

MARCIN KOWALCZYK¹, DOMINIK WILGA²

***Blockchain* – perspektywy wdrożeń w sektorze publicznym**

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie perspektyw rozwoju technologii *blockchain* w sektorze publicznym. W pierwszej kolejności zdefiniowano *blockchain*, wskazując również mechanizm jego funkcjonowania. W dalszej części artykułu zostały omówione zalety oraz potencjalne wady technologii *blockchain*. Artykuł podsumowują praktyczne przykłady zastosowań *blockchain* w sektorze publicznym oraz wnioski końcowe.

Słowa kluczowe: *blockchain*, bitcoin, system rozproszonego zaufania, sektor publiczny, *Deep Web*

1. Wprowadzenie

Sektor publiczny, w rozumieniu administracji publicznej, stoi przed wieloma wyzwaniami związanymi z przetwarzaniem danych. Dzięki rozwojowi technologii w sektorze prywatnym beneficjenci nowych rozwiązań oczekują, aby dostęp do usług publicznych także wykorzystywał nowe systemy oraz infrastruktury. Ułatwienia pokroju udostępniania podstawowej informacji publicznej na stronach administracji lokalnej lub rządowej (takich jak BIP³) czy wzory formularzy urzędowych dołączone do artykułów na stronach publicznych przestały mieć charakter nowoczesnych, bowiem są traktowane jako standard. To nowoczesne technologie, takie jak *blockchain*, posiadające pełne spektrum możliwości są traktowane jako nowy element infrastruktury publicznej państwa.

¹ Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Prawa i Administracji, marcin.kowalczyk@uwm.edu.pl.

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Prawa i Administracji, dominik.wilga@earthone.eu.

³ Biuletyn Informacji Publicznej.

Termin *blockchain* powstał z zestawienia *block* (jako blok transakcji) oraz *chain* (łańcuch). Pojęcie te można rozumieć jako „*protokół informatyczny, zastępujący podwójne księgowanie transakcji poprzez system n-księgowania, zapewniając przy tym przejrzystą, bezpieczną oraz równą dla wszystkich zainteresowanych stron synchronizację n-kopii jako regułę funkcjonowania. (...) Blockchain, czyli zapis owych transakcji jest w posiadaniu wszystkich jego uczestników*”⁴.

Zalety tej technologii są niepodważalne oraz powszechnie znane. Istotą zmiany przy wykorzystywaniu tego systemu jest, pierwsze w historii, umożliwienie dokonywania określonych czynności prawnych bez udziału łącznika w postaci osoby trzeciej. Praktycznie wszystkie zdarzenia będące z istoty czynnościami o charakterze zaufania publicznego (uznanie małżeństwa w innym regionie niż zostało zawarte, realizacja listu zastawnego, przetwarzanie danych z rejestrów publicznych etc.) potrzebują osoby trzeciej, najczęściej urzędnika państwowego, jako gwaranta realizacji danej czynności. Dzięki zastosowaniu technologii *blockchain* tego rodzaju gwarant nie będzie potrzebny. Jak wskazuje Marc Andressen: „*Praktyczną jego konsekwencją, jest to, iż po raz pierwszy w dobie internetu, może dojść do transferu cyfrowych wierzytelności o określonej wartości od jednego z użytkowników do drugiego użytkownika sieci, w sposób który gwarantuje pełne bezpieczeństwo oraz ochronę, każda z zainteresowanych stron wie, że transfer miał miejsce, natomiast nikt nie może podważyć wiarygodności samej transakcji*”⁵.

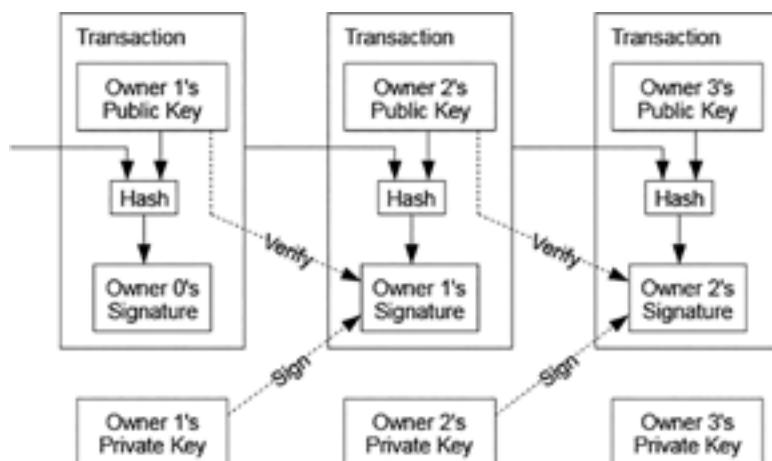
Na rysunku 1 został przedstawiony schemat transakcji wykorzystującej system *blockchain*, choć w praktyce nie dotyczy on tylko transakcji, a wszelkich działań wykorzystujących tę technologię. Dodatkowe modyfikacje infrastruktury wynikają tylko z celów stworzenia systemu oraz metod informatycznych wykorzystywanych przez administratora sieci.

Podczas dokonywania transakcji każdy z uczestników posiada dwa klucze: prywatny oraz publiczny. Pierwszy z nich ma charakter potwierdzający (potwierdza transakcję za pomocą prywatnego klucza autoryzującego), natomiast drugi ma charakter identyfikujący (wskazuje, który z uczestników brał udział w transakcji na jej wcześniejszym etapie). W momencie autoryzacji działania użytkownika transakcja jest podpisywana przez klucz prywatny Użytkownika 1 (*Owner 1*), natomiast jeśli nabywca zechce przekazać dobro dalej, to prawidłowość łańcucha

⁴ B.S. Noveck, K. Koga, R. Aceves Garcia, H. Delenau, D. Cantú-Pedraza, *Smarter Crowdsourcing for Anti-corruption A Handbook of Innovative Legal, Technical, and Policy Proposals and a Guide to Their Implementation*, Inter-American Development Bank (IADB), GOVLAB, April, 2018, s. 142.

⁵ *What is Blockchain Technology?*, www.coindesk.com/information/what-is-blockchain-technology (data odczytu: 18.02.2019).

zostanie sprawdzona za pomocą pozostawionego klucza publicznego. Jeśli na którymkolwiek etapie transakcji weryfikacja klucza (czy to publicznego podczas sprawdzania ciągłości łańcucha, czy prywatnego podczas autoryzacji transakcji) będzie negatywna, wystąpi skutek w postaci odrzucenia całości transakcji przez system. Oznacza to, że praktyczne złamanie łańcucha bloków przez podmioty trzecie jest niemożliwe. Istotne z tej perspektywy jest pojęcie „plotkowania”⁶ polegającego na nieustannej wymianie informacji pomiędzy urządzeniami działającymi w sieci rozproszonej. Ma to na celu maksymalne zabezpieczenie przed fałszowaniem struktury cyfrowej, bowiem do zmiany informacji w łańcuchu niezbędna jest akceptacja większości urządzeń w sieci.



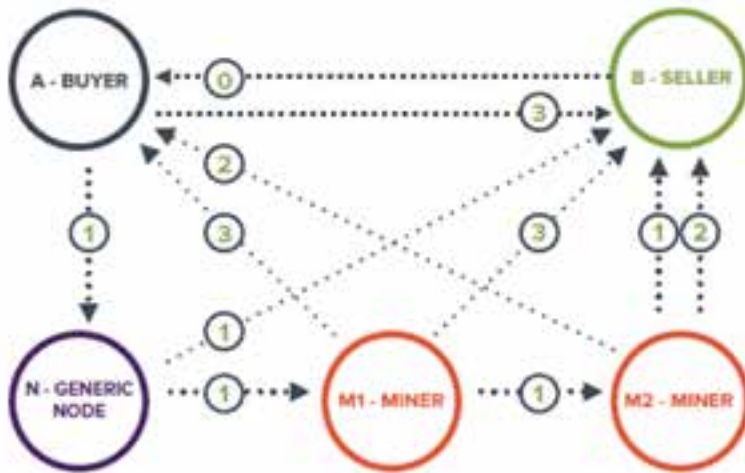
Rysunek 1. Schemat działania infrastruktury blockchain

Źródło: T. Grainger, GitHub, github.com/graingert/bitcoinIRP/blob/master/img/Bitcoin_Transaction_Visual.svg (data odczytu: 18.02.2019).

Rzetelność naukowa wymaga, by stwierdzić, że teoretycznie złamanie wiązki transakcyjnej jest możliwe (jest to system cyfrowy, w związku z czym jako taki podlega możliwościom zewnętrznego naruszenia struktury), ale w ujęciu praktycznym jest to niewykonalne, bowiem wymaga jednoczesnego złamania zabezpieczeń urządzeń posiadających większość mocy obliczeniowej infrastruktury. Jednocześnie, nawet jeśli przyjąć praktyczną możliwość naruszenia struktury, to podmiot dokonujący zmiany musiałby korzystać z publicznego klucza, a co za tym idzie, istniałaby możliwość jego identyfikacji⁷.

⁶ Literatura anglojęzyczna używa pojęcia *gossip*, czyli „plotka”.

⁷ B.S. Noveck, K. Koga, R. Aceves Garcia, H. Delenau, D. Cantú-Pedraza, *Smarter Crowdsourcing for Anti-corruption...*, op. cit., s. 143.



Rysunek 2. Schemat transakcji wykorzystujących mechanizm *blockchain* na przykładzie kryptowaluty bitcoin

Źródło: B. S. Noveck, K. Koga, R. Aceves Garcia, H. Delenau, D. Cantú-Pedraza, *Smarter Crowdsourcing for Anti-corruption A Handbook of Innovative Legal, Technical, and Policy Proposals and a Guide to Their Implementation*, Inter-American Development Bank (IADB), GOVLAB, April, 2018, s. 142, www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi1942y17XdAhUrtosKHZ7ZAYIQFjAAegQIAhAC&url=https%3A%2F%2Fpublications.iadb.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F11319%2F8892%2FSmarter-Crowdsourcing-for-Anti-corruption-A-Handbook-of-Innovative-Legal-Technical-and-Policy-Proposals-and-a-Guide-to-their-Implementation.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3Y-Q9C0LX5Ic59VNEgq5TX (data odczytu: 27.02.2019).

Na rysunku 2 ukazano przebieg transakcji z wykorzystaniem kryptowaluty bitcoin, angażującej kupującego (A – *buyer*), sprzedawcę (B – *seller*), dwie osoby zajmujące się „wykopywaniem” kryptowaluty, czyli „górnicy” (M1 – *miner*; M2 – *miner*)⁸ oraz generyczny/główny węzeł użytkownika⁹.

Dalej został przedstawiony schemat kolejnych decyzji oraz powiadomień w obrębie danej transakcji kryptowalutowej.

⁸ W dosłownym tłumaczeniu z języka angielskiego, odpowiednikiem określenia *miner* będzie górnik. W opracowaniu *Smarter Crowdsourcing for Anti-corruption A Handbook of Innovative Legal, Technical, and Policy Proposals and a Guide to Their Implementation*, znalazło się odniesienie do artykułu Satoshi Nakamoto z 2008 r.: *A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Zgodnie z jego treścią określenie *miners* stosuje się dla komputerów aktualizujących wpisy w rejestrze transakcji, poprzez zaszyfrowanie nowych transakcji, podanych do powszechnej wiadomości użytkowników oraz rozpowszechniającym zaktualizowane dane dla wszystkich użytkowników w obrębie sieci wymiany kryptowalutowej. Zapłatą dla „górników” za operacje zatwierdzenia oraz zaszyfrowania danych w rejestrze są bitcoiny.

⁹ *Generic user node*.

1. W pierwszej kolejności węzeł użytkownika B – sprzedawcy, przekazuje dane elektronicznego portfela oraz cenę produktów, oznaczoną jako „P BTC”. Odpowiednikiem tej czynności w „świecie rzeczywistym” (poza obszarem sieci) byłoby wskazanie ceny dobra lub usługi, wyrażonej w bitcoinach. Działanie oznaczono na rysunku 2 jako 0.
2. Węzeł użytkownika A – kupującego przekazuje wszystkim osobom uwzględnionym w jej sieci powiązań *blockchain* komunikat o przykładowej treści „Transakcja xxx01”. W ten sposób kupujący przekazuje deklaratywnie informację wszystkim osobom w ramach jej sieci powiązań o następującej treści „Płacę użytkownikowi B kwotę P wyrażoną w BTC (P BTC)”. Znajomi użytkownika A upowszechniają informację o transakcji poprzez wzajemne przekazywanie jej treści¹⁰. Działanie oznaczono na rysunku 2 jako 1.
3. Po około 10 minutach „Transakcja xxx01” zostaje potwierdzona przez węzeł „górnika” – M2; dochodzi do wygenerowania Bloku (N + 1), uwzględniającego w treści „Transakcja xxx01”, zapisanego w rejestrze *blockchain*. Działanie oznaczono na rysunku 2 jako 2.
4. Po kolejnych 10 minutach „Transakcja xxx01” zostaje potwierdzona przez węzeł kolejnego „górnika” – M1; Blok (N + 1) wygenerowany uprzednio przez „górnika” – M2, staje się na trwałe częścią rejestru *blockchain*, natomiast „górnika” M2 otrzymuje wynagrodzenie za swój udział w transakcji. Po zakończeniu transakcji, w porównaniu ze stanem z punktu 1, z elektronicznego portfela użytkownika A (kupującego) ubywa kwota „P BTC”, natomiast analogiczna kwota „P BTC” trafia na konto użytkownika B (sprzedawcy). Działanie oznaczono na rysunku 2 jako 3¹¹.

Przedstawiony opis doskonale odzwierciedla, dlaczego *blockchain* określa się również mianem sieci rozproszonego zaufania. Wynika to z prostej zależności, o bezpieczeństwo poszczególnych użytkowników dbają łącznie wszyscy pozostali użytkownicy. Wiąże się to z ochroną poszczególnych uczestników transakcji wymiennych oraz, co równie istotne, z pełną transparentnością danych odnośnie do zmian w rejestrach przy zawieraniu transakcji.

Wraz z technologią *blockchain* pojawiają się całkowicie nowe perspektywy funkcjonowania instytucji biznesowych oraz publicznych. Wśród potencjalnych zastosowań owej technologii pojawia się między innymi tworzenie cyfrowych (nieposiadających odpowiednika fizycznego) akcji przedsiębiorstw, aktywów,

¹⁰ Z języka angielskiego: *gossip* – określenie oznaczające plotkowanie oraz dzielenie się informacjami.

¹¹ B.S. Noveck, K. Koga, R. Aceves Garcia, H. Delenau, D. Cantú-Pedraza, *Smarter Crowdsourcing for Anti-corruption...*, op. cit., s. 143.

możliwość pozyskiwania cyfrowych funduszy (*digital fundraising*) przez przedsiębiorstwa, funkcjonowanie rynku cyfrowych obligacji, kluczy lub inteligentnych kart dostępu, np. do nieruchomości lub samochodu, której tytuł własności jest przypisany do danej osoby w ramach struktury *blockchain*. Według Marca Andreessena, akt przeniesienia własności dokonywałby się również w technologii *blockchain*, co umożliwiałoby wręcz automatyczne przekazanie cyfrowego klucza do uruchomienia np. samochodu (klucz miałby być unikalny, natomiast jego systemu zabezpieczeń nie można byłoby złamać)¹². Wśród zastosowań technologii *blockchain* miałyby być uwzględnione także cyfrowe głosowanie, cyfrowe podpisy, cyfrowe umowy oraz potencjał usług finansowych obejmujących: usługi ubezpieczeniowe, instrumenty pochodne (derywaty), wymianę walut bez pośredników w postaci chociażby e-kantorów, rynek przelewów i przekazów (*remittance*)¹³. Marc Andreessen zauważa liczne mankamenty wciąż popularnych systemów płatności za towary i usługi dostępne w sieci. Systemy te wymagają od uczestników podawania swoich danych osobowych, zawartych między innymi na kartach płatniczych i kartach kredytowych. Zdaniem Marca Andreessena taka forma transakcji jest „zaproszeniem do kradzieży środków pieniężnych oraz równie dotkliwej kradzieży tożsamości”¹⁴.

2. Blockchain – przykłady zastosowań

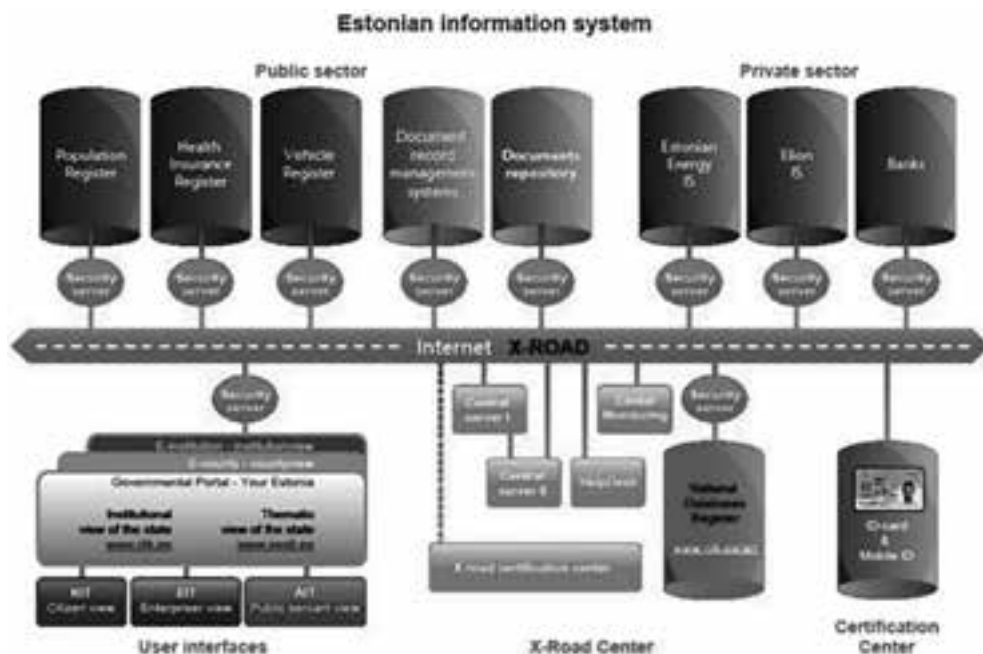
Jednym z najbardziej rozwiniętych państw w aspekcie dostępu do nowoczesnych rozwiązań sektora publicznego jest Republika Estońska¹⁵. Cała infrastruktura publiczna wykorzystująca sieć internet jest oparta na istnieniu systemu X-Road łączącego rejestry publiczne w jeden ciąg danych dostępnych z każdego punktu w systemie (rysunek 3).

¹² B. Fung, Marc Andreessen: *In 20 years, We'll talk about Bitcoin Like We Talk About the Internet Today*, „The Washington Post” 2014, 21 maja, www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2014/05/21/marc-andreessen-in-20-years-well-talk-about-bitcoin-like-we-talk-about-the-internet-today/?noredirect=on&utm_term=.a77bd1ae472a (data odczytu: 10.11.2018).

¹³ W podobnym tonie o potencjale *blockchain* wypowiada się Don Tapscott, wskazując na zastosowania tej technologii w obrębie głosowania, przechowywania danych, usprawnień w sądownictwie oraz sfery internetu rzeczy (*Internet of Things*), za: D. Tapscott, A. Tapscott, *Blockchain Revolution How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business and the World*, Penguin Random House, UK, 2016, s. 197–225.

¹⁴ B. Fung, Marc Andreessen..., op. cit.

¹⁵ Estonia zajmuje 16. miejsce w rankingu „E-Government Survey” publikowanym corocznie przez Organizację Narodów Zjednoczonych.



Rysunek 3. Schemat X-Road jako łącznika publicznej infrastruktury sieciowej w Estonii

Źródło: M. Pedak, *eID Estonian Experience*, nvb.nl/media/cms_page_media/758/13%20Mari%20Pedak%20eID%20Estonian%20experience.pdf (data odczytu: 18.02.2019).

System ten jest oparty na interoperacyjności – każdy użytkownik danych publicznych (w tym także administratorzy) mogą dołączyć do systemu i przetwarzać wszelkie dostępne w nim dane.

Na rysunku 3 został przedstawiony schemat połączenia różnorodnych rejestrów publicznych (lub quasi-publicznych) w jeden ciąg komunikacyjny. Istotą działalności takiego systemu jest wykorzystywanie klucza PKI (*Public Key Infrastructure*) przez podmioty działające w sieci. Odnosząc się do wcześniejszego schematu działania technologii *blockchain*, można wskazać, że w przypadku Estonii klucz PKI ma charakter klucza publicznego, który identyfikuje poszczególny podmiot transakcji, oraz e-ID card (w postaci elektronicznego dowodu osobistego), który ma charakter klucza prywatnego wykorzystywanego do podpisywania i autoryzowania chęci dokonania danej transakcji. Dzięki wykorzystaniu infrastruktury PKI Estończycy (oraz e-rezydenci Estonii) zyskali możliwość dostępu do ponad 1000 usług publicznych podczas korzystania z sieci internet.

Rząd Estonii przekierował ponad milion rekordów z baz danych do publicznej infrastruktury służby zdrowia. Wszystkie rachunki wystawiane przez podmioty prywatne lub publiczne w estońskim systemie zdrowia są elektroniczne. W obrocie

publicznym istnieje system *e-Health Records* oraz *e-Prescription*, pozwalający na dostęp do danych medycznych, umówienie wizyty u lekarza oraz wystawienie i zrealizowanie recept zdrowotnych¹⁶. Dzięki zastosowaniu technologii *blockchain* w tym systemie, każdy dostęp do danych oraz ich edytowanie jest rejestrowane. Znacząco zmniejsza to możliwość nieautoryzowanego dostępu do danych medycznych, które, jak wskazuje rozporządzenie unijne GDPR¹⁷, są danymi wrażliwymi.

Współpraca pomiędzy rządem Estonii a giełdą NASDAQ skutkuje wprowadzeniem możliwości głosowania elektronicznego podczas walnych zgromadzeń publicznych spółek akcyjnych. Dotychczas został przeprowadzony program pilotażowy i zarówno giełda, jak i rząd wypowiadają się pozytywnie na temat dotychczasowych wniosków oraz przyszyłych działań¹⁸.

Prowincja Gyeonggi-do w Korei Południowej wprowadziła system wykorzystujący blok łańcuchów do głosowania w referendach lokalnych, wskazujących na priorytety lokalnej społeczności w zakresie sposobu wydatkowania określonych środków zabezpieczonych w budżecie prowincji¹⁹. System został wprowadzony przez przedsiębiorstwo Blocko, które zajmuje się wdrażaniem rozwiązań *blockchain* w instytucjach publicznych oraz w infrastrukturze podmiotów prywatnych²⁰. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń władze prowincji oraz rząd federalny planują wprowadzenie możliwości głosowania elektronicznego z wykorzystaniem technologii *blockchain* we wszystkich wyborach powszechnych oraz połączenie tego z koreańskim systemem K-Voting²¹.

Wielka Brytania planuje wprowadzenie powszechnej aplikacji mobilnej na telefony z systemem Android oraz iOS stworzonej do dystrybucji oraz kontroli środków pomocy publicznej, w tym także świadczeń socjalnych. System ma służyć efektywniejszemu dotarciu do osób faktycznie potrzebujących pilnej pomocy socjalnej, jednocześnie ma przeciwdziałać zarówno wyłudzeniom zasiłków społecznych, jak i błędom urzędników sprawiających, że do zasiłków mają dostęp osoby nieuprawnione do ich pobierania²².

¹⁶ e-estonia.com/solutions/healthcare (data odczytu: 27.02.2019).

¹⁷ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE 2016/679, eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN (data odczytu: 27.02.2019).

¹⁸ www.reuters.com/article/nasdaq-blockchain-idUSL1N1FA1XK (data odczytu: 27.02.2019).

¹⁹ www.coindesk.com/south-korea-blockchain-community-vote (data odczytu: 27.02.2019).

²⁰ www.blocko.io/contactus.html (data odczytu: 27.02.2019).

²¹ finance.yahoo.com/news/south-korea-test-blockchain-based-073155118.html (data odczytu: 27.02.2019).

²² UK Government Office of Science, *Distributed Ledger Technology: Beyond Block Chain*, s. 66–67, pl.scribd.com/doc/295987915/Distributed-Ledger-Technology-beyond-block-chain (data odczytu: 27.02.2019).

Podobne plany rząd brytyjski kieruje w stronę przyznania oraz kontroli wykorzystywania grantów publicznych przez struktury NGO oraz podmioty prywatne, w tym także kontroli wydania koncesji, pobierania opłat oraz wszelkich innych czynności związanych z wykorzystywaniem środków publicznych²³.

Administracja publiczna w szerokim zakresie wykorzystuje aspekty *blockchain* powiązane z rynkiem kryptowalut. W kwietniu 2017 r. Japonia przyjęła walutę cyfrową bitcoin jako oficjalny środek płatniczy, zrównując jego status z jenem oraz wszystkimi instrumentami finansowymi, w tym także z pieniądzem elektronicznym²⁴. Szwajcaria także odnotowała postęp w tym zakresie, pozwalając we wrześniu 2017 r. mieszkańcom gminy Chiasso w południowej Szwajcarii na regulację zobowiązań podatkowych oraz publicznoprawnych za pomocą kryptowalut²⁵. Tajlandia natomiast rozpoczęła procedurę mającą na celu dopuszczenie do obrotu spółek zajmujących się zarówno „wykopywaniem” kryptowalut, jak i ich obrotem²⁶.

3. Podsumowanie

Technologia *blockchain* wyznacza zmianę zarówno standardów funkcjonowania instytucji publicznej, jak i zmianę formy dokonywania płatności związanych pośrednio lub bezpośrednio z rynkiem finansowym. Technologia powstała na podstawie systemu wzajemnego zaufania, bez zbędnych pośredników, jednakże z dużym udziałem oraz współpracą zainteresowanych indywidualnych użytkowników. Można zatem stwierdzić, że w związku z zasadą działania oddolnego, posiada duży potencjał rozwojowy. Porównując *blockchain* z tradycyjnymi formami działania administracji publicznej, technologia ta w większym stopniu akcentuje swobodę użytkowników, brak anonimowości oraz funkcjonowanie w warunkach systemu rozproszonego zaufania. Warto przy tym mieć na względzie, iż funkcjonowanie w tych warunkach może być także wykorzystywane przez środowiska przestępcze. W podobnym stopniu należy postrzegać ewentualną

²³ Tamże, s. 68–69.

²⁴ Keirns G., *Japan's Bitcoin Law Goes Into Effect Tomorrow*, Coindesk, www.coindesk.com/japan-bitcoin-law-effect-tomorrow (data odczytu: 31.03.2017).

²⁵ Haig S., *Chiasso, Switzerland Municipality to Allow Citizens to Pay Taxes in Bitcoin*, Bitcoin.com, news.bitcoin.com/chiasso-switzerland-to-allow-citizens-to-pay-taxes-in-bitcoin.

²⁶ Helms K., *Thailand Commences Cryptocurrency Regulations Today*, Bitcoin.com, news.bitcoin.com/thailand-cryptocurrency-regulations (data odczytu: 14.05.2018).

perspektywę ścisłej kontroli owej technologii ze strony instytucji publicznych, co z pewnością nie byłoby zgodne z założeniami oddolnego ruchu kryptologów tworzących założenia teoretyczne sieci rozproszonego zaufania.

Bibliografia

Leksykon pojęć na temat technologii blockchain oraz kryptowalut Strumień „Blockchain i Kryptowaluty” programu „Od papierowej do cyfrowej Polski”, red. K. Piech, Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa 2016.

Noveck B.S., Koga K., Aceves Garcia R., Delenau H., Cantú-Pedraza D., *Smarter Crowdsourcing for Anti-corruption A Handbook of Innovative Legal, Technical, and Policy Proposals and a Guide to their Implementation*, Inter-American Development Bank (IADB), GOVLAB, April, 2018, s. 142.

Scott T., *Blockchain: Blueprint to Dissecting The Hidden Economy! – Smart Contracts, Bitcoin and Financial Technology*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016, s. 105–107.

Tapscott D., Tapscott A., *Blockchain Revolution How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business and the World*, Penguin Random House, UK, 2016, s. 197–225.

Źródła internetowe

Emern N., *South Korea to Test Blockchain-based Voting Prior to Integration with Online Voting*, finance.yahoo.com/news/south-korea-test-blockchain-based-073155118.html (data odczytu: 27.02.2019).

Estonian Government Site, e-estonia.com/solutions/healthcare.

Fung B., *Marc Andreessen: In 20 years, We'll Talk About Bitcoin Like We Talk About the Internet Today*, „The Washington Post” 2014, 21 maja, www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2014/05/21/marc-andreessen-in-20-years-well-talk-about-bitcoin-like-we-talk-about-the-internet-today/?noredirect=on&utm_term=.a77bd1ae472a.

Garber J., *Bitcoin Spikes After Japan Says it's a Legal Payment Method*, Business Insider, www.businessinsider.com/bitcoin-price-spikes-as-japan-recognizes-it-as-a-legal-payment-method-2017-4?IR=T (data odczytu: 3.04.2017).

Haig S., *Chiasso, Switzerland Municipality to Allow Citizens to Pay Taxes in Bitcoin*, Bitcoin.com, news.bitcoin.com/chiasso-switzerland-to-allow-citizens-to-pay-taxes-in-bitcoin.

Helms K., *Thailand Commences Cryptocurrency Regulations Today*, Bitcoin.com, news.bitcoin.com/thailand-cryptocurrency-regulations (data odczytu: 14.05.2018).

Irerra A., *Nasdaq Successfully Completes Blockchain Test in Estonia*, Reuters, www.reuters.com/article/nasdaq-blockchain-idUSL1N1FA1XK.

Keirns G., *Japan's Bitcoin Law Goes Into Effect Tomorrow*, Coindesk, www.coindesk.com/japan-bitcoin-law-effect-tomorrow (data odczytu: 31.03.2017).

Keirns G., *Local Government in South Korea Taps Blockchain for Community Vote*, www.coindesk.com/south-korea-blockchain-community-vote.

Key signing party, Wikiwand, www.wikiwand.com/en/Key_signing_party.

UK Government Office of Science, *Distributed Ledger Technology: beyond block chain*, pl.scribd.com/doc/295987915/Distributed-Ledger-Technology-beyond-block-chain (data odczytu: 27.02.2019).

* * *

Blockchain – implementation perspectives in public sector

Abstract:

The main purpose of this article is the presentation of a perspective on the development of the blockchain technology in the public sector. The first section presents the definition of blockchain and the way how this technology works. In the further part, the authors portray advantages and potential disadvantages of this mechanism. The article is summarized by practical examples of using the blockchain technology in the public sector and final conclusions.

Keywords: blockchain, bitcoin, public sector, Deep Web