technologia w obszarze logistycznym, pomimo ewidentnych korzyści, pozostają w dalszym ciągu nowością i znajdują się w fazie konceptualnej. Wymagają jeszcze gruntownej analizy prawnej wszelkich zdarzeń, jakie może implikować jej stosowanie. To, że w przyszłości stanie się technologią wykorzystywaną w logistyce, jest raczej oczywiste, pytaniem pozostaje, w jakim zakresie i na jaką skalę.

Bibliografia

- Cann, O. (2016). *These are the top 10 emerging technologies of 2016* [online, dostęp: 2018-03-15]. World Economic Forum. Dostępny w Internecie: <https://www.weforum.org/agenda/2016/06/top-10-emerging-technologies-2016/>.
- Coyle, J.J., Bardi, E.J., Langley, C.J. (2010). *Zarządzanie logistyczne*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne. ISBN 9788320818642.
- Deloitte. (2017). *Technologia Blockchain i jej potencjał w podatkach* [online, dostęp: 2018-04-14]. Warszawa: Deloitte Polska. Dostępny w Internecie: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pl/Documents/Reports/pl_Blockchain-technology-and-its-potential-in-taxes-2017-PL.PDF.
- Dörner, K., Edelman, D. (2015). *What 'digital' really means* [online, dostęp: 2018-02-15]. McKinsey Digital. Dostępny w Internecie: <https://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/what-digital-really-means>.
- Emst, P. van. (2017). *Please tell me, what is blockchain and how does it work?* [online, dostęp: 2018-03-15]. LinkedIn. Dostępny w Internecie: <https://www.linkedin.com/pulse/please-tell-me-what-blockchain-how-does-work-peter-van-emst>.
- Forbes Insights. (2016). *Doing Business In-the-Moment: Transforming Transaction Processing for Digital Economy*. Briefing Report [online, dostęp: 2017-11-20]. Dostępny w Internecie: <https://www.sap.com/documents/2017/01/e443cf0b-a37c-0010-82c7-eda71af511fa.html>.
- Jędrzejczyk, M., Marzantowicz, K. (2016). Blockchain jest fundamentem cyfrowej gospodarki opierającej się na współpracy: rozmowa z Maciejem Jędrzejczykiem i Karoliną Marzantowicz z IBM [online, dostęp: 2018-02-15]. Rozmawiał J. Czarnecki. W: *Blockchain, inteligentne kontrakty i DAO* (s. 26–29). Warszawa: Wardyński i Wspólnicy. Dostępny w Internecie: http://www.codozasady.pl/wp-content/uploads/2016/10/Wardyński-i-Wspólnicy_-Blockchain-inteligentne-kontrakty-i-DAO.pdf.
- Jurczak, M. (2018). *Blockchain „czarnym koniem” logistyki?* [online, dostęp: 2018-04-20]. Trans.info Polska. Dostępny w Internecie: <https://trans.info/blockchain-czarnym-koniem-logistyki-83455>.
- Klinger, B., Szczepański, J. (2017). Blockchain – historia, cechy i główne obszary zastosowań. *Człowiek w Cyberprzestrzeni*, 1, 11–27.
- Kölvart, M. (2016). Smart contracts. W: T. Kerikmäe, A. Rull (eds.). *The Future of Law and eTechnologies* (s. 133–147). Switzerland: Springer International Publishing. ISBN 9783319268941.
- Kurpas, M. (2018). *Samsung używa blockchainu, aby zmniejszyć koszty wysyłki o 20%*. [online, dostęp: 2018-04-20]. Cryptodemy. Dostępny w Internecie: <https://cryptodemy.pl/samsung-uzywa-blockchainu-aby-zmniejszyc-koszty-wysylki-o-20/>.
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy* [online, dostęp: 2018-03-15]. Raport McKinsey Global Institute. McKinsey & Company. Dostępny w Internecie: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Disruptive%20technologies/MGI_Disruptive_technologies_Full_report_May2013.ashx.
- Marciniak, M. (2016). Istotne ograniczenia Blockchain w zastosowaniach komercyjnych [online, dostęp: 2018-04-20]. *Magazyn iTWIZ*, 9. Dostępny w Internecie: <https://itwiz.pl/istotne-ograniczenia-blockchain-zastosowaniach-komercyjnych/>.
- Mell, P., Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology* [online, dostęp: 2017-12-07]. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology. Dostępny w Internecie: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-145.pdf>.
- Miller, M. (2016). *Internet rzeczy: jak inteligentne telewizory, samochody, domy i miasta zmieniają świat*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. ISBN 9788301185282.

- Paprocki, W. (2016). *Koncepcja Przemysł 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki cyfrowej*. W: J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud (red.). *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa. Szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych* (s. 39–57). Gdańsk: Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową; Gdańska Akademia Bankowa. ISBN 9788388835285.
- Piech, K. (red.). (2016). *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain i kryptowalut*. Warszawa: Ministerstwo Cyfryzacji.
- Piech, K. (red.). (2017). *Podstawy korzystania z walut cyfrowych*. Warszawa: Instytut Wiedzy i Innowacji. ISBN 9788360653289.
- Pluralsight. (2018). *Technology in 2025: Prepare for the fourth industrial revolution* [online, dostęp: 2018-03-28]. Pluralsight. Dostępny w Internecie: <https://www.pluralsight.com/blog/career/tech-in-2025>.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Cologny/Geneva: World Economic Forum. ISBN 9781944835002.
- Sędziak, P. (2018). Supply chain i blockchain – czy warto myśleć o ich syntezie? [online, dostęp: 2018-04-20]. *Logistyka a Jakość, 1*, 46–50. Dostępny w Internecie: <http://laj.pl/zarzadzanie/3973/supply-chain-i-blockchain-czy-warto-myslec-o-ich-syntezie/>.
- Still. (2018). *Przemysł 4.0 – przyszłość czy mrzonka?* [online, dostęp: 2018-04-04]. Still Polska. Dostępny w Internecie: <http://www.still.pl/28657.0.0.html>.
- Szukalski, S.M., Wodnicka, M. (2016). *Outsourcing. Metodyka przygotowywania procesów i ocena efektywności*. Warszawa: Difin. ISBN 9788380851481.
- World Economic Forum. (2016a). *The Future of Jobs: Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution* [online, dostęp: 2018.03.15]. Cologny/Geneva: World Economic Forum. Dostępny w Internecie: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.
- World Economic Forum. (2016b). *Top 10 Emerging Technologies of 2016* [online, dostęp: 2018-03-15]. Cologny/Geneva: World Economic Forum. Dostępny w Internecie: http://www3.weforum.org/docs/GAC16_Top10_Emerging_Technologies_2016_report.pdf.

Blockchain technologies the future of logistics

Abstract: New technologies have an increasing, direct and indirect, impact on logistics within the framework of logistic processes, implying by this the constant evolution of logistics and future challenges. To phenomena that influence the transformation of logistics, can be classified the ones connected with the economic development in the world and Era of Digitalization, combined with the Fourth Technological Revolution, which cause transformations in the extent of cooperation between enterprises and controlling the processes in the supply chain, both on enterprises' and sectors' scale. The blockchain is placed on the list of ten technologies, that have the biggest potential to change the face of business, work style, values hierarchy. The aim of

this article is to present the blockchain technology, that may have a revolutionary importance in logistics. It can fasten and ease many logistic processes providing them with the common, undeniable source of information, ensuring the new level of transparency and safety in the supply chain. It lays the foundation for creating logistics based on the Internet of Things (IoT), cloud computing and artificial intelligence (AI), including smart contracts. The article points out phenomena that generate challenges for the logistics, and describes what the blockchain is and why is it worth to benefit from it referring to its features, pros and cons. Given practical examples concerns the usage of discussed technology in logistics.

Key words: new technologies, supply chain, processes, Revolution 4.0