

Dariusz Dudek

Politechnika Częstochowska

e-mail: dariusz.dudek@wz.pcz.pl

**MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TECHNOLOGII
BLOCKCHAIN W OBSZARZE EDUKACJI**

**POSSIBILITIES OF USING BLOCKCHAIN
TECHNOLOGY IN THE AREA OF EDUCATION**

DOI: 10.15611/ie.2017.3.05

JEL Classification: O30

Streszczenie: Obecnie coraz więcej słyzy się na temat interfejsów konwersacyjnych, wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, Internetu rzeczy, *Big Data*, a także nowych zastosowań sztucznej inteligencji. Lecz prawdziwą uwagę przykuwa technologia *blockchain*, która niebawem może diametralnie zrewolucjonizować funkcjonowanie organizacji, także tych działających w sektorze edukacji. W artykule opisano zalety oraz możliwości zastosowania *blockchain* w różnych obszarach i sektorach gospodarki. Celem artykułu jest przedstawienie korzyści z użycia rozwiązań bazujących na technologii *blockchain* i ukazanie ich przewagi nad aktualnie dostępnymi rozwiązaniami internetowymi, szczególnie w obszarze edukacji. Opierając się na studiach literaturowych, skoncentrowano się na implementacji rozwiązań bazujących na technologii *blockchain* w jednostkach edukacyjnych na świecie oraz nakreślono prognozę jej dalszego rozwoju.

Słowa kluczowe: *blockchain*, edukacja, technologie informacyjne, bitcoin, rozproszone bazy danych.

Summary: Recently, we hear more and more about conversational interfaces, virtual and augmented reality, the Internet of Things and Big Data and new applications of artificial intelligence. But the real attention is attracted by the blockchain technology, which may soon radically revolutionize the functioning of organizations, including those operating in the education sector. The article describes the advantages and possibilities of using blockchains in various areas and sectors of the economy. The aim of the article is to present the benefits of using solutions based on blockchain technology and to show their advantage over currently available internet solutions, especially in the area of education. Based on literature studies, the main focus of the paper constituted the implementation of solutions based on blockchain technology in educational units around the world and the forecast of its further development, which has been outlined as well.

Keywords: blockchain, education, information technology, bitcoin, distributed databases.

1. Wstęp

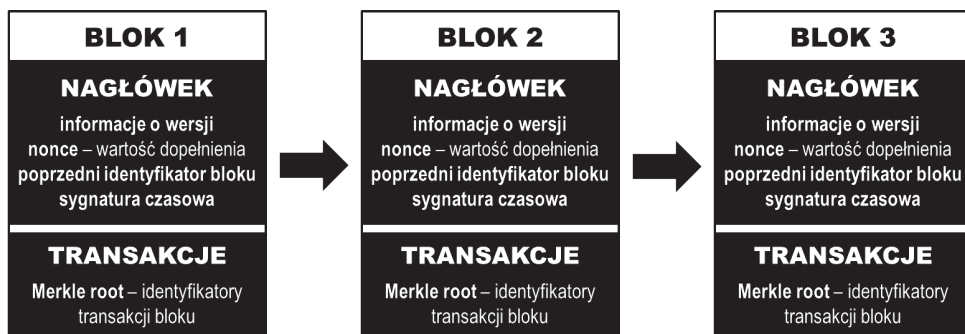
Technologia *blockchain* to sposób ustrukturyzowania danych stworzony przez twórcę bitcoina Satoshi'ego Nakamoto (zob. [Nakamoto 2013]), na którym bazuje kryptowaluta. *Blockchain* określa się mianem rozproszonych rejestrów lub rozproszonej księgi głównej. Jest to rodzaj elektronicznej listy, na której zapisywane są chronologicznie wszystkie transakcje pomiędzy użytkownikami. Dostęp do listy mają wszyscy, na równych zasadach. Technologia *blockchain* jest coraz popularniejszym obszarem zainteresowania wielu branż, instytucji i organizacji nie tylko w Stanach Zjednoczonych, lecz także w Europie. *Blockchain* jest niewątpliwie globalną, międzysektorową technologią, która ma szansę stać się motorem napędowym rozwoju światowej gospodarki na kilka najbliższych dekad. Światowe Forum Ekonomiczne szacuje, że do roku 2025 co najmniej 10% światowego PKB będzie zarządzane za pomocą technologii *blockchain*, a połowa z tego będzie miała formę kryptowaluty [Grech, Camilleri 2017].

Technologia *blockchain* służy do rejestrowania informacji o zdarzeniach gospodarczych albo transakcjach finansowych dokonywanych pomiędzy jej użytkownikami. *Blockchain* stanowi system rozproszonej bazy danych, oparty na algorytmach matematycznych i kryptografii, który jest uważany za najbezpieczniejszą obecnie technologię zapisu i przechowywania danych. *Blockchain* to nowe podejście do technologii, które stwarza znaczne możliwości w zakresie realizacji tradycyjnych usług i produktów ze względu na swój rozproszony i zdecentralizowany charakter. Sama technologia nie jest nowa ani rewolucyjna, aczkolwiek ma duży potencjał do tworzenia nowych, otwartych modeli współdzielenia, szybciej, efektywniej i przy znacznie mniejszych kosztach. Zapewnia możliwość tworzenia nowych produktów i usług dostosowanych do aktualnych potrzeb i oczekiwań klientów oraz wprowadzania ich na rynek. Obecnie technologia *blockchain* jest najlepiej rozwinięta w obszarze finansów, ochrony danych, w sektorze publicznym, IT oraz opiece zdrowotnej ze względu na poufny charakter danych gromadzonych przez te organizacje. Częścią technologii *blockchain* są rozwiązania kryptograficzne, które bazują na bezpieczeństwie kluczowych danych [Newseria 2017].

2. Charakterystyka i struktura technologii *blockchain*

Podstawowym elementem *blockchain* jest blok danych, który zawiera pakiet zaszyfrowanych informacji o transakcjach zawartych w Internecie, przy czym transakcje te ułożone są w postaci następujących po sobie bloków danych, a każdy z nich zawiera informacje o konkretnie zdefiniowanej liczbie transakcji. Poszczególne bloki danych są ze sobą chronologicznie połączone i tworzą nierozzerwalny łańcuch (stąd nazwa: łańcuch bloków). W momencie wypełnienia jednego bloku danymi tworzony jest kolejny blok i za nim kolejny. W ten sposób powstaje łańcuch bloków (rys. 1). Jednak aby blok został dołączony do łańcucha, należy znaleźć taką wartość dopeł-

nienia (nonce), żeby hash całego bloku spełniał określony warunek. Kiedy blok zostanie ukończony, tworzy bardzo bezpieczny kod, który wiąże się z następną stroną lub blokiem, tworząc łańcuch bloków. W bloku mogą być zapisywane różnego rodzaju informacje, na przykład na temat transakcji handlowych, kupna bądź sprzedaży walut itp. Sam system jest zdecentralizowany i rozproszony, co oznacza, że nie tworzy jednej centralnej jednostki, w której zapisane są wszystkie poufne informacje. Każdy z użytkowników *blockchaina* ma identyczną kopię bazy danych, nowe bloki z danymi zaś dopisywane są zgodnie z przyjętym przez sieć algorytmem konsensusu. Dzięki temu system jest odporny na cyberataki, ponieważ hakerom trudniej jest uzyskać dostęp do wielu kont użytkowników niż złamać zabezpieczenia pojedynczej bazy danych.



Rys. 1. Uproszczona struktura bloków w technologii *blockchain*

Źródło: opracowanie własne.

Technologia *blockchain* oferuje nieodwracalny zapis informacji w sposób, który uniemożliwia jego sfałszowanie. Ten szczególny typ zdecentralizowanej bazy danych wymaga oznaczenia czasowego bloków oraz transakcji i z tego powodu idealnie nadaje się do gromadzenia ważnych informacji o wydarzeniach gospodarczych, transferze aktywów czy środków pieniężnych. Dane są zabezpieczone kryptograficznie, a transakcje są niemożliwe do podrobienia. Po wysłaniu nie ma możliwości dokonania zmiany. Danych, które zostały już zapisane w bloku, nie można zmodyfikować bez autoryzacji, gdyż zamiast zmiany w jednym bloku należałoby dokonać zmiany w całym łańcuchu. Szacuje się, że aby złamać zabezpieczenia *blockchain* użyte w najpopularniejszej obecnie kryptowalucie – bitcoinie – trzeba by użyć mocy obliczeniowej równej połowie mocy całej sieci Internet.

3. Społeczna wartość technologii *blockchain*

Najbardziej znaną aplikacją *blockchain* jest publiczna księga transakcji kryptowalut, znanych jako bitcoin i ether. Transakcyjna struktura protokołów *blockchain* łą-

twa transfer nie tylko kryptowaluty, ale także innych zasobów zapisanych w postaci cyfrowej, które mogą zawierać informację na dowolny temat, np. dóbr materialnych, własności intelektualnej, patentów, praw autorskich itp. Praktycznie wszystko, co ma jakąkolwiek wartość, można przesyłać za pomocą technologii *blockchain*, zmniejszając ryzyko i koszty wszystkich zaangażowanych stron [Gupta 2017]. *Blockchain* zatem to baza rejestrująca grupy transakcji zwane blokami, które są połączone ze sobą w sekwencji czasowej. Inne kluczowe właściwości związane z łańcuchem bloków to bezpieczeństwo, niezmienność i programowalność.

Idea, która przyświeca technologii *blockchain*, koncentruje się głównie na tworzeniu wartości oraz użyteczności społecznej. Mówiąc o technologii *blockchain*, wielu autorów odwołuje się do terminów takich jak: suwerenność, zdolność jednostki do posiadania i kontrolowania własnej tożsamości [Allen 2016; Lilic 2015; Smolenski 2016b]. Z kolei Au i Lewis twierdzą, że publiczne księgi *blockchain* ułatwiają niezależność poprzez możliwość uzyskania dostępu do własnych danych osobowych oraz ich dalszego przetwarzania. Dzięki temu można wyeliminować cały obszar administracji pełniącej rolę zaufanego pośrednika, która do tej pory oferowała dostęp do tych danych [Au 2017; Lewis 2017].

Technologia *blockchain* umożliwia każdej firmie, instytucji czy osobie prywatnej przechowywanie własnych danych dotyczących tożsamości na prywatnych urządzeniach i dostarczanie je skutecznie tym, którzy muszą je zweryfikować. Technologia *blockchain* to nie tylko nowy sposób digitalizacji bitów papieru. To przede wszystkim możliwość przejęcia kontroli nad własną tożsamością *online* i właściwego nią zarządzania [Grech, Camilleri 2017].

W efekcie, zamiast pozyskiwać zbędne informacje, strony zapytujące będą tylko żądać informacji, które są bezpośrednio związane z daną transakcją, np. *Czy osoba jest pełnoletnia? Czy otrzymała dyplom ukończenia studiów na Wydziale Zarządzania Politechniki Częstochowskiej? Czy jest narodowości polskiej?* Po zakończonym procesie weryfikacji pytania mogą zostać wycofane przez podmiot [Antonopolous 2017].

Technologia *blockchain* może stanowić alternatywę dla obecnej infrastruktury proceduralnej, organizacyjnej i technologicznej niezbędnej do stworzenia zinstytucjonalizowanego zaufania. Zwiększone zaufanie między zainteresowanymi stronami wiąże się ze stosowaniem zdecentralizowanych ksiąg publicznych, a także algorytmów kryptograficznych, które gwarantują, że zatwierdzone transakcje nie mogą już zostać zmienione. Rozproszone księgi zawierają w pełni potwierdzone i autoryzowane transakcje dzięki trzem kluczowym mechanizmom:

- walidacji,
- bezpiecznych transakcji,
- nieodwracalnego zapisu.

Możliwe jest, że w ten sam sposób, w jaki Internet przyczynił się do rozwoju komunikacji i wpłynął na zachowania społeczne, technologia *blockchain* może wyeli-

minować obecne luki w transakcjach, kontraktach i bezpieczeństwie oraz stworzy kluczowe fundamenty biznesu, rządu i społeczeństwa.

Technologia *blockchain* oferuje mechanizm sprawdzania, czy dane transakcje istniały w określonym czasie. Dzięki temu, że każdy blok w łańcuchu zawiera informacje o poprzednim bloku, historia, położenie i własność każdego bloku są automatycznie uwierzytelniane. Co więcej, w sposób niebudzący wątpliwości można ustalić prawo własności do danego zasobu. Dane znajdujące się w bloku nie mogą być w żaden sposób zmienione. Niezmiennosc łańcucha bloków oznacza, że nie da się wprowadzić zmian po zapisaniu transakcji. Odporność na wszelkiego typu manipulacje i zmiany wynika z jego struktury, ponieważ jest zaprojektowany jako rozproszona sieć węzłów, w której każdy z węzłów przechowuje kopię całego łańcucha. Dlatego gdy transakcja jest weryfikowana i zatwierdzana przez uczestniczące węzły, praktycznie nie jest możliwe, aby ktoś zmienił dane transakcji. Próby zmiany danych w jednym miejscu będą interpretowane przez innych uczestników jako potencjalny atak, w wyniku czego transakcja zostanie odrzucona.

Dzięki technologii *blockchain* transakcje są rejestrowane w przejrzysty sposób i weryfikowane bez udziału stron trzecich, co znacznie zmniejsza, a nawet może całkowicie wyeliminować koszty.

W praktyce *blockchain* może skutkować wymiernymi korzyściami ekonomicznymi w różnych dziedzinach życia społecznego i gospodarczego. Korzyści z wdrożenia *blockchain* to przede wszystkim niższy koszt transakcji, szybsze rozliczenia, zwiększona przejrzystość, większe bezpieczeństwo, brak duplikowania i powielania dokumentów oraz innowacje. Z punktu widzenia korzyści społecznych klienci otrzymują narzędzie wymiany informacji, usług, produktów szybciej, taniej, łatwiej i bezpieczniej, a oferowane usługi mają wyższą jakość. Jednakże największą wartością jest możliwość uzyskania kontroli nad danymi osobowymi i zachowania ich poufności.

4. Technologia *blockchain* w edukacji

O tym, że technologia *blockchain* jest wciąż mało znana, niech świadczy krótka sonda przeprowadzona wśród studentów Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej na kierunkach finanse i rachunkowość oraz zarządzanie i inżynieria produkcji. W sondzie wzięło udział łącznie 176 osób, z czego 65% stanowili studenci kierunku finanse i rachunkowość. Niespełna 79% wszystkich badanych studentów nigdy nie słyszało o technologii *blockchain*, a jedynie 9% osób potwierdzających znajomość tej technologii znało mechanizmy jej funkcjonowania.

Technologia *blockchain* może być używana do przechowywania zapisów:

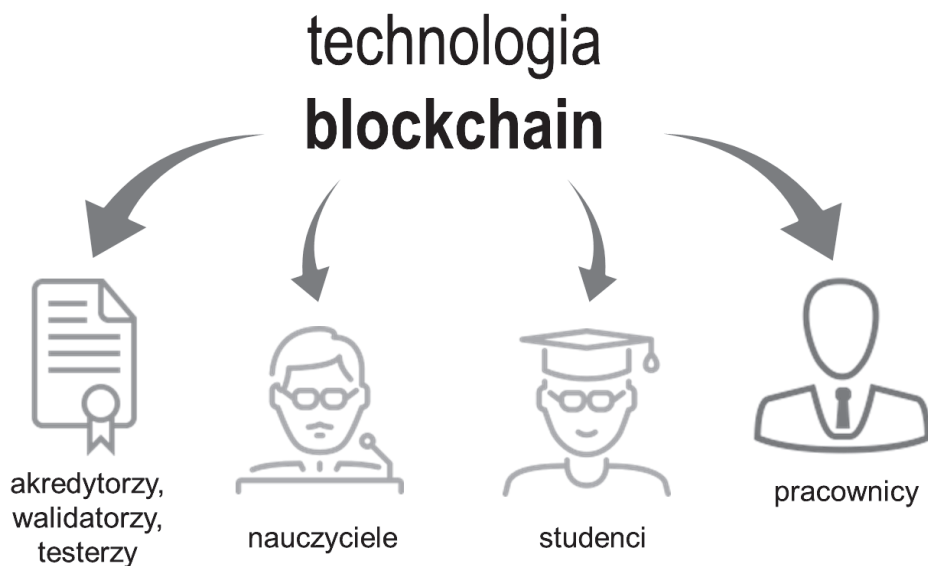
- transakcji dotyczących aktywów,
- inteligentnych kontraktów,
- podpisów cyfrowych i certyfikatów.

Z punktu widzenia branży edukacyjnej istotną rolę odgrywa możliwość przechowywania zapisów certyfikatów i podpisów cyfrowych. Certyfikacja oznacza oświadczenie jednej strony na rzecz drugiej, że pewien zestaw faktów jest prawdziwy. Oznacza to, że certyfikacja opisuje każdy proces, w którym certyfikat wydaje się jako weryfikację roszczenia. W edukacji certyfikacja jest używana w wielu sytuacjach, na przykład jako dowód [Grech, Camilleri 2017]:

- osiągnięcia efektów uczenia się,
- kompetencji nauczyciela,
- procesu uczenia się,
- spełnienia przez kurs określonych kryteriów jakości,
- upoważnienia organu akredytującego do wydawania certyfikatów.

Przestarzałe systemy uwierzytelniające ograniczają zdolność do tworzenia nowych ścieżek edukacji, w szczególności dla tych, którzy potrzebują jej najbardziej. Jednym z wyzwań dla osób bez formalnej edukacji jest uzyskanie poświadczeń potwierdzających ich kwalifikacje zawodowe i doświadczenie zdobyte w trakcie pracy zawodowej. Co więcej, istniejące systemy referencyjne w znacznym stopniu faworyzują edukację formalną, utrudniając opracowanie wartościowych programów edukacji dla osób pracujących.

Technologia *blockchain* może dostarczyć nową jakość w usługach edukacyjnych, zapewniając bezpieczną i otwartą platformę współpracy oraz dostęp do zasobów edukacyjnych dla zainteresowanych stron (rys. 2).



Rys. 2. Interesariusze technologii *blockchain* w sektorze edukacji

Źródło: opracowanie własne.

Technologia *blockchain* z powodzeniem może być wykorzystywana jako infrastruktura do zabezpieczania, udostępniania i weryfikowania osiągnięć w nauce [Smolenski 2016a]. W przypadku certyfikatów *blockchain* może przechowywać listę wydawcy i odbiorcy każdego certyfikatu wraz z podpisem dokumentu w publicznej bazie danych, która jest identycznie przechowywana na tysiącach komputerów na całym świecie. Certyfikaty cyfrowe, które są w ten sposób zabezpieczone na *blockchainie*, mają znaczną przewagę nad dotychczas stosowanymi certyfikatami cyfrowymi ze względu na [Grech, Camilleri 2017]:

- wiarygodność – można sprawdzić, czy certyfikat został pierwotnie wydany i otrzymany przez te same osoby wskazane w certyfikacie,
- bezproblemową weryfikację certyfikatu, która może być przeprowadzona przez każdego, bez koniecznej obecności stron trzecich (pośredniczących),
- brak konieczności walidacji certyfikatu – certyfikat może nadal być zatwierdzony, nawet jeśli organizacja, która go wydała, już nie istnieje lub nie ma już do niego dostępu,
- wysoki poziom zaufania i bezpieczeństwa – zapis wydanych i otrzymanych certyfikatów na *blockchainie* może zostać zniszczony tylko wtedy, gdy każda kopia na każdym komputerze świata, na którym znajduje się oprogramowanie, zostanie zniszczona,
- prywatność udostępnianych dokumentów – mechanizm umożliwia publikację tylko odnośnika do dokumentu, bez konieczności publikowania samego dokumentu.

5. Przykłady wykorzystania *blockchain*

Liczba obszarów, w których technologia *blockchain* może znaleźć powszechne zastosowanie, jest praktycznie nieograniczona.

Szkoła inżynierii oprogramowania Holberton School z siedzibą w San Francisco aktywnie rejestruje osiągnięcia uczniów poprzez *blockchain*. W październiku 2015 r. instytucja ogłosiła swoje plany, co uczyniło z niej pierwszą na świecie szkołę, która w ten sposób uwierzytelnia certyfikaty akademickie [Campbell 2016].

Według HireRight 86% ankietowanych pracodawców stwierdza, że kandydaci na stanowiska pracy fałszują swoje CV [Hireright Benchmark Report... 2015]. Szkoła Holberton w odpowiedzi na te problemy wybrała przechowywanie danych edukacyjnych w technologii *blockchain*. Dzięki temu pracodawcy unikną spędzania cennego czasu na sprawdzaniu kwalifikacji kandydatów, a uczelnia oszczędzi pieniądze, gdyż nie musi budować własnej bazy danych i nią zarządzać.

Uniwersytet w Nikozji na Cyprze (UNIC) również zaimplementował technologię *blockchain* do zapisu osiągnięć studentów. UNIC twierdzi, że jest pierwszą uczelnią, która akceptuje walutę bitcoin za naukę na każdym programie studiów (październik 2013 r.) i wydaje akademickie certyfikaty na *blockchainie*, używając własnej platformy (wrzesień 2014 r.). Uczelnia w dalszym ciągu pracuje nad udosko-

nalaniem procesów i rozszerzeniem ich na inne certyfikaty uniwersyteckie, a także wspomaga inne uczelnie w zakresie wdrożenia technologii *blockchain* [Grech, Camilleri 2017].

OpenBazaar to projekt typu open source, rozwijający się wokół zdecentralizowanej platformy handlowej, na której walutą jest bitcoin. Projekt został stworzony przez Amira Taakiego, zainspirowanego prototypem zdecentralizowanego rynku zwanego „DarkMarket” [Johnson 2014]. OpenBazaar zawiera mechanizmy budowy reputacji i ochrony kupujących. Transakcję można skomentować lub skorzystać z zakupu poprzez arbitra. Arbitrami są wolontariusze bądź użytkownicy sieci, którzy zdobywają w niej reputację. Platforma umożliwi zachowanie wysokiego stopnia anonimowości. OpenBazaar, działając na zasadzie sieci P2P, oferuje całkowicie bezprowizyjny system sprzedaży (brak jakichkolwiek opłat) i płatności w walucie bitcoin [O’Ham 2016].

W sierpniu 2017 roku firma Sony zakomunikowała ukończenie opracowywania cyfrowego systemu zarządzania danymi edukacyjnymi i ich przechowywania, by zapewnić szkołom łatwy sposób udostępniania własnych poświadczeń i certyfikatów. System będzie wykorzystywał technologię *blockchain* do scentralizowanego przechowywania informacji edukacyjnych, takich jak stopnie naukowe, certyfikaty, dyplomy, testy itp. Sony ma zamiar skomercjalizować produkt we współpracy z wybranymi instytucjami edukacyjnymi już w przyszłym roku. Opracowany system ma na celu zapobieganie oszustwom, z zapewnieniem jednocześnie dostępu stronom trzecim do poufnych dokumentów, jak na przykład rozmów kwalifikacyjnych i ocen. Scentralizowane repozytorium danych ma usprawnić obecne procedury przechowywania danych, zapewniając szybszy dostęp do gromadzonych informacji oraz większe ich bezpieczeństwo. Nowoczesny system bazujący na łańcuchach danych pozwoli na wymianę i tworzenie spójnych danych z różnych instytucji, co znacznie ułatwi ich udostępnianie bądź śledzenie w czasie rzeczywistym. Dzięki temu dane zebrane w systemie w postaci indywidualnego profilu byłyby dostępne nie tylko dla macierzystych jednostek edukacyjnych, lecz także dla stron trzecich, na przykład dla organizacji, w których absolwenci zamierzaliby podjąć pracę, lub w celu dalszego kształcenia. Ponadto japońska firma uważa, że przechowywane zbiory danych mogą być analizowane za pomocą sztucznej inteligencji, oferując w efekcie ulepszone programy nauczania dostosowane do potrzeb rynku pracy.

Na chwilę obecną Sony zamierza podjąć ścisłą współpracę z wybranymi jednostkami edukacyjnymi, aby optymalnie wykorzystać potencjał systemu i dostosować go do ich potrzeb. Firma podkreśla także, że zamierza rozszerzyć system na inne obszary zarządzania zasobami cyfrowymi, w tym Internet rzeczy, logistykę, treści cyfrowe, nieruchomości i oczywiście kryptowaluty [Russell 2017].

Niewątpliwie technologia *blockchain* ma znaczny potencjał, aby zrealizować całkowicie nowy system infrastruktury do bezpiecznego udostępniania danych w sieci. Nad projektami mającymi na celu wykorzystanie nowej technologii pracują takie podmioty, jak: Visa Europe, MasterCard, PayPal, Giełda Papierów Wartościowo-

wych w Londynie, a od roku *blockchain* wykorzystuje giełda Nasdaq w Nowym Jorku [TVN 2017].

IBM wspólnie z Linux Foundation pracuje nad projektem Hyperledger, którego celem jest standaryzacja blockchaina. Hyperledger powstaje w wyniku globalnej współpracy liderów w dziedzinie finansów, bankowości, Internetu przedmiotów, łańcucha dostaw, produkcji i technologii. W projekcie bierze udział ponad 180 członków, tworząc otwartą, znormalizowaną i rozproszoną bazę danych [IBM Hyperledger 2017]. Ma ona dać firmom możliwość tworzenia własnych rozwiązań opartych na blockchainie.

Obecnie na rynku funkcjonuje standard Blockcerts, który był opracowany przez MIT Media Lab i Learning Machine w celu wydawania i weryfikowania referencji na blockchainie bitcoin [MIT Media Lab 2016, Schmidt 2017]. Blockcerts to obecnie jedyny otwarty standard do wydawania i weryfikacji zapisów na *blockchain*, a celem społeczności Blockcerts jest promowanie i przyjęcie go jako głównego globalnego standardu.

Obszarem, w którym technologia *blockchain* może znaleźć powszechne zastosowanie, jest także administracja publiczna. Przykładem jest śledzenie podatków i składek, obieg elektronicznych faktur, elektroniczny rejestr ludności albo rejestrowanie samochodów za pośrednictwem elektronicznego systemu opartego na *blockchain*. Kilka lat temu Estonia zdecydowała się wdrożyć system rozproszonej bazy danych DLT (*Distributed Ledger Technology*), który obecnie wykorzystuje do rozliczania podatków i głosowania przez Internet [Newseria 2017].

Nad wdrożeniem projektów opartych na *blockchain* bądź DLT zastanawia się wiele innych państw, w tym Polska. W Polsce również podejmowane są inicjatywy mające na celu rozwój technologii. W ramach programu „Od papierowej do cyfrowej Polski” działa grupa ekspercka Strumień Blockchain/DLT i Waluty Cyfrowe, która koncentruje się na budowie świadomości co do możliwości wykorzystania tej technologii oraz na rozwijaniu rynków walut cyfrowych. Główne cele koncentrują się na stworzeniu warunków do rozwoju polskich projektów związanych z kryptowalutami, zapewnieniu państwu możliwości odpowiedniego nadzoru nad projektami *blockchain* oraz umożliwienie wykorzystania *blockchain* na potrzeby procesów w administracji i biznesie.

6. Zakończenie

Instytucje edukacyjne zwracają coraz większą uwagę na technologię *blockchain*, aby z jej użyciem można było rejestrować i weryfikować referencje uczniów i studentów. W normalnych okolicznościach śledzenie osiągnięć uczniów za pomocą dostępnych narzędzi może być pracochłonne i kosztowne, *blockchain* staje się więc istotnym krokiem w kierunku optymalizacji kosztów, bezpieczeństwa i przejrzystości. Ta technologia może już wkrótce zrewolucjonizować rynek edukacji na całym świecie. Wysoki stopień innowacyjności będzie katalizatorem umożliwiającym

osiągnięcie przewagi konkurencyjnej, przyczyniając się do wzrostu gospodarczego kraju.

Obecne wdrożenia technologii *blockchain* w obszarze edukacji są w fazie pilotażowej. Kilka organizacji znajduje się w początkowej fazie testowania przyznawania certyfikatów, a inne akceptują płatności kryptowalutowe oparte na *blockchain*. Wciąż występuje pogłębiająca się luka między chęcią zastosowania technologii rozproszonych baz danych a faktycznymi wdrożeniami takich aplikacji. Prognozuje się, pomimo zdecydowanie większej popularności technologii w obszarze finansów, że w niedalekiej przyszłości zaufanie do *blockchain* przeniesie się na grunt edukacji [Collins 2017].

Technologia *blockchain* może zmienić przyszłość edukacji i stać się podstawą do stworzenia otwartego i przejrzystego systemu nauczania. Jednak tylko w pełni otwarte implementacje *blockchain* mogą dać użytkownikom realną i prawdziwą wartość społeczną. Należy dążyć do implementacji rozwiązań zapewniających własność odbiorcy, niezależność od dostawcy oraz zdecentralizowaną weryfikację. W przypadku niespełnienia choćby jednego warunku użycie *blockchain* może się okazać zupełnym niepowodzeniem.

Blockchain to technologia, która ma szczególne zastosowanie w edukacji na poziomie indywidualnym, instytucjonalnym, grupowym, krajowym i międzynarodowym, niezależnie od poziomu kształcenia i prowadzonych kursów. Ta bez wątpienia rewolucyjna technologia, w której eliminuje się wszelkie kanały pośredniczące w transakcji, sprawia, że produkty na niej bazujące znacznie różnią się od wcześniejszych komercyjnych rozwiązań internetowych i są interesujące dla różnych sektorów gospodarki, w tym również sektora edukacji. Mimo wczesnego stadium rozwoju coraz więcej instytucji edukacyjnych wykazuje zainteresowanie technologią *blockchain*. Niemniej jednak wciąż mamy do czynienia z brakiem świadomości oraz nieznanością korzyści społecznych i potencjału, jaki ze sobą niesie *blockchain*.

Już w niedalekiej przyszłości powstaną setki firm, które będą się starały zapewnić sobie dominującą pozycję w otwartej przestrzeni rozproszonych baz danych.

Aby zapewnić wartość dla społeczeństwa, rządy nie powinny zbyt mocno ingerować w regulację rynku czy też blokować technologii. Jedynym słusznym modelem w drodze do wykorzystania pełnego potencjału *blockchain* jest zrównoważone i strategiczne partnerstwo publiczno-prywatne.

Literatura

- Allen C., 2016, *The Path to Self-Sovereign Identity*, <http://www.lifewithalacrity.com/2016/04/the-path-to-self-sovereign-identity.html> (20.11.2017).
- Antonopolous A., *ADISummit: Self-Sovereign Identity Panel*, 7.10.2017, <https://www.youtube.com/watch?v=DZbyiJqKT8c> (9.11.2017).

- Au S., *Don't forget what self sovereign identity system uPort doesn't claim to do*, <https://decentralize.today/dont-forget-what-self-sovereign-identity-system-uport-doesn-t-claim-to-do-1f43ca228575> (20.11.2017).
- Campbell R., 2016, *Holberton School Begins Tracking Student Academic Credentials on the Bitcoin Blockchain*, <https://bitcoinmagazine.com/articles/holberton-school-begins-tracking-student-academic-credentials-on-the-bitcoin-blockchain-1463605176/> (29.11.2017).
- Collins A., 2017, *Four reasons to question the hype around Blockchain*, Źródło: <https://www.weforum.org/agenda/2017/07/four-reasons-to-question-the-hype-around-Blockchain> (6.10.2017).
- Ebay & Amazon – *Interview with Project Lead*, Brian Hoffman, <https://cointelegraph.com/news/open-bazaar-the-decentralized-offspring-of-ebay-amazon-interview-with-project-lead-brian-hoffman> (9.10.2017).
- Grech A., Camilleri A.F., 2017, *Blockchain in Education*. Inamorato dos Santos, A. (ed.) EUR 28778 EN; doi:10.2760/60649 (9.11.2017).
- Gupta M., 2017, *Blockchain for Dummies*, IBM Limited Edition, <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=XIM12354USEN&> (12.11.2017).
- Hireright Benchmark Report Reveals Recruiting and Retention Amid Talent Shortage Top Challenges, February 25, 2015, <https://www.hireright.com/apac/news/press-release/hireright-benchmark-report-reveals-recruiting-and-retention-amid-talent-sho/> (8.10.2017).
- IBM Blockchain based on Hyperledger Fabric from the Linux Foundation, <https://www.ibm.com/blockchain/hyperledger.html> (29.11.2017).
- Johnson A.B., 2014, *OpenBazaar: The Decentralized Offspring of*
- Lewis A., 2017, *A gentle introduction to self-sovereign identity*, <https://bitsonblocks.net/2017/05/17/a-gentle-introduction-to-self-sovereign-identity> (21.10.2017).
- Lilic J., 2015, *uPort: A Glimpse into a Next Generation Self Sovereign Identity System*, <https://www.linkedin.com/pulse/uport-glimpse-next-generation-self-sovereign-identity-john-lilic> (3.11.2017).
- MIT Media Lab, 2016, *What we learned from designing an academic certificates system on the Blockchain*, <https://medium.com/mit-media-lab/what-we-learned-from-designing-an-academic-certificates-system-on-the-Blockchain-34ba5874f196> Ministry for Education and Employment, Malta 2017 (19.10.2017).
- Nakamoto S., 2013, *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (6.10.2017).
- Newseria 2017, *System rejestrujący transakcje w bitcoinach może zrewolucjonizować tradycyjne systemy płatnicze. W Estonii służy do rozliczania podatków i rejestracji aut*, <https://biznes.newseria.pl/news/system-rejestrujacy,p1859102628> (21.10.2017).
- O'Ham T., 2016, *OpenBazaar in Depth: Interview with COO Sam Patterson – Bitcoinist.net*,
- Russell J., 2017, *Sony wants to digitize education records using the blockchain*, <https://techcrunch.com/2017/08/09/sony-education-blockchain/> (7.11.2017).
- Schmidt J.P., 2017, *Credentials, Reputation, and the Blockchain*, <http://er.educause.edu/articles/2017/4/credentials-reputation-and-the-Blockchain> (29.11.2017).
- Smolenski N., 2016a, *Academic credentials in an era of digital decentralization*, Learning Machine Research.
- Smolenski N., 2016b, *Identity and Digital Self-Sovereignty. A New Paradigm for Sovereignty on the High Seas*, <https://medium.com/learning-machine-blog/identity-and-digital-self-sovereignty-1f3faab7d9e3> (19.10.2017).
- TVN 2017, <https://www.tvn24.pl/magazyn-tvn24/to-bedzie-rewolucja-na-miare-internetu-nadchodzi-blockchain,68,1445> (29.11.2017).