

# Znaczenie technologii Blockchain w rozwoju ubezpieczeń rolniczych – przegląd aplikacji i rozwiązań

*Katarzyna Kosior*

---

## Abstrakt

Celem artykułu była analiza korzyści i ryzyk związanych z wykorzystaniem technologii Blockchain (łańcucha bloków) w obszarze ubezpieczeń rolniczych. Do oceny potencjału łańcucha bloków wykorzystano analizę literatury przedmiotu oraz metodę studium przypadku. Analizowane były rozwiązania i aplikacje oferowane przez firmy prywatne na komercyjnych platformach cyfrowych oraz oferta ubezpieczeniowa dostępna bądź planowana do udostępnienia na platformach tworzonych przy współudziale i finansowym zaangażowaniu sektora publicznego. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że rozwiązania oparte na Blockchainie, w połączeniu z dodatkowymi funkcjami integrowania i analizowania danych z otoczenia, mogą istotnie poprawić ochronę ubezpieczeniową i zarządzanie ryzykiem w rolnictwie. Oparcie się na danych rejestrowanych i sprawdzanych przez wszystkie węzły sieci zwiększa bowiem pewność i przejrzystość transakcji na rynku ubezpieczeniowym i równocześnie prowadzi do zmniejszenia asymetrii informacji, która jest główną przyczyną zawodności rynku w segmencie ubezpieczeń rolniczych. Inteligentne umowy ubezpieczeniowe oraz rozwiązania zakładające automatyczne płatności i wypłaty odszkodowań (m.in. w stabilnych kryptowalutach), mogą dodatkowo ograniczyć koszty transakcji i usprawnić relacje kontraktowe między ubezpieczycielami i ubezpieczającymi się rolnikami. W rezultacie Blockchain może zwiększyć pulę dostępnych ubezpieczeń i zakres ochrony ubezpieczeniowej w sektorze rolnym. Technologia ta wzmacnia szczególnie możliwości rozwoju ubezpieczeń parametrycznych, które koncentrują się na ryzykach pogodowych oraz związanych ze zmianami klimatu. Z drugiej strony, z technologią Blockchain wiążą się też określone problemy i zagrożenia (m.in. ryzyko celowego zaśmiecenia łańcucha bloków danymi niezwerifikowanymi na wejściu bądź o niskiej jakości, problem dużego śladu węglowego publicznych sieci P2P czy wciąż niepewny kształt regulacji i rozwiązań prawnych odnoszących się do inteligentnych umów dokonujących płatności w kryptowalutach). Mimo wszystko należy oczekiwać, że zainteresowanie cyfryzacją ubezpieczeń rolniczych w oparciu o technologię Blockchain będzie rosło. Wpływać na to będą zwiększona częstotliwość wydarzeń klęskowych powodowanych przez zmiany klimatu oraz rosnące koszty obsługi tradycyjnych instrumentów ubezpieczenia ryzyk występujących w działalności rolniczej.

**Słowa kluczowe:** Blockchain, cyfrowe ubezpieczenia rolnicze, inteligentne umowy ubezpieczeniowe, kryptowaluty w płatnościach ubezpieczeniowych, ubezpieczenia parametryczne.

---

**Katarzyna Kosior**, dr, Zakład Ekonomiki Agrobiznesu i Biogospodarki, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie.

## Wstęp

Dane i technologie cyfrowe są katalizatorami głębokich zmian i przeobrażeń w różnych sektorach i branżach gospodarki. W istotnym stopniu wpływają również na funkcjonowanie i perspektywy rozwoju rynku ubezpieczeniowego. Efektem coraz powszechniejszego wykorzystania technologii cyfrowych są szybko przyrastające zasoby danych operacyjnych i biznesowych oraz danych z otoczenia, które otwierają nowe możliwości rozwoju. Wiele przedsiębiorstw i startupów wykorzystuje kompetencje technologiczne w zakresie analizy danych do tworzenia nowych produktów i usług ubezpieczeniowych bądź do wspierania działań innych przedsiębiorstw i podmiotów funkcjonujących w sektorze ubezpieczeniowym. Segment ten, określany mianem *InsurTech* (od połączenia angielskich słów *insurance* i *technology*), jest obecnie jednym z głównych nośników innowacji na rynku ubezpieczeniowym. Proponowane przez przedsiębiorstwa tego segmentu rozwiązania i innowacje podnoszą zarówno ochronę i wygodę ubezpieczonych, jak i efektywność działania branży ubezpieczeniowej.

Szczególnie duże potrzeby w zakresie zwiększenia efektywności funkcjonowania rynku ubezpieczeń widoczne są w sektorze rolnictwa<sup>1</sup>. Pomimo rosnących zagrożeń i ryzyk o charakterze pogodowo-klimatycznym oraz problemów związanych z rozprzestrzenianiem się chorób zakaźnych zwierząt w wielu krajach świata, w tym w Polsce, zainteresowanie ubezpieczeniami jest ograniczone<sup>2</sup>. Nieefektywny rynek ubezpieczeniowy w rolnictwie ogranicza możliwości stabilizowania produkcji rolniczej. Przyczynia się równocześnie do niedoinwestowania gospodarstw rolnych i petryfikacji problemu niskich dochodów w sektorze<sup>3</sup>. Choć w Polsce ubezpieczenia upraw rolnych i zwierząt gospodarskich objęte są obowiązkiem ustawowym, a składki ubezpieczeń dotowane są z budżetu państwa, wciąż niewielu rolników decyduje się na zakup polis ubezpieczeniowych. W 2018 roku powierzchnia upraw rolnych objętych ubezpieczeniem wyniosła jedynie 3,2 mln ha, co stanowiło 22,3%

1. Zob. J. Kulawik, *Ryzyko i tradycyjne ubezpieczenia rolne – podstawy teoretyczne* [w:] *Ocena funkcjonowania ubezpieczeń upraw i zwierząt gospodarskich w polskim rolnictwie*, red. J. Pawłowska-Tyszko, Warszawa, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2017, s. 24–34; *Identyfikacja podstaw przemian i problemów ubezpieczeń rolnych*, red. M. Soliwoda, Warszawa, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2020, s. 663.
2. Według danych NatCatSERVICE, Eurostat i MunichRe Polska – obok Grecji, Portugalii i Włoch – jest tym krajem UE, w którym ryzyka i szkody powodowane przez zmiany klimatu pozostają niemal całkowicie poza ochroną ubezpieczeniową. O. Sushchenko, R. Schwarze, *Distributed Ledger Technology for an Improved Index-Based Insurance in Agriculture*, „Journal of Integrated Disaster Risk Management” 2020, Vol. 10(2), s. 69.
3. M. Castillo, S. Boucher, M. Carter, *Index insurance: Using public data to benefit small-scale agriculture*, „International Food and Agribusiness Management Review” 2016, Vol. 19(A), s. 94.

całkowitej powierzchni użytków rolnych w Polsce<sup>4</sup>. Odsetek pogłowia zwierząt gospodarskich objętych ubezpieczeniem również utrzymuje się na bardzo niskim poziomie od lat. W 2018 roku zaledwie 9% pogłowia drobiu, 0,5% pogłowia świń i 0,2% pogłowia bydła w Polsce było objętych ubezpieczeniem<sup>5</sup>. Istotne jest więc poszukiwanie rozwiązań i innowacji, które mogłyby zwiększyć udział rolników w systemie ubezpieczeń. Równie ważna pozostaje kwestia zwiększania efektywności wydatkowania środków publicznych w obszarach związanych z funkcjonowaniem ubezpieczeń rolniczych<sup>6</sup>.

Jedną z technologii cyfrowych, która może odegrać szczególnie ważną rolę w rozwoju i wzmacnianiu systemu ubezpieczeń w rolnictwie jest technologia Blockchain. Blockchain jest zarówno rodzajem cyfrowej, rozproszonej bazy danych, wykorzystującej zaawansowaną kryptografię do zapewnienia bezpieczeństwa, pewności i wiarygodności przechowywanych w niej danych i informacji, jak i narzędziem do tworzenia nowych aplikacji cyfrowych. Coraz częściej wskazuje się, że cyfrowe ubezpieczenia rolnicze, oparte na technologii Blockchain, mogą stanowić atrakcyjną alternatywę dla klasycznych umów ubezpieczeniowych. W niektórych krajach produkty ubezpieczeniowe rejestrowane w Blockchainie są już oferowane rolnikom. Część produktów opiera się na idei ubezpieczeń indeksowych (parametrycznych), które gwarantują wypłaty stałych stawek odszkodowań po wystąpieniu zdarzenia opisanego określonym parametrem, inne wykorzystują dane rejestrowane w Blockchainie do *underwritingu* i określania wysokości odszkodowań po wystąpieniu zdarzenia klęskowego. Potrzeba zapewnienia bardziej efektywnych i szerzej dostępnych instrumentów transferowania ryzyk związanych z nasilającymi się wydarzeniami klęskowymi powodowanymi przez zmiany klimatu może w najbliższych latach zwiększyć popularność produktów parametrycznych oraz rozwiązań pozwalających na szybkie szacowanie szkód w przypadku ubezpieczeń tradycyjnych. Choć wykorzystanie technologii Blockchain w sektorze ubezpieczeń wciąż jest stosunkowo niewielkie, analizy dostępnych źródeł literaturowych i branżowych wskazują na bardzo wysoki potencjał wykorzystania tej technologii w przyszłości<sup>7</sup>. Rozwiązania oparte na Blockchainie, w połączeniu z lepszymi możliwościami integrowania i analizowania

4. *Wspieranie środkami publicznymi systemu ubezpieczeń rolniczych*. Informacja o wynikach kontroli, Najwyższa Izba Kontroli, Departament Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2020, s. 10, <https://www.nik.gov.pl/plik/id,22251,vp,24920.pdf>, dostęp 28.07.2021.

5. *Ibidem*.

6. M. Soliwoda, J. Pawłowska-Tyszko, A. Gorzelak, *Zarządzanie ryzykiem katastroficznym w rolnictwie – wybrane problemy. Perspektywa międzynarodowa i Polski*, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” 2017, nr 1, s. 688.

7. A.K. Kar, L. Navin, *Diffusion of blockchain in insurance industry: An analysis through the review of academic and trade literature*, „Telematics and Informatics” 2021, Vol. 58.

danych z otoczenia, zmniejszają bowiem asymetrię informacji na rynku ubezpieczeń. Wychodzą równocześnie naprzeciw rosnącym potrzebom usprawnienia relacji kontraktowych między ubezpieczycielami i ubezpieczającymi się<sup>8</sup>.

Celem artykułu jest omówienie korzyści i ryzyk związanych z wykorzystaniem technologii Blockchain w obszarze ubezpieczeń rolniczych, w tym kierunków, w jakich rozwija się segment InsurTech dla rolnictwa. Wskazany temat nie był dotąd szerzej analizowany w literaturze przedmiotu. W badaniach poświęconych cyfryzacji w sektorze rolno-spożywczym, w tym w analizach możliwych obszarów zastosowania technologii łańcucha bloków, uwaga była głównie skupiona na systemach produkcji rolniczej oraz na funkcjonowaniu łańcuchów dostaw żywności. Struktura artykułu jest następująca: w pierwszej części artykułu po krótkiej charakterystyce i omówieniu zasad działania technologii Blockchain przedstawiono najważniejsze korzyści i ryzyka związane z wykorzystaniem tej technologii w ubezpieczeniach w rolnictwie. W ocenie potencjału i ograniczeń technologii Blockchain wykorzystano została metodę badań literaturowych oraz analizę danych źródłowych dostępnych w opracowaniach i raportach branżowych. Druga część artykułu zawiera się analizę wybranych przypadków i pomysłów na wykorzystanie technologii Blockchain w ubezpieczeniach rolniczych. Analizowane są zarówno działania i innowacje rozwijane przez przedsiębiorstwa segmentu InsurTech, jak i projekty oraz działania inicjowane przez podmioty sektora publicznego oraz finansowane bądź współfinansowane ze środków publicznych. Artykuł kończą wnioski i podsumowanie.

### Technologia Blockchain – zasady działania

Technologia Blockchain (łańcucha bloków) jest stosunkowo nową technologią cyfrową. Jej narodziny związane są z pojawieniem się w Internecie na początku 2009 roku programu o otwartym kodzie źródłowym, który pozwolił na wygenerowanie pierwszego bloku bitcoinów – kryptowaluty umożliwiającej dokonywanie płatności online bezpośrednio między zainteresowanymi użytkownikami, bez konieczności rejestrowania transakcji przez strony trzecie (banki)<sup>9</sup>. Zasady działania łańcucha bloków wykorzystywane są jednak nie tylko do tworzenia kryptowalut, lecz także do rejestrowania danych i transakcji w wielu innych obszarach. W istocie

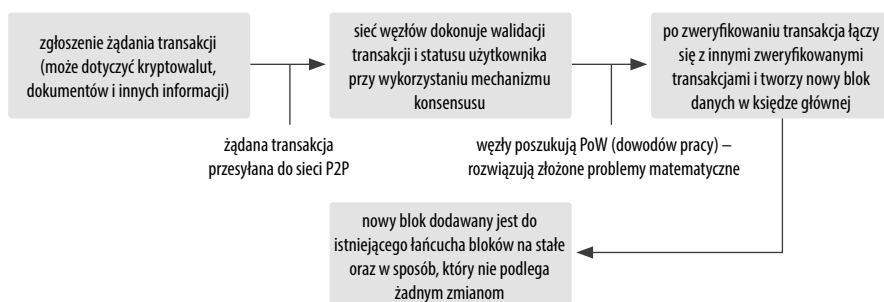
8. Zob. P. Tasca, *Insurance under the Blockchain Paradigm* [w:] *Business Transformation through Blockchain*, eds. H. Treiblmaier, R. Beck, Cham, Palgrave Macmillan, 2019, s. 273–285.

9. *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain oraz kryptowalut*, red. K. Piech, Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa 2016.

rozwijanych jest wiele rodzajów łańcuchów bloków, dlatego wskazuje się, że Blockchain jest bardziej zbiorem technologii niż jedną technologią<sup>10</sup>.

Wspólną cechą rozwiązań opartych na Blockchainie jest wykorzystanie rejestrów rozproszonych (systemu wielu współpracujących ze sobą węzłów-komputerów), które nie wymagają zaangażowania centralnego operatora czy zewnętrznego organu kontrolnego. Dzięki przyjętym algorytmom konsensusu, sieć węzłów *peer-to-peer* (P2P) tworzy współdzieloną i w pełni zsynchronizowaną cyfrową bazę danych (księgę główną), która nie pozwala na usuwanie czy fałszowanie zarejestrowanych transakcji. Dane i informacje rejestrowane są jako bloki. Pojedynczy blok grupuje wiele transakcji i jako taki dodawany jest jako kolejna sekwencja do istniejącego łańcucha bloków za pomocą kryptograficznych funkcji haszujących (funkcji zwrotu). Funkcje te tworzą tzw. unikalny odcisk palca, który zapisuje rejestrowane informacje jako ciąg znaków i liczb. Każdy kolejny blok zawiera odniesienie do poprzedniego bloku (ang. *hash*), znacznik czasowy utworzenia bloku, informacje na temat transakcji, numer przypisany do transakcji (ang. *nonce*) i inne szczegóły potrzebne dla działania protokołu<sup>11</sup>. Tak tworzony łańcuch kopiowany jest i przechowywany we wszystkich węzłach sieci P2P. Dzięki temu Blockchain zapewnia wysoki poziom bezpieczeństwa i ochrony danych – nawet jeśli jeden lub kilka węzłów przestanie działać bądź ulegnie awarii na skutek ataku hakerskiego, pozostałe węzły nadal będą zapewniać dostęp do danych oraz działanie systemu. Kluczowe etapy i działania w procesie rejestrowania i walidowania transakcji w łańcuchu bloków prezentuje rysunek 1.

Rysunek 1. Proces rejestrowania i walidowania transakcji w łańcuchu bloków



Źródło: Opracowanie własne na podstawie PWC, <https://www.pwc.com/us/en/industries/financial-services/fintech/bitcoin-blockchain-cryptocurrency.html>, dostęp 13.07.2021.

10. V. Babich, G. Hilary, *Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know about Blockchain Technology*, „Manufacturing and Service Operations Management” 2020, 22(2), s. 223–240.

11. A. Kamilaris, I. Cole, F.X. Prenafeta-Boldú, *Blockchain in agriculture [w:] Food Technology Disruptions*, ed. Ch. Galanakis, Academic Press, 2021, s. 267.

Wycofywanie bądź modyfikowanie danych zarejestrowanych w Blockchainie jest praktycznie niemożliwe, ponieważ każda taka operacja oznaczałaby konieczność pozyskania konsensusu dla zmian w każdym bloku od wszystkich węzłów sieci<sup>12</sup>. Łańcuch bloków jest więc chroniony przed manipulacjami i zmianami wstecz zarówno w przypadku, gdyby takie zmiany chciały wprowadzać podmioty trzecie, jak i podmioty zaangażowane bezpośrednio w łańcuch transakcji. W związku z tym każda transakcja online obejmująca zasoby cyfrowe z przeszłości może zostać zweryfikowana w jakimkolwiek momencie w przyszłości z zachowaniem pewności, że nie została ona zmieniona po rejestracji.

Blockchain może funkcjonować jako sieć publiczna (otwarta, ang. *unpermissioned*), w której nie wymaga się posiadania zezwolenia na rejestrowanie transakcji (mogą w niej uczestniczyć wszyscy zainteresowani) lub charakter sieci prywatnej (zamkniętej, ang. *permissioned*), która daje prawo do rejestrowania i sprawdzania transakcji wyłącznie uprawnionym podmiotom. Otwarty łańcuch bloków stosowany jest m.in. w przypadku kryptowalut (Bitcoina, Etheru i innych). Rejestrowanie transakcji obejmujących dane i informacje wrażliwe dla przedsiębiorstw odbywa się najczęściej w ramach prywatnych łańcuchów bloków. Prywatne łańcuchy bloków tworzą również instytucje sektora publicznego dla transakcji na linii państwo-obywatel lub państwo-biznes. Wskazać można trzy główne kategorie zastosowań Blockchaina: 1) realizację transakcji finansowych i płatności z użyciem kryptowalut; 2) tworzenie rozproszonych baz danych, oraz 3) zawieranie i wykonywanie inteligentnych umów (ang. *smart contracts*)<sup>13</sup>. Wszystkie wskazane możliwości i funkcje Blockchaina mogą w istotnym stopniu wspierać rozwój systemu ubezpieczeń w rolnictwie.

### Korzyści i ryzyka związane z wykorzystaniem technologii Blockchain w ubezpieczeniach rolniczych

Postępujące procesy cyfryzacji w gospodarce związane z wykorzystaniem Internetu Rzeczy, czujników i sztucznej inteligencji otwierają nowe możliwości rozwoju systemu ubezpieczeń rolniczych. Choć tempo cyfrowych zmian w rolnictwie jest wolniejsze niż w pozostałych sektorach gospodarki, szacuje się, że liczba aktywnych połączeń z Internetem Rzeczy wzrośnie w rolnictwie do ok. 47 milionów w 2022 roku i ok. 70 milionów w 2025 roku (z poziomu ok. 510 tysięcy, które odnotowano

12. *Leksykon pojęć...*, op. cit. s. 8–9.

13. *Transformative Technologies and Jobs of the Future. Background report for the Canadian G7 Innovation Ministers' Meeting, Montreal, Canada 27–28 March 2018*, OECD 2018, s. 15–16.

w 2016 roku)<sup>14</sup>. Można oczekiwać, że wolumen dostępnych danych istotnych dla sektora ubezpieczeniowego, szczególnie w obszarze szacowania ryzyk klimatycznych, ryzyk dla upraw i chowu, będzie szybko się zwiększać. Wpływać będą na to również inicjatywy sektora publicznego w zakresie poprawy dostępu do danych dotyczących Ziemi, środowiska i klimatu, w tym danych satelitarnych i danych z czujników naziemnych. Przedsiębiorstwa ubezpieczeniowe staną więc przed wyzwaniem wypracowania nowych rozwiązań w zakresie efektywnego wykorzystania danych w systemie ubezpieczeń rolniczych.

Blockchain jest technologią, która może wspierać przedsiębiorstwa sektora ubezpieczeniowego zarówno w obszarze związanym z zarządzaniem i wykorzystywaniem danych z różnych źródeł, jak i w obszarze związanym z zarządzaniem relacjami kontraktowymi. Wśród podstawowych korzyści wykorzystania technologii łańcucha bloków w systemie ubezpieczeń rolniczych wymienić należy poprawę dostępu do informacji oraz zwiększoną przejrzystość transakcji między podmiotami rynku ubezpieczeniowego. Problem asymetrii informacji wciąż jest jednym z głównych źródeł zawodności na rynku ubezpieczeń w rolnictwie. Prowadzi on do negatywnej selekcji na niekorzyść ubezpieczycieli, kiedy z ubezpieczeń rezygnują rolnicy z niskim ryzykiem wystąpienia zdarzenia ubezpieczeniowego, a decydują się na nie głównie rolnicy świadomi wyższych ryzyk *ex ante*. Nierówny dostęp do informacji prowadzi równocześnie do pokusy nadużyć ze strony lepiej poinformowanych uczestników rynku (w tym wypadku rolników, którzy mogą decydować się na bardziej ryzykowne zachowania po wykupieniu polisy ubezpieczeniowej)<sup>15</sup>. Zjawiska te przekładają się na wysokie koszty ubezpieczeń rolniczych i w efekcie na niedostateczny zakres ochrony ubezpieczeniowej w rolnictwie. Rejestrowanie danych, informacji oraz wszystkich zdarzeń objętych polisami ubezpieczeniowymi w rozproszonej, niepodatnej na manipulacje oraz niezmiennej bazie danych w istotnym stopniu podnosiłoby przejrzystość relacji i transakcji na rynku ubezpieczeniowym. Jako taka, technologia Blockchain mogłaby więc zwiększyć poziom bezpieczeństwa, wiarygodności i zaufania w procesach związanych z obsługą umów ubezpieczeniowych w sektorze rolnym.

Kolejna istotna korzyść związana z wykorzystaniem łańcucha bloków w systemie ubezpieczeń rolniczych wiąże się z możliwością znacznego usprawnienia relacji kontraktowych, obniżenia kosztów realizowanych transakcji i zwiększenia

14. *Number of Internet of Things (IoT) active connections in agriculture in the European Union (EU) in 2016, 2019, 2022 and 2025 (in millions)*, <https://www.statista.com/statistics/691880/agriculture-iot-active-connections-in-the-eu/>, dostęp 31.07.2021.

15. H. Xiong et al., *Blockchain technology for agriculture: applications and rationale*, „Frontiers in Blockchain” 2020, nr 3, s. 2.

efektywności operacyjnej przedsiębiorstw sektora ubezpieczeniowego. Obecnie głównym instrumentem zarządzania ryzykiem produkcyjnym w rolnictwie są polisy ubezpieczeniowe zakładające konieczność dokonywania oceny szkód powstałych w wyniku zdarzenia ubezpieczeniowego. Przeprowadzenie oceny szkód wiąże się z kosztami zaangażowania wewnętrznych lub zewnętrznych instytucji i ekspertów, i zazwyczaj jest rozłożone w czasie (może też wymagać wielu wizyt na miejscu zdarzenia). W rezultacie wypłata odszkodowania następuje z reguły po wielu tygodniach, a nawet miesiącach od momentu wystąpienia zdarzenia ubezpieczeniowego<sup>16</sup>. Istotnym ograniczeniem tego typu ubezpieczeń jest również niepewność co do ostatecznej wysokości odszkodowania, które zostanie wypłacone. Czynnikiem ten, wraz z długim czasem oczekiwania na wypłatę odszkodowania, może zniechęcać rolników do podejmowania decyzji o ubezpieczeniu produkcji w kolejnym sezonie. Wskazane ograniczenia nie występują jednak w przypadku ubezpieczeń indeksowych (parametrycznych), w których wypłata odszkodowania zależy wyłącznie od określonych w umowie wskaźników (parametrów). Ten rodzaj ubezpieczenia wprowadzony został do systemu ubezpieczeń rolniczych już w latach 90. ubiegłego wieku. Ze względu na ograniczony dostęp do danych i trudności związane z weryfikowaniem parametrów zapisanych w umowach, ubezpieczenia parametryczne przez długi czas nie stanowiły jednak atrakcyjnej alternatywy dla klasycznych ubezpieczeń rolniczych. Nowe technologie informacyjno-komunikacyjne oraz masowy napływ danych obserwowany w ostatnich latach znoszą te ograniczenia<sup>17</sup>. Szczególnie rozwój technologii Blockchain, w tym wykorzystanie rozwiązań pozwalających na komunikowanie się programów Blockchaina z danymi nierejestrowanymi w łańcuchu bloków, otwierają nowe i niedostępne dotąd możliwości rozwoju ubezpieczeń parametrycznych<sup>18</sup>.

Podstawową aplikacją Blockchaina, która może usprawnić relacje kontraktowe między podmiotami rynku ubezpieczeniowego, obniżyć koszty transakcji ubezpieczeniowych i równocześnie sprzyjać rozwojowi ubezpieczeń parametrycznych w rolnictwie są inteligentne umowy. Umowy te, będące w istocie programami komputerowymi, realizują zobowiązania oraz wykonują transakcje zapisane w umowach w sposób automatyczny i bez udziału pośredników, każdorazowo po wystąpieniu warunkującego je zdarzenia. Należy jednak podkreślić, że inteligentne umowy mogą

16. Zob. np. G. Kowalczyk, *Susza rozgrzewa rolników i pcha do sporu z rządem*, „Dziennik Gazeta Prawna” 9.08.2021.

17. H. Xiong et al., *Blockchain technology...*, op. cit.

18. Taki mechanizm łączenia danych łańcucha bloków z danymi zewnętrznymi zapewnia oprogramowanie Oracle – zewnętrzna usługa pozwalająca m.in. na realizację inteligentnych umów wykorzystujących dane pogodowe.



mieć bardzo zróżnicowany zakres działania – mogą realizować tylko niektóre lub większość zapisanych w umowach czynności. Jako takie, inteligentne umowy mogą być zatem stosowane do wszystkich rodzajów ubezpieczeń w rolnictwie, nie tylko do ubezpieczeń parametrycznych. W przypadku tych ostatnich Blockchain daje jednak najwięcej możliwości, ponieważ pozwala zautomatyzować cały ciąg czynności w ubezpieczeniowym łańcuchu wartości – szacowanie ryzyk dla poszczególnych rodzajów produkcji, wybór wskaźników i parametrów warunkujących wypłaty odszkodowań czy obliczenia składek ubezpieczenia i sumy ubezpieczenia, monitoring i obsługę umów, zarządzanie ryzykiem i wypłatę odszkodowań (w tym z wykorzystaniem kryptowalut)<sup>19</sup>.

W przypadku klasycznych ubezpieczeń zastosowanie inteligentnych umów ograniczałoby się głównie do obszarów związanych z szacowaniem ryzyk i szkód. Korzyści łańcucha bloków dla tego rodzaju ubezpieczeń obejmowałyby więc m.in. automatyczną rejestrację danych o szkodach oraz możliwość szybkiego określania zakresu i rodzaju strat. Choć programy te nie będą zaangażowane w automatyczną wypłatę odszkodowań, mogą przysyłać notyfikacje i inne informacje ubezpieczycielom i ubezpieczonym związane z obsługą umowy, w tym informacje dotyczące konieczności likwidacji szkody. Tym samym technologia łańcucha bloków oraz funkcjonujące w jej ramach inteligentne umowy mogą znacznie usprawniać i poprawiać relacje kontraktowe zarówno w przypadku umów dla ubezpieczeń parametrycznych, jak i bardziej tradycyjnych ubezpieczeń od szkód<sup>20</sup>. Podstawowe możliwości wykorzystania technologii Blockchain w systemie ubezpieczeń rolniczych prezentuje tabela 1.

Tabela 1. Możliwe obszary wykorzystania technologii Blockchain (BCT) w systemie ubezpieczeń rolniczych

Funkcje i usługi BCT w ubezpieczeniowym łańcuchu wartości	ubezpieczenia parametryczne	ubezpieczenia od szkód
Szacowanie puli ryzyk dla upraw i chowu na podstawie danych zarejestrowanych w łańcuchu bloków	+	+
Obliczanie wysokości składek i sumy ubezpieczenia dla poszczególnych gospodarstw	+	+
Monitoring i obsługa umów, w tym redagowanie, podpisywanie, odnawianie i wykonywanie umów	+	+

Ciąg dalszy tabeli na następnej stronie.

19. H. Xiong et al., *Blockchain technology...*, op. cit.

20. P. Adam-Kalfon et al., *Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance*, PwC 2017, <https://www.pwc.com.au/publications/pwc-blockchain.pdf>, dostęp 4.08.2021.

Tabela 1. Możliwe obszary wykorzystania technologii Blockchain (BCT) w systemie ubezpieczeń rolniczych (cd.)

Funkcje i usługi BCT w ubezpieczeniowym łańcuchu wartości	ubezpieczenia parametryczne	ubezpieczenia od szkód
Zarządzanie ryzykiem – monitorowanie ryzyk i zagrożeń, automatyczne alerty i powiadomienia	+	+
Obliczanie parametrów i wskaźników powiązanych z wypłatą odszkodowań	+	
Identyfikacja przypadków fałszowania umów, wykrywanie nadużyć i oszustw ubezpieczeniowych	+	+
Ocena i likwidacja szkód wywołanych zdarzeniem ubezpieczeniowym		+
Inteligentna umowa z funkcją rejestrowania należnych odszkodowań	+	+
Inteligentna umowa z funkcją automatycznych wypłat odszkodowań w kryptowalutach	+	

Źródło: Opracowanie własne.

Niewątpliwie inteligentne umowy połączone z przyjmowaniem i dokonywaniem płatności w kryptowalutach niosą ze sobą największy transformacyjny potencjał dla systemu ubezpieczeń nie tylko w rolnictwie, lecz także szerzej – w gospodarce. Dzięki wykorzystaniu kryptowalut możliwe jest usprawnienie procesów pozyskiwania kapitału, jak i uproszczenie, przyspieszenie oraz obniżenie kosztów realizacji płatności online. Ubezpieczenia oparte w całości na Blockchainie dawałyby możliwość wykorzystania cyfrowych walut zarówno w procesie regulowania należności z tytułu składek ubezpieczeniowych, w wypłatach należnych odszkodowań, jak i przy realizacji innych transakcji finansowych związanych z inwestycjami na rynku ubezpieczeniowym. Zainteresowanie wykorzystaniem kryptoaktywów w sektorze przedsiębiorstw wyraźnie wzrosło w ostatnim okresie, szczególnie od czasu pojawienia się globalnych stabilnych kryptowalut (ang. *stablecoins*). Są to kryptowaluty zabezpieczone aktywami zewnętrznymi (najczęściej tradycyjnymi walutami) i jako takie są mniej narażone na spekulacje i wahania wartości. Coraz częściej wskazuje się, że stabilne kryptowaluty mają potencjał, by stać się powszechnie akceptowanym środkiem wymiany<sup>21</sup>. Biorąc pod uwagę trudności rolników w dostępie do źródeł finansowania produkcji i inwestycji, w tym długi czas oczekiwania na wypłatę

21. Przykładowo firma Visa – jeden z liderów technologii płatniczych – w 2021 roku rozpoczęła współpracę z 50 czołowymi platformami kryptoaktywów z myślą o opracowaniu kart umożliwiających dokonywanie płatności za pomocą kryptowalut bez konieczności ich przewalutowania. Zob. S. Peters, *Bitcoin. Płatności kryptowalutowe Visy przekroczyły miliard dolarów*, „Money.pl”, 12.07.2021.

odszkodowań w ramach tradycyjnych ubezpieczeń, wdrożenie rozwiązań opartych na kryptoaktywach mogłoby istotnie poprawić płynność finansową gospodarstw rolnych. Obecnie w UE tworzone są regulacje, które mają umożliwić oraz wspierać wykorzystanie potencjału finansów cyfrowych w zakresie rozwoju innowacyjnych usług cyfrowych, alternatywnych instrumentów płatniczych i nowych źródeł finansowania dla przedsiębiorstw, przy jednoczesnym ograniczeniu ryzyka<sup>22</sup>.

Ryzyka związane z wykorzystaniem cyfrowych finansów w inteligentnych umowach ubezpieczeniowych, związane m.in. ze spekulacjami na rynku kryptowalut, są jednymi z wielu zagrożeń, które należy brać pod uwagę w ocenie potencjału technologii Blockchain w systemie ubezpieczeń rolniczych. Jak każda innowacja, również technologia łańcucha bloków obciążona jest problemami, które mogą ograniczać jej pozytywne oddziaływanie<sup>23</sup>. Choć Blockchain nie pozwala usuwać ani fałszować zarejestrowanych danych, nie daje gwarancji, że dane rejestrowane w rozproszonych bazach są prawdziwe, tj. odpowiadają rzeczywistym faktom i obserwacjom. Problem ten, określany jako *garbage in – garbage out*, może być efektem nieuczciwości uczestników łańcucha bloków już na starcie, bądź efektem pobierania danych z niesprawdzonych źródeł lub źródeł gromadzących dane o różnej jakości. W przypadku prywatnego łańcucha bloków deficyty te można zniwelować za pomocą mechanizmu weryfikowania czynności podmiotów uprawnionych do rejestrowania danych. Właściwe działanie systemu wprowadzania danych (np. danych pogodowych wykorzystywanych w ubezpieczeniach upraw rolnych) może również wymagać zaangażowania stron trzecich (np. wyspecjalizowanych firm, zajmujących się wyszukiwaniem i gromadzeniem danych wysokiej jakości). Tym samym nie we wszystkich obszarach korzyści związane z wyeliminowaniem pośredników z systemów opartych na łańcuchu bloków będą mogły być uzyskane.

Inną słabością technologii Blockchain są duże koszty związane z poborem energii elektrycznej – walidacja transakcji przez wszystkie węzły sieci wymaga dużej mocy obliczeniowej (dotyczy to szczególnie publicznych łańcuchów bloków i kryptowalut). Ponieważ procesory komputerów uczestniczące w sieci P2P zasilane są zazwyczaj energią nieodnawialną, działanie technologii Blockchain przyczynia się do znacznego wzrostu emisji CO<sub>2</sub> na świecie<sup>24</sup>. Paradoksalnie technologia, która ma ogromny potencjał, by wspierać zrównoważony rozwój rolnictwa poprzez

22. Zob. Wniosek w sprawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rynków kryptoaktywów i zmieniające dyrektywę (UE) 2019/1937, Bruksela, 24.9.2020, COM(2020) 593 final 2020/0265(COD).

23. A. Kamlaris, I. Cole, F.X. Prenafeta-Boldú, *Blockchain in agriculture...*, op. cit., s. 270–275.

24. Szacuje się, że sama produkcja (kopanie) Bitcoina generuje między 22 a 22.9 milionów Mt CO<sub>2</sub> rocznie. Ch. Stoll, L. Klaaßen, U. Gallersdörfer, *The carbon footprint of bitcoin*, „Joule” 2019, Vol. 3(7), s. 1647–1661.

bardziej efektywny system zarządzania ryzykiem, sama również generuje problemy środowiskowe. Rozwój cyfrowych ubezpieczeń rolniczych w ramach Blockchaina wymagałby zatem uwzględnienia równoległych działań na rzecz ograniczenia śladu węglowego tej technologii.

Poza ryzykami i kosztami związanymi z niedoskonałościami samej technologii, wykorzystanie łańcucha bloków w praktyce gospodarczej ograniczać mogą wybra-kowane i niespójne ramy prawne. Tempo rozwoju technologii cyfrowych, w tym technologii Blockchain, jest bardzo szybkie, dlatego na etapie prac legislacyjnych uwzględnienie wszystkich potencjalnych zastosowań, kolizji, ryzyk i zagrożeń jest niezwykle trudne<sup>25</sup>. Dodatkowo, harmonizacja działań legislacyjnych na poziomie międzynarodowym, która w przypadku platform cyfrowych i łańcuchów bloków jest szczególnie pożądana, wciąż pozostaje dużym wyzwaniem. Równolegle pojawiają się ryzyka i wyzwania w obszarze zarządzania danymi rejestrowanymi w rozproszonych bazach danych, zwłaszcza danymi osobowymi, które wpisywane są na stałe do inteligentnych umów. Brak możliwości usunięcia rekordów z Blockchaina oznacza, że problemem może być m.in. wyegzekwowanie „prawa do bycia zapomnianym”, które gwarantuje unijne rozporządzenie w sprawie ochrony danych osobowych<sup>26</sup>.

Trzecia kategoria ryzyk i problemów związana jest z barierami społeczno-kulturowymi i ekonomicznymi. Stosunkowo niski poziom kompetencji cyfrowych rolników oraz konserwatywne podejście do innowacji technologicznych mogą ograniczać możliwości skalowania sprzedaży produktów i usług cyfrowych opartych na Blockchainie. Niechęć do radykalnych innowacji, w tym wykorzystaniu nowych programów komputerowych i sztucznej inteligencji w procesie szacowania ryzyk i wypłaty odszkodowań, mogą być również firmy oferujące ubezpieczenia w rolnictwie oraz brokerzy i agenci ubezpieczeniowi. Blockchain niesie ze sobą duży potencjał transformacyjny dla wszystkich uczestników ubezpieczeniowego łańcucha wartości. Wdrożenie niektórych rozwiązań na szerszą skalę (np. ubezpieczeń parametrycznych) może wiązać się z koniecznością zmiany modeli biznesowych, w tym z nową organizacją pracy w sektorze ubezpieczeniowym. Dotyczy to szczególnie tych obszarów, w których inteligentne umowy i algorytmy maszynowego uczenia się mogłyby przejąć zadania wykonywane przez człowieka.

25. P. Adam-Kalfon et al., *Blockchain...*, op. cit.

26. M. Finck, *Blockchain and the General Data Protection Regulation. Can distributed ledgers be squared with European data protection law?* European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA), 2019, s. 74–75.

## Prototypy i przykłady wykorzystania technologii Blockchain w systemie ubezpieczeń rolniczych na świecie

Startupy technologiczne i firmy segmentu InsurTech odgrywają kluczową rolę w rozwoju cyfrowych ubezpieczeń rolniczych. InsurTech jest nowym segmentem na rynku ubezpieczeniowym – obejmuje przedsiębiorstwa i podmioty, które wykorzystują zaawansowane technologie i rozwiązania cyfrowe do tworzenia produktów i usług zwiększających ochronę i wygodę ubezpieczonych oraz podnoszących efektywność działania branży ubezpieczeniowej. Wyróżnić można trzy podstawowe kategorie firm tego segmentu – przedsiębiorstwa rzucające wyzwania (ang. *challengers*), tj. 1) wprowadzające nowe produkty i modele biznesowe w sektorze ubezpieczeniowym (określane również jako ang. *full carriers*); 2) przedsiębiorstwa wspierające (ang. *enablers*), oferujące specjalistyczne usługi na każdym etapie ubezpieczeniowego łańcucha wartości oraz 3) przedsiębiorstwa pośredniczące w sprzedaży ubezpieczeń online bądź dostarczające informacje na temat nowych produktów ubezpieczeniowych (ang. *distributors*)<sup>27</sup>. Analiza danych dostępnych na platformie Crunchbase, jednej z największych baz danych gromadzących informacje na temat innowacyjnych przedsiębiorstw i startupów na świecie, wskazuje, że w ostatnim okresie pojawiły się na rynku podmioty, które rozwijały bądź zamierzały rozwijać programy ubezpieczeniowe dla rolnictwa z wykorzystaniem technologii Blockchain<sup>28</sup>. Rośnie równocześnie liczba startupów i przedsiębiorstw specjalizujących się w wykorzystaniu technologii satelitarnych, dostarczaniu danych, modelowaniu i ocenie ryzyk ubezpieczeniowych w różnych obszarach. Raporty branżowe wskazują, że rynek ten ma duży potencjał transformacyjny, zwłaszcza w obszarze zarządzania ryzykami pogodowymi, katastroficznymi czy związanymi ze zmianami klimatu<sup>29</sup>. Ze startupami technologicznymi współpracują również duże przedsiębiorstwa i towarzystwa ubezpieczeniowe, które są zainteresowane rozbudową oferty produktów i usług ubezpieczeniowych czy zakupem określonych

27. *World InsurTech Report 2020*, CapGemini and EFMA 2020, [www.worldinsurtechreport.com](http://www.worldinsurtechreport.com), dostęp 10.08.2021.

28. Należy przy tym zaznaczyć, że ubezpieczenia rolnicze wciąż nie należą do najchętniej rozwijanych produktów. W trakcie wyszukiwań na platformie Crunchbase zidentyfikowano 1417 podmiotów przypisanych do segmentu InsurTech, z czego tylko 119 z nich wskazywało ubezpieczenia rolnicze jako jeden z obszarów działania, <https://www.crunchbase.com>, dostęp 26.07.2021.

29. *How insurance can help combat climate change*, McKinsey and Company, 6.01.2021, <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/how-insurance-can-help-combat-climate-change>, dostęp 26.07.2021.

innowacji usprawniających proces szacowania ryzyk ubezpieczeniowych w sektorze rolnym. Mimo wszystko, rynek cyfrowych ubezpieczeń dla rolnictwa wciąż ma charakter embrionalny. Prototypy produktów i produkty ubezpieczeniowe tworzone z wykorzystaniem Blockchajna oferowane są tylko na kilku platformach na świecie. Do najbardziej zaawansowanych i innowacyjnych platform dla cyfrowych produktów ubezpieczeniowych w rolnictwie zaliczyć można platformę firmy Arbol z USA, platformę Qoldau z Kazachstanu oraz rozwijaną w Europie platformę Beacon. Bliższa prezentacja wskazanych platform i przedsięwzięć naświetli możliwości oraz sposoby wykorzystania technologii Blockchain w ubezpieczeniach w sektorze rolnym.

### *Platforma Arbolmarket: sieć Ethereum i cyfrowe ubezpieczenia parametryczne*

Start-up Arbol utworzony został w 2018 roku w Stanach Zjednoczonych z myślą o poprawie dostępu do ubezpieczeń od ryzyk pogodowych dla różnych podmiotów, w tym szczególnie dla podmiotów i przedsiębiorstw funkcjonujących w sektorze rolno-spożywczym<sup>30</sup>. Efektem działania firmy Arbol jest platforma ArbolMarket, która zapewnia dostęp do narzędzi i rozwiązań ułatwiających oraz wspierających transakcje i umowy między narażonymi na ryzyka pogodowe producentami rolnymi a dostawcami kapitału – ubezpieczycielami i podmiotami zarządzającymi aktywami (bankami, funduszami hedgingowymi, inwestorami oraz innymi podmiotami zainteresowanymi osiągnięciem zysków z finansowania pogodowych instrumentów pochodnych)<sup>31</sup>. Wspólna dla rolników i ubezpieczycieli platforma ma ograniczać problem asymetrii informacji i w rezultacie sprzyjać obniżeniu cen składek ubezpieczeń od ryzyk pogodowych. Głównym produktem i zarazem usługą oferowaną na platformie ArbolMarket są ubezpieczenia parametryczne, które uzależniają wypłatę odszkodowań od ściśle określonych indeksów związanych ze zjawiskami pogodowymi i naturalnymi, nie od wycieńczeń szkód i strat w produkcji.

Ubezpieczenia firmy Arbol oferowane są w formie inteligentnych kontraktów, które dokonują automatycznych wypłat odszkodowań, jeśli wskazane w umowach indeksy zostaną osiągnięte. Umowy te działają jako zdecentralizowane aplikacje bezpośrednio na Blockchainie – w sieci Ethereum, w której każdy komputer (węzeł) przechowuje kopię wszystkich kontraktów oraz dokonuje weryfikacji transakcji związanych z wypłatą odszkodowań. Decyzja o oparciu platformy Arbolmarket

30. *Arbol – summary information*, <https://www.crunchbase.com/organization/arbol-markets>, dostęp 4.08.2021.

31. Informacje z platformy Arbolmarket, <https://www.arbolmarket.com/>, dostęp 4.08.2021.

na publicznej sieci Ethereum podyktowana była chęcią zapewnienia rolnikom i ubezpieczycielom jak najprostszyc w obsłudze aplikacji. Ethereum działa wolniej niż inne sieci zdecentralizowane, pozwala jednak na rozwiązania, które zwalniają użytkowników końcowych z posiadania wiedzy i umiejętności w zakresie stosowania kluczy prywatnych dających dostęp do Blockchajna. Tym samym użytkownicy mogą logować się do usługi na platformie Arbolmarket za pomocą chronionego hasła, tak jak to się dzieje w przypadku standardowych aplikacji sieci Web. Twórcy platformy oczekują, że rozwiązanie to zachęci bardziej tradycyjnych klientów sektora rolno-spożywczego do korzystania z inteligentnych kontraktów ubezpieczeniowych<sup>32</sup>.

Obecnie platforma Arbolmarket oferuje rolnikom oraz podmiotom zainteresowanym inwestycjami na rynku ubezpieczeniowym kilka produktów parametrycznych – ubezpieczenia przed ryzykami związanymi z nadmiernymi bądź niedostatecznymi opadami deszczu i śniegu, ochronę przed zbyt wysokimi temperaturami oraz ochronę przed zjawiskami pogodowymi uniemożliwiającymi wykonywanie czynności nawożenia. Zgodnie z zasadami działania platformy, rolnik po zalogowaniu może zgłosić chęć zawarcia inteligentnej umowy (wybierając przy tym rodzaj ubezpieczanego ryzyka, okres ochrony, obszary objęte ochroną, wysokość składki). Zgłoszenia widoczne są dla ubezpieczycieli-inwestorów, którzy mogą zgodzić się na proponowaną umowę lub ją odrzucić. Zarówno zainteresowany inwestor, jak i rolnik wpłacają do inteligentnego kontraktu określoną kwotę (w kryptowalucie Ether), aby w zamian otrzymać tokeny (zaświadczenia o podpisanej umowie). Rolnikowi dają one prawo do odszkodowania, inwestorowi prawo do realizacji zysków. Jeśli nastąpi zdarzenie ubezpieczeniowe (opisane ściśle przyjętym parametrem), rolnik otrzymuje automatycznie wszystkie środki finansowe przypisane do inteligentnej umowy (w kryptowalucie Ether). Jeśli analizy danych nie wykażą, iż wskazany w umowie parametr wystąpił, inteligentna umowa przydziela całą sumę Etheru ubezpieczycielowi (inwestorowi)<sup>33</sup>.

Część produktów obejmuje wszystkie kraje świata, pozostałe produkty dostępne są wyłącznie dla rolników w Stanach Zjednoczonych. W przypadku ubezpieczeń niektórych rodzajów ryzyk wymagane jest wprowadzenie na platformę dodatkowych informacji, np. działanie produktu parametrycznego chroniącego uprawy kukurydzy w okresie pylenia przed zbyt wysokimi temperaturami w ciągu dnia i w ciągu nocy wymaga podania przez rolników informacji o datach sadzenia. Na platformie

32. B. Andre, *Which blockchain is right for your DApp?*, 14.02.2019, <https://arbolmarket.medium.com/which-blockchain-is-right-for-your-dapp-89966f4dc515>, dostęp 4.08.2021.

33. S. Jha, B. Andre, O. Jha, *ARBOL: Smart Contract Weather Risk Protection for Agriculture*, 2019, <https://vdocuments.mx/reader/full/arbol-smart-contract-weather-risk-protection-for-agriculture-2019-08-08-arbol>, dostęp 8.08.2021.

są również dostępne produkty parametryczne, które nie wykorzystują indeksów związanych z pogodą. Takim produktem jest SmartYield Program, w którym wykorzystany jest indeks oparty na wysokości plonów. Źródłem danych są czujniki umieszczone w sprzęcie rolniczym<sup>34</sup>. Jeśli indeks plonów spada poniżej ustalonej granicy, rolnicy automatycznie otrzymują odszkodowanie. W przypadku tego produktu, podobnie jak w przypadku ubezpieczeń od ryzyk pogodowych, rolnicy nie muszą zgłaszać wniosków o odszkodowania. Znają również z góry wysokość odszkodowania. Tym samym podstawowe ograniczenia tradycyjnych ubezpieczeń – biurokracja związana ze składaniem wniosków, długi czas rozpatrywania zgłoszeń związany z procesem szacowania szkód i niepewna wysokość odszkodowania – zostają wyeliminowane. Twórcy platformy wskazują, że prostota działania ubezpieczeń parametrycznych, w połączeniu ze znacznie lepszym dostępem do technologii przetwarzania dużych ilości danych, pozwoli osiągnąć efekty skali oraz ograniczyć koszty dla ubezpieczycieli oraz ceny ubezpieczeń dla rolników<sup>35</sup>.

W ocenie i monitorowaniu parametrów (indeksów) wykorzystywane są dane satelitarne oraz dane pochodzące z naziemnych stacji meteorologicznych. Dane pobierane są z wiarygodnych źródeł (NASA i *National Oceanic and Atmospheric Administration*), a następnie rejestrowane przy wykorzystaniu protokołu IPFS (międzyplanetarnego systemu plików). Choć sam IPFS nie jest technologią łańcucha bloków, korzysta z jej założeń. Jest bowiem zdecentralizowanym i opartym na sieci peer-to-peer systemem przechowywania i udostępniania plików, stron internetowych, aplikacji i danych<sup>36</sup>. W celu zapewnienia stabilnego funkcjonowania platformy firma Arbol rozwija współpracę z podmiotami specjalizującymi się w dostarczaniu danych oraz z firmami produkującymi sprzęt pozwalający na gromadzenie danych<sup>37</sup>. Równolegle firma Arbol rozwija nowy ekosystem dla danych klimatycznych (dClimate) – zestaw narzędzi typu open source służących standaryzacji i budowie zasobów danych pogodowych z różnych źródeł w oparciu o IPFS, tj. za pomocą ścieżek (adresów) do treści, a nie adresów do określonych

34. S. Evans, *Arbol taps machinery sensors for parametric crop insurance triggers*, 24.02.2021, <https://www.artemis.bm/news/arbol-taps-machinery-sensors-for-parametric-crop-insurance-triggers/>, dostęp 8.08.2021.

35. *Parametric insurance revisited – insights from Arbol*, Insureblock Podcast (episode 145), 24.01.2021, <https://insureblocks.com/ep-145-parametric-insurance-revisited-insights-from-arbol/>, dostęp 10.08.2021.

36. Jako taki, IPFS – podobnie jak Blockchain – zwiększa bezpieczeństwo przechowywania danych (ewentualne ataki na konkretne serwery nie zamykają dostępu do danych, jak dzieje się to w przypadku scentralizowanych baz danych kontrolowanych przez jeden podmiot) i równocześnie eliminuje problem manipulowania danymi bądź usuwania niewygodnych informacji. IPFS ułatwia również prace związane z codziennymi procesami agregowania, synchronizowania i dystrybucji ogromnych ilości danych. Zob. *What is IPFS*, <https://docs.ipfs.io/concepts/what-is-ipfs/#decentralization>, dostęp 11.08.2021.

37. S. Evans, *Arbol taps machinery...*, op. cit.



lokalizacji przechowywania danych<sup>38</sup>. Rozwiązanie to ma zachęcać różne podmioty (m.in. naukowców, pracowników uczelni, agencje rządowe i mniejsze firmy zajmujące się gromadzeniem danych) do zaangażowania się w działania na rzecz budowy rozproszonych baz danych pogodowych. Jako taki, projekt ten może przyczynić się do dalszego wzmocnienia roli i znaczenia rozwiązań i produktów parametrycznych na rynku ubezpieczeń rolniczych.

### *Platforma Qoldau i cyfrowe ubezpieczenia rolnicze w Kazachstanie*

W grudniu 2017 roku rząd Kazachstanu ogłosił strategię „Cyfrowy Kazachstan”, która zakłada szeroko zakrojony program cyfryzacji w gospodarce i administracji publicznej<sup>39</sup>. Cyfryzacja rolnictwa jest jednym z obszarów szczególnie wspieranych przez rząd Kazachstanu. Nacisk na wykorzystanie nowych technologii cyfrowych w tym obszarze wynika z dużej roli, jaką rolnictwo odgrywa w gospodarce Kazachstanu. W 2016 roku udział rolnictwa w PKB Kazachstanu wynosił 4,6% przy 18% aktywnych zawodowo zatrudnionych w tym sektorze. Choć produkcja rolnicza w Kazachstanie rośnie i kraj ten pozostaje jednym z największych producentów i eksporterów zbóż na świecie, nasilające się negatywne zjawiska pogodowe, w szczególności powtarzające się susze, stanowią poważne zagrożenie dla utrzymania stabilności poziomu produkcji rolnej i dochodów rolniczych. Wiele problemów wynika również z nieefektywnego systemu zarządzania użytkami rolnymi oraz niedostatecznej ochrony gleb rolniczych. Jednym z głównych celów inwestycji cyfrowych jest zatem poprawa możliwości analizowania i przewidywania problemów w sektorze rolnictwa, w tym m.in. poprawa monitoringu gleb rolniczych oraz ograniczenie wpływu niekorzystnych warunków pogodowych na produkcję i dochody rolnicze.

Realizację strategii cyfryzacji w sektorze rolnym rząd w Kazachstanie rozpoczął od digitalizacji informacji na temat pól uprawnych i pastwisk. Zdecydowano również, że proces cyfryzacji w rolnictwie wspierany będzie przez jedną platformę cyfrową, która połączy funkcję bazy danych z funkcją kompleksowych usług dla całego sektora rolno-spożywczego. Rząd zobowiązał przy tym rolników do aktywnego udziału w budowie platformy – na rolników nałożony został obowiązek rejestrowania na platformie informacji na temat gospodarstw i pól, prowadzonej produkcji (w tym rodzajów upraw) oraz wykorzystywanego sprzętu rolniczego. Dzięki wykorzystaniu idei

38. *Case study: Arbol*, <https://docs.ipfs.io/concepts/case-study-arbol/#the-story>, dostęp 11.08.2021.

39. *State programme „Digital Kazakhstan”*, zatwierdzony dekretem Rządu Republiki Kazachstanu z 12 grudnia 2017 r., No. 827, <https://digitalkz.kz/wp-content/uploads/2020/03/ГПТ%20ЦК%20на%20англ%2003,06,2020.pdf>, dostęp 27.07.2021.

crowdsourcingu w ciągu jednego roku zdołano utworzyć cyfrową bazę danych obejmującą 25 milionów hektarów pól uprawnych (100% całkowitej powierzchni pól uprawnych) oraz 55 mln ha pastwisk (ponad 80% całkowitej powierzchni pastwisk)<sup>40</sup>. Zarządzana przez Ministerstwo Rolnictwa platforma o nazwie Qoldau (oznaczającej w języku kazachskim „wsparcie”) posiada obecnie 172 tysiące zarejestrowanych użytkowników<sup>41</sup>. Obejmuje relacje i transakcje online na linii biznes-rolnik (B2F), państwo-rolnik (G2F) i rolnik-państwo (F2G). Dostępne aplikacje i usługi wykorzystywane są przez właścicieli gospodarstw rolnych, agencje rządowe i wiele innych podmiotów funkcjonujących w kompleksie rolno-spożywczo-przemysłowym (instytucje finansowe, dostawców środków produkcji, magazyny składowe, handlowców). Dzięki integracji z rządowymi bazami danych, repozytoriami danych przestrzennych i systemami płatności elektronicznych oferowane rozwiązania mają charakter kompleksowy. Równocześnie, pewność oraz wiarygodność danych i transakcji zapewnia integracja Qoldau z opartą na Blockchainie bazą danych QazChain<sup>42</sup>.

Wśród funkcji i usług dostępnych na platformie Qoldau znaleźć można m.in. państwowy elektroniczny rejestr dowodów składowych – e-Zboża, usługę *Agromonitor*, dzięki której rolnicy mają dostęp do elektronicznych map pól uprawnych i mogą monitorować własne i/lub dzierżawione działki za pomocą danych teledetekcyjnych i danych ze specjalistycznych czujników, usługę *Agroanimals*, która pozwala śledzić stan stada, w tym automatycznie identyfikować chore zwierzęta na podstawie danych z czujników przesyłanych co 5–30 minut, czy usługi doradcze i rekomendacje dotyczące stosowania technik rolnictwa precyzyjnego (ang. *AgroConsultant*). Platforma oferuje dodatkowo usługi elektronicznego składania wniosków o subsydia, przetwarzania e-wniosków i wypłat zatwierdzonych subsydiów<sup>43</sup>. Jedną z kluczowych usług oferowanych na platformie są również ubezpieczenia rolnicze. Usługa *AgroInsurance* – oferowana rolnikom i uczestnikom

40. *Qoladu.kz*, Zerde – Digital International Partnership, <https://zerde.digital/en/qoldau-kz>, dostęp 25.07.2021.

41. *WSIS Prizes Contest 2020 Nominee – Digital platform for business Qoldau*, <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2021/DetailsPopUp/15742745315624085>, dostęp 25.07.2021.

42. Wykorzystanie technologii Blockchain w rejestracji i realizacji transakcji w sektorze rolnym odzwierciedla założenia rządowej strategii cyfryzacji. Zadeklarowano w niej bowiem wsparcie dla jak najszerzego wykorzystania tej technologii w gospodarce. Warto odnotować, że obecnie Kazachstan jest czwartym po Chinach, USA i Rosji rynkiem wydobywania Bitcoina, kryptowaluty opartej na Blockchainie. Równocześnie rząd w Kazachstanie deklaruje chęć dalszego upowszechniania wykorzystania Blockchaina i kryptowalut w różnych obszarach i sektorach gospodarki, w tym w sektorze bankowym, służbie zdrowia i rolnictwie. Zob. *Government considers development of cryptoindustry and blockchain technologies*, Official Information Source of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 11.05.2021, <https://primeminister.kz/en/news/v-pravitelstve-rassmotreli-voprosy-razvitiya-kriptoindustrii-i-blokcheyn-tehnologiy-1141139>, dostęp 25.07.2021.

43. Na platformie dostępnych jest wiele innych usług. Dodatkowo, planowane jest uruchomienie nowych aplikacji dla rolników. Zob. <https://www.qoldau.kz/en#resources>, dostęp 25.07.2021.

rynku ubezpieczeniowego – pozwala złożyć e-wniosek o zawarcie umowy ubezpieczenia, zawrzeć umowę ubezpieczenia online, opłacić składkę ubezpieczeniową, zarejestrować zdarzenie ubezpieczeniowe oraz wypłacić odszkodowanie<sup>44</sup>. Rolnicy mogą również korzystać z kalkulatorów online pozwalających na wyliczenie należnej składki ubezpieczeniowej, zarówno dla ubezpieczeń ze składkami dotowanymi, jak i składkami niedotowanymi. Równocześnie wspólny portal dostępu do danych oraz powiązanych z nimi usług cyfrowych ogranicza problem asymetrii informacji i pozwala na lepsze zarządzanie ryzykiem w sektorze rolno-spożywczym. Dzięki danym możliwa jest dokładniejsza ocena puli ryzyk ubezpieczeniowych, co przekłada się na niższe koszty opłat reasekuracyjnych dla ubezpieczycieli<sup>45</sup>.

Platforma Qoldau wciąż jest rozwijana. Rozbudowywane są również elektroniczne usługi agroubezpieczeń, podzielone obecnie na cztery działy – ubezpieczeń produkcji roślinnej, ubezpieczeń zwierząt gospodarskich (bydła), ubezpieczeń nieruchomości i sprzętu rolniczego, oraz ubezpieczeń odpowiedzialności cywilnej podmiotów zajmujących się przechowywaniem zboża. W ostatnim okresie najwięcej innowacji dotyczyło ubezpieczeń upraw polowych. Po dotkliwych stratach w produkcji spowodowanych suszą w 2017 roku, rząd Kazachstanu wsparł projekt opracowania nowych instrumentów ubezpieczeniowych w tym obszarze. Jeden z takich produktów opracowany został wspólnie przez Stowarzyszenie Ubezpieczeń dla Rolnictwa w Kazachstanie, Swiss Re – szwajcarskie przedsiębiorstwo ubezpieczeniowe mające duże doświadczenie w zakresie rozwoju innowacyjnych produktów ubezpieczeniowych i reasekuracji ryzyka oraz holenderski startup VanderSat zajmujący się dostarczaniem produktów i usług opartych na obrazowaniu satelitarnym, w tym danych na temat wilgotności gleby i temperatur<sup>46</sup>. W rezultacie już w 2020 roku w ofercie na platformie Qoldau pojawiło się cyfrowe ubezpieczenie indeksowe (parametryczne), oparte na nowym wskaźniku deficytu wilgotności gleby SMDI (ang. *Soil Moisture Deficit Index*). Wskaźnik ten został uznany za bardziej dokładny miernik dostępności wody niż wskaźnik oparty na opadach (m.in. ze względu na nieuwzględnianie przez ten ostatni dodatkowych czynników mających wpływ na wysokość plonów – odpływu wody, parowania i poziomu wód gruntowych)<sup>47</sup>.

44. *Электронный Сервис «Agroinsurance»*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/info-start>, dostęp 25.07.2021.

45. R. Cekuta, K. Cheriegate, B. Wilcox, *The Computer and the Farmer. The role of information technology in boosting agricultural productivity in Kazakhstan*. Special Policy Brief. Caspian Policy Center, <https://www.caspianpolicy.org/wp-content/uploads/2019/10/CEEP-REPORT-computer-and-the-farmer.pdf>, dostęp 26.07.2021.

46. *Drought insurance for Kazakh farmers*, <https://vandersat.com/cases/drought-insurance-for-kazakh-farmers/>, dostęp 27.07.2021.

47. *Strengthening risk resilience: 2020 highlights. Soil moisture deficit index*, <https://reports.swissre.com/sustainability-report/2020/solutions/strengthening-risk-resilience-2020-highlights/soil-moisture-deficit-index.html>, dostęp 27.07.2021.

Wyróżnikiem nowego produktu ubezpieczeniowego są codzienne satelitarne pomiary wilgotności gleby oraz rejestrowanie danych w zabezpieczonej przed manipulacjami rozproszonej bazie danych opartej na łańcuchu bloków. Przyjęte rozwiązania zapewniają przejrzystość, wiarygodność i pewność parametrów stanowiących podstawę wypłaty odszkodowań. Jeśli wskaźnik deficytu wilgotności gleby osiągnie wcześniej określony poziom, następuje wypłata ustalonego w umowie odszkodowania. Nie jest wymagane przeprowadzanie likwidacji szkody, jak w przypadku klasycznych ubezpieczeń<sup>48</sup>. Równocześnie jednak w opisie omawianego produktu ubezpieczeniowego wskazuje się, że rolnik powinien zgłosić online oczekiwanie na wypłatę odszkodowania<sup>49</sup>, co oznacza, że na platformie nie działają jeszcze w pełnym zakresie inteligentne umowy, które samodzielnie rejestrują zdarzenia ubezpieczeniowe. Mimo wszystko, stosunkowo prosta konstrukcja ubezpieczenia, jasne zasady wypłaty odszkodowań, duża wygoda wynikająca z realizacji wszystkich transakcji na platformie, a także dofinansowanie składek ubezpieczeń indeksowych ze strony państwa, sprawiają, że zainteresowanie omawianym produktem rośnie<sup>50</sup>. Obecnie, obok kilku wersji ubezpieczeń opartych na SMDI, platforma Qoldau oferuje również ubezpieczenie oparte na wskaźniku nadmiernej wilgotności gleby SMEI (ang. *Soil Moisture Excess Index*). W 2020 roku powierzchnia objęta ubezpieczeniami indeksowymi wyniosła 115 tysięcy hektarów, w 2021 roku wzrosła do niemal 145 tysięcy hektarów<sup>51</sup>.

### *Projekt BEACON – poprawa wykrywania i szacowania szkód w uprawach rolnych w oparciu o technologię Blockchain i dane pochodzące z obserwacji Ziemi*

Ogromne możliwości, jakie dla poprawy i rozwoju systemu ubezpieczeń rolniczych oferują dane i technologia Blockchain, dobrze obrazują prace realizowane w ramach projektu BEACON. Projekt BEACON jest jednym z działań innowacyjnych finansowanych ze środków programu Unii Europejskiej Horyzont 2020.

48. M. Andriess, *Drought is insurable*, 16.06.2021, <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/drought-is-insurable.html>, dostęp 27.07.2021.

49. *Index insurance in plant farming*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index-start>, dostęp 27.07.2021.

50. Ubezpieczenia oparte na SMDI stosowane są również w Rosji, na Ukrainie, w Kenii, w Brazylii i w niektórych krajach europejskich – Francji, Słowenii, Serbii, Chorwacji, Bułgarii oraz na Litwie i w Łotwie. Wprowadzenie takich ubezpieczeń planowane jest również w Australii, Tanzanii, Belgii, Holandii, Szwajcarii, USA i Zimbabwie. Zob. *Satellite-based soil moisture records for increased access to financial services*, 17.09.2020, <https://g4aw.spaceoffice.nl/files/files/G4AW/webinar/Session%201%20-%20VanderSat%20-satellite-based%20soil%20moisture%20records%20for%20increased%20access%20to%20financial%20services.pdf>, dostęp 29.07.2021.

51. *Статистика по тунам страховых продуктов – 2021 год*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index/statistics/all-products?Year=2021>, dostęp 29.07.2021.

Jego realizacja rozpoczęła się w styczniu 2019 roku, koniec działań zaplanowany jest natomiast na 31 stycznia 2022 roku. Projekt angażuje przedsiębiorstwa sektora ubezpieczeniowego, firmy doradcze i pracowników uczelni wyższych. W realizację projektu zaangażowany jest również Etherisc – jeden ze startupów segmentu Insur-Tech, specjalizujący się w tworzeniu protokołów dla zdecentralizowanych aplikacji ubezpieczeniowych przechowywanych na Blockchainie.

Celem projektu BEACON jest wykorzystanie danych pochodzących z obserwacji Ziemi, zaawansowanych analiz pogodowych i technologii informacyjno-komunikacyjnych (w tym technologii Blockchain) do opracowania pakietu narzędzi i usług komercyjnych wzmacniających możliwości działania i rozwoju przedsiębiorstw sektora ubezpieczeniowego. Projektowane usługi mają w szczególności łagodzić wpływ niepewności dotyczącej pogody na szacowanie ryzyk dla produktów ubezpieczeniowych w rolnictwie, zmniejszyć liczbę wizyt na miejscu zdarzenia w celu weryfikacji roszczeń ubezpieczonego, ograniczyć koszty operacyjne i administracyjne związane z monitorowaniem umów i indeksów wykorzystywanych w ubezpieczeniach, ograniczyć problem nadużyć ubezpieczeniowych, a także umożliwić rozwój bardziej precyzyjnych oraz spersonalizowanych produktów ubezpieczeniowych<sup>52</sup>. Integralnym elementem projektu są również inteligentne umowy – zautomatyzowane programy uruchamiane na Blockchainie, które mają przyspieszyć wypłaty odszkodowań oraz ograniczyć koszty związane z ich obsługą. Projekt zakłada dodatkowo działania na rzecz poprawy zarządzania ryzykiem w sektorze rolnym. Przewiduje się uruchomienie usługi wczesnego ostrzegania – cyfrowej aplikacji, za pomocą której zakłady ubezpieczeniowe będą mogły informować rolników o zbliżających się zagrożeniach pogodowych oraz zalecać podejmowanie niezbędnych działań w celu ograniczenia negatywnego wpływu pogody na uprawy<sup>53</sup>. Wypracowane rozwiązania mają być testowane w ramach pilotażowej fazy projektu w środowiskach operacyjnych 10 wybranych przedsiębiorstw sektora ubezpieczeniowego. Po walidacji przyjętych modeli i potwierdzeniu komercyjnej wartości platformy BEACON, planowane jest przygotowanie modelu biznesowego pozwalającego na sprzedaż oferowanych produktów i usług<sup>54</sup>.

Usługi platformy BEACON wyróżniają się rzetelnymi oraz wiarygodnymi metodami wykrywania szkód i szacowania strat w uprawach rolnych powodowanych przez gradobicia, powodzie, pożary i susze. W tym celu wykorzystywane są różne rodzaje danych z satelitów Sentinel oraz cała gama technik detekcyjnych i w zakresie monitorowania zmian na powierzchni Ziemi. W pierwszej fazie skupiono się na doborze

52. Zob. <https://beacon-h2020.com/concept/>, dostęp 1.08.2021.

53. Ibidem.

54. *Boosting Agricultural Insurance based on Earth Observation data. Beacon Project Information*, <https://cordis.europa.eu/project/id/821964>, dostęp 2.08.2021.

odpowiednich metodologii i technik w zakresie obserwacji Ziemi oraz na jakościowych ocenach szkód. W drugiej fazie prace skupione były na rozwoju algorytmów maszynowego uczenia się, które mają pozwalać na ilościowe określenie strat dla poszczególnych rodzajów upraw. Wśród upraw uwzględnionych w testowanych modelach znalazły się pszenica, jęczmień, kukurydza, soja, słonecznik i bawełna. Po wprowadzonych uzupełnieniach i poprawkach, szczególnie w odniesieniu do usług kalkulowania strat powodowanych przez gradobicie, susze i powodzie, opracowane metody i kalkulatory zostały włączone do pilotażowego pakietu narzędzi BEACON<sup>55</sup>.

Docelowo pakiet BEACON obejmować będzie pięć różnych usług wspierających przedsiębiorstwa ubezpieczeniowe w obszarach związanych z tworzeniem, zawieraniem i wykonywaniem umów ubezpieczenia upraw od wybranych ryzyk pogodowych. Będą to:

- 1) aplikacja do monitorowania upraw – dane dotyczące upraw, szacunki plonów, profilowanie umów ubezpieczenia;
- 2) kalkulator szacowania strat – ocena szkód po gradobiciu i burzach, rozkład przestrzenny i ocena szkód powodziowych, mapowanie, ocena i klasyfikacja dotkliwości szkód pożarowych, wykrywanie i ocena szkód w uprawach powodowanych suszą dla całego okresu wegetacyjnego;
- 3) aplikacja do kontroli nadużyć finansowych – usługa pozwalająca na automatyczną weryfikację zasadności roszczeń o odszkodowanie;
- 4) aplikacja do szacowania prawdopodobieństwa wystąpienia ryzyk pogodowych – wykorzystanie sezonowych prognoz meteorologicznych i dotyczących klimatu programu Copernicus do tworzenia map pokazujących prawdopodobieństwo wystąpienia na danym obszarze ekstremalnych zdarzeń pogodowych oraz do oceny potencjalnego wpływu na plony;
- 5) aplikacja do prognozowania i zapobiegania szkodom – system wczesnego ostrzeżenia z alertami wysyłanymi przedsiębiorstwom ubezpieczeniowym i ich klientom (ostrzeżenia dotyczące pogody, alerty dotyczące szkodników i chorób)<sup>56</sup>.

Dostęp do wskazanych usług posiadać będą wyłącznie zarejestrowane na platformie przedsiębiorstwa ubezpieczeniowe. Z jednego miejsca ubezpieczyciele będą mogli przeglądać zagregowane informacje dotyczące polis i obszarów ubezpieczonych – liczbę polis (obszarów), których dotyczy ekstremalne zdarzenie pogodowe, rejestr rodzajów ekstremalnych zdarzeń pogodowych dla poszczególnych umów (obszarów), liczbę polis (i obszarów) zagrożonych ekstremalnymi wydarzeniami

55. *Beacon Newsletter*, Issue no 7, May 2021, <https://beacon-h2020.com/newsletter-7/>, dostęp 6.08.2021.

56. E. Lekakis et al., *Redefining Agricultural Insurance Services Using Earth Observation Data. The Case of Beacon Project* [w:] *International Symposium on Environmental Software Systems*, Cham, Springer, 2020, s. 90–101.

pogodowymi, oraz liczbę polis (i obszarów), które mogą ucierpieć na skutek pojawienia się chorób i szkodników roślin uprawnych. Integracja platformy BEACON z technologią Blockchain zapewni bezpieczeństwo informacji i danych dotyczących umów oraz ubezpieczonych obszarów. Komponenty blockchainowe nie będą jednak włączone w sam proces zbierania danych, ich rola ma być ograniczona do przetwarzania danych zebranych bądź wytworzonych przez inne elementy i narzędzia platformy BEACON. Zgodnie z założeniami, tylko niewielka część danych ma być przetwarzana w łańcuchu bloków. Będą to w szczególności dane niezbędne dla właściwego funkcjonowania inteligentnych kontraktów, przetwarzane zgodnie z wymogami RODO – spseudonimizowane dane dotyczące klientów oraz przypisanych im działek i pól, zapisy w umowach (okres obowiązywania, ubezpieczony obszar i rodzaje upraw, wartość ubezpieczenia). Dokładny zakres danych przechowywanych w rozproszonej bazie danych Blockchaina będzie jednak uzależniony od rodzajów produktów ubezpieczeniowych, które oferowane będą rolnikom. Tworzony łańcuch bloków ma mieć charakter prywatny – jedynie wybrane podmioty (węzły) będą miały uprawnienia do rejestrowania i walidowania danych w blokach, w tym generowania nowych umów. Pozostałe podmioty będą mogły wchodzić do bazy i przeglądać zarejestrowane rekordy. Działania związane z przygotowaniem polis, w tym wprowadzane do nich poprawki, mają być automatycznie zapisywane w łańcuchu bloków, co likwidować będzie problem możliwych nadużyć czy oszustw przeciwko interesom ubezpieczonych rolników. Funkcja inteligentnych umów informować będzie ubezpieczycieli o pojawieniu się roszczenia o wypłatę odszkodowania zaraz po tym, jak w łańcuchu bloków zarejestrowane zostaną zdarzenia ubezpieczeniowe określone w umowie. Wypłata odszkodowania wymagać będzie jednak zaakceptowania roszczenia przez ubezpieczyciela. Po akceptacji roszczenia, platforma będzie wysyłać powiadomienie do Blockchaina o konieczności dokonania wypłaty odszkodowania.

---

### Podsumowanie

Technologia Blockchain oferuje wiele rozwiązań, które mogą ułatwić ocenę ryzyk ubezpieczeniowych oraz zarządzanie ryzykiem i równocześnie usprawnić procesy związane z zawieraniem i wykonywaniem umów ubezpieczeniowych. Potrzeby usprawnień we wskazanych obszarach są szczególnie duże w przypadku ubezpieczeń w sektorze rolnym. Możliwości technologii Blockchain w zakresie poprawy funkcjonowania systemu ubezpieczeń rolniczych w istotnym stopniu zależeć będą od właściwego wykorzystania szans związanych z szybko przyrastającymi zasobami danych cyfrowych. Dane te, generowane przez różne urządzenia i systemy (w tym systemy teledetekcji satelitarnej,

stacje rejestrujące dane pogodowe, programy dla danych geoprzestrzennych i map cyfrowych, czy drony i czujniki rejestrujące dane na temat plonów i parametrów wpływających na wyniki produkcyjne w rolnictwie), wymagają odpowiedniej ochrony, zabezpieczenia i procedur w zakresie dostępu. Również pozostałe kategorie i rodzaje danych wykorzystywane w umowach ubezpieczeniowych wymagają odpowiednich systemów zabezpieczeń. Szczególnie istotne dla przedsiębiorstw ubezpieczeniowych i podmiotów ubezpieczających się jest zabezpieczenie wiarygodności i prawidłowości danych i informacji, które stanowią podstawę dla wyliczenia składek ubezpieczeniowych, sumy ubezpieczenia i wysokości odszkodowania. Takie zabezpieczenia, dzięki wykorzystaniu rozproszonych rejestrów i algorytmów konsensusu, oferuje technologia Blockchain. Blockchain jednak nie tylko zapewnia bezpieczny i niezawodny dostęp do danych wykorzystywanych w ubezpieczeniowym łańcuchu wartości, ale otwiera również drogę do rozwoju nowych produktów i usług w systemie ubezpieczeń.

Przedstawione studia przypadku pokazują, że przedsiębiorstwa, rządy i instytucje sektora publicznego dostrzegają różne możliwości związane z wykorzystaniem technologii łańcucha bloków w ubezpieczeniach w rolnictwie. Pokazują równocześnie, że Blockchain może zwiększać konkurencję na rynku ubezpieczeń rolniczych poprzez rozszerzenie puli dostępnych ubezpieczeń oraz nowy system organizacji relacji między ubezpieczającymi się i ubezpieczycielami. Jednym z najbardziej innowacyjnych elementów rozwijanych obecnie platform dla cyfrowych ubezpieczeń rolniczych są inteligentne umowy. Inteligentne umowy oparte na Blockchainie mają duży potencjał, by ograniczyć koszty związane z transakcjami na rynku ubezpieczeniowym. Mogą również ułatwić oraz przyspieszyć zawieranie oraz wykonywanie umów ubezpieczeniowych. Są to korzyści, które wyróżniają analizowane platformy, zarówno w pełni komercyjną platformę Arbolmarket, jak i platformy Qoldau i Beacon, które rozwijane są przy zaangażowaniu i wsparciu sektora publicznego. Rozwój tego typu platform mógłby sprzyjać obniżeniu kosztów ubezpieczeń rolniczych i w konsekwencji przekładać się na zwiększenie zakresu ochrony ubezpieczeniowej w rolnictwie. Dużym potencjałem rozwojowym w tym kontekście charakteryzują się szczególnie cyfrowe ubezpieczenia parametryczne, które wychodzą naprzeciw potrzebie zwiększenia ochrony gospodarstw rolnych przed ryzykami pogodowymi i klimatycznymi. Kolejna istotna korzyść związana jest z możliwością integracji inteligentnych umów z aplikacjami umożliwiającymi monitorowanie ryzyk i zagrożeń w sektorze rolnym. Można zatem oczekiwać, że popularyzacja platform dla cyfrowych ubezpieczeń rolniczych, w tym inteligentnych umów ubezpieczeniowych, mogłaby istotnie wzmocnić system zarządzania ryzykiem w rolnictwie.

Z technologią Blockchain wiążą się również określone ryzyka i zagrożenia. Niektóre rozwiązania proponowane na platformach wykorzystujących łańcuch bloków



mają charakter radykalnych innowacji, na które sektor rolny może nie być przygotowany. Nietogowe są również regulacje prawne, które zabezpieczyłyby przedsiębiorstwa i konsumentów przed niektórymi ryzykami związanymi z wykorzystaniem inteligentnych umów (np. umów zakładających dokonywanie płatności w kryptowalutach). Szersze wykorzystanie Blockchajna zagraża również dotychczasowym modelom biznesowym i może budzić opór tradycyjnych uczestników ubezpieczeniowego łańcucha wartości. Mimo wskazanych ograniczeń, należy oczekiwać, że znaczenie technologii cyfrowych w systemie ubezpieczeń rolniczych, w tym technologii Blockchain, będzie rosło. Czynnikiem, które skłaniać będą przedsiębiorstwa do zwiększenia inwestycji w rozwiązania cyfrowe będą rosnące koszty tradycyjnych instrumentów ubezpieczenia ryzyk występujących w działalności rolniczej. Cyfryzacji w obszarze ubezpieczeń gospodarczych, w tym ubezpieczeń rolniczych, sprzyjać będzie również zaangażowanie sektora publicznego. W ostatnim okresie wzrosła wyraźnie liczba działań o charakterze regulacyjnym, które mają zapewnić odpowiednie warunki dla wykorzystania technologii cyfrowych w gospodarce. W UE przygotowywane są regulacje dotyczące *stricte* kryptoaktywów i technologii opartych na rozproszonych rejestrach. Równocześnie, rośnie wartość inwestycji publicznych wspierających cyfryzację i wykorzystanie nowych technologii w rolnictwie, także z myślą o zwiększeniu efektywności systemu dotowanych ubezpieczeń rolniczych. Dodatkowo, organizacje międzynarodowe, państwa i instytucje sektora publicznego w coraz większym stopniu i zakresie udostępniają biznesowi dane publiczne dotyczące Ziemi, klimatu, środowiska i innych dziedzin z myślą o budowie systemu społeczno-gospodarczego, który byłby bardziej inteligentny, zrównoważony oraz odporny na ryzyka.

## Bibliografia

---

- Adam-Kalfon P. et al.**, *Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance*, PwC 2017, <https://www.pwc.com.au/publications/pwc-blockchain.pdf>, dostęp 4.08.2021.
- Agroinsurance**, *Электронный Сервис «Agroinsurance»*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/info-start>, dostęp 25.07.2021.
- Agroinsurance**, *Index insurance in plant farming*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index-start>, dostęp 27.07.2021.
- Agroinsurance**, *Статистика по типам страховых продуктов – 2021 год*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index/statistics/all-products?Year=2021>, dostęp 29.07.2021.
- Andre B.**, *Which blockchain is right for your DApp?*, 14.02.2019, <https://arbolmarket.medium.com/which-blockchain-is-right-for-your-dapp-89966f4dc515>, dostęp 4.08.2021.

## Znaczenie technologii Blockchain w rozwoju ubezpieczeń rolniczych

- Andriesse M.**, *Drought is insurable*, 16.06.2021, <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/drought-is-insurable.html>, dostęp 27.07.2021.
- Arbolmarket**, <https://www.arbolmarket.com/>, dostęp 4.08.2021.
- Babich V., Hilary G.**, *Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know about Blockchain Technology*, „Manufacturing and Service Operations Management” 2020, Vol. 22 (2).
- BEACON**, *Beacon Newsletter*, Issue no 7, May 2021, <https://beacon-h2020.com/newsletter-7/>, dostęp 6.08.2021.
- BEACON**, <https://beacon-h2020.com/concept/>, dostęp 1.08.2021.
- Castillo M., Boucher S., Carter M.**, *Index insurance: Using public data to benefit small-scale agriculture*, „International Food and Agribusiness Management Review” 2016, Vol. 19 (A).
- Cekuta R., Cheriegate K., Wilcox B.**, *The Computer and the Farmer. The role of information technology in boosting agricultural productivity in Kazakhstan*. Special Policy Brief. Caspian Policy Center (bd.), <https://www.caspianpolicy.org/wp-content/uploads/2019/10/CEEP-REPORT-computer-and-the-farmer.pdf>, dostęp 26.07.2021.
- CORDIS**, *Boosting Agricultural Insurance based on Earth Observation data. Beacon Project Information*, <https://cordis.europa.eu/project/id/821964>, dostęp 2.08.2021.
- Crunchbase**, *Arbol – summary information*, <https://www.crunchbase.com/organization/arbol-markets>, dostęp 4.08.2021.
- Digital Kazakhstan**, *State programme “Digital Kazakhstan”*, zatwierdzony dekretem Rządu Republiki Kazachstanu z 12 grudnia 2017 r., No. 827, <https://digitalkz.kz/wp-content/uploads/2020/03/ТІІ%20ЦК%20на%20англ%2003,06,2020.pdf>, dostęp 27.07.2021.
- ERiGŻ**, *Identyfikacja podstaw przemian i problemów ubezpieczeń rolnych*, red. M. Soliwoda, Warszawa 2020.
- Evans S.**, *Arbol taps machinery sensors for parametric crop insurance triggers*, 24.02.2021, <https://www.artemis.bm/news/arbol-taps-machinery-sensors-for-parametric-crop-insurance-triggers/>, dostęp 8.08.2021.
- Finck M.**, *Blockchain and the General Data Protection Regulation. Can distributed ledgers be squared with European data protection law?*, European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA), 2019.
- Geodata for Agriculture and Water**, *Satellite-based soil moisture records for increased access to financial services*, 17.09.2020, <https://g4aw.spaceoffice.nl/files/files/G4AW/webinar/Session%201%20-%20VanderSat%20-satellite-based%20soil%20moisture%20records%20for%20increased%20access%20to%20financial%20services.pdf>, dostęp 29.07.2021.
- How insurance can help combat climate change**, MacKinsey and Company, 6.01.2021, <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/how-insurance-can-help-combat-climate-change>, dostęp 26.07.2021.

## Znaczenie technologii Blockchain w rozwoju ubezpieczeń rolniczych

- Insureblocks**, *Parametric insurance revisited – insights from Arbol*, Insureblock Podcast (episode 145), 24.01.2021, <https://insureblocks.com/ep-145-parametric-insurance-revisited-insights-from-arbol/>, dostęp 10.08.2021.
- IPFS**, *Case study: Arbol*, <https://docs.ipfs.io/concepts/case-study-arbol/#the-story>, dostęp 11.08.2021.
- IPFS**, *What is IPFS*, <https://docs.ipfs.io/concepts/what-is-ipfs/#decentralization>, dostęp 11.08.2021.
- ITU**, *WSIS Prizes Contest 2020 Nominee – Digital platform for business Qoldau*, <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2021/DetailsPopup/15742745315624085>, dostęp 25.07.2021.
- Jha S., Andre B., Jha O.**, *ARBOL: Smart Contract Weather Risk Protection for Agriculture*, 2019, <https://vdocuments.mx/reader/full/arbol-smart-contract-weather-risk-protection-for-agriculture-2019-08-08-arbol>, dostęp 8.08.2021.
- Kamilaris A., Cole I., Prenafeta-Boldú F.X.**, *Blockchain in agriculture [w:] Food Technology Disruptions*, ed. Ch. Galanakis, Academic Press, 2021.
- Kar A.K., Navin L.**, *Diffusion of blockchain in insurance industry: An analysis through the review of academic and trade literature*, „Telematics and Informatics” 2021, Vol. 58.
- Kowalczyk G.**, *Susza rozgrzewa rolników i pcha do sporu z rządem*, „Dziennik Gazeta Prawna”, 9.08.2021.
- Kulawik J.**, *Ryzyko i tradycyjne ubezpieczenia rolne – podstawy teoretyczne [w:] Ocena funkcjonowania ubezpieczeń upraw i zwierząt gospodarskich w polskim rolnictwie*, red. J. Pawłowska-Tyszko, Warszawa, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2017.
- Lekakis E. et al.**, *Redefining Agricultural Insurance Services Using Earth Observation Data. The Case of Beacon Project [w:] International Symposium on Environmental Software Systems*, Cham, Springer, 2020.
- Ministerstwo Cyfryzacji**, *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain oraz kryptowalut*, red. K. Piech, Warszawa 2016.
- NIK**, *Wspieranie środkami publicznymi systemu ubezpieczeń rolniczych*. Informacja o wynikach kontroli, Departament Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2020, s. 10, <https://www.nik.gov.pl/plik/id,22251,vp,24920.pdf>, dostęp 28.07.2021.
- OECD**, *Transformative Technologies and Jobs of the Future. Background report for the Canadian G7 Innovation Ministers’ Meeting. Montreal, Canada 27–28 March 2018*, 2018.
- Official Information Source of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan**, *Government considers development of cryptoindustry and blockchain technologies*, 11.05.2021, <https://primeminister.kz/en/news/v-pravitelstve-rassmotreli-voprosy-razvitiya-kriptoindustrii-i-blokcheyn-tehnologii-1141139>, dostęp 25.07.2021.
- Qoladu.kz**, *Zerde – Digital International Partnership*, <https://zerde.digital/en/qoldau-kz>, dostęp 25.07.2021.
- Soliwoda M. Pawłowska-Tyszko J., Gorzelak A.**, *Zarządzanie ryzykiem katastroficznym w rolnictwie – wybrane problemy. Perspektywa międzynarodowa i Polski*, „Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” 2017, nr 1.

## Znaczenie technologii Blockchain w rozwoju ubezpieczeń rolniczych

- Statista**, *Number of Internet of Things (IoT) active connections in agriculture in the European Union (EU) in 2016, 2019, 2022 and 2025 (in millions)*, <https://www.statista.com/statistics/691880/agriculture-iot-active-connections-in-the-eu/>, dostęp 31.07.2021.
- Stoll Ch., Klaatzen L., Gallersdörfer U.**, *The carbon footprint of bitcoin*, Ministerstwo Cyfryzacji, „Joule” 2019, Vol. 3(7).
- Sushchenko O., Schwarze R.**, *Distributed Ledger Technology for an Improved Index-Based Insurance in Agriculture*, „Journal of Integrated Disaster Risk Management” 2020, Vol. 10(2).
- Swiss Re**, *Strengthening risk resilience: 2020 highlights. Soil moisture deficit index*, <https://reports.swissre.com/sustainability-report/2020/solutions/strengthening-risk-resilience-2020-highlights/soil-moisture-deficit-index.html>, dostęp 27.07.2021.
- Tasca P.**, *Insurance under the Blockchain Paradigm* [w:] *Business Transformation through Blockchain*, eds. H. Treiblmaier, R. Beck, Cham, Palgrave Macmillan, 2019.
- VanderSat**, *Drought insurance for Kazakh farmers*, <https://vandersat.com/cases/drought-insurance-for-kazakh-farmers/>, dostęp 27.07.2021.
- Wniosek w sprawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rynków kryptoaktywów i zmieniające dyrektywę (UE) 2019/1937**, Bruksela, 24.9.2020, COM(2020) 593 final 2020/0265(COD).
- World InsurTech Report 2020**, CapGemini and EFMA 2020.
- Xiong H. et al.**, *Blockchain technology for agriculture: applications and rationale*, „Frontiers in Blockchain” 2020, No. 3.

otrzymano: 19.08.2021  
zaakceptowano: 06.10.2021

Ten artykuł jest objęty licencją Creative Commons Attribution 4.0  
Licencja międzynarodowa (CC BY 4.0)



# The importance of Blockchain technology in the development of agricultural insurance – a review of applications and solutions

*Katarzyna Kosior*

---

## Summary

The aim of the article was to analyse the benefits and risks associated with the use of Blockchain technology (blockchain) in the area of agricultural insurance. Literature analysis and case study method were used to evaluate the potential of blockchain. The analysis covered solutions and applications offered by private companies on commercial digital platforms and the insurance offer available or planned to be available on platforms created with the participation and financial involvement of the public sector. The conducted analysis allows concluding that solutions based on Blockchain, combined with additional functions of integrating and analysing data from the environment, may significantly improve insurance protection and risk management in agriculture. The reliance on the data registered and checked by all the nodes of the network increases the certainty and transparency of the transactions on the insurance market and at the same time leads to the reduction of the information asymmetry, which is the main reason for the market failure in the segment of agricultural insurance. Smart insurance contracts and solutions assuming automatic payments and indemnity payments (e.g. in stable cryptocurrencies) can further reduce transaction costs and improve contractual relations between insurers and insuring farmers. As a result, Blockchain can increase the pool of available insurance and coverage in the agricultural sector. In particular, this technology strengthens the potential to develop parametric insurance that focuses on weather and climate change risks. On the other hand, Blockchain technology is also associated with certain problems and risks (such as the risk of deliberate contamination of the blockchain with unverified data at the input or of low quality, the problem of a large carbon footprint of public P2P networks, or the still uncertain shape of regulations and legal solutions relating to smart contracts making payments in cryptocurrencies). Nevertheless, it is to be expected that the interest in digitizing agricultural insurance based on Blockchain technology will grow. This will be influenced by the increased frequency of disaster events caused by climate change and the rising costs of operating traditional insurance instruments for the risks involved in agriculture.

**Keywords:** Blockchain, digital agricultural insurance, smart insurance contracts, cryptocurrencies in insurance payments, parametric insurance.

---

**Katarzyna Kosior**, PhD, Department of Agribusiness and Bioeconomy Economics, Institute of Agricultural and Food Economics – National Research Institute in Warsaw.

---

## Introduction

Data and digital technologies are catalysts for profound change and transformation in various sectors and industries of the economy. They also significantly affect the functioning and development prospects of the insurance market. As a result of the increasing use of digital technologies, rapidly growing resources of operational and business data and data from the environment are opening up new opportunities for growth. Many companies and startups are using technological competencies in data analytics to create new insurance products and services or to support the activities of other companies and entities operating in the insurance sector. This segment, referred to as InsurTech (from the combination of the English words *insurance* and *technology*), is currently one of the main vehicles for innovation in the insurance market. The solutions and innovations proposed by companies in this segment improve both the protection and convenience of the insured and the efficiency of the insurance industry.

Particularly great needs to increase the efficiency of the insurance market are apparent in the agricultural sector<sup>1</sup>. Despite the growing threats and risks of weather and climate character and problems associated with the spread of infectious animal diseases in many countries of the world, including Poland, interest in insurance is limited<sup>2</sup>. An inefficient agricultural insurance market limits the ability to stabilize agricultural production. At the same time, it contributes to underinvestment in farms and petrification of the problem of low incomes in the sector<sup>3</sup>. Although in Poland insurance of crops and livestock is covered by statutory obligation and insurance premiums are subsidized from the state budget, still not many farmers decide to purchase insurance policies. In 2018, the area of agricultural crops covered by insurance amounted to only 3.2 million hectares, which accounted for 22.3% of the total area of agricultural land in Poland<sup>4</sup>. The percentage of livestock population

1. See. J. Kulawik, *Ryzyko i tradycyjne ubezpieczenia rolne – podstawy teoretyczne* [in:] *Ocena funkcjonowania ubezpieczeń upraw i zwierząt gospodarskich w polskim rolnictwie*, red. J. Pawłowska-Tyszko, Warszawa, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2017, p. 24–34; *Identyfikacja podstaw przemian i problemów ubezpieczeń rolnych [Identification of the bases of changes and problems in agricultural insurance]*, red. M. Soliwoda, Warszawa, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2020, p. 663.
2. According to NatCatSERVICE, Eurostat and MunichRe, Poland – along with Greece, Portugal and Italy – is the EU country where climate change risks and damages remain almost entirely uninsured. O. Sushchenko, R. Schwarze, *Distributed Ledger Technology for an Improved Index-Based Insurance in Agriculture*, "Journal of Integrated Disaster Risk Management" 2020, Vol. 10(2), p. 69.
3. M. Castillo, S. Boucher, M. Carter, *Index insurance: Using public data to benefit small-scale agriculture*, "International Food and Agribusiness Management Review" 2016, Vol. 19(A), p. 94.
4. *Wspieranie środkami publicznymi systemu ubezpieczeń rolniczych. Informacja o wynikach kontroli*, Najwyższa Izba Kontroli, Departament Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2020, p. 10, <https://www.nik.gov.pl/plik/id,22251,vp,24920.pdf>, access 28.07.2021.

covered by insurance has also remained very low for years. In 2018, only 9% of the poultry population, 0.5% of the swine population and 0.2% of the cattle population in Poland were insured<sup>5</sup>. It is therefore important to look for solutions and innovations that could increase farmers' participation in the insurance system. The issue of increasing the effectiveness of public spending in areas related to the functioning of agricultural insurance remains equally important<sup>6</sup>.

One digital technology that can play a particularly important role in developing and strengthening the agricultural insurance system is Blockchain technology. Blockchain is both a type of digital, distributed database that uses advanced cryptography to ensure the safety, security, and reliability of the data and information stored in it, and a tool for creating new digital applications. It is increasingly indicated that digital agricultural insurance, based on Blockchain technology, can be an attractive alternative to classic insurance contracts. Blockchain-registered insurance products are already offered to farmers in some countries. Some products are based on the idea of index (parametric) insurance, which guarantees payment of fixed indemnity rates after the occurrence of an event described by a specified parameter, others use data recorded in the Blockchain for underwriting and determining the amount of indemnity after the occurrence of a disaster event. The need to provide more efficient and more widely available instruments for transferring risks associated with increasing disaster events caused by climate change may increase the popularity of parametric products and rapid claims assessment solutions for traditional insurance in the coming years. Although the use of Blockchain technology in the insurance sector is still relatively small, analyses of available literature and industry sources indicate a very high potential for future use of this technology<sup>7</sup>. Blockchain-based solutions, combined with better capabilities to integrate and analyze data from the environment, in fact, reduce the asymmetry of information in the insurance market. At the same time, they meet the growing need to streamline contractual relations between insurers and policyholders<sup>8</sup>.

The purpose of this article is to discuss the benefits and risks associated with the use of Blockchain technology in the area of agricultural insurance, including the directions in which the InsurTech segment for agriculture is developing.

---

5. Op. cit.

6. M. Soliwoda, J. Pawłowska-Tyszko, A. Gorzelak, *Zarządzanie ryzykiem katastroficznym w rolnictwie – wybrane problemy. Perspektywa międzynarodowa i Polski*, "Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia" 2017, nr 1, p. 688.

7. A.K. Kar, L. Navin, *Diffusion of blockchain in insurance industry: An analysis through the review of academic and trade literature*, "Telematics and Informatics" 2021, Vol. 58.

8. See P. Tasca, *Insurance under the Blockchain Paradigm* [in:] *Business Transformation through Blockchain*, eds. H. Treiblmaier, R. Beck, Cham, Palgrave Macmillan, 2019, p. 273–285.

The indicated topic has not been analysed more extensively in the literature so far. In the research on digitalization in the agri-food sector, including the analysis of possible areas of application of blockchain technology, the focus was mainly on agricultural production systems and the functioning of food supply chains. In the InsurTech segment and projects and activities initiated by public sector entities and financed or co-financed from public funds. The article ends with conclusions and a summary.

### Blockchain technology – principles of operation

Blockchain (chain of blocks) technology is a relatively new digital technology. Its birth is related to the appearance on the Internet in early 2009 of an open-source program that allowed the generation of the first bitcoin block – a cryptocurrency that allows online payments directly between interested users, without the need for third parties (banks) to register transactions<sup>9</sup>. However, blockchain principles are not only used to create cryptocurrencies, but also to record data and transactions in many other areas. In fact, many types of blockchains are being developed, so it is indicated that Blockchain is more a collection of technologies than a single technology<sup>10</sup>.

A common feature of Blockchain-based solutions is the use of distributed registries (a system of multiple cooperating nodes-computers) that do not require the involvement of a central operator or external control authority. With the consensus algorithms adopted, a network of peer-to-peer (P2P) nodes creates a shared and fully synchronized digital database (general ledger) that does not allow the deletion or falsification of recorded transactions. Data and information are recorded as blocks. A single block groups multiple transactions and as such is added as another sequence to an existing blockchain using cryptographic hash functions (return functions). These functions create what is known as a unique fingerprint, which stores the recorded information as a string of characters and numbers. Each subsequent block contains a reference to the previous block (hash), the timestamp of the block creation, information about the transaction, the number assigned to the transaction

---

9. *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain oraz kryptowalut*, red. K. Piech, Ministerstwo Cyfryzacji, Warszawa 2016.

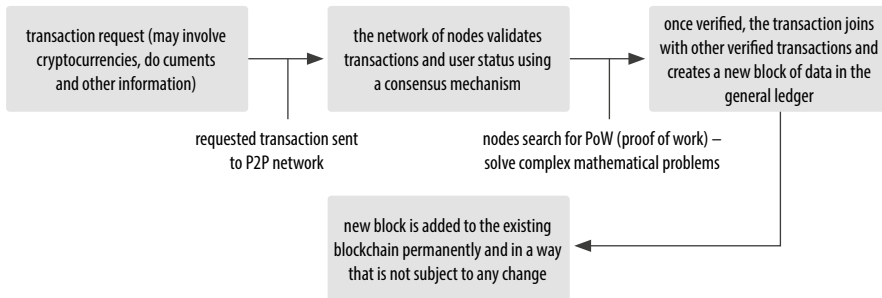
10. V. Babich, G. Hilary, *Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know about Blockchain Technology*, "Manufacturing and Service Operations Management" 2020, Vol. 22(2), p. 223–240.



## The importance of Blockchain technology

(nonce) and other details necessary for the operation of the protocol<sup>11</sup>. The chain created in this way is copied and stored in all nodes of the P2P network. Thanks to this, Blockchain ensures a high level of security and data protection – even if one or several nodes stop working or fail due to a hacking attack, the remaining nodes will continue to provide access to data and system operation. Key steps and activities in the process of recording and validating transactions in the blockchain are presented in Figure 1.

**Figure 1. Process of recording and validating transactions in the blockchain**



Source: Own compilation based on PWC <https://www.pwc.com/us/en/industries/financial-services/fintech/bitcoin-blockchain-cryptocurrency.html>, access 13.07.2021.

Withdrawing or modifying data registered in the Blockchain is practically impossible, because any such operation would mean obtaining consensus for changes in each block from all nodes of the network<sup>12</sup>. The blockchain is thus protected against tampering and backward changes, both in the event that such changes are sought by third parties and by those directly involved in the transaction chain. Therefore, any online transaction involving digital assets from the past can be verified at any time in the future with confidence that it has not been altered after registration.

Blockchain can function as a public network (open, unpermissioned), in which no permission is required to record transactions (all interested parties can participate) or as a private network (closed, permissioned), which gives the right to record and verify transactions only to authorized entities. Open blockchain is used for cryptocurrencies (Bitcoin, Ether and others) among others. The recording of transactions involving data and business-sensitive information is most often done

11. A. Kamilaris, I. Cole, F.X. Prenafeta-Boldú, *Blockchain in agriculture* [in:] *Food Technology Disruptions*, ed. Ch. Galanakis, Academic Press, 2021, p. 267.

12. *Leksykon pojęć...*, op. cit. p. 8–9.

on private blockchains. The recording of transactions involving data and business-sensitive information is most often done on private blockchains. Private blockchains also create public sector institutions for state-citizen or state-business transactions. Three main categories of Blockchain applications can be identified: 1) execution of financial transactions and payments using cryptocurrencies; 2) the creation of distributed databases, and 3) the establishment and execution of smart contracts<sup>13</sup>. All the indicated capabilities and functions of Blockchain can significantly support the development of insurance system in agriculture.

### **Benefits and risks associated with the use of blockchain technology in agricultural insurance**

Progressive digitalization processes in the economy related to the use of the Internet of Things, sensors and artificial intelligence open new opportunities for the development of the agricultural insurance system. Although the pace of digital change in agriculture has been slower than in other sectors of the economy, it is estimated that the number of active connections to the Internet of Things will increase in agriculture to about 47 million in 2022 and about 70 million in 2025 (up from about 510,000 reported in 2016)<sup>14</sup>. The volume of available data relevant to the insurance industry, especially in the area of estimating climate, crop and livestock risks, can be expected to increase rapidly. It will also be influenced by public sector initiatives to improve access to Earth, environmental and climate data, including satellite and ground-based sensor data. Insurance companies will therefore face the challenge of developing new solutions for the effective use of data in the agricultural insurance system.

Blockchain is a technology that can support companies in the insurance sector both in the area related to the management and use of data from various sources and in the area related to the management of contractual relationships. The primary benefits of using blockchain technology in the agricultural insurance system include improved access to information and increased transparency of transactions between insurance market players. The problem of information asymmetry is still one of the main sources of unreliability in the agricultural insurance market. It leads to adverse

13. *Transformative Technologies and Jobs of the Future. Background report for the Canadian G7 Innovation Ministers' Meeting, Montreal, Canada 27–28 March 2018*, OECD 2018, p. 15–16.

14. *Number of Internet of Things (IoT) active connections in agriculture in the European Union (EU) in 2016, 2019, 2022 and 2025 (in millions)*, <https://www.statista.com/statistics/691880/agriculture-iot-active-connections-in-the-eu/>, access 31.07.2021.

## The importance of Blockchain technology

selection to the detriment of insurers, when insurance is abandoned by farmers with a low risk of an insured event and is mainly opted for by farmers aware of higher ex ante risks. At the same time, unequal access to information leads to moral hazard on the part of better informed market participants (in this case, farmers who may decide to engage in riskier behaviour once they have taken out an insurance policy)<sup>15</sup>. These phenomena translate into high costs of agricultural insurance and, as a result, into insufficient insurance coverage in agriculture. Recording data, information and all events covered by insurance policies in a distributed, non-tamperable and immutable database would significantly increase the transparency of insurance market relations and transactions. As such, Blockchain technology could therefore increase the level of security, credibility and trust in the processes involved in handling insurance contracts in the agricultural sector.

Another important benefit associated with the use of blockchain in the agricultural insurance system is related to the possibility of significant streamlining of contractual relations, lowering the costs of implemented transactions and increasing the operational efficiency of insurance sector companies. Currently, the main instrument of production risk management in agriculture are insurance policies that assume the need to assess the damage caused by an insurance event. Conducting a damage assessment involves the cost of engaging internal or external institutions and experts, and is usually spread over time (and may require multiple site visits). As a result, the indemnity is usually paid many weeks or even months after the insurance event occurs<sup>16</sup>. An important limitation of this type of insurance is also the uncertainty of the final amount of compensation that will be paid. This factor, along with the long waiting time for compensation payments, may discourage farmers from deciding to insure their production the following season. However, the above limitations do not exist in the case of index (parametric) insurance, where the payment of compensation depends exclusively on the indices (parameters) specified in the agreement. This type of insurance was introduced to the agricultural insurance system already in the 90s of the previous century. However, due to limited access to data and difficulties connected with verification of parameters written in contracts, parametric insurance has not been an attractive alternative to classic agricultural insurance for a long time. New information and communication technologies and the massive data influx observed in recent years are lifting these constraints<sup>17</sup>.

---

15. H. Xiong et al., *Blockchain technology for agriculture: applications and rationale*, "Frontiers in Blockchain" 2020, No. 3, p. 2.

16. See for example G. Kowalczyk, *Susza rozgrzewa rolników i pcha do sporu z rządem*, "Dziennik Gazeta Prawna" 9.08.2021.

17. H. Xiong et al., *Blockchain technology...*, op. cit.

In particular, the development of Blockchain technology, including the use of solutions that allow Blockchain programs to communicate with non-Blockchain data, are opening up new and previously unavailable opportunities for the development of parametric insurance<sup>18</sup>.

The primary application of Blockchain that can streamline contractual relationships between insurance market players, reduce insurance transaction costs, and simultaneously foster the development of parametric insurance in agriculture is smart contracts. These contracts, which are in essence computer programs, carry out the obligations and transactions enshrined in the contracts automatically and without the involvement of intermediaries, each time the conditioning event occurs. However, it is important to note that smart contracts can have a very different scope – they can perform only some or most of the activities written in the contracts. As such, smart contracts can therefore be applied to all types of insurance in agriculture, not just parametric insurance. In the case of the latter, however, Blockchain offers the most opportunities because it allows to automate the entire chain of activities in the insurance value chain – estimation of risks for different types of production, selection of indicators and parameters conditioning the payment of claims or calculations of insurance premiums and sums insured, monitoring and servicing of contracts, risk management and payment of claims (including with the use of cryptocurrencies)<sup>19</sup>.

In the case of classical insurance, the use of smart contracts would be limited mainly to areas related to the estimation of risks and claims. The benefits of blockchain for this type of insurance would therefore include, among other things, the automatic recording of claims data and the ability to quickly determine the extent and type of losses. While these programs will not be involved in the automatic payment of claims, they may send notifications and other information to insurers and insureds related to the handling of the contract, including information regarding the need to settle a claim. Thus, blockchain technology and the smart contracts that operate within it can significantly streamline and improve contractual relationships for both parametric insurance contracts and more traditional claims insurance<sup>20</sup>. The basic possibilities of using Blockchain technology in the agricultural insurance system are presented in Table 1.

18. This mechanism of linking blockchain data with external data is provided by the Oracle software – an external service that allows, inter alia, for the implementation of smart contracts using weather data.

19. H. Xiong et al., *Blockchain technology...*, op. cit.

20. P. Adam-Kalfon et al., *Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance*, PwC 2017, <https://www.pwc.com.au/publications/pwc-blockchain.pdf>, access 4.08.2021.

## The importance of Blockchain technology

**Table 1. Possible areas of use of Blockchain technology (BCT) in the agricultural insurance system**

Functions and services of BCTs in the insurance value chain	parametric insurance	insurance against damage
Estimation of crop and livestock risk pools from data recorded in the blockchain	+	+
Calculation of premiums and sums insured for individual holdings	+	+
Monitoring and servicing contracts, including drafting, signing, renewing and executing contracts	+	+
Risk management – monitoring of risks and threats, automatic alerts and notifications	+	+
Calculation of parameters and indicators relating to compensation payments	+	
Identification of contract forgery, detection of fraud and insurance fraud	+	+
Assessment and liquidation of damages caused by an insurance event		+
Smart contract with the function of recording the compensation due	+	+
Smart contract with automatic cryptocurrency compensation feature	+	

Source: Own study.

Undoubtedly, smart contracts coupled with cryptocurrency acceptance and payment carry the greatest transformative potential for the insurance system not only in agriculture but also in the economy more broadly. Through the use of cryptocurrencies, it is possible to streamline the processes of raising capital, as well as simplify, accelerate and reduce the cost of making online payments. Insurance based entirely on Blockchain would offer the possibility of using digital currencies both in the process of settling insurance premiums, in the payment of due claims, and in the execution of other financial transactions related to investments in the insurance market. Interest in the use of cryptocurrencies in the corporate sector has clearly increased in recent times, especially since the emergence of global stablecoins. These are cryptocurrencies backed by external assets (usually traditional currencies) and as such are less vulnerable to speculation and fluctuations in value. There are growing indications that stable cryptocurrencies have the potential to become a widely accepted medium of exchange<sup>21</sup>. Taking into account the difficulties of farmers in accessing sources of financing for production and investments, including the long

21. For example, Visa – one of the leaders in payment technologies – in 2021 began working with 50 leading crypto-asset platforms to develop cards that allow you to make payments using cryptocurrencies without the need to convert them. Zob. S. Peters, *Bitcoin. Płatności kryptowalutowe Visa przekroczyły miliard dolarów*, Money.pl, 12.07.2021.

waiting time for the payment of compensation under traditional insurance, the implementation of solutions based on crypto assets could significantly improve the financial liquidity of farms. Currently, regulations are being developed in the EU to enable and support the use of the potential of digital finance in the development of innovative digital services, alternative payment instruments and new sources of financing for enterprises, while reducing the risk<sup>22</sup>.

Risks related to the use of digital finance in smart insurance contracts, e.g. with speculation in the cryptocurrency market, are one of the many risks that should be taken into account when assessing the potential of Blockchain technology in the agricultural insurance system. Like any innovation, blockchain technology is also burdened with problems that may limit its positive impact<sup>23</sup>. Although Blockchain does not allow the removal or falsification of recorded data, it does not guarantee that the data recorded in distributed databases is true, i.e. corresponds to actual facts and observations. This problem, referred to as *garbage in – garbage out*, may be the result of dishonesty of blockchain participants from the very beginning, or the result of downloading data from unverified sources or sources collecting data of different quality. In the case of a private blockchain, these deficits can be overcome by means of a mechanism for verifying the activities of entities authorized to record data. Proper operation of the data entry system (e.g. weather data used in crop insurance) may also require the involvement of third parties (e.g. specialized search and collection companies). Thus, the benefits of eliminating intermediaries from blockchain based systems may not be achieved in all areas.

Another weakness of Blockchain technology is the high costs associated with power consumption – validating transactions across all nodes in the network requires a lot of computing power (this is especially true for public blockchains and cryptocurrencies). Since the processors of computers participating in P2P networks are typically powered by non-renewable energy, the operation of Blockchain technology contributes to a significant increase in global CO<sub>2</sub> emissions<sup>24</sup>. Paradoxically, technology, which has great potential to support sustainable agricultural development through a more effective risk management system, itself also generates environmental problems. Blockchain's development of digital agricultural insurance would therefore need to take into account parallel efforts to reduce the carbon footprint of the technology.

22. See *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of The Council on Markets in Crypto-assets and amending Directive (UE) 2019/1937*, Brussels, 24.9.2020, COM(2020) 593 final 2020/0265(COD).

23. A. Kamilaris, I. Cole, F.X. Prenafeta-Boldú, *Blockchain in agriculture...*, op. cit., p. 270–275.

24. It is estimated that the production (mining) of Bitcoin alone generates between 22 and 22.9 million Mt of CO<sub>2</sub> per year. Ch. Stoll, L. Klaufen, U. Gallersdörfer, *The carbon footprint of bitcoin*, "Joule" 2019, Vol. 3(7), p. 1647–1661.

## The importance of Blockchain technology

In addition to the risks and costs associated with the imperfections of the technology itself, the use of blockchain in economic practice may be limited by a deficient and inconsistent legal framework. The pace of development of digital technologies, including Blockchain technology, is very fast, therefore at the legislative stage, it is extremely difficult to take into account all potential applications, collisions, risks and threats<sup>25</sup>. In addition, the harmonization of legislative activities at the international level, which is particularly desirable in the case of digital platforms and blockchains, remains a major challenge. At the same time, there are risks and challenges in the area of managing data recorded in distributed databases, especially personal data that are permanently entered into smart contracts. The inability to delete records from Blockchain means that the problem may be, among others enforcing the “right to be forgotten” guaranteed by the EU regulation on the protection of personal data<sup>26</sup>.

The third category of risks and problems is related to socio-cultural and economic barriers. The relatively low level of digital competences of farmers and a conservative approach to technological innovation may limit the possibilities of scaling the sale of Blockchain-based digital products and services. Agricultural insurance companies as well as insurance brokers and agents may also be reluctant to radical innovations, including the use of new computer programs and artificial intelligence in the process of risk assessment and compensation payment. Blockchain brings with it a great transformational potential for all participants of the insurance value chain. Implementation of some solutions on a larger scale (e.g. parametric insurance) may involve the necessity to change business models, including a new organization of work in the insurance sector. This is especially true in those areas where smart contracts and machine learning algorithms could take over human tasks.

### Prototypes and examples of using Blockchain technology in agricultural insurance system in the world

Technology startups and InsurTech companies play a key role in the development of digital agricultural insurance. InsurTech is a new segment on the insurance market – it includes companies and entities that use advanced technologies and digital solutions to create products and services that increase the protection and convenience of the insured and increase the efficiency of the insurance industry. There are

25. P. Adam-Kalfon et al., *Blockchain...*, op. cit.

26. M. Finck, *Blockchain and the General Data Protection Regulation. Can distributed ledgers be squared with European data protection law?* European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA), 2019, p. 74–75.

three basic categories of companies in this segment – challenging companies, i.e. 1) introducing new products and business models in the insurance sector (also known as full carriers); 2) enablers, offering specialized services at every stage of the insurance value chain, and 3) online insurance intermediaries or providing information on new insurance products (distributors)<sup>27</sup>. The analysis of the data available on the Crunchbase platform, one of the largest databases collecting information on innovative enterprises and startups in the world, shows that recently there have been entities on the market that have developed or intended to develop insurance programs for agriculture using Blockchain technology<sup>28</sup>. At the same time, the number of startups and enterprises specializing in the use of satellite technologies, data provision, modeling and assessment of insurance risks in various areas is growing. Industry reports indicate that this market has a great transformational potential, especially in the area of weather, catastrophic and climate change risk management<sup>29</sup>. Large enterprises and insurance companies that are interested in expanding the offer of insurance products and services or purchasing specific innovations that improve the process of assessing insurance risks in the agricultural sector also cooperate with technology startups. After all, the digital agricultural insurance market is still embryonic in nature. Product prototypes and insurance products created using Blockchain are offered only on a few platforms in the world. The most advanced and innovative platforms for digital insurance products in agriculture include the Arbol platform from the USA, the Qoldau platform from Kazakhstan and the Beacon platform developed in Europe. A closer presentation of the indicated platforms and undertakings will highlight the possibilities and ways of using Blockchain technology in insurance in the agricultural sector.

### *Arbolmarket platform: Ethereum network and digital parametric insurance*

Start-up Arbol was founded in 2018 in the United States with the aim of improving access to weather risk insurance for a variety of entities, including specifically entities and businesses operating in the agri-food sector<sup>30</sup>. The result of Arbol's

27. *World InsurTech Report 2020*, CapGemini and EFMA 2020, [www.worldinsurtechreport.com](http://www.worldinsurtechreport.com), access 10.08.2021.

28. At the same time, it should be noted that agricultural insurance is still not one of the most frequently developed products. Searches on the Crunchbase platform identified 1,417 entities attributed to the InsurTech segment, with only 119 of them identifying agricultural insurance as one of their areas of focus, <https://www.crunchbase.com>, access 26.07.2021.

29. *How insurance can help combat climate change*, MacKinsey and Company, 6.01.2021, <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/how-insurance-can-help-combat-climate-change>, access 26.07.2021.

30. *Arbol – summary information*, <https://www.crunchbase.com/organization/arbol-markets>, access 4.08.2021.



work is the ArbolMarket platform, which provides access to tools and solutions that facilitate and support transactions and contracts between weather-exposed agricultural producers and capital providers – insurers and asset managers (banks, hedge funds, investors and others interested in making profits from financing weather derivatives)<sup>31</sup>. The platform common to farmers and insurers is to reduce the problem of information asymmetry and, as a result, help lower the prices of premiums for weather risk insurance. The main product and service offered on the ArbolMarket platform is parametric insurance, which makes the payment of compensation dependent on strictly defined indices related to weather and natural phenomena, not on the calculation of damage and losses in production.

Arbol's insurance is offered in the form of smart contracts, which automatically pay out compensation if the indices indicated in the contracts are reached. These contracts act as decentralized applications directly on the Blockchain – in the Ethereum network, in which each computer (node) stores a copy of all contracts and verifies transactions related to the payment of compensation. The decision to base the Arbolmarket platforms on the public Ethereum network was dictated by the desire to provide farmers and insurers with the easiest-to-use applications. Ethereum operates slower than other decentralized networks, however, it allows for solutions that release end users from having the knowledge and skills to use private keys that give access to Blockchain. Thus, users can log in to the service on the Arbolmarket platform with a password protected, as is the case with standard web applications. The developers of the platform expect this solution to encourage more traditional agri-food customers to use smart insurance contracts<sup>32</sup>.

Currently, the Arbolmarket platform offers farmers and entities interested in investing in the insurance market several parametric products – insurance against the risks associated with excessive or insufficient rain and snowfall, protection against excessively high temperatures and protection against weather phenomena that prevent fertilization. In accordance with the rules of the platform, the farmer, after logging in, may submit a willingness to conclude a smart contract (selecting the type of risk insured, the period of protection, the areas covered by the protection, the amount of the premium). The reports are visible to the investor insurers who can agree to or reject the proposed contract. Both the interested investor and the farmer pay a certain amount to the smart contract (in the Ether cryptocurrency) in order to receive tokens in return (certificates of the signed contract). They give the farmer the right to compensation, the investor the right to profit. If an insurance event occurs (described in a strictly adopted parameter), the farmer automatically

31. Informacje z platformy Arbolmarket, <https://www.arbolmarket.com/>, access 4.08.2021.

32. B. Andre, *Which blockchain is right for your DApp?*, 14.02.2019, <https://arbolmarket.medium.com/which-blockchain-is-right-for-your-dapp-89966f4dc515>, access 4.08.2021.

receives all the funds assigned to the smart contract (in the Ether cryptocurrency). If the data analyzes do not show that the parameter specified in the contract has occurred, the smart contract allocates the entire sum of Ether to the insurer (investor)<sup>33</sup>.

Some products cover all countries of the world, other products are available only to farmers in the United States. In the case of insuring certain types of risks, additional information is required to be added to the platform, e.g. the operation of a parametric product protecting maize crops during the pollen season against too high temperatures during the day and at night requires farmers to provide information on planting dates. There are also parametric products on the platform that do not use weather-related indices. One such product is the SmartYield Program, which uses an index based on the amount of yields. The source of data are sensors located in agricultural equipment<sup>34</sup>. If the yield index falls below a certain limit, farmers automatically receive compensation. For this product, as with weather insurance, farmers do not have to submit claims for compensation. They also know the amount of compensation in advance. Thus, the basic limitations of traditional insurance – bureaucracy related to the submission of applications, long processing times related to the claims assessment process and the uncertain amount of compensation – are eliminated. The creators of the platform indicate that the simplicity of parametric insurance, combined with much better access to the technology of processing large amounts of data, will allow to achieve economies of scale and reduce costs for insurers and insurance prices for farmers<sup>35</sup>.

Satellite data and data from ground meteorological stations are used in the assessment and monitoring of parameters (indexes). Data is collected from reliable sources (NASA and the National Oceanic and Atmospheric Administration) and then logged using the IPFS (interplanetary file system) protocol. While IPFS itself is not a blockchain technology, it does take advantage of its principles. It is a decentralized and peer-to-peer system for storing and sharing files, websites, applications and data<sup>36</sup>. In order to ensure the stable operation of the platform, Arbol develops cooperation with entities specializing in data delivery and with companies

33. S. Jha, B. Andre, O. Jha, *ARBOL: Smart Contract Weather Risk Protection for Agriculture*, 2019, <https://vdocuments.mx/reader/full/arbol-smart-contract-weather-risk-protection-for-agriculture-2019-08-08-arbol>, access 8.08.2021.

34. S. Evans, *Arbol taps machinery sensors for parametric crop insurance triggers*, 24.02.2021, <https://www.artemis.bm/news/arbol-taps-machinery-sensors-for-parametric-crop-insurance-triggers/>, access 8.08.2021.

35. *Parametric insurance revisited – insights from Arbol*, Insureblock Podcast (episode 145), 24.01.2021, <https://insureblocks.com/ep-145-parametric-insurance-revisited-insights-from-arbol/>, access 10.08.2021.

36. As such, IPFS – like Blockchain – increases the security of data storage (possible attacks on specific servers do not block access to data, as is the case with centralized databases controlled by a single entity) and at the same time eliminates the problem of data manipulation or removal of inconvenient information. IPFS also facilitates the day-to-day processes of aggregating, synchronizing, and distributing huge amounts of data. See *What is IPFS*, <https://docs.ipfs.io/concepts/what-is-ipfs/#decentralization>, access 11.08.2021.

## The importance of Blockchain technology

producing equipment that allows data collection<sup>37</sup>. In parallel, Arbol is developing a new ecosystem for climate data (dClimate) – an open source toolkit for standardizing and building weather data resources from various sources based on IPFS, i.e. using paths (addresses) to content, not addresses to specific locations data storage<sup>38</sup>. This solution is intended to encourage various entities (including scientists, university staff, government agencies and smaller companies dealing with data collection) to engage in efforts to build distributed weather databases. As such, this project may contribute to further strengthening the role and importance of parametric solutions and products in the agricultural insurance market.

### *Qoldau platform and digital agricultural insurance in Kazakhstan*

In December 2017, the Government of Kazakhstan announced the “Digital Kazakhstan” strategy, which entails a broad program of digitization in the economy and public administration<sup>39</sup>. Digitalization of agriculture is one of the areas particularly supported by the government of Kazakhstan. The emphasis on using new digital technologies in this area stems from the large role agriculture plays in Kazakhstan’s economy. In 2016, the share of agriculture in Kazakhstan’s GDP was 4.6% with 18% of the economically active employed in this sector. Although agricultural production in Kazakhstan is growing and the country remains one of the world’s largest cereal producers and exporters, increasing adverse weather events, in particular recurrent droughts, pose a serious threat to the sustainability of agricultural production levels and agricultural incomes. Many problems also result from an ineffective farmland management system and insufficient protection of agricultural soils. One of the main goals of digital investment is therefore to improve the ability to analyze and predict problems in the agricultural sector, including improving the monitoring of agricultural soils and reducing the impact of unfavorable weather conditions on production and agricultural income.

The government in Kazakhstan started implementing the digitization strategy in the agricultural sector by digitizing information on farmlands and pastures. It was also decided that the digitization process in agriculture would be supported by a single digital platform that would combine the database function with the function of comprehensive services for the entire agri-food sector. The government obligated

37. S. Evans, *Arbol taps machinery...*, op. cit.

38. *Case study: Arbol*, <https://docs.ipfs.io/concepts/case-study-arbol/#the-story>, access 11.08.2021.

39. *State programme “Digital Kazakhstan”*, approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan of December 12, 2017, No. 827, <https://digitalkz.kz/wp-content/uploads/2020/03/ГП%20ЦК%20на%20англ%2003,06,2020.pdf>, access 27.07.2021.

farmers to actively participate in the construction of the platform – farmers were obliged to register information on farms and fields, their production (including types of crops) and the agricultural equipment used on the platform. Thanks to the idea of crowdsourcing, in one year, it was possible to create a digital database covering 25 million hectares of arable land (100% of the total area of arable land) and 55 million ha of pasture (over 80% of the total area of pastures)<sup>40</sup>. Managed by the Ministry of Agriculture, the platform called Qoldau (meaning “support” in Kazakh) currently has 172,000 registered users<sup>41</sup>. It includes online business-farm (B2F), farm-state (G2F) and farm-state (F2G) relationships and transactions. The available applications and services are used by farm owners, government agencies and many other entities operating in the agri-food-industrial complex (financial institutions, suppliers of means of production, storage warehouses, traders). Thanks to the integration with government databases, spatial data repositories and electronic payment systems, the offered solutions are comprehensive. At the same time, the certainty and credibility of data and transactions is ensured by the integration of Qoldau with the Blockchain-based QazChain database<sup>42</sup>.

Among the functions and services available on the Qoldau platform you can find, among others state electronic register of component evidence – e-Cereals, the Agromonitor service, thanks to which farmers have access to electronic maps of arable fields and can monitor their own and/or leased plots using remote sensing data and data from specialized sensors, Agroanimals service that allows you to track the state of the herd, including automatic identification of sick animals based on data from sensors sent every 5–30 minutes, or advisory services and recommendations on the use of precision farming techniques (AgroConsultant). The platform also offers electronic subsidy application, e-application processing and approved subsidy payment services<sup>43</sup>. One of the key services offered on the platform

40. *Qoladu.kz*, Zerde – Digital International Partnership, <https://zerde.digital/en/qoldau-kz>, access 25.07.2021.

41. *WSIS Prizes Contest 2020 Nominee – Digital platform for business Qoldau*, <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2021/DetailsPopup/15742745315624085>, access 25.07.2021.

42. The use of Blockchain technology in the registration and execution of transactions in the agricultural sector reflects the assumptions of the government's digitization strategy. It declares support for the widest possible use of this technology in the economy. It is worth noting that Kazakhstan is currently the fourth market for the mining of Bitcoin, a Blockchain-based cryptocurrency, after China, the US and Russia. At the same time, the government in Kazakhstan declares its willingness to further popularize the use of Blockchain and cryptocurrencies in various areas and sectors of the economy, including banking, healthcare and agriculture. See. *Government considers development of cryptoindustry and blockchain technologies*, Official Information Source of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan, 11.05.2021, <https://primeminister.kz/en/news/v-pravitelstve-rassmotrelivoprosy-razvitiya-kriptoindustrii-i-blokcheyn-tehnologiy-1141139>, access 25.07.2021.

43. Na platformie dostępnych jest wiele innych usług. Dodatkowo, planowane jest uruchomienie nowych aplikacji dla rolników. Zob. <https://www.qoldau.kz/en#resources>, access 25.07.2021.

is also agricultural insurance. The AgroInsurance service – offered to farmers and participants of the insurance market – allows you to submit an e-application for an insurance contract, conclude an online insurance contract, pay the insurance premium, register an insurance event and pay compensation<sup>44</sup>. Farmers can also use online calculators to calculate the insurance premium due, both for subsidized and under-premium insurance. At the same time, a common access portal to data and related digital services reduces the problem of information asymmetry and allows for better risk management in the agri-food sector. Thanks to the data, it is possible to more accurately assess the pool of insurance risks, which translates into lower costs of reinsurance fees for insurers<sup>45</sup>.

The Qoldau platform is still under development. Electronic agro-insurance services are also being developed, currently divided into four sections – plant production insurance, livestock (cattle) insurance, real estate and agricultural equipment insurance, and third party liability insurance for grain storage entities. In the recent period, the most innovations concerned the insurance of field crops. After severe production losses due to the 2017 drought, the government of Kazakhstan supported a project to develop new insurance instruments in this area. One of such products was developed jointly by the Insurance Association for Agriculture in Kazakhstan, Swiss Re – a Swiss insurance company with extensive experience in the development of innovative insurance products and risk reinsurance, and the Dutch startup VanderSat dealing with the provision of satellite-based products and services, including data on soil moisture and temperatures<sup>46</sup>. As a result, already in 2020, digital index (parametric) insurance, based on the new Soil Moisture Deficit Index (SMDI), appeared in the offer on the Qoldau platform. This indicator was considered to be a more accurate measure of water availability than the indicator based on rainfall (e.g. due to the fact that the latter did not take into account additional factors affecting the amount of yields – water runoff, evaporation and groundwater level)<sup>47</sup>. The distinguishing features of the new insurance product are daily satellite measurements of soil moisture and data logging in a tamper-resistant distributed database based on a blockchain. The solutions adopted ensure transparency, credibility

44. *Электронный Сервис «Agroinsurance»*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/info-start>, access 25.07.2021.

45. R. Cekuta, K. Cheriegate, B. Wilcox, *The Computer and the Farmer. The role of information technology in boosting agricultural productivity in Kazakhstan*. Special Policy Brief. Caspian Policy Center, <https://www.caspianpolicy.org/wp-content/uploads/2019/10/CEEP-REPORT-computer-and-the-farmer.pdf>, access 26.07.2021.

46. *Drought insurance for Kazakh farmers*, <https://vandersat.com/cases/drought-insurance-for-kazakh-farmers/>, access 27.07.2021.

47. *Strengthening risk resilience: 2020 highlights. Soil moisture deficit index*, <https://reports.swissre.com/sustainability-report/2020/solutions/strengthening-risk-resilience-2020-highlights/soil-moisture-deficit-index.html>, access 27.07.2021.

and certainty of the parameters underlying the payment of claims. If the soil moisture deficit indicator reaches a predetermined level, the contractual compensation is paid. It is not required to carry out a claim settlement, as in the case of classic insurance<sup>48</sup>. At the same time, however, the description of the insurance product in question indicates that the farmer should report online waiting for the payment of compensation<sup>49</sup>, which means that the platform is not yet fully operational with intelligent contracts that register insurance events on their own. Nevertheless, the relatively simple structure of the insurance, clear rules for the payment of compensation, great convenience resulting from the implementation of all transactions on the platform, as well as subsidizing index insurance premiums by the state, make the interest in this product grow<sup>50</sup>. Currently, in addition to several versions of insurance based on SMDI, the Qoldau platform also offers insurance based on the Soil Moisture Excess Index (SMEI). In 2020, the area covered by index insurance amounted to 115 thousand hectares, in 2021 it increased to almost 145 thousand hectares<sup>51</sup>.

### *BEACON project – improving crop damage detection and estimation based on Blockchain technology and Earth observation data*

The huge opportunities that data and Blockchain technology offer for the improvement and development of the agricultural insurance system are well illustrated by the work carried out under the BEACON project. The BEACON project is one of the innovative activities financed by the European Union's Horizon 2020 program. Its implementation began in January 2019, and the end of activities is scheduled for January 31, 2022. The project involves companies from the insurance sector, consulting companies and university employees. Etherisc is also involved in the implementation of the project – one of the startups of the InsurTech segment, specializing in creating protocols for decentralized insurance applications stored on Blockchain.

48. M. Andriess, *Drought is insurable*, 16.06.2021, <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/drought-is-insurable.html>, access 27.07.2021.

49. *Index insurance in plant farming*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index-start>, access 27.07.2021.

50. Insurance based on SMDI is also used in Russia, Ukraine, Kenya, Brazil and some European countries – France, Slovenia, Serbia, Croatia, Bulgaria, Lithuania and Latvia. The introduction of such insurance is also planned in Australia, Tanzania, Belgium, the Netherlands, Switzerland, the USA and Zimbabwe. See *Satellite-based soil moisture records for increased access to financial services*, 17.09.2020, <https://g4aw.spaceoffice.nl/files/files/G4AW/webinar/Session%201%20-%20VanderSat%20-satellite-based%20soil%20moisture%20records%20for%20increased%20access%20to%20financial%20services.pdf>, access 29.07.2021.

51. *Статистика по типам страховых продуктов – 2021 [Statistics by types of insurance products] год*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index/statistics/all-products?Year=2021>, access 29.07.2021.

## The importance of Blockchain technology

The aim of the BEACON project is to use data from Earth observation, advanced weather analysis and information and communication technologies (including Blockchain technology) to develop a package of commercial tools and services that strengthen the possibilities of operation and development of enterprises in the insurance sector. The proposed services are in particular to mitigate the impact of uncertainty regarding the weather on the assessment of risks for insurance products in agriculture, reduce the number of visits to the scene of the incident to verify the insured's claims, reduce operating and administrative costs related to monitoring contracts and indices used in insurance, reduce the problem of insurance fraud, and enable the development of more precise and personalized insurance products<sup>52</sup>. Smart contracts are also an integral part of the project – automated programs run on Blockchain, which are to accelerate the payment of compensation and reduce the costs associated with their service. The project also provides for measures to improve risk management in the agricultural sector. It is planned to launch an early warning service – a digital application through which insurance companies will be able to inform farmers about upcoming weather threats and recommend taking necessary actions to limit the negative impact of weather on crops<sup>53</sup>. The developed solutions are to be tested as part of the pilot phase of the project in the operating environments of 10 selected companies in the insurance sector. After validation of the adopted models and confirmation of the commercial value of the BEACON platform, it is planned to prepare a business model allowing the sale of the offered products and services<sup>54</sup>.

The services of the BEACON platform are to be distinguished by reliable and credible methods of detecting damage and estimating losses in agricultural crops caused by hail, floods, fires and droughts. For this purpose, different types of data from Sentinel satellites are used, as well as a whole range of detection and monitoring techniques for changes on the Earth's surface. The first phase focused on the selection of appropriate Earth observation methodologies and techniques, and on qualitative damage assessments. In the second phase, the work focused on the development of machine learning algorithms that are to allow quantification of losses for individual types of crops. The crops included in the models tested included wheat, barley, corn, soybeans, sunflower seeds and cotton. Following additions and corrections, especially in relation to the services for calculating losses caused by hail,

---

52. See <https://beacon-h2020.com/concept/>, access 1.08.2021.

53. Ibidem.

54. *Boosting Agricultural Insurance based on Earth Observation data. Beacon Project Information*, <https://cordis.europa.eu/project/id/821964>, access 2.08.2021.

drought and floods, the developed methods and calculators were incorporated into the BEACON pilot toolkit<sup>55</sup>.

Ultimately, the BEACON package will include five different services supporting insurance companies in the areas related to the creation, conclusion and performance of crop insurance contracts against selected weather risks. They will be:

- 1) crop monitoring application – crop data, yield estimates, profiling of insurance contracts;
- 2) loss estimation calculator – damage assessment after hail and storms, spatial distribution and assessment of flood damage, mapping, assessment and classification of fire damage severity, detection and assessment of damage to crops caused by drought for the entire growing season;
- 3) fraud control application – a service that allows for automatic verification of the legitimacy of claims for compensation;
- 4) application for estimating the probability of weather risk occurrence – the use of Copernicus seasonal meteorological and climate forecasts to create maps showing the probability of extreme weather events in a given area and to assess the potential impact on crops;
- 5) damage forecasting and prevention application – early warning system with alerts sent to insurance companies and their customers (weather warnings, pest and disease alerts)<sup>56</sup>.

Only insurance companies registered on the platform will have access to the indicated services. From one place, insurers will be able to view aggregated information on policies and areas insured – the number of policies (areas) affected by an extreme weather event, a register of types of extreme weather events for individual contracts (areas), the number of policies (and areas) at risk of extreme weather events, and the number of policies (and areas) that may suffer from the emergence of diseases and pests of crops. Integration of the BEACON platform with Blockchain technology will ensure the security of information and data regarding contracts and insured areas. Blockchain components, however, will not be included in the data collection process itself, their role is to be limited to the processing of data collected or produced by other elements and tools of the BEACON platform. As intended, only a small part of the data is to be processed in the blockchain. These will be, in particular, data necessary for the proper functioning of smart contracts, processed in accordance with the requirements of the GDPR – pseudonymised data about

55. *Beacon Newsletter*, Issue no 7, May 2021, <https://beacon-h2020.com/newsletter-7/>, access 6.08.2021.

56. E. Lekakis et al., *Redefining Agricultural Insurance Services Using Earth Observation Data. The Case of Beacon Project* [in:] *International Symposium on Environmental Software Systems*, Cham, Springer, 2020, p. 90–101.



## The importance of Blockchain technology

customers and assigned plots and fields, provisions in contracts (period of validity, insured area and types of crops, insurance value). The exact scope of data stored in Blockchain's distributed database, however, will depend on the types of insurance products that will be offered to farmers. The created blockchain is to be private – only selected entities (nodes) will have the right to register and validate data in blocks, including generating new contracts. Other entities will be able to enter the database and view the registered records. Activities related to the preparation of policies, including amendments to them, are to be automatically saved in the block chain, which will eliminate the problem of possible abuse or fraud against the interests of insured farmers. The smart contract feature will inform insurers of a claim for compensation as soon as the insurance events specified in the contract are registered on the blockchain. However, the payment of compensation will require approval of the claim by the insurer. After the claim is accepted, the platform will send a notification to Blockchain about the need to pay compensation.

---

### Summary

Blockchain technology offers many solutions that can facilitate the assessment of insurance risks and risk management, and at the same time improve the processes related to the conclusion and execution of insurance contracts. The need for improvement in the indicated areas is particularly great in the case of insurance in the agricultural sector. The possibilities of Blockchain technology to improve the functioning of the agricultural insurance system will largely depend on the proper use of opportunities related to the rapidly growing resources of digital data. These data, generated by various devices and systems (including satellite remote sensing systems, weather data recording stations, programs for geospatial data and digital maps, or drones and sensors recording data on yields and parameters affecting agricultural production performance), require appropriate security, security and access procedures. Also other categories and types of data used in insurance contracts require appropriate security systems. It is particularly important for insurance companies and insurers to ensure the reliability and correctness of data and information that constitute the basis for the calculation of insurance premiums, sum insured and the amount of compensation. Such protection, thanks to the use of distributed registers and consensus algorithms, is offered by Blockchain technology. Blockchain, however, not only ensures safe and reliable access to data used in the insurance value chain, but also opens the way to the development of new products and services in the insurance system.

Presented case studies show that businesses, governments and public sector institutions recognize the various opportunities associated with the use of blockchain technology in agricultural insurance. At the same time, they show that Blockchain can increase competition in the agricultural insurance market by expanding the pool of available insurance and a new system of organizing relations between policyholders and insurers. One of the most innovative elements of the digital agricultural insurance platforms currently under development is smart contracts. Blockchain-based smart contracts have great potential to reduce the costs associated with transactions on the insurance market. They can also facilitate and accelerate the conclusion and execution of insurance contracts. These are the benefits that distinguish the analysed platforms, both the fully commercial Arbolmarket platform and the Qoldau and Beacon platforms, which are developed with the involvement and support of the public sector. The development of this type of platforms could contribute to lowering the costs of agricultural insurance and, consequently, translate into an increase in the scope of insurance cover in agriculture. In this context, digital parametric insurance, which meets the need to increase protection of farms against weather and climate risks, has a high development potential. Another significant benefit is related to the possibility of integrating smart contracts with applications that enable the monitoring of risks and threats in the agricultural sector. Therefore, it can be expected that the popularization of platforms for digital agricultural insurance, including smart insurance contracts, could significantly strengthen the risk management system in agriculture.

There are also specific risks and threats associated with Blockchain technology. Some of the solutions proposed on blockchain platforms are radical innovations for which the agricultural sector may not be prepared. Legal regulations that would protect enterprises and consumers against certain risks related to the use of smart contracts (e.g. contracts involving payments in cryptocurrencies) are also not ready. The wider use of Blockchain also threatens existing business models and may arouse resistance from traditional participants in the insurance value chain. Despite the indicated limitations, it should be expected that the importance of digital technologies in the agricultural insurance system, including Blockchain technology, will increase. The factors that will encourage enterprises to increase investments in digital solutions will be the increasing costs of traditional instruments for insuring risks occurring in agricultural activity. Digitization in the area of business insurance, including agricultural insurance, will also be supported by the involvement of the public sector. In the recent period, the number of regulatory actions has clearly increased in order to ensure appropriate conditions for the use of digital technologies in the economy. Regulations concerning strictly crypto assets and technologies based on

distributed ledgers are being prepared in the EU. At the same time, the value of public investments supporting digitization and the use of new technologies in agriculture is growing, also with a view to increasing the efficiency of the subsidized agricultural insurance system. In addition, international organizations, states and public sector institutions increasingly and to an increasing extent provide business with public data on the Earth, climate, environment and other domains with a view to building a socio-economic system that is more intelligent, sustainable and risk-resistant.

## Bibliography

---

- Adam-Kalfon P. et al.**, *Blockchain, a catalyst for new approaches in insurance*, PwC 2017, <https://www.pwc.com.au/publications/pwc-blockchain.pdf>, access 4.08.2021.
- Agroinsurance**, *Электронный Сервис «Agroinsurance»*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/info-start>, access 25.07.2021.
- Agroinsurance**, *Index insurance in plant farming*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index-start>, access 27.07.2021.
- Agroinsurance**, *Статистика по типам страховых продуктов – 2021 год*, <https://agro-insurance.qoldau.kz/en/index/statistics/all-products?Year=2021>, access 29.07.2021.
- Andre B.**, *Which blockchain is right for your DApp?*, 14.02.2019, <https://arbolmarket.medium.com/which-blockchain-is-right-for-your-dapp-89966f4dc515>, access 4.08.2021.
- Andriess M.**, *Drought is insurable*, 16.06.2021, <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/drought-is-insurable.html>, access 27.07.2021.
- Arbolmarket**, <https://www.arbolmarket.com/>, access 4.08.2021.
- Babich V., Hilary G.**, *Distributed Ledgers and Operations: What Operations Management Researchers Should Know about Blockchain Technology*, “Manufacturing and Service Operations Management” 2020, Vol. 22 (2).
- BEACON**, *Beacon Newsletter*, Issue no 7, May 2021, <https://beacon-h2020.com/newsletter-7/>, access 6.08.2021.
- BEACON**, <https://beacon-h2020.com/concept/>, access 1.08.2021.
- Castillo M., Boucher S., Carter M.**, *Index insurance: Using public data to benefit small-scale agriculture*, “International Food and Agribusiness Management Review” 2016, Vol. 19 (A).
- Cekuta R., Cherigate K., Wilcox B.**, *The Computer and the Farmer. The role of information technology in boosting agricultural productivity in Kazakhstan*. Special Policy Brief. Caspian Policy Center (bd.), <https://www.caspianpolicy.org/wp-content/uploads/2019/10/CEEP-REPORT-computer-and-the-farmer.pdf>, access 26.07.2021.
- CORDIS**, *Boosting Agricultural Insurance based on Earth Observation data. Beacon Project Information*, <https://cordis.europa.eu/project/id/821964>, access 2.08.2021.
- Crunchbase**, *Arbol – summary information*, <https://www.crunchbase.com/organization/arbol-markets>, access 4.08.2021.

## The importance of Blockchain technology

- Digital Kazakhstan**, *State programme "Digital Kazakhstan"*, approved by the Decree of the Government of the Republic of Kazakhstan of December 12, 2017, No. 827, <https://digitalkz.kz/wp-content/uploads/2020/03/ГПП%20ЦК%20на%20англ%2003,06,2020.pdf>, access 27.07.2021.
- ERiGŻ**, *Identyfikacja podstaw przemian i problemów ubezpieczeń rolnych*, red. M. Soliwoda, Warszawa 2020.
- Evans S.**, *Arbol taps machinery sensors for parametric crop insurance triggers*, 24.02.2021, <https://www.artemis.bm/news/arb-ol-taps-machinery-sensors-for-parametric-crop-insurance-triggers/>, access 8.08.2021.
- Finck M.**, *Blockchain and the General Data Protection Regulation. Can distributed ledgers be squared with European data protection law?*, European Parliamentary Research Service, Scientific Foresight Unit (STOA), 2019.
- Geodata for Agriculture and Water**, *Satellite-based soil moisture records for increased access to financial services*, 17.09.2020, <https://g4aw.spaceoffice.nl/files/files/G4AW/webinar/Session%201%20-%20VanderSat%20-satellite-based%20soil%20moisture%20records%20for%20increased%20access%20to%20financial%20services.pdf>, access 29.07.2021.
- How insurance can help combat climate change**, MacKinsey and Company, 6.01.2021, <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/how-insurance-can-help-combat-climate-change>, access 26.07.2021.
- Insureblocks**, *Parametric insurance revisited – insights from Arbol*, Insureblock Podcast (episode 145), 24.01.2021, <https://insureblocks.com/ep-145-parametric-insurance-revisited-insights-from-arbol/>, access 10.08.2021.
- IPFS**, *Case study: Arbol*, <https://docs.ipfs.io/concepts/case-study-arbol/#the-story>, access 11.08.2021.
- IPFS**, *What is IPFS*, <https://docs.ipfs.io/concepts/what-is-ipfs/#decentralization>, access 11.08.2021.
- ITU**, *WSIS Prizes Contest 2020 Nominee – Digital platform for business Qoldau*, <https://www.itu.int/net4/wsis/stocktaking/Prizes/2021/DetailsPopup/15742745315624085>, access 25.07.2021.
- Jha S., Andre B., Jha O.**, *ARBOL: Smart Contract Weather Risk Protection for Agriculture*, 2019, <https://vdocuments.mx/reader/full/arb-ol-smart-contract-weather-risk-protection-for-agriculture-2019-08-08-arbol>, access 8.08.2021.
- Kamilaris A., Cole I., Prenafeta-Boldú F.X.**, *Blockchain in agriculture* [in:] *Food Technology Disruptions*, ed. Ch. Galanakis, Academic Press, 2021.
- Kar A.K., Navin L.**, *Diffusion of blockchain in insurance industry: An analysis through the review of academic and trade literature*, "Telematics and Informatics" 2021, Vol. 58.
- Kowalczyk G.**, *Susza rozgrzewa rolników i pcha do sporu z rządem*, "Dziennik Gazeta Prawna", 9.08.2021.
- Kulawik J.**, *Ryzyko i tradycyjne ubezpieczenia rolne – podstawy teoretyczne* [in:] *Ocena funkcjonowania ubezpieczeń upraw i zwierząt gospodarskich w polskim rolnictwie*, red. J. Pawłowska-Tyszko, Warszawa, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2017.
- Lekakis E. et al.**, *Redefining Agricultural Insurance Services Using Earth Observation Data. The Case of Beacon Project* [in:] *International Symposium on Environmental Software Systems*, Cham, Springer, 2020.
- Ministerstwo Cyfryzacji**, *Leksykon pojęć na temat technologii blockchain oraz kryptowalut*, red. K. Piech, Warszawa 2016.

## The importance of Blockchain technology

- NIK**, *Wspieranie środkami publicznymi systemu ubezpieczeń rolniczych*. Informacja o wynikach kontroli, Departament Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa 2020, s. 10, <https://www.nik.gov.pl/plik/id,22251,vp,24920.pdf>, access 28.07.2021.
- OECD**, *Transformative Technologies and Jobs of the Future. Background report for the Canadian G7 Innovation Ministers' Meeting. Montreal, Canada 27–28 March 2018*, 2018.
- Official Information Source of the Prime Minister of the Republic of Kazakhstan**, *Government considers development of cryptoindustry and blockchain technologies*, 11.05.2021, <https://primeminister.kz/en/news/v-pravitelstve-rassmotreli-voprosy-razvitiya-kriptoindustrii-i-blokcheyn-tehnologiy-1141139>, access 25.07.2021.
- Qoladu.kz**, *Zerde – Digital International Partnership*, <https://zerde.digital/en/qoldau-kz>, access 25.07.2021.
- Soliwoda M. Pawłowska-Tyszko J., Gorzelak A.**, *Zarządzanie ryzykiem katastroficznym w rolnictwie – wybrane problemy. Perspektywa międzynarodowa i Polski*, “Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia” 2017, nr 1.
- Statista**, *Number of Internet of Things (IoT) active connections in agriculture in the European Union (EU) in 2016, 2019, 2022 and 2025 (in millions)*, <https://www.statista.com/statistics/691880/agriculture-iot-active-connections-in-the-eu/>, access 31.07.2021.
- Stoll Ch., Klaaßen L., Gallersdörfer U.**, *The carbon footprint of bitcoin*, Ministerstwo Cyfryzacji, “Joule” 2019, Vol. 3(7).
- Sushchenko O., Schwarze R.**, *Distributed Ledger Technology for an Improved Index-Based Insurance in Agriculture*, “Journal of Integrated Disaster Risk Management” 2020, Vol. 10(2).
- Swiss Re**, *Strengthening risk resilience: 2020 highlights. Soil moisture deficit index*, <https://reports.swissre.com/sustainability-report/2020/solutions/strengthening-risk-resilience-2020-highlights/soil-moisture-deficit-index.html>, access 27.07.2021.
- Tasca P.**, *Insurance under the Blockchain Paradigm* [in:] *Business Transformation through Blockchain*, eds. H. Treiblmaier, R. Beck, Cham, Palgrave Macmillan, 2019.
- VanderSat**, *Drought insurance for Kazakh farmers*, <https://vandersat.com/cases/drought-insurance-for-kazakh-farmers/>, access 27.07.2021.
- Wniosek w sprawie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie rynków kryptoaktywów i zmieniającej dyrektywę (UE) 2019/1937**, Bruksela, 24.9.2020, COM(2020) 593 final 2020/0265(COD).
- World InsurTech Report 2020**, CapGemini and EFMA 2020.
- Xiong H. et al.**, *Blockchain technology for agriculture: applications and rationale*, “Frontiers in Blockchain” 2020, No. 3.

received: 19.08.2021  
accepted: 06.10.2021

