

Blockchain: możliwości i wyzwania dla sektora publicznego

Blockchain in the public sector: possibilities and challenges

STRESZCZENIE: Technologia stojąca za kryptowalutami dziś jest przedmiotem szerokiego zainteresowania. *Blockchain* jest postrzegany jako przełomowa innowacja o szerokim zakresie zastosowań. Obecnie nie tylko instytucje finansowe czy przedsiębiorstwa, ale i rządy państw zaczynają dostrzegać możliwe zastosowania *blockchain* oraz jego wpływ na zmianę systemu świadczenia usług publicznych przez administrację. Celem rozdziału jest przedstawienie mechanizmu działania technologii rozproszonego rejestru *blockchain*. Przeanalizowano zalety technologii z punktu widzenia jakości świadczeń publicznych, przytoczono przykłady projektów pilotażowych z wykorzystaniem *blockchain*, a także zidentyfikowano wyzwania dla sektora publicznego.

SŁOWA KLUCZOWE: *blockchain*, technologia rozproszonego rejestru, kryptowaluta, e-administracja, sektor publiczny

ABSTRACT: A technology which stands behind cryptocurrencies is of wide interest nowadays. Blockchain is seen as a breakthrough innovation with a wide range of applications. Currently, not only financial institutions and companies, but also governments are noticing the advantages of blockchain and the impact it may have on the system of public services provided by e-government. The aim of the paper is to present the mechanism of operation of the blockchain as a type of distributed ledger technology, analyze the advantages of the technology in terms of high-quality public services, discuss the examples of blockchain pilot projects, and identify possible challenges it may cause for the public sector.

KEYWORDS: blockchain, distributed ledger technology, cryptocurrency, e-government, public sector

1. Uwagi wprowadzające

Technologia leżąca u podstaw kryptowalut w kolejnej dekadzie może całkowicie odmienić gospodarkę i społeczeństwo. W wyniku ankiety Światowego Forum Ekonomicznego do 2027 r. prognozowane jest ulokowanie 10% krajowego produktu brutto w skali globalnej na technologii *blockchain*¹.

Blockchain to obecnie jeden z najważniejszych trendów technologicznych i zdecydowanie największa innowacja w gospodarce cyfrowej. Nazywany jest też drugą

¹ Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact, Survey Report 2015, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf [dostęp: 24.08.2020].

generacją Internetu². Internet służy jednak tylko do przekazywania informacji, nie można za pośrednictwem jego protokołów przechowywać czy przekazywać wartości. Rewolucja *blockchain* polega na przejściu od „Internetu rzeczy” do „Internetu wartości”³.

W swojej istocie *blockchain* nie jest całkowicie nową technologią⁴, ale stanowi połączenie kilku technologicznych koncepcji, które stają się nowym i skutecznym narzędziem wspierającym funkcjonowanie współczesnego cyfrowego państwa⁵. Technologia *blockchain* ma ogromny potencjał zastosowania w biznesie, sektorze finansowym, systemie opieki zdrowotnej, sektorze komunikacji, sektorze energetycznym, logistyce, w zarządzaniu prawami autorskimi oraz w sektorze publicznym. W ślad za rozwiązaniami komercyjnymi rządy wielu państw zaczęły dostrzegać możliwości i korzyści płynące z wdrożenia rozwiązań opartych na technologii rozproszonego rejestru.

Celem niniejszej publikacji jest analiza możliwości i wyzwań w zakresie wykorzystania technologii mechanizmu *blockchain* w administracji publicznej.

2. Koncepcja technologii *blockchain*

Przełomowym wydarzeniem dla cyfrowego świata było rozesłanie przez Internet w dniu 31.10.2008 r. białej książki „Bitcoin – A Peer-to Peer Electronic Cash System”⁶. Anonimowy autor (lub grupa autorów) artykułu, występując pod pseudonimem Satoshi Nakamoto, przedstawił założenia pierwszej kryptowaluty bitcoin oraz mechanizm działania technologii *blockchain* (dosłownie „łańcuch bloków”). Przedstawiona koncepcja umożliwia elektroniczny system pieniężny oparty na zdecentralizowanej sieci *peer-to-peer* (połączenia pomiędzy pojedynczymi użytkownikami), działającej przy wykorzystaniu technologii *blockchain* bez konieczności posiadania jednostki kontrolującej transakcje. Zaufanie nie opiera się tu na pośrednikach, lecz na kryptografii, współpracy i inteligentnym kodowaniu⁷. Zdecentralizowana sieć *peer-to-peer* dopuszcza dokonanie bezpośrednich transakcji finansowych pomiędzy uczestnikami bez potrzeby korzystania

² D. Tapscott, *Getting serious about blockchain*, <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/getting-serious-about-blockchain> [dostęp: 24.08.2020].

³ M. Kowalczyk, *Cyfrowe państwo*, Warszawa 2019, s. 73; D. Tapscott, A. Tapscott, *Blockchain rewolucja*, przeł. P. Zagórska et al., Warszawa 2019, s. 19.

⁴ W 1982 r. D. Chaum opracował i opublikował swój koncept na anonimowe przelewy *Blind Signatures for Untraceable Payments*. Pomysł zastosowania kryptograficznie zabezpieczonej sieci bloków transakcyjnych został opisany w 1991 r. przez S. Habera i W. Scotta. Zob. D. Szostek, *IBAC – samoregulacja kodów czy kontrola uprzednia*, [w:] K. Flaga-Gieruszyńska, J. Gołaczyński, D. Szostek (red.), *Sztuczna inteligencja, blockchain, cyberbezpieczeństwo oraz dane osobowe*, Warszawa 2019, s. 39.

⁵ M. Kowalczyk, *op. cit.*, s. 177.

⁶ S. Nakamoto, *Bitcoin: Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008, s. 1, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> [dostęp: 27.08.2020].

⁷ D. Tapscott, A. Tapscott, *op. cit.*, s. 20.

z zaufanej strony trzeciej, której rolę pełnią instytucje finansowe. *Blockchain* rozwiązuje problem zwany przez S. Nakamoto i innych kryptologów podwójnym wydatkowaniem (*double-spending*)⁸.

Dnia 3.01.2009 r. S. Nakamoto „wydobył” pierwszy blok bitcoina (*genesis block*) oraz udostępnił społeczności nieodpłatnie prawa oraz oprogramowanie na zasadzie wolnej licencji⁹. Data zatwierdzenia pierwszego bloku bitcoina jako pierwszego systemu opartego na *blockchain* powszechnie jest uznawana za narodziny tej technologii.

Kryptowaluta bitcoin z pewnością zapoczątkowała zainteresowanie całą technologią i mechanizmem działania *blockchain*. Publikacja i platforma cyfrowa S. Nakamoto stanowią przełomowy punkt w transformacji i przyspieszeniu cyfrowym.

Dziś większość społeczeństwa utożsamia *blockchain* tylko z kryptowalutami, takimi jak bitcoin, ethereum, repple, dogecoin i in. Technologia dla wielu wydaje się skomplikowana, choć w istocie kryjąca się za nią idea jest dość prosta: polega na zabezpieczonym kryptograficznie przesyłaniu środków (wartości) bezpośrednio od jednego użytkownika do drugiego bez korzystania z pośredników, np. banków¹⁰.

Technologia stojąca za kryptowalutami ma znacznie więcej zastosowań niż tylko pieniądź cyfrowy. Sieci *blockchain* mogą być prywatne – z ograniczonym członkostwem, podobnie jak intranet w organizacji, lub publiczne, takie jak Internet, dostępne dla każdej osoby na świecie¹¹. W *blockchain* można zatem zaprogramować dostęp zarówno do publicznego (przeznaczonego dla każdego) rejestru danych, jak i do rejestru prywatnego, umożliwiając wgląd do księgi głównej tylko określonym podmiotom¹².

Blockchain jest rodzajem technologii rozproszonego rejestru¹³ (dalej DLT – ang. *distributed ledger technology*). W odróżnieniu od scentralizowanych systemów oprogramowania, w którym komponenty są rozmieszczone wokół jednego komponentu centralnego i z nim połączone, komponenty DLT tworzą sieć połączonych ze sobą elementów bez jakiegokolwiek komponentu centralnego czy kontrolnego¹⁴. W DLT każdy komponent bezpośrednio łączy się ze wszystkimi innymi. Technologia rozproszonego rejestru umożliwia rozszerzanie, chronologicznie uporządkowanej listy podpisanych kryptograficznie, niezmiennych zapisów transakcji, które są udostępniane wszystkim uczestnikom sieci. Każdy uczestnik o odpowiednich prawach dostępu może w dowolnym momencie histo-

⁸ S. Nakamoto, *op. cit.* [dostęp: 27.08.2020].

⁹ D. Szostek, *Blockchain i prawo*, Warszawa 2018, s. 62.

¹⁰ W. Szpringer, *Blockchain jako innowacja systemowa*, Warszawa 2019, s. 82.

¹¹ B. Pierce, *Blockchain technology*, 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=31Mvo0PPxjQ> [dostęp: 2.09.2020].

¹² W. Szpringer, *Blockchain...*, s. 83.

¹³ K. Piech, *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain i kryptowalut*, 2016, www.gov.pl [dostęp: 4.09.2020].

¹⁴ D. Drescher, *Blockchain: Podstawy technologii łańcucha bloków w 25 krokach*, przeł. L. Sielicki, Gliwice 2019, s. 20.

rii transakcji prześledzić wstecz zdarzenie transakcyjne, należące do dowolnego użytkownika w sieci. Technologia przechowuje transakcje w sposób zdecentralizowany. Transakcje wymiany wartości są wykonywane bezpośrednio między połączonymi użytkownikami i weryfikowane za zgodą przy użyciu algorytmów w sieci¹⁵. Zaletami systemów rozproszonych są: większa moc obliczeniowa, redukcja kosztów, wyższy poziom niezawodności, zdolność do naturalnego rozwoju¹⁶.

Blockchain jest szczególną, najbardziej znaną i używaną technologią rozproszonego rejestru. Jest rodzajem „księgi”, w której transakcje wymiany wartości (w postaci kryptowalut, tokenów czy informacji) są kolejno grupowane w bloki. Każdy blok zawiera podpis oparty na dokładnej zawartości (ciągu danych) tego bloku. Następny blok również zawiera ten podpis, łącząc ze sobą wszystkie poprzednie bloki aż do pierwszego bloku. Bloki są niezmiennie rejestrowane w sieci *peer-to-peer*, przy użyciu kryptograficznych mechanizmów zaufania i gwarancji. Don Tapscott określa *blockchain* protokołem zaufania¹⁷, gdzie uwierzytelnienie transakcji następuje przez współpracę napędzaną wspólnym interesem i korzyścią. U podstaw tego zjawiska leży otwarty kod źródłowy, który jest darmowy i dostępny do pobrania, uruchomienia i użycia dla każdego, w celu zarządzania transakcjami lub opracowywania nowych możliwości¹⁸. O bezpieczeństwo poszczególnych użytkowników dbają kolektywnie wszyscy pozostali użytkownicy, czemu towarzyszy ochrona anonimowości uczestników transakcji oraz pełna transparentność danych odnośnie do zmian w rejestrach przy zawieraniu transakcji¹⁹.

Technologia *blockchain* składa się z dwóch głównych elementów: zdecentralizowanej sieci ułatwiającej i weryfikującej transakcje oraz niezmiennej księgi, którą prowadzi sieć użytkowników. Wszyscy w sieci mogą zobaczyć tę wspólną księgę transakcji, ale nie ma centralnego punktu dostępu, z którego można zhakować, uszkodzić rekordy lub zasoby cyfrowe. Z powodu zdecentralizowanego zaufania nie ma również jednej organizacji kontrolującej te dane, czy to dużego banku, czy giganta technologicznego, takiego jak Facebook, Google czy Amazon. Żadne strony trzecie nie służą jako pośrednicy czy wierzyciele transakcji²⁰.

¹⁵ Joint Research Centre of the European Commission, *Report “Blockchain for digital government”* 2019, <https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2019-04/JRC115049%20blockchain%20for%20digital%20government.pdf> [dostęp: 4.09.2020].

¹⁶ D. Drescher, *op. cit.*, s. 21.

¹⁷ D. Tapscott, *How the Blockchain Is Changing Money and Business*, TedSummit, https://www.ted.com/talks/don_tapscott_how_the_blockchain_is_changing_money_and_business?language=ig [dostęp: 29.08.2020].

¹⁸ D. Tapscott, A. Tapscott, *op. cit.*, s. 81-82.

¹⁹ M. Kowalczyk, *op. cit.*, s. 73; D. Tapscott, A. Tapscott, *op. cit.*, s. 205.

²⁰ R. Marvin, *Blockchain: The Invisible Technology That's Changing the World*, <https://www.pcmag.com/news/blockchain-the-invisible-technology-thats-changing-the-world> [dostęp: 3.09.2020].

W 2013 r. Vitalik Buterin, twórca platformy Ethereum, w białej księdze pod tytułem *Ethereum White Paper A Next Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*, przedstawił *blockchain* nowej generacji – Blockchain 2.0²¹. Poza wprowadzeniem drugiej co do popularności (po bitcoinie) kryptowaluty ether V. Buterin wskazał na szersze możliwości technologii *blockchain*. Zaproponował pojęcie inteligentnych kontraktów (*smart contracts*) i zdecentralizowanych autonomicznych organizacji (DAO – *decentralized autonomous organization*). Inteligentne kontrakty polegają na możliwości zainicjowania transakcji finansowych, które mogłyby dojść do skutku po spełnieniu wcześniej ustalonych warunków²², bez konieczności istnienia zaufania do żadnej z umawiających się stron. Powiązane cele ekonomiczne obejmują zmniejszenie ryzyka nadużyć, arbitrażu i kosztów egzekwowania oraz innych kosztów transakcyjnych. Na podstawie inteligentnych kontraktów można budować i tworzyć autonomiczne organizacje, które pełnią funkcje samoorganizujące się i są niezależne od ingerencji człowieka²³. Inteligentny kontrakt to program, który działa, wykorzystując mechanizm *blockchain* i którego poprawne wykonanie jest egzekwowane przez protokół konsensusu²⁴.

3. Mechanizm działania *blockchain*

Blockchain jako zdecentralizowana księga jest zasilany danymi przez globalną sieć użytkowników. Jest to rozproszony rejestr danych, podzielony na bloki i zabezpieczony kryptografią. Transakcja jest podstawowym elementem technologii *blockchain*. Transakcje są sprawdzane i rozpowszechniane. Wiele transakcji tworzą bloki, które tworzą łańcuch poprzez cyfrowe łącze danych. Bloki przechodzą przez proces konsensusu w celu wybrania następnego bloku, który zostanie dodany do łańcucha. Wybrany blok jest weryfikowany i dodawany do bieżącego łańcucha. Tworzenie nowych bloków jest nazywane górnictwem (*mining*), ponieważ proces walidacji i konsensusu jest przeprowadzany przez specjalne węzły (*nodes*) zwane górnikami (*miners*). Są to członkowie sieci (pojedyncze osoby lub firmy) o dużej mocy obliczeniowej, którzy konkurują ze sobą o potwierdzenie transakcji, rozwiązując złożone zakodowane zadania²⁵. Proces ten jest określanym „dowodem pracy” (*proof of work*) i stanowi algorytm konsensusu. Pierwszy

²¹ V. Buterin, *Ethereum White Paper A Next Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*, <https://ethereum.org/en/whitepaper/> [dostęp: 5.09.2020].

²² Zob. *Ethereum White Paper, Explained. Part 1*, <https://medium.com/bbod/ethereum-white-paper-explained-part-1-79cb61e51e08> [dostęp: 5.09.2020]; M. Kowalczyk, *op. cit.*, s. 197.

²³ W. Szpringer, *Blockchain...*, s. 127-133.

²⁴ S. Olnes, J. Ubacht, M. Janssen, *Blockchain in Government: Benefits and Implications of Distributed Ledger Technology for Information Sharing*, “Government Information Quarterly” 2017, Vol. 34, s. 356.

²⁵ M. Rijmenam, *What is the Blockchain and Why is it So Important?*, 2016, <https://www.linkedin.com/pulse/what-blockchain-why-so-important-mark-van-rijmenam> [dostęp: 30.08.2020].

górnika, który rozwiąże problem i zweryfikuje blok, otrzymuje wynagrodzenie w formie kryptowaluty²⁶. Nagroda za autoryzację i łączenie transakcji w bloki motywuje uczestników sieci do utrzymywania ciągłości pracy systemu.

W momencie zapełnienia jednego bloku powstaje kolejny, który w powiązaniu z poprzednim tworzy ciągły łańcuch bloków. Każdy kolejny blok zawiera oznaczenie czasu utworzenia oraz link (*hash*) do poprzedniego bloku, będący cyfrowym streszczeniem jego zawartości. W *blockchain* transakcje są szyfrowane, przechowywane jednocześnie u wszystkich członków sieci i podlegają automatycznej aktualizacji przy każdej zmianie.

Zgodnie z opisem S. Nakamoto system *blockchain* działa w następujący sposób:

1. Nowe transakcje cyfrowe przesyłane są do wszystkich węzłów *blockchain*.
2. Każdy węzeł łączy pojawiające się transakcje w blok.
3. Każdy węzeł pracuje nad rozwiązaniem trudnego *proof-of-work* dla swego bloku.
4. Kiedy węzeł odnajdzie *proof-of-work*, ogłasza blok do wszystkich węzłów.
5. Węzły akceptują blok wyłącznie wtedy, gdy wszystkie zawarte w nim transakcje są poprawne i nie zostały już wcześniej wydane.
6. Węzły podejmują decyzję o akceptacji bloku, zaczynając pracę nad stworzeniem następnego bloku w łańcuchu, używając skrótu zaakceptowanego bloku jako poprzedniego skrótu²⁷.

Prostym przykładem ilustrującym wykorzystanie *blockchain* jest głosowanie. Inteligentna umowa pozwala zapewnić, że wyborca np. w wyborach krajowych jest upoważniony do oddania głosu tylko raz, a także sprawdzić, czy głos jest prawidłowo przechowywany, uzyskując dostęp do informacji. Może to zmniejszyć potencjalne oszustwa wyborcze i utrudnić manipulowanie wynikami głosowania ze względu na rozproszoną sieć węzłów i rozproszony protokół konsensusu, który zapewnia integralność danych (oddanych głosów).

4. *Blockchain*: możliwości dla sektora publicznego

Kluczową ideą technologii *blockchain* jest to, że zdecentralizowana księga transakcji w łańcuchu bloków może być wykorzystywana do rejestrowania, potwierdzania i przenoszenia wszelkiego rodzaju wartości. Technologię tę można również wykorzystać do transakcji lub wymiany informacji, w których uczestniczy rząd. Podstawowe cechy tej technologii umożliwiają wdrażanie w szerokim zakresie procesów rejestracji aktywów,

²⁶ C. Thomson, *How Does the Blockchain Works?* 2018, <https://medium.com/blockchain-review/how-does-the-blockchain-work-for-dummies-explained-simply-9f94d386e093> [dostęp: 30.08.2020].

²⁷ S. Nakamoto, *op. cit.*, s. 4 [dostęp: 30.08.2020].

inwentaryzacji i wymiany informacji, zarówno aktywów trwałych, takich jak własność fizyczna, jak i wartości niematerialnych, takich jak głosy, patenty, pomysły, dane dotyczące zdrowia, inne informacje²⁸. Istotą *blockchain* jest to, że organy administracji publicznej mogą mieć wgląd do „księgi”, wspólnie tworzyć, rozwijać oraz śledzić jedyną i niezmienną historię transakcji, a także określać kolejne zdarzenia²⁹.

Do *blockchain* można zmigrować już istniejące rejestry publiczne: tytuły gruntów i nieruchomości, rejestracje pojazdów, pozwolenia na prowadzenie działalności, akty małżeństwa i akty zgonu. Tożsamość cyfrową można potwierdzić, wykorzystując *blockchain* za pomocą bezpiecznie zakodowanych dowodów osobistych, paszportów, praw jazdy i rejestracji wyborców. Można przechowywać prywatne rekordy osób fizycznych, takie jak pożyczki, umowy, zakłady, podpisy, testamenty, pełnomocnictwa i kredyty. Za pośrednictwem *blockchain* można przeprowadzić poświadczenia w celu uzyskania ubezpieczenia, dowodu własności i innych dokumentów notarialnych.

Wartości niematerialne (np. patenty, znaki towarowe, prawa autorskie, rezerwacje i nazwy domen) również mogą być chronione i przenoszone za pośrednictwem *blockchain*. Na przykład aby chronić pomysł, zamiast oznaczać go znakiem towarowym lub patentować, można zakodować go w *blockchain*, co potwierdza dowód zarejestrowania określonego prawa z określoną datą i godziną w celu potwierdzenia w przyszłości³⁰. Wszystkie te czynności mogą być zarządzane w tańszy, efektywniejszy, zdecentralizowany i bezpieczniejszy sposób za pomocą protokołu *blockchain*.

5. Przykłady wykorzystania technologii *blockchain* w usługach publicznych

Rządy różnych krajów świata prowadzą obecnie projekty pilotażowe przy użyciu technologii *blockchain*. Aplikacje rządowe oparte na *blockchain* mają zróżnicowany charakter i obejmują np. tożsamość cyfrową, rejestr orzeczeń sądowych, stan cywilny, głosowanie elektroniczne, licencje biznesowe, paszporty, rejestry karne, a nawet rejestry podatkowe.

Estonia jest przykładem kraju, w którym szerokie wykorzystanie technologii w usługach publicznych przekształca sektor publiczny i przynosi korzyści obywatelom, organizacjom publicznym i pozostałym użytkownikom. Dziś jest powszechnie uważana za światowego lidera cyfrowego rządu.

²⁸ M. Swan, *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, Newton, MA 2015, s. 10.

²⁹ S. Olnes, J. Ubacht, M. Janssen, *op. cit.*, s. 357.

³⁰ M. Swan, *op. cit.*, s. 11.

Usługi publiczne w Estonii są niemal całkowicie zdigitalizowane, włącznie z tożsamością. We współpracy z Bitnation władze Estonii umożliwiają e-rezydentom, niezależnie od miejsca zamieszkania, notarialne poświadczenie aktu małżeństwa, zaświadczenia o rozwodzie, świadectwa urodzenia czy kontraktu biznesowego na platformie *blockchain*. Jak podaje źródło, rozproszona i niezmienna natura takiego elektronicznego notarialnego poświadczenia jest bezpieczniejsza niż wydanie aktu w drodze tradycyjnych państwowych procedur³¹.

Blockchain odgrywa również ważną rolę w zakresie bezpieczeństwa i ochrony danych w estońskim systemie e-podatku. Estońska Rada ds. Podatków i Ceł wdrożyła E-Tax, czyli elektroniczny system składania deklaracji podatkowych, który zapewnia, że około 98% wszystkich deklaracji podatkowych w Estonii składanych jest drogą elektroniczną. Za pomocą bezpiecznego identyfikatora podatnik loguje się do systemu, przegląda swoje dane we wstępnie wypełnionych formularzach, dokonuje niezbędnych zmian i zatwierdza formularz deklaracji. Ten proces trwa zwykle od trzech do pięciu minut³².

Estonia wykorzystuje technologię *blockchain* do zagwarantowania integralności danych i systemów rządowych. Estoński Urząd ds. Systemów Informacyjnych (RIA) jest integralnym dostawcą usług dla rządu, gwarantującym dostęp do sieci *blockchain* dla agencji państwowych za pośrednictwem infrastruktury X-road.

Narodowa Agencja Rejestru Praw (NAPR) **Republiki Gruzji** wykorzystuje technologię *blockchain*, aby zapewnić swoim obywatelom cyfrowe zaświadczenie o ich prawach do gruntów. NAPR nawiązał współpracę z Bitfuri Group, która dostarcza rozwiązania oparte na protokole Bitcoin, a projekt rozpoczął się w sierpniu 2016 r. Projekt pomaga Gruzji w walce z korupcją i rozwiązywaniu sporów dotyczących roszczeń majątkowych³³.

Celem wykorzystania *blockchain* jest zwiększenie zaufania publicznego do prowadzenia dokumentacji związanej z własnością. Proces dodawania lub zmiany tytułu gruntu można scharakteryzować za pomocą następujących kroków:

1. Obywatel może złożyć wniosek do urzędu obsługi lub notariusza o rejestrację lub weryfikację wypisu z tytułu własności gruntu, tak jak w systemie tradycyjnym.
2. Notariusz rejestruje tytuł własności w prywatnej sieci *blockchain* Exonum.

³¹ I. Allison, *Bitnation and Estonian Government Start Spreading Sovereign Jurisdiction on the Blockchain*, <https://www.ibtimes.co.uk/bitnation-estonian-government-start-spreading-sovereign-jurisdiction-blockchain-1530923> [dostęp: 28.08.2020].

³² E. Liivamägi, *How do e-residents pay taxes*, <https://e-estonia.com/how-do-e-residents-pay-taxes/> [dostęp: 28.08.2020].

³³ A. Erlanger, *Blockchain w Gruzji: jak pravitelstvo hochet pomeniat tehnologiiu*, <https://internationalwealth.info/cryptocurrency/blockchain-in-georgia-how-government-wants-to-adapt-technology/> [dostęp: 29.08.2020].

3. Hashe prywatnego łańcucha blokowego Exonum są zakotwiczone w publicznym łańcuchu bloków Bitcoin. Gwarantuje to integralność wszystkich transakcji w *blockchain* Exonum, aż do ostatniego zakotwiczonego bloku w *blockchain* Bitcoin.
4. NAPR dostarcza obywatelowi cyfrowy certyfikat jego majątku, poparty kryptograficznym dowodem oryginalności wyciągu, opublikowanym na *blockchain* Bitcoin.
5. Jediną różnicą z punktu widzenia obywateli jest to, że mogą oni teraz sprawdzić, czy tytuł do gruntu jest uzasadniony. Może to zrobić każdy obywatel Gruzji³⁴.

Przeniesienie rejestru gruntów do *blockchain* skutkowało 400 razy szybszą rejestracją oraz redukcją kosztów operacyjnych na poziomie 90%³⁵.

Szwecja we współpracy z firmą *blockchain* ChromaWay prowadzi projekt oznaczania każdej nieruchomości unikalnym cyfrowym odciskiem palca. W przypadku nieruchomości chodzi o wysoką wartość, co podkreśla znaczenie bezpieczeństwa i przejrzystości transakcji dotyczących tego aktywu. Obecnie rozliczanie transakcji na rynku nieruchomości w Szwecji jest powolne, kosztowne i narażone na różne ryzyka biznesowe, w tym sporne akty własności.

Projekt ten jest próbą rozwiązania problemu nieufności między stronami w przekazywaniu nieruchomości oraz szybkości transakcji. Projekt został zainicjowany we wrześniu 2016 r. przez Szwedzki Urząd ds. Kartografii, Katastrów i Rejestracji Ziemi i firmę ChromaWay. Projekt miał na celu przedefiniowanie transakcji dotyczących nieruchomości i umów hipotecznych. Ma na celu rozwiązanie głównych problemów obecnego systemu transakcyjnego, którymi są:

- brak przejrzystości. Administracja publiczna jest angażowana w transakcję dopiero na samym końcu procesu, gdy konieczna jest weryfikacja dużej ilości dokumentacji, co powoduje opóźnienia w przenoszeniu tytułu własności gruntów;
- wydłużony czas rejestracji. Zatwierdzenie tytułu przez władze lokalne może zająć do sześciu miesięcy;
- złożony proces umów między kupującymi a sprzedającymi;
- brak zaufania do systemu i wysoka wartość ryzyka zwiększają koszty transakcji. Ubezpieczenie zabezpieczające przeniesienie tytułu własności to typowy przykład kosztów transakcyjnych na rynku nieruchomości.

Podstawowa technologia w tym projekcie składa się z dwóch głównych komponentów: platformy *blockchain* i przepływu pracy w ramach inteligentnych kontraktów.

³⁴ Joint Research Centre of the European Commission, *Report "Blockchain for digital government"* 2019, <https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2019-04/JRC115049%20blockchain%20for%20digital%20government.pdf> [dostęp: 3.09.2020].

³⁵ *Ibidem*.

Inteligentny obieg kontraktów umożliwi automatyczne przetwarzanie transakcji przez uczestników. System *blockchain* łączy możliwości scentralizowanych, relacyjnych baz danych z prywatnymi łańcuchami bloków³⁶.

W październiku 2017 r. rząd maltański uruchomił projekt, w ramach którego opracowuje się weryfikację kwalifikacji akademickich za pomocą technologii *blockchain*, w celu stworzenia weryfikowanego dowodu wykształcenia obywateli. Ministerstwo Edukacji i Zatrudnienia (MEDE) **Malty** zdecydowało się na wykorzystanie otwartego standardu Blockcerts do zarządzania dokumentacją akademicką. Blockcerts zapewnia wszystkie aspekty łańcucha wartości: tworzenie, wydawanie, przeglądanie i weryfikację dyplomów³⁷.

Otwarty standard Blockcerts został opracowany w 2015 r. przez Massachusetts Institute of Technology (MIT) i Learning Machine – start-up skoncentrowany na systemach uwierzytelniania opartych na *blockchain*. Proces wydawania i weryfikacji certyfikatu akademickiego z wykorzystaniem systemu Blockcerts składa się z następujących kroków:

1. Instytucja akademicka (wystawca) wysyła do swoich absolwentów prośbę o pobranie aplikacji Blockcerts i dodanie jej jako wystawcy dyplomu.
2. Absolwent instytucji akademickiej instaluje portfel i akceptuje wystawcę. W ten sposób portfel generuje klucz prywatny i publiczny.
3. Ponieważ absolwent zatwierdził instytucję akademicką jako wystawcę dyplomów, aplikacja Blockcerts wysyła do niej swój klucz publiczny.
4. Uczelnia tworzy w aplikacji cyfrowy dyplom zawierający klucz publiczny absolwenta. Dyplom zostaje podpisany kluczem prywatnym uczelni. W momencie, gdy dyplom zostaje opatrzony kluczem publicznym absolwenta, staje się on automatycznie zapisywany w jego portfelu Blockcerts.
5. Instytucja akademicka haszuje dyplom na platformie Blockcerts i zapisuje hash w łańcuchu bloków Bitcoin.
6. Uczelnia przesyła dyplom do osoby, w tym adres URL Blockcerts, który odnosi się do skrótu przechowywanego w systemie *blockchain*.
7. Absolwent może udostępnić osobom trzecim dyplom elektroniczny i adres URL.
8. Strona trzecia (np. potencjalny pracodawca) wprowadza dyplom i adres URL do internetowego weryfikatora Blockcerts, który sprawdza, czy hash dostarczonego certyfikatu jest zgodny z hashem w sieci *blockchain* Bitcoin, określonym w adresie

³⁶ ChromaWay, *Solutions*, <https://chromaway.com/solutions> [dostęp: 28.08.2020]; *The Land Registry in the blockchain – testbed*, https://static1.squarespace.com/static/5e26f18cd5824c7138a9118b/t/5e3c35451c2cbb6170caa19e/1581004119677/Blockchain_Landregistry_Report_2017.pdf [dostęp: 28.08.2020].

³⁷ *Malta: First Country to Put education Certificates on Blockchain*, <https://maltaprofile.info/article/malta-first-country-to-put-education-certificates-on-blockchain> [dostęp: 3.09.2020]; A. Zmudziński, *Malta To Store Education Certificates on a Blockchain*, <https://cointelegraph.com/news/malta-to-store-education-certificates-on-a-blockchain> [dostęp: 3.09.2020].

URL. Jeśli skrót zostanie znaleziony, dyplom jest weryfikowany. Strona trzecia ma teraz potwierdzenie oryginalności dokumentu³⁸.

Na **Ukrainie** technologia *blockchain* jest wykorzystywana do tworzenia autonomicznych systemów służących do prywatyzacji majątku państwowego. Projekt pilotażowy został wdrożony w Odessie, gdzie odbyły się pierwsze aukcje. Wyniki pilotażowego projektu były satysfakcjonujące, dlatego 23 marca 2016 r. w Kijowie podpisano memorandum w sprawie opracowania i wdrożenia systemu państwowych aukcji internetowych na *blockchain*³⁹. W lipcu 2016 r. na Ukrainie odbyła się pierwsza na świecie aukcja *blockchain* na platformie e-Auction 3.0. W ramach projektu pilotażowego oferenci postawili na bilet na dużą konferencję informatyczną.

We wrześniu 2017 r. odbyła się prezentacja kolejnego systemu aukcyjnego wykorzystującego innowacyjną technologię kryptograficzną *blockchain*, przedstawioną przez państwowe przedsiębiorstwo SETAM w celu wprowadzenia systemu elektronicznego obrotu skonfiskowanym mieniem⁴⁰.

W 2016 r. w **Polsce** został uruchomiony ministerialny program „Od papierowej do cyfrowej Polski” zmierzający do rozwoju e-państwa i cyfryzacji gospodarki. W ramach programu prowadzony jest strumień „Rejestry Rozproszone”, obecnie stanowiący kontynuację wcześniej działającego strumienia „Blockchain i Kryptowaluty”. Celem prac jest umożliwienie wykorzystania technologii *blockchain* na potrzeby procesów w administracji publicznej i różnych sektorach gospodarki. Działania Strumienia są skierowane na stworzenie przejrzystego środowiska regulacyjnego umożliwiającego wykorzystanie możliwości *blockchain*, a także zapewnienie bezpieczeństwa funkcjonowania giełd i kantorów płatności kryptowalutowych i ich użytkownikom⁴¹.

6. Wyzwania dla sektora publicznego

Pomimo wielu potencjalnych korzyści i obszarów zastosowań *blockchain* wdrożenie tej technologii do infrastruktury publicznej państwa wiąże się z pewnymi wyzwaniami.

³⁸ Joint Research Centre of the European Commission, *Report “Blockchain for digital government”* 2019, <https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2019-04/JRC115049%20blockchain%20for%20digital%20government.pdf> [dostęp: 3.09.2020].

³⁹ E. Filatova, *Podpisan memorandum o razvitii gosudarstvennykh elektronnykh aukcyonov na blockchain*, <https://psm7.com/news/v-ukraine-stroyat-sistemu-elektronnyx-aukcionov-na-blockchain.html> [dostęp: 6.09.2020].

⁴⁰ Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Ukrainy, <https://minjust.gov.ua/news/ministry/privatniy-vikona-vets-vpershe-realizuvav-mayno-cherez-openmarket-setam> [dostęp: 6.09.2020].

⁴¹ *Strumień Blockchain/DLT i kryptowaluty*, <http://archiwum.mc.gov.pl/en/projekty/od-papierowe-do-cyfrowej-polski/strumien-blockchain-i-kryptowaluty> [dostęp: 7.09.2020]; <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/od-papierowej-do-cyfrowej-polski>; *Grupa robocza ds. rejestrów rozproszonych i blockchain*, <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/blockchain> [dostęp: 7.09.2020].

Podstawowe wyzwania są związane z aspektami technicznymi, do których możemy zaliczyć bezpieczeństwo, skalowalność i elastyczność. Co ciekawe, bezpieczeństwo jako główna siła technologii *blockchain* jest nadal kwestionowana przez niektórych rządzących. Wyzwania w tym zakresie odnoszą się do zagrożeń cyberbezpieczeństwa, ślepego zaufania twórcom technologii *blockchain* oraz zachodzącego kompromisu między bezpieczeństwem a wydajnością. Niektórzy badacze zalecają, aby korzyści płynące z przyjęcia technologii *blockchain* do usług publicznych były dokładnie zidentyfikowane i że powinny być wyższe niż koszt opracowania i obsługi systemu. Do typowych wyzwań technologii *blockchain* możemy zaliczyć duże zapotrzebowanie na energię elektryczną, wydajność obliczeniową, koszty koordynacji, koszty komunikacji, zależność od sieci, złożoność oprogramowania⁴². Ogólnie rzecz biorąc, niedojrzałość samej technologii leży u podstaw wszystkich istniejących wyzwań technologicznych związanych z przyjęciem *blockchain*. Można to rozumieć jako coś, co jest powszechne we wszystkich wprowadzanych nowych technologiach.

Marcella Atzori zwraca uwagę na ryzyko związane z dominującą pozycją prywatnych uprawnień w rozproszonych ekosystemach, co może prowadzić do ogólnej utraty władzy przez obywateli i powstania globalnego bezpieczeństwa społeczeństwa. Wielu entuzjastów technologii promuje *blockchain* jako bardziej wydajne, zdecentralizowane i oparte na konsensusie repozytorium publiczne, które może mieć wiele zastosowań, aby zmniejszyć zależność obywateli od rządów. Zamiast tego techno-libertarianie i kryptoanarchiści zajmują bardziej ekstremistyczne stanowisko. Zwykle są skłonni uważać państwo za bezprawnego, niepotrzebnego i nieodwracalnie przestarzałego depozytariusza władzy i otwarcie zachęcają do korzystania z nowej technologii informacyjnej jako siły wyzwalającej wbrew samej koncepcji władzy. Zgodnie z tym poglądem jesteśmy na takim etapie historii, że jednostki mogą stopniowo pokonywać każdą scentralizowaną instytucję polityczną poprzez rozproszony konsensus i tworzyć warunki dla idealistycznego społeczeństwa równych sobie, charakteryzującego się raczej płaskimi niż hierarchicznymi strukturami⁴³.

Podczas gdy technologiczni utopiści nalegają na upadek jakiegokolwiek scentralizowanej instytucji, należy opowiadać się za rolą państwa jako koniecznego centralnego punktu koordynacji w społeczeństwie, pokazując, że decentralizacja przez konsensus oparty na algorytmach jest tylko teorią organizacyjną, a nie samodzielną teorią polityczno-ustrojową⁴⁴.

Włodzimierz Szpringer podkreśla, że „we współczesnym, globalizującym się społeczeństwie, określanym jako społeczeństwo ponowoczesne, coraz trudniejsze staje

⁴² L. Carter, J. Ubacht, *Blockchain Applications in Government*, 2018, <https://www.researchgate.net/publication/325497149> [dostęp: 7.09.2020].

⁴³ M. Atzori, *Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary?*, 2015, s. 4 https://static.nzz.ch/files/9/3/1/blockchain+Is+the+State+Still+Necessary_1.18689931.pdf [dostęp: 7.09.2020].

⁴⁴ *Ibidem*, s. 1. Zob. W. Szpringer, *Zarządzanie przez algorytmy*, Warszawa 2020, s. 228.

się wykorzystanie prawa jako instrumentu rządzenia. Z jednej strony współczesne społeczeństwo charakteryzuje pluralizm prawny, z drugiej zaś samo prawo traci swoje tradycyjne cechy, w tym przede wszystkim maleje jego ścisły związek z państwem narodowym⁴⁵. Blockchain 2.0 oparty jest na określonym języku programowania. W rozproszonych rejestrach kod stanowi prawo, zaś podstawą jego ważności stają się jego wewnętrzne cechy systemowe, a nie siła państwa. Niemniej w globalnym badaniu BDO dotyczącym wprowadzenia *blockchain* do sektora publicznego z 2020 r. około 80% respondentów wskazało brak regulacji dotyczących technologii *blockchain* jako największą przeszkodę we wdrażaniu technologii *blockchain*⁴⁶.

7. Wnioski końcowe

Technologia rozproszonego rejestru *blockchain* stała się przełomową innowacją z szeroką gamą aplikacji, potencjalnie zdolną do przeprojektowania interakcji w biznesie, społeczeństwie i sektorze publicznym⁴⁷.

Mimo popularności i wzmożonego zainteresowania technologią *blockchain* mechanizm jej działania nadal cechuje małe zrozumienie wśród większości społeczeństwa. W wyniku technicznych trudności, braku zaufanych dostawców na rynkach krajowych i ryzyka w zakresie bezpieczeństwa możliwości wynikające z wykorzystania mechanizmu *blockchain* w sektorze publicznym w wielu krajach są niedoceniane, a w pewnym stopniu nawet ignorowane.

Zdecentralizowany, otwarty i kryptograficzny charakter *blockchain* pozwala ludziom ufać sobie nawzajem i sprawia, że pośrednicy stają się zbędni. Zapewnia to również bezprecedensowe korzyści w zakresie bezpieczeństwa. Ataki hakerskie, które zwykle wpływają na dużych scentralizowanych pośredników, takich jak banki, dostawcy serwerów czy rozwiązań chmurowych, w *blockchain* są praktycznie niemożliwe do przeprowadzenia. Jeśli ktoś chciałby włamać się do określonego bloku w *blockchain*-ie, to musiałby nie tylko włamać się do tego konkretnego bloku, ale także do wszystkich kolejnych bloków, które zawierają całą historię tego łańcucha. Dodatkowo konieczne byłoby zhakowanie każdej księgi w sieci, co jest niewykonalne.

Potencjał systemu *blockchain* jest w zasadzie nieograniczony. Technologia leżąca u podstaw kryptowalut może znaleźć zastosowanie w przypadku każdego rodzaju zasobu na świecie, w tym może skutecznie usprawnić funkcjonowanie administracji publicznej,

⁴⁵ W. Szpringer, *Zarządzanie...*, s. 226.

⁴⁶ BDO *Global Survey: Blockchain in the Public Sector*, 2020, https://www.bdo.global/getmedia/823cc441-bf95-4da5-adde-4f9785d02f2b/BDO-blockchain_2020_General.pdf.aspx [dostęp: 28.08.2020].

⁴⁷ W. Szpringer, *Zarządzanie...*, s. 228.

zwiększając zaufanie obywateli do instytucji publicznych. W e-administracji *blockchain* ma szansę wspomóc organy administracji publicznej w zbieraniu i weryfikacji danych oraz wydawaniu różnego rodzaju decyzji – licencji, zezwoleń, koncesji. Technologia ta również może objąć wszystkie czynności związane z rejestracją transakcji, procesów i zdarzeń. Mechanizm rozproszonego rejestru umożliwia wygodne, bezpieczne i przejrzyste zarządzanie takimi procedurami. Ponadto *blockchain* jest idealnym medium do przechowywania informacji o prawach własności dowolnego zasobu fizycznego lub intelektualnego: umożliwia prowadzenie np. rejestrów nieruchomości, gruntów, praw autorskich. Bezpieczeństwo takiej identyfikacji elektronicznej jest niepodważalne, wykorzystanie technologii *blockchain* może pozwolić wszystkim obywatelom na szybszy, przejrzysty i bardziej komfortowy dostęp do szerokiej gamy usług publicznych.

Literatura

- Drescher D., *Blockchain: Podstawy technologii łańcucha bloków w 25 krokach*, przeł. L. Sielicki, Gliwice 2019.
- Kowalczyk M., *Cyfrowe państwo*, Warszawa 2019.
- Olnes S., Ubacht J., Janssen M., *Blockchain in Government: Benefits and Implications of Distributed Ledger Technology for Information Sharing*, “Government Information Quarterly” 2017, Vol. 34.
- Tapscott D., Tapscott A., *Blockchain rewolucja*, przeł. P. Zagórska *et al.*, Warszawa 2019.
- Szostek D., *Blockchain i prawo*, Warszawa 2018.
- Szostek D., *IBAC – samoregulacja kodów czy kontrola uprzednia*, [w:] *Sztuczna inteligencja, blockchain, cyberbezpieczeństwo oraz dane osobowe* red. K. Flaga-Gieruszyńska, J. Gołaczyński, D. Szostek, Warszawa 2019.
- Szpringer W., *Blockchain jako innowacja systemowa*, Warszawa 2019.
- Szpringer W., *Zarządzanie przez algorytmy*, Warszawa 2020.
- Swan M., *Blockchain: Blueprint for a New Economy*, 2015.

Źródła internetowe

- Allison I., *Bitnation and Estonian Government Start Spreading Sovereign Jurisdiction on the Blockchain*, <https://www.ibtimes.co.uk/bitnation-estonian-government-start-spreading-sovereign-urisdiction-blockchain-1530923>.
- Atzori M., *Blockchain Technology and Decentralized Governance: Is the State Still Necessary?*, https://static.nzz.ch/files/9/3/1/blockchain+Is+the+State+Still+Necessary_1.18689931.pdf

- BDO Global Survey: *Blockchain in the Public Sector*, 2020, https://www.bdo.global/getmedia/823cc441-bf95-4da5-adde-4f9785d02f2b/BDO-blockchain_2020_General.pdf.aspx.
- Buterin V., *Ethereum White Paper A Next Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform*, <https://ethereum.org/en/whitepaper/>.
- Carter L., Ubacht J., *Blockchain Applications in Government*, 2018, <https://www.researchgate.net/publication/325497149>.
- ChromaWay, *Solutions*, <https://chromaway.com/solutions>.
- Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact, Survey Report 2015, http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf.
- Erlanger A., *Blockchain v Gruzii: kak pravitelstvo hochet pomeniat technologiiu*, <https://internationalwealth.info/cryptocurrency/blockchain-in-georgia-how-government-wants-to-adapt-technology/>.
- Ethereum White Paper, Explained. Part 1*, <https://medium.com/bbod/ethereum-white-paper-explained-part-1-79cb61e51e08>.
- Filatova E., *Podpisan memorandum o razvitii gosudarstvennykh elektronnykh aukcyonov na blockchain*, <https://psm7.com/news/v-ukraine-stroyat-sistemu-elektronnyx-aukcionov-na-blockchain.html>.
- Grupa robocza ds. rejestrów rozproszonych i blockchain*, <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/blockchain>.
- Joint Research Centre of the European Commission, *Report “Blockchain for digital government”*, 2019, <https://joinup.ec.europa.eu/sites/default/files/document/2019-04/JRC115049%20blockchain%20for%20digital%20government.pdf>.
- The Land Registry in the blockchain – testbed*, https://static1.squarespace.com/static/5e26f18cd5824c7138a9118b/t/5e3c35451c2cbb6170caa19e/1581004119677/Blockchain_Land_registry_Report_2017.pdf
- Liivamägi E., *How Do E-Residents Pay Taxes*, <https://e-estonia.com/how-do-e-residents-pay-taxes/>.
- Malta: First Country to Put education Certificates on Blockchain*, <https://maltaprofile.info/article/malta-first-country-to-put-education-certificates-on-blockchain>.
- Marvin R., *Blockchain: The Invisible Technology That’s Changing the World*, <https://www.pcmag.com/news/blockchain-the-invisible-technology-thats-changing-the-world>.
- Ministerstwo Spraw Wewnętrznych Ukrainy: <https://minjust.gov.ua/news/ministry/privatniy-vikonavets-vpershe-realizuvav-mayno-cherez-openmarket-setam>.
- Nakamoto S., *Bitcoin: Peer-to-Peer Electronic Cash System*, 2008, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Od papierowej do cyfrowej Polski*, <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/od-papierowej-do-cyfrowej-polski>.
- Piech K., *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain i kryptowalut*, 2016, www.gov.pl.

Pierce B., *Blockchain technology*, 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=3lMvo0PPxjQ>.

Rijmenam M., *What is the Blockchain and Why is it So Important?*, 2016, <https://www.linkedin.com/pulse/what-blockchain-why-so-important-mark-van-rijmenam>.

Strumień Blockchain/DLT i kryptowaluty, <http://archiwum.mc.gov.pl/en/projekty/od-papierowej-do-cyfrowej-polski/strumien-blockchain-i-kryptowaluty>.

Tapscott D., *Getting Serious about Blockchain*, <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/getting-serious-about-blockchain>.

Tapscott T., *How the Blockchain is Changing Money and Business*, TedSummit, https://www.ted.com/talks/don_tapscott_how_the_blockchain_is_changing_money_and_business?language=ig.

Thomson T., *How Does the Blockchain Works?* 2018, <https://medium.com/blockchain-review/how-does-the-blockchain-work-for-dummies-explained-simply-9f94d386e093>.

Zmudziński A., *Malta to Store Education Certificates on a Blockchain*, <https://cointelegraph.com/news/malta-to-store-education-certificates-on-a-blockchain>.