

Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis

Studia ad Bibliothecarum Scientiam Pertinentia 21 (2023)

ISSN 2081-1861

DOI 10.24917/20811861.21.21

Piotr Chmielewski

Dwór Artusa – Centrum Kultury w Toruniu

ORCID 0000-0002-1218-6899

Małgorzata Kowalska-Chrzanowska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

ORCID 0000-0002-2839-5732

Przemysław Krysiński

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

ORCID 0000-0001-7946-3515

Możliwości wykorzystania technologii blockchain w bibliotekach akademickich

Wprowadzenie

Od kilkudziesięciu lat istotnym elementem krajobrazu informacyjnego są technologie informatyczne. Z jednej strony rewolucjonizują one życie współczesnego człowieka, usprawniając jego pracę, umożliwiając mu swobodną wymianę danych i eliminując ograniczenia czasowo-przestrzenne w komunikacji, a z drugiej – narażają go na liczne niebezpieczeństwa pojawiające się w cyberprzestrzeni, takie jak choćby kradzieże tożsamości, wycieki danych osobowych z prywatnych baz danych, instytucji i urzędów, nieuprawnione korzystanie z dorobku intelektualnego czy niszczenie danych i sprzętu elektronicznego za pomocą złośliwego oprogramowania. Jedną z innowacyjnych technologii, która pozwala na eliminację tego rodzaju zagrożeń jest technologia łańcucha bloków (ang. *blockchain*). Ułatwia ona wprowadzanie oraz przechowywanie danych, umożliwia potwierdzenie, że dana rzecz lub dobro należy niezaprzeczalnie do konkretnej osoby, przechowuje informacje w sposób trwały i niezmienny, dzięki czemu zwiększa poziom bezpieczeństwa, wiarygodności, zaufania i przejrzystości¹.

Chociaż potencjał technologii blockchain jako pierwsza dostrzegła branża finansowa, coraz częściej znajduje ona zastosowanie w logistyce, energetyce, ochronie klimatu i środowiska, edukacji czy administracji rządowej. Ponieważ system blockchain jest bezpieczny, a przy tym wygodny, rozważa się jego wdrożenie także

1 B. Rutkowski, *Blockchain – aspekty technologiczne oraz przykłady zastosowań*, [online:] <https://www.lazarski.pl/pl/nauka-i-badania/instytuty/wydzial-ekonomii-i-zarzadzania/centrum-technologii-blockchain/blockchain-aspekty-technologiczne-oraz-przyklady-zastosowan> – 15.08.2023.

w bibliotekach akademickich. Biblioteki te już dawno przestały być ośrodkami wyłącznie udostępniającymi swoje zbiory, stając się centrami informacji, pełniącymi ważną rolę w rozwoju lokalnej społeczności, miasta i sektora przedsiębiorczości. Są to instytucje, które odważnie korzystają z nowych rozwiązań, wśród których są m.in.: Internet Rzeczy, Big Data, otwarte oprogramowanie, aplikacje umożliwiające personalizację interfejsu w zależności od potrzeb użytkownika, rozszerzona rzeczywistość czy sztuczna inteligencja. Wdrożenie technologii blockchain wpisuje się zatem w rozwój ich innowacyjności, a jednocześnie kontynuację podejmowanych przez nie od dziesięcioleci procesów mechanizacji i automatyzacji.

Technologia blockchain

Początki technologii łańcucha bloków wiązać należy z powstaniem Bitcoina – zdecentralizowanej sieci opartej na modelu *peer-to-peer*, służącej do śledzenia i weryfikacji transakcji kryptowalutowych. Manifest „Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System”², opisujący szczegółowo istotę działania tej sieci, opublikowany został 31 października 2008 r. na liście mailingowej „Cryptography and Cryptography Policy Mailing List” w wiadomości użytkownika (lub grupy osób), podpisującego się pseudonimem Satoshi Nakamoto³. Od momentu sformułowania zasad działania pierwszej rozproszonej sieci Bitcoin *blockchain* stał się terminem dobrze rozpoznawym w literaturze, czego dowodzą liczne definicje pojawiające na jej łamach.

Większość badaczy postrzega *blockchain* jako rozproszoną bazę danych działającą w Internecie, wykorzystywaną do przechowywania i przesyłania informacji o transakcjach (handlowych, stanów własności, udziałów, akcji, sprzedaży lub kupna walut, wytworzenia energii elektrycznej itp.). Jest to specyficzny sposób zapisu danych, który zapewnia niezmiennosc raz wprowadzonych informacji oraz mechanizm walidacji (sprawdzania) dodawanych danych, gdy pojawia się kilka niespójnych ze sobą zapisów⁴. Jednostkami podstawowymi blockchainu są bloki danych, powiązane pomiędzy sobą. Zgodnie z definicją Krzysztofa Piecha, poszczególne bloki zawierają odwołanie do bloku poprzedniego, ponieważ nie ma możliwości zmiany transakcji bez zmiany wszystkich kolejnych bloków. Pojedynczy blok zawiera informacje o określonej liczbie transakcji, po nasyceniu informacjami tworzy się następny blok danych, a za nim kolejny⁵. Jak zauważa Mirosław Wilk, poszczególne bloki są zakodowane przy użyciu zaawansowanych algorytmów kryptograficznych. Każda taka jednostka zawiera znacznik czasu (ang. *time stamp*) określający, kiedy został utworzony dany zapis, dzięki czemu baza danych jest odporna na manipulacje.

2 [Satoshi Nakamoto], *Bitcoin P2P e-cash paper*, [on-line:] <https://www.metzdowd.com/pipermail/cryptography/2008-October/014810.html> – 15.08.2023.

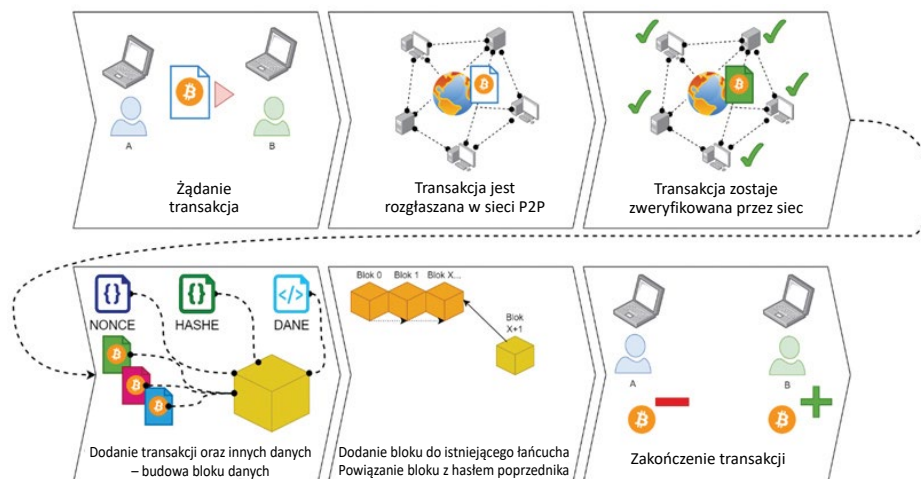
3 B. Klinger, J. Szczepański, *Blockchain – historia, cechy i główne obszary zastosowań*, „Człowiek w Cyberprzestrzeni” 2017, nr 1, s. 12; M. Kisiel, *Twórca bitcoina zdemaskowany?*, [on-line:] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Tworca-bitcoina-zdemaskowany-3076197.html> – 15.08.2023.

4 *Co to jest blockchain i kto powinien się go obawiać? Tłumaczymy*, [on-line:] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Co-to-jest-blockchain-i-kto-powinien-sie-go-obawiac-7557056.html> – 15.08.2023.

5 B. Rutkowski, dz. cyt.

Pojedynczy blok zawiera informacje o z góry określonej liczbie transakcji, zaś po tym, jak zostanie wypełniony danymi, automatycznie tworzy się kolejny. Rozmiar bloku uzależniony jest od specyfikacji protokołu danego blockchaina. Transakcje nie ograniczają się do przesyłania kryptowalut i operacji z nimi związanych, bowiem mogą zawierać na przykład dane na temat stanu posiadania akcji, nieruchomości, dane medyczne, informacje o wytworzonych jednostkach energii itp.⁶ Wysoki poziom bezpieczeństwa przechowywanych w blockchainie informacji zapewniają narzędzia kryptograficzne (szyfrowanie), oparcie procesu komunikacji i wymiany informacji na modelu sieci rozproszonej *peer-to-peer* oraz użycie funkcji haszujących (ang. *hash functions*)⁷. Takie rozwiązanie sprawia, że baza blockchain (zwana także rozproszonym rejestrem) nie ma centralnego nadzoru (serwera), a komputery w niej pracujące są sobie równe – każdy z nich może brać udział w przesyłaniu i uwierzytelnianiu transakcji, których przedmiotem mogą być zasoby materialne (np. dom, samochód, środki pieniężne, granty) lub niematerialne (własność intelektualna, patenty, prawa autorskie, branding)⁸.

Rysunek 1. Działanie technologii blockchain



Źródło: opracowanie własne na podst.: R. Houben, A. Snyers, *Cryptocurrencies and blockchain. Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion*, Brussels 2018, s. 17.

Obecność problematyki blockchainu na łamach literatury z zakresu bibliologii i informatologii

Mając na uwadze specyfikę analizowanego zagadnienia, autorzy objęli badaniem bazy danych, które indeksują publikacje o tematyce bliskiej nowym technologiom,

⁶ *Blockchain – (prawie) wszystko co należy o nim wiedzieć* (2019), [on-line:] <https://comparic.pl/blockchain-prawie-wszystko-co-nalez-y-o-nim-wiedziec> – 15.08.2023.

⁷ D. Drescher, *Blockchain. Podstawy technologii łańcucha bloków w 25 krokach*, Gliwice 2017, s. 71–78.

⁸ T. Laurence, *Blockchain for Dummies*, New Jersey 2020, s. 3.

informatyce, ale również działalności bibliotek. Z tego powodu do analiz wytypowali:

- bazę danych BazTech – rejestrującą 517 tys. artykułów i 757 czasopism z nauk technicznych, ścisłych i ochrony środowiska⁹;
- bazę danych Central European Journal of Social Sciences and Humanities (dalej: CEJSH) – indeksującą artykuły, rozprawy oraz pozycje przeglądowe, które ukazują się w czasopismach poświęconych naukom humanistycznymi i społecznym, wydawanych w Europie Wschodniej i Centralnej¹⁰;
- kolekcję baz Web of Science Core Collection (dalej: WoS) – stanowiącą „najbardziej obszerną i kompletną sieć cytowań zasilającą zarówno pewne odkrycia, jak i oszacowania”¹¹, obejmującą ponad 79 mln rekordów (w tym 10,1 mln w dostępie Open Access), 21 419 czasopism, 254 dyscyplin naukowych oraz 1,5 mld cytowań sięgających 1900 r.¹²;
- bazę danych Scopus – „największą neutralną w doborze źródeł bazę abstraktów i cytowań z recenzowanych publikacji naukowych, opierającą się na ocenie niezależnych ekspertów z różnych dziedzin”¹³, obejmującą ponad 78 mln publikacji (z czego najstarsza datowana jest na 1788 r.) i ponad 25 tys. tytułów (w tym ponad 23 tys. recenzowanych czasopism, z czego 5,5 tys. w dostępie Open Access)¹⁴;
- bazę ScienceDirect – jedną z największych na świecie pełnotekstowych baz danych, zawierającą ponad 19 mln artykułów oraz rozdziałów z książek, prawie 3 tys. tytułów czasopism naukowych oraz 43 tys. książek (w tym ponad 600 publikacji w dostępie Open Access), które zakresem tematycznym wpisują się w zainteresowania nauk ścisłych (w tym chemii, fizyki, matematyki), nauk przyrodniczych, biomedycznych, technicznych, ekonomii, biznesu i zarządzania¹⁵;
- bazę Library, Information Science & Technology Abstracts (dalej: LISTA) – rejestrującą ponad 600 tytułów czasopism oraz książki, raporty naukowe i inne publikacje z takich dziedzin jak bibliotekoznawstwo, klasyfikacja, katalogowanie, zarządzanie informacją, wyszukiwanie informacji, bibliometria, zakresem chronologicznym sięgającą połowy lat 60. XX w.¹⁶

9 *BazTech*, [on-line:] <http://baztech.icm.edu.pl> – 15.08.2023.

10 *CEJSH*, [on-line:] <http://cejsh.icm.edu.pl> – 15.08.2023.

11 *Web of Science: Summary of Coverage*, [on-line:] <https://clarivate.libguides.com/webofscienceplatform/coverage> – 15.08.2023.

12 Tamże.

13 *Scopus: Największa baza literatury recenzowanej*, [on-line:] <https://www.elsevier.com/pl-pl/solutions/scopus> – 15.08.2023.

14 *Scopus: Content Coverage Guide*, [on-line:] <https://www.elsevier.com/?a=69451> – 15.08.2023.

15 *Elsevier About ScienceDirect: Premier platform for discovering peer-reviewed scientific, technical and medical information*, [on-line:] <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect> – 15.08.2023.

16 *EBSCO: Library, Information Science and Technology Abstracts with Full Text*, [on-line:] <https://www.ebsco.com/pl-pl/produkty/badawcze-bazy-danych/library-information-science-and-technology-abstracts-full-tex> – 15.08.2023.

Nadrzędnym celem przeprowadzonej analizy było określenie:

- od kiedy problematyka wykorzystywania technologii blockchain w bibliotekach akademickich jest przedmiotem zainteresowania badaczy,
- jakie są najważniejsze czasopisma naukowe publikujące artykuły z tego zakresu,
- jakie problemy podejmowane są w obrębie badanego zagadnienia.

Aby uzyskać jak najbardziej relewantne wyniki wyszukiwania, w procesie wyszukiwania w bazach polskich zastosowano tę samą instrukcję wyszukiwawczą – termin „blockchain” lub fraza „łańcuch bloków” wpisane w polu „słowa kluczowe” z różnymi końcówkami fleksyjnymi. Następnie rezultaty wyszukiwania ograniczono do publikacji dotyczących działalności bibliotek. W przypadku baz ScienceDirect i LISTA zastosowano wyszukiwanie według słów kluczowych „blockchain” oraz „academic libraries”, łącząc je operatorem logicznym AND. W przypadku kolekcji baz WoS i Scopus posłużono się również taką instrukcją wyszukiwawczą, wprowadzając jednak słowa kluczowe w pola tematu (ang. *topic*) w przypadku baz WoS oraz „article, abstract, keyword” w przypadku bazy Scopus. Taka instrukcja pozwoliła na penetrację takich pól rekordów bibliograficznych jak słowa kluczowe nadane przez autora, słowa kluczowe stworzone przez twórców bazy, streszczenie i tytuł publikacji. Badania piśmiennictwa przeprowadzono z autopsji w lutym 2023 r. Zasięg chronologiczny poszukiwań wytyczyły lata 2008–2022 (a więc od momentu pojawienia się publikacji autorstwa Satoshi'ego Nakamoto). Przedmiotem zainteresowania autorów były zarówno książki, fragmenty prac zbiorowych, jak i artykuły opublikowane w czasopiśmie naukowych. Elementami formalnymi, które autorzy uwzględnili w analizach, były: tytuły artykułów, tytuły czasopism, język i data publikacji oraz nazwiska autorów. W analizach treściowych posłużono się abstraktami prac oraz pełnymi tekstami publikacji.

Jeśli chodzi o piśmiennictwo w języku polskim, zainicjowanie procesu wyszukiwania w bazie BazTech przyniosło rezultat w postaci 287 wyników dla słowa kluczowego „blockchain” oraz 98 wyników dla frazy „łańcuch bloków”. Analiza tematyki zgromadzonych publikacji wykazała, że żadna z nich nie odnosiła się do tematyki wykorzystania technologii blockchain w bibliotekach. Podobne rezultaty przyniosło wyszukiwanie w bazie CEJSH. Mimo że ujawniło ono istnienie 237 artykułów dla terminu „blockchain” i 31 dla frazy „łańcuch bloków”, analiza treściowa dowiodła, że żadna z publikacji nie dotyczyła zastosowań blockchain w bibliotekach. Materiał bibliograficzny pozyskany z polskich baz danych dowiódł, że autorzy, pisząc o technologii blockchain, poruszali w swoich pracach różne aspekty jej wykorzystania. W zdecydowanej większości artykuły dotyczyły logistyki i transportu oraz nowoczesnych technologii wraz z oprogramowaniem¹⁷. Rzadziej odnosiły się one do takich zagadnień, jak energetyka, ochrona zdrowia, smart city, telekomunikacja czy edukacja¹⁸.

17 Np. P. Celewicz, *Blockchain – system operacyjny nowoczesnego miasta*, „Środowisko Mieszkaniowe” 2018, nr 23, s. 102–109; I. Nowak, *Blockchain eliminuje pośredników*, „Logistyka” 2019, nr 3, s. 65–68.

18 Np. D. Mrowiec, *The concept of an energy cluster model based on the peer-to-peer energy trading mechanism*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2019, nr 63, s. 109–112; W. Nowakowski, *Ethereum: rozwój zastosowań technologii Bitcoina*, „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania” 2015, nr 12, s. 63–65.

Pierwszym analizowanym zasobem zagranicznym były bazy z kolekcji Web of Science. Aby sprawdzić ogólny poziom zainteresowania zagadnieniem łańcucha bloków na świecie, autorzy w pierwszej kolejności zainicjowali wyszukiwanie z terminem „blockchain” – bez ograniczenia tematyki do działalności bibliotek. W odpowiedzi na taką kwerendę uzyskano 26 276 publikacji. Według kategorii dziedzinowych WoS większość z nich przypisana została do dyscyplin związanych z naukami technicznymi i informatyką. Najwięcej opracowań utworzyły prace dotyczące systemów informatycznych, metod teoretycznych informatyki, inżynierii oprogramowania, architektury sprzętu komputerowego, sztucznej inteligencji czy interdyscyplinarnych zastosowań informatyki. Pozostały odsetek stanowiły publikacje z obszaru inżynierii elektrycznej, biznesu, zarządzania, automatyzacji, prawa, chemii, biologii itd. Daty ukazujące się publikacji dowiodły, że tematyka łańcucha bloków zaczęła pojawiać się w literaturze naukowej w 2013 r., z każdym kolejnym rokiem zyskując na coraz większej popularności.

Wyniki przeprowadzonej kwerendy pozwalają stwierdzić, że blockchain to technologia, która jest przedmiotem zainteresowania przedstawicieli różnych dyscyplin naukowych, oraz że zainteresowanie nią systematycznie wzrasta. Pojawienie się w 2013 r. pierwszej publikacji na ten temat może być związane z pierwszym rekordowym kursem bitcoina w stosunku do dolara amerykańskiego. W roku tym bowiem bitcoin zanotował znaczący wzrost wartości w stosunku do lat poprzednich i przekroczył próg 1000 USD za jednostkę (rozpoczynając rok na poziomie 13,30 USD)¹⁹.

Posiadając punkt odniesienia do ogólnej liczby publikacji dostępnych na temat technologii blockchain w bazach WoS, dokonano zawężenia liczby publikacji do dziedziny „Information Science Library Science”. W ten sposób uzyskano 505 wyników. Po odfiltrowaniu dokumentów nierelevantnych i recenzji do dalszych analiz pozostawiono sześć.

Kolejną przeszukiwaną bazą była baza ScienceDirect. W wyniku penetracji jej zasobów udało się ustalić 11 015 wyników zawierających termin „blockchain”. Po zawężeniu rezultatów wyszukiwania do obszaru „Social Sciences” uzyskano 1392. Po przeanalizowaniu treści oraz wyeliminowaniu pozycji zidentyfikowanych już w bazie WoS i recenzji do dalszych analiz zakwalifikowano tylko jedną pozycję.

Dążąc do kompletności w zakresie gromadzenia materiału, pod uwagę wzięto również zasoby bazy Scopus – mimo że zasoby tej bazy częściowo pokrywają się z zasobami bazy ScienceDirect. W wyniku przeszukiwania jej zawartości otrzymano 41 615 dokumentów dotyczących technologii blockchain. Uzyskane wyniki zawężono do obszaru nauk społecznych i tematyki bibliotecznej. W ten sposób otrzymano 32 publikacje, z których siedem spełniło zadane kryteria tematyczne.

Wyszukiwanie przeprowadzono również w bazie LISTA – najodpowiedniejszej pod względem zakresu tematycznego. W bazie tej zarejestrowano 941 pozycji podejmujących tematykę blockchainu, z czego 37 dotyczących jej wykorzystania w bibliotekach akademickich. Z wyników wykluczono pięć recenzji, które odnoszą się do publikacji zbiorowej pt. *Blockchain*, wydanej pod redakcją Sandry Hirsh

¹⁹ Stooq: Dane historyczne: Bitcoin/U.S. Dollar 1:1, [on-line:] <https://stooq.pl/q/d/?s=btccusd&c=0> – 15.08.2023.

i Susan Alman²⁰ oraz 11 pozycji zidentyfikowanych we wcześniej przeszukiwanych bazach danych. Ogółem do dalszych analiz zakwalifikowano 21 nowych tytułów.

W wyniku przeszukiwania wszystkich baz danych ustalono ogółem 35 publikacji dotyczących zastosowań technologii blockchain w bibliotekach akademickich (zob. Aneks), które poddano dalszej analizie.

Tabela 1. Wyniki wyszukiwania publikacji dotyczących zastosowań technologii blockchain w bibliotekach akademickich w polskich i zagranicznych bazach danych

Źródło/baza danych	Kwerenda	Liczba rezultatów
BazTech	<ul style="list-style-type: none"> • blockchain • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich • „łańcuch bloków” • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich 	287 0 98 0
CEJSH	<ul style="list-style-type: none"> • blockchain • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich • „łańcuch bloków” • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich 	237 0 31 0
Web of Science	<ul style="list-style-type: none"> • blockchain • z zawężeniem do kategorii „Information Science Library Science” • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich i po wykluczeniu recenzji 	26 276 505 6
Science Direct	<ul style="list-style-type: none"> • blockchain • z zawężeniem do dziedziny „Social Sciences” • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich • z zawężeniem do dokumentów relewantnych i po wykluczeniu pozycji dublujących się z bazy Web of Science oraz recenzji 	11 015 1 392 15 1
Scopus	<ul style="list-style-type: none"> • blockchain • z zawężeniem do dziedziny „Social Sciences” • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich • z zawężeniem do dokumentów relewantnych i po wykluczeniu pozycji dublujących się z baz Web of Science i Science Direct oraz recenzji 	41 615 4 318 32 7
LISTA	<ul style="list-style-type: none"> • blockchain • z zawężeniem do tematyki bibliotek akademickich • z zawężeniem do dokumentów relewantnych i po wykluczeniu pozycji dublujących się z wszystkich ww. baz danych oraz recenzji 	941 37 21
Liczba dokumentów poddanych analizie		35

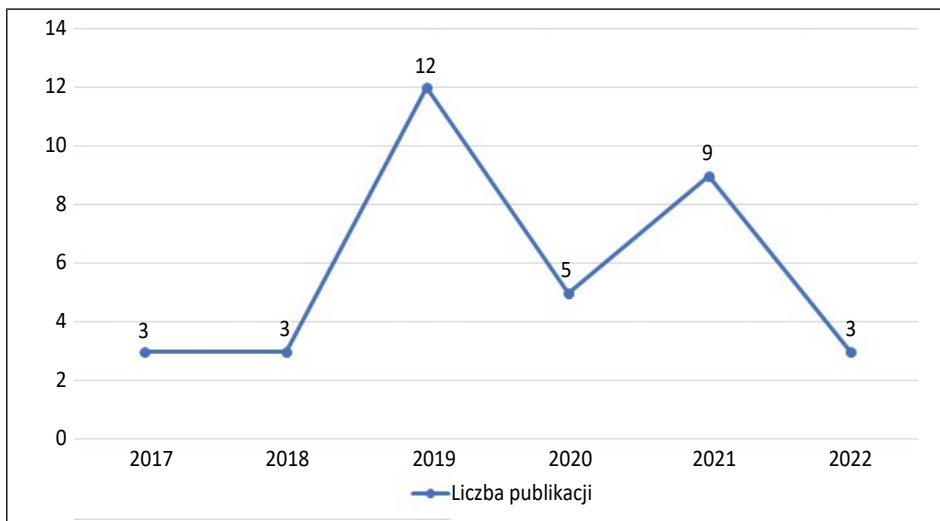
Źródło: opracowanie własne.

Biorąc pod uwagę daty wydania publikacji, należy stwierdzić, że najwięcej prac ukazało się w latach 2019 i 2021 – odpowiednio 12 i 9 tytułów. W latach 2017–2018 odnotowano po trzy pozycje rocznie, w roku 2020 – pięć, a w roku 2022 – trzy. Taki rezultat analiz każe sformułować wniosek, że tematyka wykorzystania blockchainu w bibliotekach jest przedmiotem większego zainteresowania badaczy dopiero w ostatnich latach. W zasadzie nie dziwi sytuacja, że w latach 2008–2016 nie odnotowano żadnej publikacji. Wydaje się, że wynika to z faktu, że w tym czasie technologia blockchain wdrażana była przede wszystkim w innych sektorach (zwłaszcza

²⁰ *Blockchain*, ed. by S. Hirsh and S. Alman, Chicago 2020.

sektorze bankowym). Spadek liczby publikacji w roku 2022 r. łączyć należy natomiast z opóźnieniami w indeksacji materiału bibliograficznego w analizowanych bazach danych.

Rysunek 2. Daty wydania publikacji dotyczących zastosowania technologii blockchain w bibliotekach akademickich zidentyfikowanych w zasobach analizowanych baz danych



Źródło: opracowanie własne.

Pod względem formalnym wśród poddanych analizie publikacji znalazły się: jedna publikacja zbiorowa, dwa rozdziały z książki wieloautorskiej oraz 32 artykuły pochodzące z czasopism naukowych i branżowych. Większość publikacji miała charakter przeglądowy, bowiem ich objętość nie przekraczała niekiedy czterech stron. Publikacje liczące 15 i więcej stron należały do rzadkości. Na tym tle wyróżniała się książka pt. *Blockchain*, licząca 104 strony.

Analiza tytułów czasopism pozwoliła wyróżnić 23 periodyki, na łamach których ukazywały się artykuły poświęcone zastosowaniu technologii blockchain w bibliotekach akademickich. Najwięcej artykułów (6) ukazało się na łamach czasopisma „Library Hi Tech News” (ISSN 0741-9058), które publikuje prace ilustrujące przykłady zastosowań nowoczesnych technologii w bibliotekach akademickich i publicznych oraz teksty ukazujące potencjalne kierunki rozwoju tych placówek²¹. Na kolejnym miejscu, z liczbą trzech artykułów, uplasowało się czasopismo „Computer in Libraries” (ISSN 1041-7915), które podejmuje dyskusje na temat wpływu nowych technologii komputerowych na systemy i usługi biblioteczne, koncentrując się na aplikacyjnym ich zastosowaniu w bibliotekach szkolnych, akademickich i specjalnych²². Trzecią lokatę zajęły *ex aequo* periodyki „Information

21 *Emerald Insight: Library High Tech News*, [on-line:] <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/0741-9058> - 15.08.2023.

22 *Scimago Journal & Country Rank: Computers in Libraries*, [on-line:] <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=15416&tip=sid> - 15.08.2023.

Technology and Libraries” (ISSN 2163–5226) oraz „Insights: the UKSG journal” (ISSN 2048–7754), w których zidentyfikowano po dwa teksty. Na łamach pierwszego z wymienionych ukazują się materiały dotyczące rozmaitych aspektów wykorzystywania technologii informacyjnych w bibliotekach różnych typów, w tym m.in. automatyzacji bibliotek, bibliotek cyfrowych, metadanych, rozproszonych systemów i sieci, narzędzi do wyszukiwania informacji, usług bibliotecznych, przetwarzania w chmurze, konserwacji cyfrowej, sieci społecznościowych, otwartych danych, sieci semantycznej, usług i aplikacji mobilnych itp.²³ Drugie z kolei stanowi forum wymiany poglądów na temat komunikacji naukowej i służyć ma podnoszeniu świadomości na temat usług wspierających sektor informacji naukowej²⁴.

Tabela 1. Tytuły czasopism, w których zidentyfikowano artykuły na temat zastosowań technologii blockchain w bibliotekach akademickich

Tytuł czasopisma	Liczba artykułów
„Library Hi Tech News”	6
„Computer in Libraries”	3
„Information Technology and Libraries”	2
„Insights: the UKSG journal”	2
„AALL Spectrum”	1
„AIB Studi”	1
„Computers in Libraries”	1
„Electronic Library”	1
„Information Today”	1
„International Journal of Information Studies & Libraries”	1
„International Journal of Trend in Scientific Research and Development”	1
„Journal of Electronic Resources in Medical Libraries”	1
„Law Library Journal”	1
„Library Journal”	1
„Library Technology Reports”	1
„Medical Reference Services Quarterly”	1
„Online Searcher”	1
„Portal: Libraries & the Academy”	1
„Public Services Quarterly”	1
„Records Management Journal”	1
„Technical Services Quarterly”	1
„The Serials Librarian”	1
„Turkish Librarianship”	1
SUMA	32

Źródło: opracowanie własne.

²³ *Information Technology and Libraries: About the Journal*, [on-line:] <https://ejournals.bc.edu/index.php/ital/about> – 15.08.2023.

²⁴ *United Kingdom Serials Group: Insights, the UKSG journal*, [on-line:] <https://insights.uksg.org> – 15.08.2023.

Poza dwoma publikacjami (w językach włoskim i tureckim) pozostałe ukazały się w języku angielskim. Najwięcej prac (po dwie) opublikowali Cal LaFountain i Brady Lund. LaFountain jest bibliotekarzem zatrudnionym w bibliotece Uniwersytetu w Pittsburgu (ang. *University of Pittsburgh*), publikującym prace na temat wdrożeń nowoczesnych technologii w bibliotekach (m.in. digitalizacja, technologie asystujące, blockchain, platformy e-booków)²⁵, natomiast Lund – magistrem bibliotekoznawstwa i doktorem z zakresu zarządzania informacją, zatrudnionym na Uniwersytecie Północnego Teksasu (ang. *University of North Texas*), jego zainteresowania koncentrują się na takich zagadnieniach jak włączenie cyfrowe, zachowania informacyjne, polityka informacyjna i projektowanie zorientowane na użytkownika²⁶.

Potencjalne obszary zastosowania blockchainu w bibliotekach akademickich

Analiza treści publikacji dowiodła, że technologia blockchain może znaleźć zastosowanie w następujących obszarach działalności bibliotek akademickich:

- przechowywanie danych,
- zarządzanie umowami licencyjnymi i prawami cyfrowymi,
- wspieranie komunikacji naukowej i otwartej nauki,
- zarządzanie metadanymi,
- zarządzanie danymi, zbiorami i kolekcjami,
- zarządzanie procesem wypożyczeń,
- obsługa użytkowników,
- organizacja i certyfikacja szkoleń.

Na możliwość zastosowania łańcucha bloków w procesach przechowywania danych jako pierwszy uwagę zwrócił Matthew Hoy. Już w artykule z 2017 r. przywołał generację łańcucha bloków zaproponowane przez Melanie Swan i zauważył, że istniejący Blockchain 2.0, ze względu na odporność na manipulację informacjami, można z powodzeniem wykorzystać nie tylko do przeprowadzania transakcji, ale również przechowywania dokumentów, umów oraz innych rejestrów dostępnych publicznie²⁷. Tę samą kwestię podniósł Michael Meth, wskazując zbieżność założeń technologii blockchain z systemem do przechowywania danych cyfrowych LOCKSS (ang. *Lots Of Copies Keep Stuff Safe*), stworzonym przez biblioteki Uniwersytetu Stanforda (ang. *Stanford University*) w 1999 r. i wykorzystywanym przez ponad 50 bibliotek na całym świecie. System ten bazuje na rozproszonej sieci zaufanych komputerów, które przetrzymują w swojej pamięci kopie zasobów cyfrowych. Co pewien czas następuje weryfikacja spójności danych. Jeżeli jakieś materiały są uszkodzone, następuje ich „naprawa”, tj. ponowne pobranie z innego zaufanego komputera w sieci. Oprogramowanie posiada istotny mechanizm decydowania o tym, jakie materiały mają zostać zabezpieczone i rozesłane do serwerów lustrzanych. Podając ten przykład, Meth dowodził, że technologia blockchain mogłaby odgrywać w bibliotekach

25 Cal LaFountain, [on-line:] <https://callafountain.com> – 15.08.2023.

26 University of North Texas: *Department of Information Science: Dr. Brady D. Lund*, [on-line:] <https://informationscience.unt.edu/brady-lund> – 15.08.2023.

27 M.B. Hoy, *An Introduction to the Blockchain and Its Implications for Libraries and Medicine*, „Medical Reference Services Quarterly” 2017, vol. 36, iss. 3, s. 276–277.

podobną rolę, tj. stwarzać bibliotekom o mniejszych zasobach możliwość przechowywania jedynie skróconej wersji bazy danych, której najważniejsze zbiory utrzymywane byłyby przez węzły główne – biblioteki dysponujące większymi zasobami²⁸.

Inny obszar implementacji technologii łańcucha bloków w bibliotekach może stanowić wnoszenie opłat licencyjnych za dostęp do wykupionych kolekcji. Rolę kluczową odgrywałyby tu *smart* kontrakty, które mogłyby automatycznie odblokowywać dostęp do zasobów po przekazaniu środków. Za pomocą technologii blockchain można byłoby na przykład śledzić pobrania e-materiałów. Gdyby czynność ta została zsynchronizowana z pierwotną e-umową, technologia oparta na łańcuchu bloków nie pozwoliłaby nikomu zmieniać ani modyfikować dokumentu, bo byłby on opatrzony znacznikiem czasu i zweryfikowany przez wydawców. Jednocześnie przy jej użyciu czytelnicy mogliby potwierdzać, że treść danego dokumentu nie została zmieniona lub zmodyfikowana. W ten sposób blockchain ułatwiłoby zarządzanie subskrypcjami, weryfikowanie umów pomiędzy biblioteką a dostawcą oraz aktualizację bieżących licencji na dostęp do poszczególnych zasobów. Innym aspektem mogłoby być zastosowanie kryptowalut jako środka płatności. Takie rozwiązanie znacznie ułatwiłoby rozliczenia i zakupy pomiędzy bibliotekami, ograniczając konieczność przewalutowania²⁹. Zdaniem Larissy Pack biblioteki mogłyby stosować blockchain nie tylko do zarządzania umowami licencyjnymi, ale także do zarządzania prawami cyfrowymi. W tym celu mogłyby wykorzystać oparte na tej technologii niewymiennealne tokeny (ang. *Non-Fungible Token*, NFT), które stanowiłyby swoisty dowód posiadania praw do danej publikacji (np. w procesie wypożyczenia)³⁰. Podobne zdanie wyraził Cal LaFountain, podkreślając, że dzięki zastosowaniu NFT biblioteki mogłyby poszerzyć swoją ofertę, a wydawcy stworzyć nowy model rozliczenia tantiem poprzez połączenie NFT ze *smart* kontraktami³¹. Takie rozwiązanie umożliwiłoby na przykład uzyskiwanie przez autora pewnego procenta zysku od transakcji sprzedaży książki elektronicznej (traktowanej w kategoriach *smart* kontraktu) na rynku wtórnym czy też kontrolowanie liczby wypożyczeń danej publikacji. Jak wyjaśnia LaFountain, aby zniwelować potrzebę śledzenia użytkowników, a jednocześnie zapewnić sobie informację zwrotną na temat ich zainteresowań, biblioteki mogłyby wdrożyć rozwiązania wykorzystujące NFT przyjęte w aplikacjach opartych na blockchainie. Na początek bibliotekarze mogliby zapoznać się z działaniem przeglądarki internetowej Brave³², która posiada mechanizm nagradzania użytkowników tokenami BAT (token ethereum używany przez platformę Brave Software) za kliknięcie w wyświetloną reklamę jako rekompensatę za poświęconą uwagę³³. Wykorzystanie takiego rozwiązania sugeruje także Brady Lund. Dostrzega on w nim bowiem nie

28 M. Meth, *Blockchain in Libraries*, „Library Technology Reports” 2019, vol. 55, iss. 8, s. 5.

29 Tamże, s. 16.

30 L. Pack, *NFTs: A New Approach to Digital Content*, „Information Today” 2021, vol. 38, iss. 8, s. 30.

31 C. LaFountain, *Non-Fungible Tokens, Libraries, and Publishers*, „Online Searcher” 2021, vol. 45, iss. 4, s. 22.

32 *Brave Browser: Bezpieczna, szybka i prywatna przeglądarka internetowa z Adblockerem*, [on-line:] <https://brave.com/pl> – 15.08.2023.

33 C. LaFountain, *Blockchain, Cryptocurrencies, and Non-Fungible Tokens: What Libraries Need to Know*, „Computers in Libraries” 2021, vol. 41, iss. 4, s. 4–8.

tylko sposób na ochronę prywatności użytkowników bibliotek, ale również szansę na pozyskanie dodatkowych środków finansowych. Jak pisze, zastosowanie kryptowalut jako akceptowalnego środka płatności ułatwiłoby dostęp do zasobów bibliotecznych. Podobnie w przypadku płatności międzynarodowych – kryptowaluty pozwoliłyby skrócić czas przeprowadzanej transakcji (np. pomiędzy biblioteką a wydawcą). Zdaniem Lunda wdrożenie do bibliotek aplikacji związanych z łańcuchem dostaw mogłoby istotnie wpłynąć na optymalizację pracy bibliotek, tak jak miało to miejsce w logistyce³⁴.

Kolejnym obszarem, w którym biblioteki mogłyby wykorzystać opisywaną technologię jest wspieranie komunikacji naukowej. Marek Nahotko w publikacji *Zarządzanie mediami elektronicznymi z wykorzystaniem technologii blockchain w komunikacji naukowej* dostrzega potencjał łańcucha bloków w opracowywaniu publikacji naukowych³⁵. Jego zdaniem wykorzystanie tej technologii umożliwiłoby z jednej strony bardziej przejrzystą komunikację pomiędzy naukowcami na całym świecie i budowę lepszych systemów rekomendacji badań, z drugiej rozwiłoby wątpliwości dotyczące praw patentowych oraz ułatwiło finansowanie nauki³⁶. Biblioteki akademickie mogłyby pośredniczyć w procesach koordynacji i zachęcania do działalności badawczej i wydawniczej, tworząc otwarte platformy badawcze, w ramach których naukowcy mogliby dzielić się wynikami badań, wzajemnie je recenzować czy poddawać ocenie szerszej społeczności. Prowadząc tego rodzaju platformy, biblioteki mogłyby także wymieniać się zasobami i w ten sposób oszczędzać środki finansowe przeznaczone na subskrypcję czasopism i baz danych. O takim rozwiązaniu wspomina m.in. Deyah Rubel, kiedy przywołuje projekt Blockchain for Peer Preview, w którym bierze udział m.in. ORCID oraz Cambridge University Press. W projekcie tym opracowywano wspólny protokół, który umożliwia wgląd do wszelkich informacji związanych z recenzowaniem artykułów przy jednoczesnym poszanowaniu prywatności oraz poufności danych³⁷. Jak dowodzi Martin Hamilton, blockchain mógłby być wykorzystywany również w procesie otwierania nauki. Obecnie publikacje naukowe poszczególnych badaczy rejestrowane są w różnych serwisach i bazach danych. Część badaczy tworzy własne profile w popularnych serwisach dla naukowców (jak Google Scholar czy ResearchGate), inni dysponują profilami stworzonymi automatycznie przez zatrudniające ich uczelnie (w ramach baz dorobku, stron WWW

34 B. Lund, *The Brave browser: a monetary opportunity for libraries in the cryptoverse*, „Library Hi Tech News” 2020, vol. 38, iss. 6, s. 15–16.

35 Chodzi o zastosowanie łańcucha bloków w trakcie przygotowywania opracowań naukowych. Artykuł koncepcyjny można „umieścić” w łańcuchu bloków, a następnie śledzić postęp prac nad nim, co eliminuje ewentualne spory patentowe, ponieważ publicznie widać, kiedy dany autor rozpoczął pracę i swoje badania bądź uzyskał patent. W ten sposób usprawnieniu ulega zarządzanie prawami autorskimi, ponieważ autor nie jest już zależny od wydawnictwa, a sam może decydować, komu i na jakich warunkach udziela licencji na druk swojej pracy. Jednocześnie powiązanie łańcucha bloków z cytowaniem prac umożliwiłoby dokładne śledzenie dorobku naukowego, co pozwoliłoby wyeliminować spory dotyczące uznania autorstwa i zrewolucjonizowałoby mierzenie dorobku naukowego.

36 M. Nahotko, *Zarządzanie mediami elektronicznymi z wykorzystaniem technologii blockchain w komunikacji naukowej*, „Zarządzanie Mediami” 2021, t. 9, nr 3, s. 429–449.

37 D. Rubel, *No Need to Ask: Creating Permissionless Blockchains of Metadata Records*, „Information Technology and Libraries” 2019, vol. 38, iss. 2, s. 14.

jednostek itp.). W przypadku zmiany miejsca pracy wykazy dorobku „nie podążają” jednak za naukowcem. Jest on zmuszony albo stworzyć profil w jednym z popularnych serwisów (na co może nie mieć ani czasu, ani ochoty), albo liczyć na założenie nowego profilu w nowej instytucji. Zastosowanie łańcucha bloków wyeliminowało by ten problem i umożliwiło stworzenie jednej listy profili naukowców, automatycznie wyposażonych w łącza do wszystkich publikacji³⁸. Na podobnych rozwiązaniach można byłoby oprzeć ocenę dorobku naukowego. Gdyby każda publikacja posiadała identyfikator DOI, aktualizacja profili naukowców następowałaby automatycznie w miarę pojawiania się nowych cytowań. Z jednej strony eliminowałyby to konieczność czasochłonnego wyszukiwania publikacji w rozmaitych bazach danych, problemy z pochodzeniem wyników badań, śledzeniem cytowań czy powtarzalnością wyników badań, z drugiej – pozwalało szybciej oceniać wpływ danej pracy³⁹. Aby tego typu rozwiązania były trwałe, konieczne byłoby jednak stworzenie prawdziwie niezależnej tożsamości cyfrowej z wykorzystaniem łańcucha bloków, a nie domeny uczelnianej czy usługi komercyjnej (np. konto Google czy Microsoft). Dzięki temu naukowiec miałby wgląd i możliwość decydowania, komu i co udostępni. Takie możliwości oferuje na przykład platforma ARTiFACTS⁴⁰, stworzona przez Bibliotekę Cyfrową Maxa Plancka (ang. *Max Planck Digital Library*). Wykorzystując technologię blockchain oraz smart kontrakty, umożliwia ona zarządzanie całym cyklem badawczym i wszystkimi danymi, jakie powstały w jego trakcie, aż do momentu publikacji wyników. Korzystając z platformy, badacze mogą dzielić się wynikami badań naukowych, zarządzać danymi, udostępniać je zgodnie ze swoją wolą oraz otrzymywać informacje o atrybucji w czasie rzeczywistym, będąc jednocześnie pewnymi poszanowania własności intelektualnej⁴¹.

Zastosowanie łańcuchów bloków warto rozważyć także w procesach zarządzania metadanymi, bowiem pozwoliłoby to przezwyciężyć dwa istotne ograniczenia w procesach katalogowania: centralizację i brak możliwości identyfikacji zmian dokonywanych w rekordach. Metadane trafiałyby do łańcucha bloków, a poszczególne węzły przesyłałyby nowy rekord lub modyfikację jego pojedynczej wersji do walidacji. Walidacja mogłaby następować w oparciu na standardach RDA (ang. *Resource Description and Access*) lub MARC (ang. *MAchine-Readable Cataloging*) połączonych z już znanymi mechanizmami konsensusu, ale na przykład mniej obciążającymi obliczeniowo zasoby serwerów (ang. *Proof of Authority*, PoA). Tylko węzły najwyższego poziomu byłyby zobowiązane do przechowywania kopii całego łańcucha bloków, umożliwiając tym samym innym instytucjom podjęcie decyzji, czy wolą używać wersji skróconej czy pełnej⁴². Wprawdzie istnieją już podobne systemy przechowywania i opracowywania metadanych (np. Open Library Project – baza danych zawierająca ponad 423 mln utworzona przez Online Computer Library Center), ale mają

38 M. Hamilton, *Of modems and pixie dust – blockchain demystified*. „Insights: the UKSG journal” 2019, vol. 32, iss. 1, [on-line:] <https://insights.uksg.org/articles/10.1629/uksg.447-15.08.1023>.

39 Tamże, s. 4–5.

40 ARTiFACTS: *A Blockchain Platform for Scientific and Academic Research*, [on-line:] <https://artifacts.ai> – 15.08.2023.

41 R. Morriello, *Blockchain, intelligenza artificiale e internet delle cose in biblioteca*, „AIB Studi” 2019, vol. 59, iss. 1–2, s. 54.

42 D. Rubel, dz. cyt., s. 11–12.

one wysoce scentralizowaną infrastrukturę, co przejawia się m.in. wprowadzaniem ograniczeń dla niektórych uczestników w zakresie edytowania rekordów przesłanych przez innych członków konsorcjum czy też pobieraniem opłat za dostęp do zbiorów danych. Ponadto systemy te pozwalają śledzić tworzenie rekordów i dokonywanie zmian w ich obrębie, lecz nie umożliwiają identyfikacji wprowadzonych zmian. Zastosowanie łańcucha bloków pozwoliłoby na rejestrowanie szczegółów każdej aktualizacji w rekordzie, a poprzez to pomogłoby zrozumieć, kto dokonał pewnych zmian w metadanych oraz dlaczego zostały one wprowadzone. Uchwylenie tych szczegółów złagodziłoby również obawy dotyczące możliwości usuwania metadanych, ponieważ każda dana byłaby nadal rejestrowana, nawet jeśli nie jest już częścią aktywnego rekordu⁴³.

Poza zarządzaniem metadanymi blockchain mógłby zostać wykorzystany w procesach przechowywania i zarządzania wszelkiego rodzaju danymi: wymaganymi do sprawozdawczości bibliotecznej (wskaźniki, statystyki, raporty), nadsyłanymi przez podmioty współpracujące z bibliotekami (wydawców, pracowników naukowych, dostawców baz danych) czy emitowanymi przez urządzenia znajdujące się w bibliotece (alarmy, skanery, komputery, dyski, serwery, wrzutnie, czujniki ruchu, temperatury, światła). Zastosowanie technologii blockchain w tym obszarze pozwoliłoby wyeliminować dwa problemy – niewiedzę użytkownika na temat danych, jakie są o nim zbierane podczas wizyty w bibliotece, oraz kwestie zarządzania danymi napływającymi z różnych źródeł. Według Meng-Hsuan Fu za pomocą technologii blockchain można byłoby wprowadzić rozwiązania integrujące ze sobą rozmaite technologie, m.in. Internet Rzeczy, wizyjną kontrolę dostępu, RFID i identyfikację biometryczną. Dobrym rozwiązaniem w tym zakresie byłoby stworzenie zautomatyzowanego systemu zarządzania zbiorami bibliotecznymi i kontroli dostępu, który składałby się z pięcio-warstwowej architektury: warstwy sprzętowej (czujniki umieszczone na półkach, w wejściach, czujniki biometryczne itp.), warstwy transferu i bezpieczeństwa (algorytmy kryptograficzne, platforma blockchain), warstwy komunikacyjnej (bluetooth, wifi, NFC, RFID itp.), warstwy oprogramowania (rozpoznawanie biometrii, systemy baz danych, systemy operacyjne itp.) i warstwy aplikacji (automatyczne wypożyczenia i zwroty, SSO, osobisty rejestr blockchain itp.)⁴⁴. Rozwiązanie takie przypominałoby sklep dyskontowy (np. kasy samoobsługowe w sklepach Lidl, szybkie kasy zliczające automatycznie zawartość koszyka w sklepach Decathlon czy też w pełni samoobsługowe sklepy Żabka), które również wykorzystują wspomniane technologie (m.in. RFID, kontrola dostępu wizyjnego, NFC), a przy tym minimalizują konieczność ingerencji obsługi w proces zakupów.

Jeszcze innym obszarem wykorzystania technologii łańcucha bloków mogłoby być zarządzanie zbiorami i kolekcjami bibliotecznymi. Wydaje się to istotne zwłaszcza w kontekście następujących pytań: jak dane zbiory zostały pozyskane? kto ma do nich dostęp? jak są przechowywane? czy niektóre kolekcje można rozdzielać? Jak wskazuje M. Meth, blockchain mógłby stanowić skuteczne zabezpieczenie zbiorów na wypadek kradzieży, ponieważ publicznie każdy mógłby prześledzić historię

43 Tamże.

44 M.-H. Fu, *Integrated Technologies of Blockchain and Biometrics Based on Wireless Sensor Network for Library Management*, „Information Technology and Libraries” 2020, vol. 39, iss. 3, s. 5–8.

własności danego dzieła, co eliminowałoby przynajmniej częściowo jego nielegalną sprzedaż⁴⁵. Ponadto upublicznienie danych w łańcuchu bloków oraz możliwość podejścia indywidualnie do każdej pozycji w bibliotece – zarówno cyfrowej, jak i fizycznej – znacznie ułatwiłoby także proces oceny jej wartości i zasięgu oddziaływania, która dokonywana byłaby na podstawie cytowań lub pobrań. Ponieważ dane dotyczące wykorzystania poszczególnych publikacji są z reguły dostępne jedynie dla subskrybentów do użytku wewnętrznego (dla pracowników biblioteki i administratorów), a uzyskanie dostępu dla innych osób wymaga oddzielnej zgody wydawcy, technologia blockchain pozwalałaby agregować dane od wielu wydawców, jednocześnie eliminując potrzebę posiadania centralnej bazy danych. Dzięki temu praca nad gromadzeniem danych zostałaby rozłożona pomiędzy wszystkich uczestników, jednocześnie zapewniając wiarygodny, otwarty dostęp dla potencjalnych klientów (bibliotek), którzy chcieliby zakupić dostęp do wartościowych zbiorów⁴⁶.

Bardzo ważną funkcją łańcucha bloków w kontekście działalności bibliotek mogłoby być także wykorzystanie go do zapewniania dostępu do rzetelnej informacji. M. Meth proponuje zastosowanie tej technologii do stworzenia systemu, który umożliwiłby dodawanie artykułów ze znacznikiem czasu. Czytelnicy uzyskaliby możliwość weryfikacji, czy dany artykuł w niezmienionej treści rzeczywiście istniał w danym czasie, co ograniczyłoby rozpowszechnianie fałszywych informacji⁴⁷. To samo dotyczy treści audio oraz video. Gdyby twórca takiego materiału umieścił go w sieci, używając łańcucha bloków do jego oznaczenia (jego sumy kontrolnej oraz znacznika czasu), to w przypadku jego wystąpienia w formie zmanipulowanej, łatwo można byłoby udowodnić, że ta wersja jest późniejsza i stanowi treść typu deepfake⁴⁸. Jednocześnie z zastosowaniem kryptografii możliwe byłoby ograniczenie dostępu do tych treści jedynie dla osób, których klucze kryptograficzne zostały użyte. Takie rozwiązanie zaproponowano m.in. w projekcie „News Provenance Project”, stworzonym przez New York Times i IBM. Jego celem jest zwiększenie wiarygodności zdjęć oraz treści umieszczanych w Internecie (treści multimedialne powiązane są z danymi, które jednoznacznie je definiują – autor, data, kontekst – oraz osadzone są w łańcuchu bloków)⁴⁹. Na możliwość wykorzystania blockchainu w procesach zapewnienia dostępu do rzetelnej informacji uwagę zwraca również Kwanghyuk Yoo. Ponieważ żyjemy w czasach postprawdy (ang. *post-truth*), która charakteryzuje się

45 M. Meth, dz. cyt., s. 15.

46 C. Lamanna, M. La Manna, Lamanna C., La Manna M., *The fundamental problem blocking open access and how to overcome it: the BitViews project*. „Insights: the UKSG journal” 2019, vol. 32, iss. 34, [on-line:] <https://insights.uksg.org/articles/10.1629/uksg.488> – 15.08.2023.

47 M. Meth, dz. cyt., s. 18.

48 Deepfake to zespół algorytmów składający się na program komputerowy doskonale radzący sobie z wizualnymi przeróbkami. Technologia wykorzystuje sztuczną inteligencję używaną do tworzenia lub modyfikowania odwzorowanej twarzy, do tworzenia ultrarealistycznych fałszywych filmów, w których ludzie mówią i robią rzeczy w rzeczywistości niemające miejsca. Por. O. Wasiuta, S. Wasiuta, *Deepfake jako skomplikowana i głęboko fałszywa rzeczywistość*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Securitate” 2019, nr 3, s. 20.

49 *The News Provenance Project: about NPP*, [on-line:] <https://www.newsprovenance-project.com/about-npp> – 15.08.2023.

tym, że w kształtowaniu opinii publicznej zamiast faktów bardziej istotne jest oddziaływanie na emocje i uczucia, Yoo sugeruje, że wykorzystanie zintegrowanych systemów bibliotecznych posiadających architekturę opartą na łańcuchu bloków może stanowić optymalne rozwiązanie w procesach wyszukiwania i udostępniania wysokojakościowej (niezmodyfikowanej) informacji, a tym samym prowadzić do eliminowania błędów poznawczych, wynikających z trudności czy nieumiejętności oceny wiarygodności informacji. Z uwagi na fakt, że blockchain zapewnia możliwość przechowywania danych w wysoce bezpieczny, weryfikowalny i trwały sposób przy użyciu różnych technik kryptograficznych, w którym wiele stron współdziała ze sobą w zaufanej sieci, system biblioteczny oparty na tej technologii może gwarantować bezpośrednio i przejrzyste udostępnianie informacji między poszczególnymi użytkownikami w tym samym bloku, bez interwencji stron trzecich oraz zapewniać w ten sposób pewien poziom zaufania do rozpowszechnianych informacji, a w konsekwencji skutecznie korygować ludzkie uprzedzenia poznawcze i w rzeczywisty sposób przyczynić do demokratyzacji informacji⁵⁰. Tego typu rozwiązanie zostało już zaadaptowane na potrzeby archiwów w realizowanym w inicjatywy Archiwum Narodowego w Londynie (ang. *National Archives*), Uniwersytetu Surrey (ang. *University of Surrey*) oraz brytyjskiego Instytutu Otwartych Danych (ang. *Open Data Institute*), w latach 2017–2019 projekcie ARCHANGEL⁵¹. W jego ramach uruchomiono pierwszy międzynarodowy łańcuch bloków łączący ze sobą pięć archiwów narodowych z Wielkiej Brytanii, Australii, USA, Estonii oraz Norwegii. Blockchain wykorzystano do generowania unikalnych funkcji skrótów dla dokumentów cyfrowych, a następnie rejestrowania ich w prywatnym łańcuchu bloków. Aby zagwarantować niezmiennosc danych archiwalnych oraz umożliwić ich weryfikację w długim czasie, zostały one udostępnione wspomnianym archiwom poprzez platformę Ethereum jako rozproszona baza danych. Każda z instytucji pełniła rolę walidatora danych oraz zapewniała wzajemną ochronę i integralność zbiorów danych, mając możliwość wyszukiwania i przeglądania wyników w całym łańcuchu bloków. Projekt umożliwiał również śledzenie zmian w poszczególnych dokumentach na drodze audytu. W przypadku dokumentu, który został legalnie zmieniony, możliwe było zarejestrowanie skrótów kodu użytego do wprowadzenia zmiany, a następnie śledzenie, w jaki sposób dokument był edytowany. Dany dokument w każdej chwili można zweryfikować, porównując go z oryginalnym skrótem, w celu potwierdzenia integralności zapisu. Projekt udowodnił, że system oparty na blockchainie może z jednej strony pomagać w wykrywaniu manipulacji przestrzennych i czasowych, a z drugiej – być wykorzystywany do kryptograficznego zapewnienia integralności dokumentów i zabezpieczenia informacji przed nieuprawnioną modyfikacją⁵².

Wypożyczenia biblioteczne stanowią pewną kwintesencję działalności bibliotek. Dlatego w tym obszarze blockchain mógłby służyć jako narzędzie do wspólnego

50 K. Yoo, *Academic Law Libraries' New Frontier – The Post-truth Cognitive Bias Challenge and Calls for behavioral and Structural Reforms*, „Law Library Journal” 2021, vol. 113, iss. 2, s. 140–141.

51 ARCHANGEL – *Trusted Archives of Digital Public Records*, [on-line:] <https://www.archangel.ac.uk> – 15.08.2023.

52 R. Stępień, *Możliwości zastosowania sztucznej inteligencji i blockchain w działalności archiwalnej. Przegląd doświadczeń zagranicznych*, „Archeion” 2021, nr 122, s. 81–83.

zarządzania zbiorami w sieci bibliotecznej. Dzięki wysokiemu poziomowi prywatności, jaki oferuje blockchain, można by monitorować, kto wypożycza daną pozycję oraz jaki jest jej obieg w sieci, przy jednoczesnym zachowaniu prywatności poszczególnych użytkowników. Blok tworzony dla każdej instytucji działającej w sieci zawierałby dane o pierwotnym nabywcy, samym przedmiocie (np. MARC, RDA) oraz transakcjach. Za każdym razem, gdy ma miejsce aktywność, zdarzenie tworzyłoby nowy blok w łańcuchu blokowym dla danej instytucji. Blok ten zawierałby co najmniej dane dotyczące wypożyczonej pozycji i klucza publicznego wypożyczającego. W przeciwieństwie do obecnych przypadków użycia, w których biblioteki często zmagają się z tym, jak traktować dane użytkownika, w blockchainie nie byłoby możliwości przesłania ich wstecz (do klucza prywatnego). Tak więc, chociaż klucz publiczny byłby sprawdzany przez osoby upoważnione do wyszukiwania informacji o kluczach publicznych, prywatność wypożyczającego byłaby chroniona. Zastosowanie łańcucha bloków pozwoliłoby na szybkie zapytania i analizy. Co więcej, dobrze zaprojektowany blockchain mógłby zastąpić dostawców zintegrowanych systemów bibliotecznych jako „pośredników”, a biblioteki mogłyby zaprojektować własne narzędzia, które lepiej zaspokajałyby ich potrzeby. Blockchain mógłby zostać wdrożony zarówno na poziomie poszczególnych bibliotek, jak i ich całych sieci. Jak pisze M. Meth, idealnym rozwiązaniem byłoby stworzenie globalnego publicznego łańcucha bloków dla wszystkich bibliotek. W ten sposób gromadzenie i przechowywanie danych można byłoby łatwo analizować w dowolnej instytucji lub organizacji na świecie⁵³. Oprócz wpływu lokalnego wdrożenie blockchainu mogłoby mieć znaczący wpływ na wypożyczenia międzybiblioteczne. W tym przypadku wypożyczenia można by identyfikować znacznie szybciej, a sam proces wypożyczeń, weryfikacji partnerów czy wysyłki materiałów zautomatyzować za pomocą smart kontraktów. Globalny publiczny łańcuch bloków mógłby rozwiązać problemy interoperacyjności między różnymi łańcuchami bloków, dzięki czemu wszystkie światowe zasoby biblioteczne byłyby udokumentowane, zweryfikowane i monitorowane. W przypadku uszkodzenia, kradzieży lub zniszczenia pozycji lub kolekcji ułatwiłoby to odtworzenie rekordu – można byłoby po prostu przenieść istniejące mechanizmy przechowywania danych do łańcucha bloków, podobnie jak ma to miejsce w przypadku katalogowania czy ewidencjonowania za pomocą standardów MARC czy RDA. Głównym wyzwaniem w takim systemie byłoby zapewnienie migracji istniejących rekordów do łańcucha bloków. Jeśli jednak udałoby się opracować narzędzie do wsadowego przesyłania rekordów, mogłoby to ułatwić większości bibliotek dołączenie do takiego systemu. Po wdrożeniu łańcucha bloków biblioteki mogły albo łączyć się z gotowymi interfejsami stron trzecich, albo opracowywać własne, dostosowane do swoich potrzeb aplikacje. Biorąc pod uwagę fakt, że klucz prywatny generuje klucz publiczny w celu weryfikacji pierwotnej transakcji, ale klucza publicznego nie można cofnąć i połączyć z kluczem prywatnym, podobnie jak w przypadku transakcji kryptowalutowych, śledzenie danego użytkownika byłoby praktycznie niemożliwe, chyba że właściciel klucza prywatnego zdecydowałby się go ujawnić⁵⁴. Mechanizm

53 M. Meth, dz. cyt., s. 14.

54 X. Liu, *A Smart Book Management System Based on Blockchain Platform*, [w:] *Conference on Communications, Information System and Computer Engineering (CISCE)*, Haikou 2019, s. 120–123.

działania systemu bibliotecznego opartego na blockchainie dobrze ilustruje Manish Verma, opisując sytuację, w której użytkownik A wypożycza książkę, którą chce przeczytać również czytelnik B. Za pomocą systemu może on skontaktować się z czytelnikiem A i zapytać, czy nie dostarczyłby mu książki osobiście. Jeżeli się zgodzi, obaj użytkownicy mogą się spotkać w umówionym miejscu i za pomocą aplikacji zidentyfikować się, a następnie dokonać przekazania książki. Nie muszą znać nawet swoich tożsamości. Po dokonaniu wymiany biblioteka otrzymuje informację, kto obecnie jest w posiadaniu danej pozycji⁵⁵. Takie rozwiązanie pozwala skrócić czas niedostępności publikacji oraz odciążyć pracowników biblioteki od rutynowych zadań.

Biblioteki jako instytucje bazujące na interakcji z użytkownikami z reguły do procesu identyfikacji i uwierzytelniania wykorzystują karty biblioteczne oraz unikalne identyfikatory użytkowników (konta biblioteczne). To dzięki nim użytkownicy mogą dokonywać wypożyczeń czy korzystać z limitowanego dostępu do baz danych. Chociaż tego rodzaju rozwiązania mają długoletnią tradycję i bardzo dobrze się sprawdzają, technologia blockchain może je jeszcze ulepszyć. Obecnie historie wypożyczeń przechowywane są na serwerach oraz w systemach zarządzania informacją biblioteczną w sposób krótkotrwały: od momentu wypożyczenia danej pozycji do jej zwrotu. Systemy takie mogą zostać zhakowane, a dane w nich przechowywane udostępnione osobom trzecim. Blockchain pozwala na wyeliminowanie takich ewentualności, bowiem umożliwia dokonywanie wypożyczeń z jednoczesną ochroną tożsamości użytkownika. Stwarza on możliwość przechowywania danych wraz z kluczami publicznymi użytkowników, za pomocą których mogą oni uzyskać dostęp do swojej historii wypożyczeń i przeglądać własne dane⁵⁶. Innym obszarem wykorzystania technologii blockchain w obszarze obsługi użytkowników mogłoby być stworzenie uniwersalnych kart biblioteczných, które integrowałyby wiele wykorzystywanych dotychczas kart identyfikacyjnych (np. kartę do biblioteki uniwersyteckiej, osiedlowej itp.). Takie rozwiązanie dawałoby użytkownikom możliwość korzystania z usług wielu bibliotek jednocześnie, bez względu na miejsce zamieszkania. Zunifikowana karta biblioteczna mogłaby także zostać zintegrowana z danymi biometrycznymi użytkownika i służyć do jego uwierzytelniania⁵⁷. Jeszcze innym aspektem wdrożenia blockchainu mogłoby być zastosowanie go do pomiaru poziomu zaangażowania użytkowników w działalność biblioteki. Generując specjalne tokeny, biblioteka mogłaby śledzić interakcje użytkowników, zapewniając poufność danych osobowych. Ponadto do tych działań można byłoby wykorzystać mechanizmy grywalizacyjne i nagradzać użytkowników za określone aktywności (np. częstotliwość wypożyczeń, udział w wydarzeniach lub warsztatach organizowanych przez bibliotekę). W pewnym sensie token naśladowałby więc kryptowalutę społeczności i służył jako zachęta do uczestnictwa. Dodatkowo łańcuch bloków umożliwiałby w łatwy sposób zarządzanie danymi, jakie biblioteka zbiera o danym

55 M. Verma, *The Study on Blockchain-Based Library Management and its Characterization*, „International Journal of Trend in Scientific Research and Development” 2021, vol. 5, iss. 3, s. 1147.

56 M. Meth, dz. cyt., s. 18.

57 M.-Hsuan Fu, *Integrated Technologies of Blockchain and Biometrics Based on Wireless Sensor Network for Library Management*, „Information Technology and Libraries” 2020, vol. 39, iss. 3, s. 7.

użytkownika, oraz zgodami, jakich udzielił. Mogłyby one być potem wykorzystane do ulepszenia podejmowanych przez biblioteki działań. Z kolei użytkownik miałby wgląd do swoich danych (np. dotyczących zgód udzielanych bibliotece na udział w badaniach ankietowych, rejestrujących jego wizyty w placówce, uczestnictwo w warsztatach) i mógłby samodzielnie decydować, czy, komu i w jaki sposób będą one udostępniane⁵⁸.

Ostatnim, choć nie mniej ważnym, obszarem wykorzystania technologii łańcucha bloków w działalności bibliotek mogłaby być szeroko rozumiana edukacja. Biblioteki mogłyby tworzyć oparte na smart kontraktach programy nauczania oraz otwarte dla każdego kursy online (ang. *Massive Open Online Courses*), a ich autorów wynagradzać w tokenach. Korzystając z istniejących na rynku programów multimedialnych (np. platforma *Disciplina*), w kursach takich technologię blockchain można byłoby zastosować do mierzenia postępów uczestników szkoleń. Gdyby łańcuch bloków zawierał dane o umiejętnościach i predyspozycjach poszczególnych osób, technologia ta mogłaby ponadto przeciwdziałać wszelkim próbom oszustw popełnianych przez uczestników czy pracowników bibliotek (np. fałszowania CV w momencie ubiegania się o pracę czy awans). Innym potencjalnym obszarem jej zastosowania mogłaby być certyfikacja szkoleń. Możliwość przechowywania zapisów certyfikatów i podpisów cyfrowych odgrywa ogromną rolę w procesach kształcenia, bowiem potwierdza nie tylko osiągnięcie określonych efektów uczenia się, ale również spełnienie przez daną formę kształcenia (szkolenie, kurs) określonych kryteriów jakości. W tym kontekście technologia blockchain mogłaby być wykorzystywana do zabezpieczania, udostępniania i weryfikowania osiągnięć w nauce. 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 świecie⁵⁹. Tego rodzaju zastosowania spotyka się już w kształceniu akademickim. Na przykład Holberton School z siedzibą w San Francisco rejestruje osiągnięcia uczniów poprzez blockchain oraz uwierzytelnia w ten sposób certyfikaty akademickie. Dzięki temu uczelnia nie musi budować odrębnej bazy danych, a pracodawcy obawiać się, że kwalifikacje potencjalnych kandydatów są sfalszowane⁶⁰.

Podsumowanie

Nowe technologie znajdują coraz większe zastosowanie w wielu obszarach naszego życia. Nie tylko ułatwiają codzienne funkcjonowanie, ale przede wszystkim mają wpływ na poszczególne sektory gospodarki. Wdrażanie innowacyjnych rozwiązań zwiększa efektywność podejmowanych działań oraz przyczynia się do większej oszczędności czasu. Jednym z wielu przykładów świadczących o postępie technologicznym jest wykorzystywanie technologii blockchain, która coraz częściej znajduje zastosowanie w takich obszarach jak finanse i bankowość

58 M. Meth, dz. cyt., s. 17.

59 H. McMorrow, A. Mus, *Credentialing and Continuing Education*, [w:] *Blockchain*, ed. by S. Hirsh, S. Alman..., s. 42–45.

60 D. Dudek, *Możliwości wykorzystania technologii blockchain w obszarze edukacji*, „Informatyka Ekonomiczna” 2017, nr 3, s. 61.

(np. sprzedaż kryptowalut, usprawnianie przebiegu transakcji bankowych), logistyka (np. nadzór nad przebiegiem poszczególnych etapów w łańcuchu dostaw, nadzór nad przebiegiem dostarczania przesyłek), opieka zdrowotna (np. przechowywanie danych medycznych i udostępnianie ich pacjentowi oraz placówkom ochrony zdrowia), nieruchomości (np. tworzenie rejestrów właścicieli i umów sprzedaży) czy przemysł muzyczny (np. nadzór nad prawami autorskimi i płatnościami w rozliczeniach pomiędzy artystami i odbiorcami).

Przeprowadzona na potrzeby artykułu analiza piśmiennictwa dowiodła, że implementacja technologii blockchain w sferze działalności bibliotek akademickich pozostaje na poziomie koncepcyjnym – stąd w wielu publikacjach pojawiające się sformułowania typu „może być wykorzystywana”, „mogłaby znaleźć zastosowanie”. Część autorów poruszających ten temat wyjaśnia istotę technologii blockchain, inni skupiają się na wskazaniu zalet i wad, jeszcze inni poszukują analogii pomiędzy nią a technologiami obecnymi od lat w bibliotekach. Szczególnie wyraźnie wybrzmiewają przy tym kwestie zapewniania trwałości i bezpieczeństwa danych, ochrony prywatności, mniejszych kosztów transferu danych czy eliminacji pośredników. Nawet jeśli pojedynczy badacze prezentują przykłady projektów czy aplikacji opartych na łańcuchu bloków oraz nawiązują do możliwości zastosowania ich w bibliotekach, trudno znaleźć przykłady ich rzeczywistych wdrożeń w rozwiązaniach bibliotecznych. Częściej natomiast podejmowane są kwestie związane z zastosowaniem blockchainu w innych instytucjach zajmujących się gromadzeniem, przechowywaniem i udostępnianiem danych, takich jak choćby wydawnictwa uczelniane, muzea czy archiwa.

Większość badaczy przyznaje, że technologia łańcucha bloków z powodzeniem może być wykorzystywana w zarządzaniu zbiorami i usługami, ponieważ pozwala na decentralizację rutynowych procesów bibliotecznych. Wielu autorów dostrzega także rolę bibliotek w edukowaniu obywateli na temat wykorzystywania tej technologii, zwłaszcza ukazywania jej potencjału w obszarze walki z korupcją czy zapewniania transparentności umów i transakcji⁶¹. Są oni jednak również świadomi faktu, że jej wdrożenie w tych placówkach wiąże się z pewnymi trudnościami i przeszkodami. Po pierwsze, wymaga zapewnienia przejrzystości i otwartości (publiczny wgląd), co nie w każdej sytuacji może być pożądaną przez uczelnie. Po drugie, wymusza zmianę podejścia do przetwarzania danych, które musi obejmować zarządzanie danymi związanymi zarówno z obiektami, przedmiotami, jak i osobami. Po trzecie, łączy się z ogromnymi nakładami finansowymi na infrastrukturę techniczną i wymaga konieczności zmian w obszarze funkcjonowania uczelni (np. płatności za studia, procesy akredytacji, współpraca międzynarodowa, certyfikacja dyplomów)⁶².

Obserwując intensywny rozwój samej technologii łańcucha bloków oraz rosnącą liczbę publikacji na ten temat, można spodziewać się znacznego wzrostu zainteresowania tą technologią wśród pracowników bibliotek. Z całą pewnością niektóre z propozycji wykorzystania tej technologii będą miały niekwestionowaną, ogólną wartość (np. w obszarze zapewniania rzetelności informacji, jakości metadanych

61 J. Nicholson, *The Library as a Facilitator: How Bitcoin and Block Chain Technology Can Aid Developing Nations*, „The Serials Librarian” 2017, vol. 73, iss. 3–4, s. 357–364.

62 H. Haugsbakken, I. Langseth, *The Blockchain Challenge for Higher Education Institutions*, „European Journal of Education” 2019, vol. 2, iss. 3, s. 41–46.

czy zabezpieczenia kolekcji, zwłaszcza historycznych). Inne z kolei będą bardziej przydatne w procesach ewaluacji dorobku naukowego (np. w ocenie publikacji czy cytowań). Jeszcze inne będą wymagały współpracy użytkowników (np. w procesie wzajemnych wypożyczeń), a w konsekwencji do większego zaangażowania ze strony bibliotekarzy (nadzór i kontrola interakcji użytkowników). W tym kontekście już teraz warto pomyśleć o przygotowaniu odpowiednich szkoleń, dzięki którym wdrażanie innowacyjnych rozwiązań będzie przebiegało bez większych trudnień, zarówno po stronie bibliotek, jak i ich użytkowników.

Bibliografia

- [Satoshi Nakamoto], *Bitcoin P2P e-cash paper*, [on-line:] <https://www.metzdowd.com/pipermail/cryptography/2008-October/014810.html> – 15.08.2023.
- ARCHANGEL – *Trusted Archives of Digital Public Records*, [on-line:] <https://www.archangel.ac.uk> – 15.08.2023.
- ARTIFACTS: *A Blockchain Platform for Scientific and Academic Research*, [on-line:] [<https://artifacts.ai> – 15.08.2023.
- BazTech, [on-line:] <http://baztech.icm.edu.pl> – 15.08.2023.
- Blockchain – *(prawie) wszystko co należy o nim wiedzieć*, [on-line:] <https://comparic.pl/blockchain-prawie-wszystko-co-nalezy-o-nim-wiedziec> – 15.08.2023.
- Brave Browser: *Bezpieczna, szybka i prywatna przeglądarka internetowa z Adblockerem*, [on-line:] <https://brave.com/pl> – 15.08.2023.
- Cal LaFountain, [on-line:] <https://callafountain.com> – 15.08.2023.
- CEJSH, [on-line:] <http://cejsh.icm.edu.pl> – 15.08.2023.
- Celewicz P., *Blockchain – system operacyjny nowoczesnego miasta*, „Środowisko Mieszkańców” 2018, nr 23, s. 102–109.
- Co to jest blockchain i kto powinien się go obawiać? Tłumaczymy*, [on-line:] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Co-to-jest-blockchain-i-kto-powinien-sie-go-oba-wiac-7557056.html> – 15.08.2023.
- Drescher D., *Blockchain. Podstawy technologii łańcucha bloków w 25 krokach*, Gliwice 2017.
- Dudek D., *Możliwości wykorzystania technologii blockchain w obszarze edukacji*, „Informatyka Ekonomiczna” 2017, nr 3, s. 55–65.
- EBSCO: *Library, Information Science and Technology Abstracts with Full Text*, [on-line:] <https://www.ebsco.com/pl-pl/produkty/badawcze-bazy-danych/library-information-science-and-technology-abstracts-full-tex> – 15.08.2023.
- Elsevier About ScienceDirect: *Premier platform for discovering peer-reviewed scientific, technical and medical information*, [on-line:] <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect> – 15.08.2023.
- Emerald Insight: *Library High Tech News*, [on-line:] <https://www.emerald.com/insight/publication/issn/0741-9058> – 15.08.2023.
- Haugsbakken H., Langseth I., *The Blockchain Challenge for Higher Education Institutions*, „European Journal of Education” 2019, vol. 2, iss. 3, s. 41–46.
- Houben R., Snyers A., *Cryptocurrencies and blockchain. Legal context and implications for financial crime, money laundering and tax evasion*, Brussels 2018.

Information Technology and Libraries: About the Journal, [on-line:] <https://ejournals.bc.edu/index.php/ital/about> – 15.08.2023.

Kisiel M., *Twórca bitcoina zdemaskowany?*, [on-line:] <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Tworca-bitcoina-zdemaskowany-3076197.html> – 15.08.2023.

Klinger B., Szczepański J., *Blockchain – historia, cechy i główne obszary zastosowań*, „Człowiek w Cyberprzestrzeni” 2017, nr 1, s. 11–27.

Laurence T., *Blockchain for Dummies*, New Jersey 2020.

Mrowiec D., *The concept of an energy cluster model based on the peer-to-peer energy trading mechanism*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2019, nr 63, s. 109–112.

Nahotko M., *Zarządzanie mediami elektronicznymi z wykorzystaniem technologii blockchain w komunikacji naukowej*, „Zarządzanie Mediami” 2021, t. 9, nr 3, s. 429–449.

Nowak I., *Blockchain eliminuje pośredników*, „Logistyka” 2019, nr 3, s. 65–68.

Nowakowski W., *Ethereum: rozwój zastosowań technologii Bitcoina*, „Elektronika: konstrukcje, technologie, zastosowania” 2015, nr 12, s. 63–65.

Rutkowski B., *Blockchain – aspekty technologiczne oraz przykłady zastosowań*, [on-line:] <https://www.lazarski.pl/pl/nauka-i-badania/instytuty/wydzial-ekonomii-i-zarzadzania/centrum-technologii-blockchain/blockchain-aspekty-technologiczne-oraz-przyklady-zastosowan> – 15.08.2023.

Scimago Journal & Country Rank: Computers in Libraries, [on-line:] <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=15416&tip=sid> – 15.08.2023.

Scopus: Content Coverage Guide, [on-line:] <https://www.elsevier.com/?a=69451> – 15.08.2023.

Scopus: Największa baza literatury recenzowanej, [on-line:] <https://www.elsevier.com/pl-pl/solutions/scopus> – 15.08.2023.

Stępień R., *Możliwości zastosowania sztucznej inteligencji i blockchain w działalności archiwalnej. Przegląd doświadczeń zagranicznych*, „Archeion” 2021, nr 122, s. 81–83.

Stooq: Dane historyczne: Bitcoin/U.S. Dollar 1:1, [on-line:] <https://stooq.pl/q/d/?s=btcsd&c=0> – 15.08.2023.

The News Provenance Project: about NPP, [on-line:] <https://www.newsprovenanceproject.com/about-npp> – 15.08.2023.

United Kingdom Serials Group: Insights, the UKSG journal, [on-line:] <https://insights.uksg.org> – 15.08.2023.

University of North Texas: Department of Information Science: Dr. Brady D. Lund, [on-line:] <https://informationscience.unt.edu/brady-lund> – 15.08.2023.

Wasiuta O., Wasiuta S., *Deepfake jako skomplikowana i głęboko fałszywa rzeczywistość*, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia de Securitate” 2019, nr 3, s. 19–30.

Web of Science: Summary of Coverage, [on-line:] <https://clarivate.libguides.com/webofscienceplatform/coverage> – 15.08.2023.

Aneks: Publikacje poddane analizie

Ajibade P., Mutula S. M., *Virtual learning: a disruptive service in academic libraries*, „Library Hi Tech News” 2021, vol. 38, iss. 1, s. 12–13.

Blockchain, ed. by S. Hirsh and S. Alman, Chicago 2020.

Bralić V., Stančić H., Stengård M., *A blockchain approach to digital archiving: digital signature certification chain preservation*, „Records Management Journal” 2020, vol. 30, iss. 3, s. 345–362.

Çetin B., *Blokzincir Teknolojisi Bilgiye Erişimde Nasıl Kullanılır? Mevcut Durum ve Potansiyeller*, „Turkish Librarianship” 2020, vol. 34, iss. 1, s. 65–70.

Coghill J. G., *Blockchain and its implications for libraries*, „Journal of Electronic Resources in Medical Libraries” 2018, vol. 15, iss. 2, s. 66–70.

De Sarkar T., *Access, organize and communicate: the strategic use of browser plugins in libraries*, „Library Hi Tech News” 2022, vol. 39, iss. 7, s. 19–23.

Dolan L., Korinek K., Kavanaugh B., Sandler B., *Off the Chain: Blockchain Technology – An Information Organization System*, „Technical Services Quarterly” 2019, vol. 36, iss. 3, s. 281–295.

Duragappa Sheshadri K. N., *Embracing Blockchain Technology in Academic Libraries in Indian Scenario: A Conceptual Study*, „International Journal of Information Studies & Libraries” 2022, vol. 7, iss. 1, s. 1–6.

Enis M., *SJSU-Led Team Explores Blockchain*, „Library Journal” 2018, vol. 143, iss. 1, s. 16–20.

Frederick D. E., *Blockchain, libraries and the data deluge*, „Library Hi Tech News” 2019, vol. 36, iss. 10, s. 1–7.

Frederiksen L., *Best of the Literature*, „Public Services Quarterly” 2018, vol. 14, iss. 2, s. 155–159.

Fu M.-H., *Integrated Technologies of Blockchain and Biometrics Based on Wireless Sensor Network for Library Management*, „Information Technology and Libraries” 2020, vol. 39, iss. 3, s. 5–8.

Ginsberg D., *Blockchain 3.0 or Web 3.0? Blockchain: What it is, how it's being used, and what it means for the future of law libraries*, „AALL Spectrum” 2017, vol. 22, iss. 1, s. 36–39.

Gul S., Bano S., *Smart libraries: an emerging and innovative technological habitat of 21st century*, „Electronic Library” 2019, vol. 37, iss. 5, s. 764–783.

Hamilton M., *Of modems and pixie dust – blockchain demystified*. „Insights: the UKSG journal” 2019, vol. 32, iss. 1, [on-line:] <https://insights.uksg.org/articles/10.1629/uksg.447-15.08.2023>.

Hoy M. B., *An Introduction to the Blockchain and Its Implications for Libraries and Medicine*, „Medical Reference Services Quarterly” 2017, vol. 36, iss. 3, s. 273–279.

Hussain a., *Uses of blockchain technologies in library services*, „Library Hi Tech News” 2021, vol. 38, iss. 8, s. 9–11.

Huwe T. K., *Blockchain and the Library: Beyond the Numbers Game*, „Computers in Libraries” 2019, vol. 39, iss. 1, s. 8–10.

Labrake M., *Getting your faqs straight: how to make your knowledgebase power virtual reference*, „Computers in Libraries” 2019, vol. 39, iss. 8, s. 14–19.

LaFountain C., *Blockchain, Cryptocurrencies, and Non-Fungible Tokens: What Libraries Need to Know*, „Computers in Libraries” 2021, vol. 41, iss. 4, s. 4–11.

- LaFountain C., *Non-Fungible Tokens, Libraries, and Publishers*, „Online Searcher” 2021, vol. 45, iss. 4, s. 22–26.
- Lamanna C., La Manna M., *The fundamental problem blocking open access and how to overcome it: the BitViews project*. „Insights: the UKSG journal” 2019, vol. 32, iss. 34, [on-line:] <https://insights.uksg.org/articles/10.1629/uksg.488> – 15.08.2023.
- Liu X., *A Smart Book Management System Based on Blockchain Platform*, [w:] *Conference on Communications, Information System and Computer Engineering (CISCE)*, Haikou 2019, s. 120–123.
- Lund B., *The Brave browser: a monetary opportunity for libraries in the cryptoverse*, „Library Hi Tech News” 2020, vol. 38, iss. 6, s. 15–16.
- Lund B., *The Fourth Industrial Revolution: Does It Pose an Existential Threat to Libraries?*, „Information Technology & Libraries” 2021, vol. 40, iss. 1, s. 1–4.
- Maidment-Otlet R., *Digital-first approaches and the library brand in a post-pandemic world*, [w:] *Libraries, Digital Information, and COVID*, ed. by D. Baker, L. Ellis, Chicago 2021, s. 103–107.
- Meth M., *Blockchain in Libraries*, „Library Technology Reports” 2019, vol. 55, iss. 8, s. 1–24.
- Morriello R., *Blockchain, intelligenza artificiale e internet delle cose in biblioteca*, „AIB Studi” 2019, vol. 59, iss. 1–2, s. 45–68.
- Nicholson J., *The Library as a Facilitator: How Bitcoin and Block Chain Technology Can Aid Developing Nations*, „The Serials Librarian” 2017, vol. 73, iss. 3–4, s. 357–364.
- Oyelude A. A., *What’s trending in blockchain technology and its potential uses in libraries*, „Library Hi Tech News” 2019, vol. 36, iss. 9, s. 17–18.
- Pack L., *NFTs: A New Approach to Digital Content*, „Information Today” 2021, vol. 38, iss. 8, s. 30.
- Rubel D., *No Need to Ask: Creating Permissionless Blockchains of Metadata Records*, „Information Technology and Libraries” 2019, vol. 38, iss. 2, s. 1–17.
- Tella A., *The Future of Libraries in Nigeria during the Fourth Industrial Revolution*, „Portal: Libraries & the Academy” 2022, vol. 22, iss. 3, s. 547–558.
- Verma M., *The Study on Blockchain-Based Library Management and its Characterization*, „International Journal of Trend in Scientific Research and Development” 2021, vol. 5, iss. 3, s. 1147–1149.
- Yoo K., *Academic Law Libraries’ New Frontier – The Post-truth Cognitive Bias Challenge and Calls for behavioral and Structural Reforms*, „Law Library Journal” 2021, vol. 113, iss. 2, s. 129–154.

Streszczenie

Celem artykułu jest wskazanie obszarów zastosowania technologii blockchain w bibliotekach akademickich. Zastosowano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa. Badaniami objęto lata 2008–2022. Przeprowadzono wyszukiwanie w źródłach zagranicznych (baza Web of Science Core Collection, baza Library, Information Science and Technology Abstracts, baza Science Direct, baza Scopus) i polskich (baza The Central European Journal of Social Sciences and Humanities, baza BazTech). Zebrany materiał poddano analizie formalnej i treściowej. Z przeglądu literatury fachowej wynika, że blockchain jest technologią, która może znaleźć zastosowanie w takich obszarach działalności bibliotek akademickich, jak przechowywanie danych,

[336]

Piotr Chmielewski, Małgorzata Kowalska-Chrzanowska, Przemysław Krysiński

zarządzanie umowami licencyjnymi i prawami cyfrowymi, wspieranie komunikacji naukowej i otwartej nauki, zarządzanie metadanymi, danymi, zbiorami i kolekcjami, zarządzanie procesem wypożyczeń, obsługa użytkowników oraz organizacja i certyfikacja szkoleń.

Słowa kluczowe: blockchain, biblioteki akademickie, łańcuch bloków, systemy IT, zintegrowane systemy biblioteczne, studium literaturowe

Opportunities for the use of blockchain technology in academic libraries

Abstract

The purpose of the article is to identify areas of application of blockchain technology in academic libraries. The method of literature analysis and criticism was applied. The research covered the years 2008–2022, and a search was conducted in foreign sources (Web of Science Core Collection database, Library, Information Science and Technology Abstracts database, Science Direct database, Scopus database) and Polish sources (The Central European Journal of Social Sciences and Humanities database, BazTech database). The collected material was subjected to formal analysis and content analysis. The literature review shows that blockchain is a technology that can find application in such areas of academic library operations as data storage; management of license agreements and digital rights; support of scholarly communication and open science; management of metadata, data, collections, and collections; management of the loan process; user service, and organization and certification of training.

Keywords: blockchain, academic libraries, blockchain, IT systems, integrated library systems, literature study