

Dr hab. Sabina Kauf, prof. UO
Uniwersytet Opolski
ORCID: 0000-0002-5978-4490
e-mail: skauf@uni.opole.pl

Blockchain jako platforma logistyki publicznej

Blockchain as a platform for a public logistic

Streszczenie

Zarządzający sektorem publicznym coraz częściej poszukują nowych możliwości oferowania mieszkańcom większego pakietu świadczeń, przyczyniających się do podniesienia jakości życia. Jedną z nich jest logistyka publiczna, która posiada potencjał integracji i koordynacji działań w zakresie realizacji zadań publicznych. Jednak obawy sektora publicznego względem prywatnego wykonawstwa świadczeń ciągle jeszcze są stosunkowo duże. Wynika to nie tylko z braku zaufania do zewnętrznego wykonawstwa zadań, ale także z braku transparentności relacji między sektorem publicznym i prywatnym, znajdującym uzasadnienie w teorii agencji. Sposobem na poprawę relacji i optymalizację oferty w mieście może stanowić technologia *blockchain*, która jest technologią rewolucyjną i przełomową, obiecującą zmienić sposób interakcji między interesariuszami miasta. Oferuje ona nowe alternatywy nie tylko kształtowania relacji miasto-społeczeństwo, wzrostu przejrzystości sektora publicznego, ale także ułatwienia przekazywania poufnych danych bez narażenia prywatności i bezpieczeństwa. W artykule podejmę próbę oceny możliwości zastosowania technologii *blockchain* w realizacji zadań publicznych oraz w codziennych kontaktach sektora publicznego z interesariuszami. Staram się wskazać możliwości technologii *blockchain* w kształtowaniu relacji między sektorem publicznym a społeczeństwem oraz podmiotami z sektora niepublicznego, zaangażowanymi w realizację świadczeń publicznych.

Słowa kluczowe:

logistyka publiczna, zarządzanie w sektorze publicznym
blockchain, smart contract

Abstract

Managers of the public sector are increasingly looking for new opportunities to offer residents a larger package of benefits that contribute to improving the quality of life. One of them is public logistics, which has the potential to integrate and coordinate activities in the implementation of public tasks. However, public sector concerns regarding private performance of benefits are still relatively high. This is due not only to the lack of confidence in the external performance of tasks, but also to the lack of transparency in the relationship between the public and private sectors. This is justified by agency theory. A way to improve relations and optimize the offer in the city can be blockchain technology, which is a revolutionary and ground-breaking technology that promises to change the way interactions between city stakeholders. It offers new alternatives not only to shape city-society relations, increase public sector transparency, but also to facilitate the transmission of confidential data without compromising privacy and security. In the article I will attempt to assess the possibilities of using blockchain technology in the implementation of public tasks and in everyday contacts of the public sector with stakeholders. I tried to show the possibilities of blockchain technology in shaping the relationship between the public sector and society and entities from the non-public sector involved in the implementation of public services.

Key words:

public logistic, public management, blockchain, smart contract

JEL: MO, M2

Wprowadzenie

Obecnie władze samorządowe prześcigają się w stosowaniu nowych technologii i narzędzi integrujących interesariuszy, zwiększających możliwości oferowania społeczeństwu szerszego pakietu świadczeń oraz optymalizujących wykonawstwo zadań publicz-

nych. To sprawia, że upowszechnia się partnerstwo podmiotów sektora publicznego i prywatnego, a tym samym realizacja świadczeń w ramach logistyki publicznej. Logistyka posiada ogromny potencjał integracji i koordynacji działań, pozwalający na skuteczne i efektywne wykonawstwo świadczeń publicznych. Jednak obawy sektora publicznego względem party-

cypacji podmiotów prywatnych ciągle jeszcze są stosunkowo duże. Wynika to nie tylko z braku zaufania do zewnętrznego wykonawstwa zadań, ale także z braku transparentności relacji między sektorem publicznym i prywatnym. Sposobem na poprawę relacji i optymalizację oferty może stanowić technologia *blockchain*, która jest technologią rewolucyjną i przełomową, obiecującą zmienić sposób interakcji nie tylko między interesariuszami, ale także (a może przede wszystkim) między podmiotami publicznymi i prywatnymi, zaangażowanymi w realizację świadczeń publicznych. Dlatego w niniejszym artykule podejmę próbę oceny możliwości zastosowania technologii *blockchain* w realizacji zadań publicznych oraz w codziennych kontaktach sektora publicznego z interesariuszami. Postaram się wskazać najbardziej adekwatne jej zastosowania w obszarze logistyki publicznej oraz zaproponować model, w którym technologia *blockchain* integruje podmioty sektora publicznego z interesariuszami i wykonawcami świadczeń publicznych.

Potencjalne obszary zastosowania technologii *blockchain* w logistyce publicznej

Blockchain jest innowacyjną technologią opartą o rozproszony i powszechnie dostępny rejestr danych, będący zbiorową księgą rachunków. Pozwala na zapisywanie informacji o każdej transakcji w formie bloków danych, które łączą się w integralny łańcuch. Każdy blok opatrzony jest unikalnym, niemożliwym do podrobienia podpisem, a każda czynność musi zostać potwierdzona kluczem prywatnym, tzn. ciągiem znaków, znanych tylko podmiotom bezpośrednio zaangażowanym w transakcję. Jedynie właściciel klucza prywatnego może zainicjować zmiany (Iansiti, Lakhani, 2017, s. 121). *Blockchain* uważany jest za najbezpieczniejszą technologię zapisu i przechowywania danych. Pozwala powiązać transakcje z logiką obliczeniową (użytkownicy mogą ją skonfigurować). Służy do rejestrowania informacji o zdarzeniach gospodarczych i wszelkich operacjach finansowych dokonywanych między partnerami transakcji. Technologia *blockchain* wykorzystuje metody kryptograficzne, uniemożliwiające dokonywanie korekt raz wpisanych informacji bez wiedzy innych uczestników systemu (Pilkington, 2016, s. 39) co oznacza (Kauf, 2019):

- przejrzystość transakcji — każda transakcja i wszystkie jej treści widoczne są dla każdego, mającego dostęp do domeny uczestnika sieci; Każdy węzeł (użytkownik) posiada unikatowy znak alfanumeryczny, który go identyfikuje; użytkownicy mogą pozostać anonimowi lub jeżeli transakcje

zachodzą między adresami blokowymi — ujawnić swoją tożsamość;

- nieodwracalność zapisów — po wprowadzeniu transakcji do bazy nie można dokonać zmian, wszelkie modyfikacje są widoczne dla innych uczestników sieci;
- wprowadzane dane są chronologicznie uporządkowane i dostępne dla wszystkich.

Z punktu widzenia sektora publicznego przejrzystość wydaje się kluczowym, ale i najtrudniejszym do osiągnięcia obszarem poprawy. Wymaga odpowiedniego kształtowania relacji między zleceniodawcą a zleceniobiorcą. Te w literaturze dyskutowane są w kontekście teorii agencji i wynikających z niej zależności między agentem i pryncypałem, tzn. agent realizuje zadania zlecone mu przez pryncypała i postępuje zgodnie z własnymi preferencjami, nie ujawnia swojej wiedzy. Pryncypał nie ma wpływu na sposób realizacji zadania¹. Im publiczne usługi logistyczne są mniej zestandaryzowane, bardziej dopasowane do potrzeb interesariuszy (spersonifikowane), tym trudniejsza staje się ich specyfikacja i pomiar. Zmniejsza się też przejrzystość relacji i transakcji oraz zwiększa niechęć sektora publicznego do zewnętrznej realizacji zadań. W tym obszarze upatrywać należy jednego z kluczowych zastosowań technologii *blockchain*. Użycie rejestru rozproszonego, który nie może być wykasowany, a nawet edytowany, może stanowić punkt wyjścia do intensyfikacji współpracy sektora publicznego z zewnętrznymi wykonawcami zadań publicznych. Tym samym przejrzystość danych zapisywanych w łańcuchach bloków może stać się pomocna w niwelowaniu oporów względem logistyki publicznej. Niektórzy twierdzą nawet, że jest to Święty Graal, dzięki któremu łańcuchy tworzenia wartości publicznej będą funkcjonować sprawniej i efektywniej, przynosząc korzyści ekonomiczne wszystkim interesariuszom (Casey, Wong, 2017; Popper, Lohr 2017). Wzrost przejrzystości zapewnia m.in. możliwość śledzenia transakcji w czasie rzeczywistym oraz gromadzenie informacji o pochodzeniu każdego pojedynczego składnika wykorzystywanego w procesie realizacji zlecenia (Ellis, 2017). A to oznacza nowy poziom transparentności i bezpieczeństwa transakcji dla wszystkich partycypujących w wykonawstwie świadczenia publicznego. Dzięki *blockchain* wszystkie strony uzyskują większą kontrolę nad danymi, przy jednoczesnym ograniczeniu możliwości ingerencji w nie (Tapscott, Tapscott, 2016).

Ponieważ kluczowym zadaniem sektora publicznego jest gwarantowanie dostępności usług publicznych, administracja samorządowa może (a nawet powinna) współpracować z podmiotami zewnętrznymi (w tym prywatnymi). To one powinny przejąć na siebie wykonawstwo świadczeń publicznych. Zewnętrzne wykonawstwo wymaga jednak precyzyjnego ustalenia i zapisania warunków umowy. W tym obszarze technologia *blockchain* może być bardzo pomocna.

Pozwala na tworzenie inteligentnych kontraktów (*smart contracts*²), które odzwierciedlają zapisane w łańcuchu bloków warunki umowy. Oznacza to, że umowy są konwertowane na kod komputerowy, a składniki aktywów przenoszone są do programu opartego na łańcuchu bloków. Program uruchamia kod i automatycznie sprawdza stopień wykonania zapisów umowy. W przypadku jej realizacji uruchamia płatność. Łańcuch bloków przechowuje i replikuje kontrakt, zapewniając mu bezpieczeństwo i niezmiennosć, a także automatyczną aktualizację informacji, np. przekazanie aktywów (obiór produktów).

Smart contracts są samowykonywalne, automatyczne i niezależne od decyzji oraz oddziaływania osób trzecich. Nie wymagają wzajemnego zaufania stron, wiarygodnych podpisów ani formy papierowej. W inteligentnych kontraktach za zaufanie odpowiada sam kontrakt. Każda ze stron może go zweryfikować za pomocą kluczy kryptograficznych, zapisywanych w księdze głównej, udostępnianej nie tylko przez strony podpisujące umowę, ale wszystkich korzystających z systemu kontraktowego. Podpisy są elektroniczne, dokonywane poprzez podanie adresów portfeli zaangażowanych stron. Papier zastępuje łańcuch bloków (*blockchain*), dostępny na każdym komputerze. *Smart contracts* mogą łączyć się i współpracować z innymi inteligentnymi umowami. W ten sposób realizacja smart contract staje się przejrzysta, pewna, niezmienna i zdecentralizowana (Luu, Chu, Olickel, Saxena, Hobor, 2016, s. 254).

Całkowita przejrzystość i niezmiennalność danych może przyczynić się do odejścia od statycznych, jednostronnych i ograniczonych w czasie umów z zewnętrznymi zleceniobiorcami. Smart contract pozwala na kontrolę nie tylko głównego wykonawcy, ale także ogniw poprzedzających. A to prowadzi do przejrzystości relacji i działań podejmowanych wzdłuż całego łańcucha tworzenia wartości publicznej. Transparencja pozwala na redukcję (a nawet niwelowanie) asymetrii informacji, wynikającej ze wspomnianych relacji pryncypał-agent. Inteligentne kontrakty utrudniają agentom (motywowanym egoistycznymi interesami) niewywiązywanie się z warunków umowy. Tym samym redukują koszty agencji, obniżając przychody i korzyści pryncypała.

Z perspektywy logistyki publicznej istotnym obszarem zastosowania technologii *blockchain* wydają się być także inteligentne aktywa (*smart assets*). Pozwalają one na śledzenie zasobów w chmurze (Bughin, Chui, Manyika, 2010, s. 75), tzn. stałe monitorowanie produktów wzdłuż całego łańcucha dostaw. Dzięki temu zaangażowane strony dysponują bieżącymi informacjami o dostępności zasobów. Prowadzi to do optymalizacji dostaw, zgodnie z miejscem występowania zapotrzebowania. Szczególne znaczenie inteligentnych aktywów widoczne jest w obszarze zapewnienia niezakłóconego funkcjonowania obszarów zurbanizowanych. Przekształcenie zasobów w inteli-

gentne aktywa powinno znaleźć odzwierciedlenie nie tylko we wzroście efektywności dostaw, ale także lepszemu wykorzystaniu przestrzeni.

Technologia *blockchain* gwarantuje wysoką odporność na manipulację danymi. Zabezpiecza wszystkim partycypującym w wykonawstwie zadań publicznym dostęp do rzeczywistych i aktualnych informacji o kluczowych charakterystykach oraz dostępności zasobów niezbędnych do wykonania zadania. Dzięki przekształceniu zasobów w inteligentne aktywa jednostki publiczne mogą śledzić pochodzenie i przemieszczanie towarów (np. farmaceutyków) w całym łańcuchu tworzenia wartości publicznej. Pozwala to na ograniczenie nadużyć podczas dystrybucji towarów oraz reakcję praktycznie natychmiast po wykryciu nieprawidłowości. Dzięki *blockchain* możliwy jest także pomiar i rejestracja parametrów, w jakich składowane i przewożone są towary, a to jest szczególnie istotne w przypadku towarów wrażliwych (wspomniane farmaceutyki). Zapisane wartości są niemodyfikowalne. Tym samym *blockchain* jest skutecznym narzędziem weryfikacji dostawcy przez jednostki samorządu terytorialnego.

Ponieważ logistyka publiczna i wybór dostawcy w realizacji zadań publicznych opiera się na zamówieniach publicznych, warto wskazać korzyści, jakie może przynieść technologia *blockchain* w tym obszarze. Po pierwsze, może przyczynić się do zwiększenia ich efektywności i przejrzystości. Po drugie, wdrożenie zunifikowanej platformy elektronicznej może przyczynić się do redukcji rozdrobnienia, a tym samym korzyści wynikających z efektu skali. Można przypuszczać, że w najbliższym dziesięcioleciu powszechną praktyką stanie się przetwarzanie zamówień publicznych *on-line*, i to nie tylko w skali lokalnej, ale globalnej. Rozszerzenie sieci pozwoli m.in. bankom zlokalizowanym w różnych miejscach świata na bezproblemowe przysyłanie uwierzytelnionych gwarancji elektronicznych w imieniu dostawcy. Technologia *blockchain* zmienia warunki uczestnictwa w procedurach przetargowych. Każdy, kto będzie chciał partycypować w realizacji zadań publicznych będzie musiał korzystać ze środków komunikacji elektronicznej³. Pozwoli to na szybszą i bardziej przejrzystą weryfikację złożonych wniosków. Stworzy istotną barierę do składania zaniżonych ofert, gdyż raz wprowadzone dane nie będą mogły zostać zmienione. Każda modyfikacja będzie widoczna i wymagająca akceptacji innych interesariuszy.

Uczestnictwo w e-zamówieniach publicznych wymaga na dostawcach konieczność posiadania cyfrowej tożsamości (*Digital Identities*). Ta, utworzona za pomocą protokołu *blockchain* może być używana jako podpis elektroniczny. Obecnie najciekawszym zastosowaniem jest estoński program *e-Residency*⁴, który umożliwia użytkownikowi stworzenie cyfrowej tożsamości, która może być wykorzystana m.in. do założenia działalności gospodarczej przez obywateli spoza

Unii Europejskiej. Połączenie tożsamości cyfrowej z inteligentnymi aktywami otwiera także możliwości autoryzacji zasobów, które są w posiadaniu jednostki. Te, zarejestrowane w protokole *blockchain* mogą być wykorzystane do inicjowania transakcji w naszym imieniu. W praktyce oznacza to np. automatyczne planowanie przeglądów technicznych przez pojazdy komunikacji miejskiej.

Technologia *blockchain* mogłaby także przyczynić się do większego zaangażowania społeczeństwa (inicjatywy społeczne czy *crowdfunding*) w realizację zadań publicznych. W tym obszarze można by wprowadzić takie systemy decyzyjne, które wymagałyby zgody większej części społeczności.

Reasumując technologia *blockchain* gwarantuje bezpieczeństwo informacji i dokumentacji. Eliminuje pośredników, łącząc bezpośrednio strony transakcji. Pozwala na stałą kontrolę i bieżącą aktualizację zapisów w blokach oraz odrzucenie wszystkiego, co nie jest zgodne z ustaleniami. Gwarantuje transparentność i elastyczność, a to może być kluczowym czynnikiem wzrostu zainteresowania sektora publicznego zewnętrznym wykonawstwem zadań publicznych i ich realizacją w ramach logistyki publicznej.

Technologia *blockchain* jako integrator podmiotów logistyki publicznej

Blockchain pozwala na kształtowanie relacji między jednostkami w sposób rozproszony, bez konieczności angażowania pośredników, koordynatorów czy planistów. Zapewnia niefałszowalność danych i jest odporny na manipulacje. Technologia *blockchain* wydaje się obiecująca, a jej wdrożenie z pewnością podniesie skłonność władz samorządowych do większego zainteresowania zewnętrzną realizacją zadań publicznych.

W modelu logistyki publicznej opartej na technologii *blockchain* współpracują ze sobą jednostki sektora publicznego, prywatnego i społecznego. Dzięki współpracy sektor publiczny, którego kluczowym zadaniem jest zagwarantowanie funkcjonowania państwa w zakresie struktury administracyjno-instytucjonalnej, niezbędnej do funkcjonowania społeczeństwa i współczesnej gospodarki (Szewczuk, Ziolo, 2008, s. 16) może sprawniej i efektywniej wykonywać zleczone mu zadania. Należy zwrócić uwagę, że sprawność podmiotów sektora publicznego warunkuje ich efektywność. Sprawność należy rozpatrywać w kontekście otwartości na współpracę z wyspecjalizowanymi podmiotami z sektora niepublicznego, które zadania publiczne mogą wykonać lepiej i korzystniej.

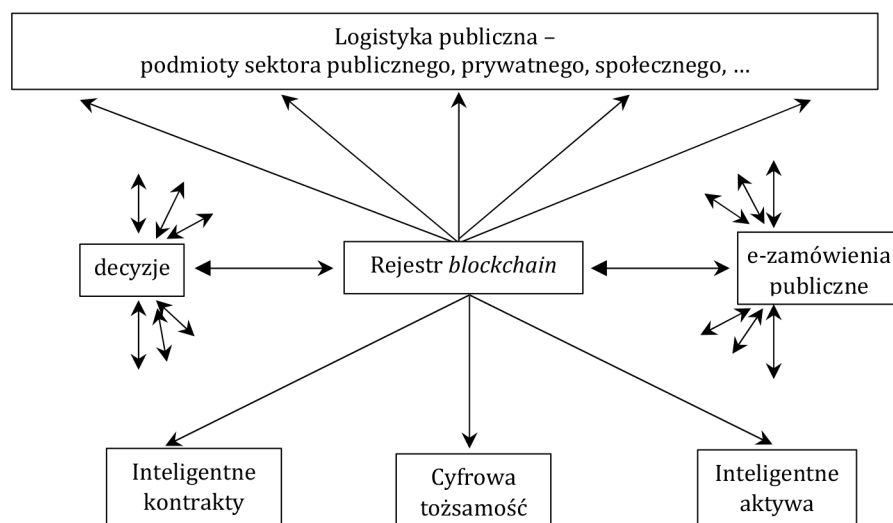
W ten sposób przyczynia się do poszerzenia oferty świadczeń publicznych i wzrostu jakości życia mieszkańców.

Poszczególne implementacje technologii *blockchain*, takie jak *smart contracts*, *smart assets* czy *digital identity* mogą ułatwić nie tylko zawieranie umów ze zleceniobiorcami, ale także kontrolę wykonawstwa zadań. Oparte na inteligentnych kontraktach i łańcuchach bloków systemy podejmowania decyzji mogą zoptymalizować działania podmiotów zaangażowanych w tworzenie wartości publicznej, a e-zamówienia publiczne mogą skłonić sektor publiczny do częstszego zastosowania negocjacyjnych trybów przetargowych. Przejrzystość transakcji stanowi dla sektora publicznego źródło korzyści; pozwala na wzrost wydajności i efektywności relacji ze zleceniobiorcami oraz optymalizację dystrybucji inteligentnych aktywów. Na rys. 1 zaprezentowano technologię *blockchain* jako integratora podmiotów logistyki publicznej. *Blockchain* pozwala na dostęp do rejestru dla wszystkich członków społeczności. Każdy posiada własną zsynchronizowaną kopię wspólnej księgi (rejestr *blockchain*).

Zaangażowanie podmiotów w ramach logistyki publicznej wymusza na każdym podmiocie konieczność dysponowania cyfrową tożsamością. To dzięki niej możliwe jest uwierzytelnianie podmiotu w transakcjach zapisywanych w łańcuchu bloków (rejestr *blockchain*). Każda nowa transakcja (*smart contract*) rejestrowana jest w księdze, podobnie jak zdigitalizowane aktywa czy nowo tworzone tożsamości cyfrowe. Pomimo, że technologia *blockchain* ma wiele zastosowań i może być stosowana w różnych obszarach funkcjonowania sektora publicznego, to zakres jej wykorzystania uzależniony jest od świadomości władzy samorządowych, a właściwie decydentów politycznych. Ci, odpowiednimi ustawami i rozporządzeniami, mogą wspierać bądź hamować wykorzystanie technologii *blockchain*. Niemniej jednak, jak pokazuje przykład estoński, technologia ta ułatwia realizację wielu przedsięwzięć, a deregulacja sektora publicznego i zmiana funkcji oraz zadań państwa w kierunku państwa niebędącego wykonawcą zadań publicznych, a jedynie gwarantem ich dostępności, ma kluczowe znaczenie dla wdrożenia tego innowacyjnego rozwiązania. W tej chwili kluczowe wydaje się stworzenie takich uregulowań prawnych, które dopuszczają tworzenie przez sektor publiczny inteligentnych kontraktów, nie wymagających wersji papierowej i podpisu notarialnego.

Brak stosownych uregulowań prawnych to jednak nie jedyna bariera we wdrażaniu technologii *blockchain*. Jej adaptacyjność napotyka także na problemy związane ze złożonością rozwiązania oraz rozumieniem sposobu funkcjonowania. Można uznać, że na obecnym etapie technologia ta jest jeszcze stosunkowo niedojrzała. Dla wielu pojęcie to jest jeszcze dość

Rysunek 1

Technologia *blockchain* jako integrator podmiotów logistyki publicznej

Źródło: opracowanie własne.

abstrakcyjne i złożone (Risius, Spohrer, 2017, s. 385). Brak jednolitego rozumienia może prowadzić do opracowywania przez poszczególne podmioty własnych systemów rejestrów rozproszonych, które nie będą gwarantowały odpowiedniego poziomu interoperacyjności (Kshetr, 2018, s. 80; Di Gregorio, Nustad, 2017). W obszarze logistyki publicznej może to prowadzić np. do budowy platform, które będą tak zaprojektowane, by odpowiadały potrzebom ściśle określonej grupy podmiotów zaangażowanych w tworzenie wartości publicznej. Tym samym oczekiwana transparentność danych nie będzie mogła być zagwarantowana. Dyfuzję innowacji *blockchain* utrudnia także niedojrzałość technologii oraz niewiele zastosowań praktycznych, które pozwoliłyby na weryfikację uzyskiwanych efektów.

Podsumowanie

Celem niniejszego opracowania była ocena możliwości zastosowania technologii *blockchain* w realizacji zadań publicznych oraz w codziennych kon-

taktach sektora publicznego z interesariuszami. W realizacji celu posłużyłam się badaniami literaturowymi oraz przykładami z praktyki, wskazującymi na istniejące już zastosowania w tym obszarze. Analiza literatury pozwoliła wskazać trzy kluczowe obszary zastosowania technologii *blockchain* w logistyce publicznej, czyli inteligentne kontrakty, inteligentne aktywa i cyfrową tożsamość. Rozwiązania te predestynują *blockchain* do rangi innowacji przełomowej, która może zrewolucjonizować dotychczasowe sposoby funkcjonowania sektora publicznego. *Blockchain* często określany jest jako technologia destrukcyjna. Wynika to z faktu, że każda technologia, która rewolucjonizuje dotychczasowy porządek jest destrukcyjna. Jednak w tym przypadku powinniśmy ją odnieść raczej do twórczej destrukcji, o której pisał Schumpeter (Schumpeter, 1942).

Wskazałam, że technologia ta ma ogromny potencjał wsparcia współpracy sektora publicznego i prywatnego, dzięki której mieszkańcy mogą uzyskać szerszą ofertę świadczeń publicznych, a sektor publiczny korzyści, wynikające z efektywniejszego i sprawniejszego wykonawstwa zadań.

Przypisy/Notes

¹ Zastosowanie wspomnianej teorii w sektorze publicznym jest szczególnie istotne ze względu na konieczność określenia optymalnego stopnia decentralizacji finansów publicznych oraz zwiększenia efektywności podmiotów publicznych. (Wojtyna, 2005, s. 14).

² Smart contract stanowi ciąg przyczynowo-skutkowy, działający na zasadzie: jeżeli wystąpi warunek A, wykonaj akcję B. Przy czym warunki umowy muszą być zaakceptowane przez wszystkich.

³ Już od października 2018 r. wszelkie procedury przetargowe od tzw. progów unijnych realizowane są z wykorzystaniem środków komunikacji elektronicznej.

⁴ *Blockchain* nie tylko w biznesie — praktyczne zastosowania technologii *blockchain* w sektorze publicznym i organizacjach pozarządowych, <https://www.spark-bit.pl/pl/blockchain-biznesie-praktyczne-zastosowania-technologii-blockchain-sektorze-publicznym-organizacjach-pozarządowych> (1.02.2020).

Bibliografia/References

- Blockchain* nie tylko w biznesie — praktyczne zastosowania technologii *blockchain* w sektorze publicznym i organizacjach pozarządowych, <https://www.sparkbit.pl/pl/blockchain-biznesie-praktyczne-zastosowania-technologii-blockchain-sektorze-publicznym-organizacjach-pozarzadowych> (1.02.2020). <https://doi.org/10.18276/epu.2017.126/2-01>.
- Bughin, J., Chui, M., Manyika, J. (2010). Clouds, big data, and smart assets: Ten tech-enabled business trends to watch. *McKinsey Quarterly*, 1(56), s. 75.
- Casey, M., Wong, P., Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain. *Harvard Business Review*, 13.03.2017, <https://hbr.org/2017/03/global-supply-chains-are-about-to-getbetter-thanks-to-blockchain>. 21.01. 2020.
- Di Gregorio, R., Nustad, S. (2017). *Blockchain Adoption in the Shipping Industry*. Copenhagen: Master's Thesis, Copenhagen Business School.
- Ellis, D. (2017), Blockchain — *The basis of a new paradigm for the supply chain*. In *Supply Chain Thought Leadership*; Sydney, Australia: Gattorna Alignment.
- Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2017). The Truth about Blockchain. *Harvard Business Review*, 1, s. 121.
- Kauf, S. (2019), Technologia Blockchain i jej zastosowanie w zarządzaniu łańcuchem dostaw. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*.
- Kshetri, N. (2018), Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>.
- Luu, L., Chu, D. -H., Olickel, H., Saxena, P., Hobor, A., Making smart contracts smarter. W: Proceedings of the 2016, ACM SIGSAC Conference on Computer and Communications Security. <https://doi.org/10.1145/2976749.2978309>.
- Pilkington, M. (2016), Blockchain technology: principles and applications. W: *Handbook on Digital Transformations*. red. X. Olleros, M. Zhegu Research, Edward Elgar.
- Popper, N., Lohr, S. (2017), *Blockchain: A Better Way to Track Pork Chops, Bonds, Bad Peanut Butter?*, <https://www.nytimes.com/2017/03/04/business/dealbook/blockchain-ibm-bitcoin.html>. 27.01.2020.
- Risius, M., Spohrer, K. (2017), A Blockchain Research Framework. *Business & Information Systems Engineering*, 6(59).
- Szewczuk, A., Ziolo, M. (2008), *Zarys ekonomiki sektora publicznego*. Szczecin: Uniwersytet Szczeciński, s. 16.
- Tapscott, D. (2016), Tapscott A., *Blockchain Revolution*. New York: Penguin Random House.
- Wojtyna, A. (2005), Istota i struktura teorii agencji W: *Instytucjonalne problemy transformacji gospodarki w świetle teorii agencji*. red. A. Wojtyna, Kraków: Wydawnictwo AE w Krakowie.

Dr hab. Sabina Kauf

Doktor habilitowany nauk ekonomicznych, Dyrektor Instytutu Zarządzania i Jakości Uniwersytetu Opolskiego, specjalista w zakresie logistyki publicznej, logistyki miasta, smart city oraz zarządzania łańcuchem dostaw.

Dr hab. Sabina Kauf

PhD of economic sciences, Director of the Institute of Management and Quality of the University of Opole, specialist in public logistics, city logistics, smart city and supply chain management.

Material Economy and Logistics Journal

www.pwe.com.pl

Gospodarka Materiałowa i Logistyka

www.gmil.pl

ZNAJDZIESZ NAS TU

www.gmil.pl

tel. 795 155 583

ul. Podwale 17

00-252 Warszawa

