



Magdalena Dziejczak

Zastosowanie systemów sztucznej inteligencji we współczesnej bankowości

[The Use of Artificial Intelligence in Modern Banking]

Abstract

The development of new technologies and globalization influence the digitization of many areas of the economy. Technologies based on artificial intelligence are changing the world even more profoundly than other technological innovations, and the impact of artificial intelligence systems on the surrounding socio-economic realities seems to be the most significant, but at the same time it poses certain threats. In the case of the financial market, artificial intelligence systems are increasingly used as they lead to the emergence of new business models, applications, products or processes by modifying the way financial services are provided as part of the operations of financial institutions.

Many analyzes indicate that artificial intelligence will positively affect economic growth and may be perceived as a new production factor, but it must not be forgotten that the use of new technologies, including solutions based on artificial intelligence, may create for the institutions of the financial sector as well as for their customers many risks and threats.

New technologies become the subject of many heated social, economic and political discussions, which is ultimately reflected in the activities of the legislator and in attempts to regulate them legally. This means that the issue of legal regulation of human activity with the use of modern technologies is becoming an important issue. The aim of the publication is to analyze the impact of new technologies, especially artificial intelligence systems, on financial markets in the context of potential related risks. The analysis covers the available sources: scientific articles, professional literature and legal acts regarding the use of artificial intelligence systems by financial markets. The work is a review, it uses the literature and legal acts on AI systems available until 2021.

Keywords: new technologies, artificial intelligence, financial markets, financial institutions, financial service.

Rozwój technologiczny o charakterze globalnym przyczynił się do przyspieszenia zastosowania sztucznej inteligencji i modeli nauczania maszynowego we współczesnej bankowości¹. Instytucje finansowe niekorzystające z systemów sztucznej inteligencji ryzykują pozostanie w tyle za konkurencją². Nowe technologie znajdują obecnie zastosowanie w obszarze szeroko rozumianego sektora finansowego, tj. w podsektorze bankowym, ubezpieczeniowym czy inwestycyjnym³. Spowodowały one, że bardzo zmienił się sposób funkcjonowania podmiotów rynku finansowego, gdyż przy podejmowaniu strategicznych decyzji coraz częściej polegają one na systemach analitycznych⁴.

Wiele analiz wskazuje, iż sztuczna inteligencja w sposób pozytywny wpłynie na wzrost gospodarczy i może być postrzegana jako nowy czynnik produkcji⁵. Szacuje się, że systemy sztucznej inteligencji mogą potencjalnie podwoić wzrost PKB w krajach rozwiniętych do 2035 r. oraz podwyższyć produktywność o nawet 40 procent⁶. Przeprowadzane badania niezmiennie wskazują na dalsze rozpowszechnianie się stosowania nowych technologii, w szczególności systemów sztucznej inteligencji, przez coraz częstsza automatyzację, robotyzację procesów oraz zastosowanie uczenia maszynowego⁷.

¹ Zagadnienie wykorzystania algorytmów sztucznej inteligencji w ramach usług i produktów finansowych jest tematem coraz bardziej obecnym we współczesnej literaturze przedmiotu, co znajduje potwierdzenie w coraz większej liczbie pozycji książkowych w tym przedmiocie. Przykładowo wskazać by należało: H. Arslanian, F. Fisher, *The Future of Finance The Impact of FinTech, AI, and Crypto on Financial Services*, Cham: Springer International Publishing: Imprint: Palgrave Macmillan 2019; R. Hayen, *FinTech: The Impact and Influence of Financial Technology on Banking and the Financial Industry*, 2016; S. Phadke, *FinTech Future: the digital DNA of finance*, SAGE Publications Pvt Ltd 2020; *Artificial Intelligence, Machine Learning and Big Data in Finance Opportunities, Challenges and Implications for Policy Makers*, OECD 2021, <https://www.oecd.org/finance/artificial-intelligence-machine-learningbig-data-in-finance.htm>.

² S. Hamori, T. Takiguchi, *AI and Financial Markets*, „Journal of Risk and Financial Management”, 2020.

³ Więcej na temat poszczególnych sektorów zob. Z. Ofiarski, *Prawo bankowe*, Warszawa 2017, s. 18, a także ustawa z 15 kwietnia 2005 r. o nadzorze uzupełniającym nad instytucjami kredytowymi, zakładami ubezpieczeń, zakładami reasekuracji i firmami inwestycyjnymi wchodzącymi w skład konglomeratu finansowego (Dz.U. z 2020 r., poz. 1413).

⁴ Więcej na temat zastosowania nowych technologii przez sektor Fintech: W. Szpringer, *Nowe technologie a sektor finansowy. Fintech jako szansa i zagrożenie*, Warszawa 2017; M. Folwarski, *Sektor FinTech na europejskim rynku usług bankowych. Wyzwania konkurencyjne i regulacyjne*, Warszawa 2019.

⁵ <http://fintechpoland.com/raport-sztuczna-inteligencja-dobre-praktyki-aspekty-prawne-zastosowanie-w-sektorze-finansowym/> [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 6.

⁶ Produktywność rozumiana jako łączna produktywność czynników produkcji (total factor productivity, w skrócie TFP) Źródło: https://www.accenture.com/t20170524t055435_w__ca-en/_acnmedia/pdf-52/accenture-why-ai-is-the-future-of-growth.pdf [dostęp: 7 sierpnia 2021].

⁷ D. Zostak, *Sztuczna inteligencja a kody. Czy rozwiązaniem dla uregulowania sztucznej inteligencji jest smart contract i blockchain?* [w:] L. Lai, M. Świerczyński (red.) *Prawo sztucznej inteligencji*, Warszawa 2020, s. 16.

Współcześnie stajemy się świadkami procesu przemian w sposobie funkcjonowania społeczeństw, które stanowią konsekwencję coraz szerszego zastosowania w wielu dziedzinach gospodarki innowacyjnych rozwiązań teleinformatycznych. Przemiany społeczne i gospodarcze, w szczególności rozwój nowoczesnych (nowych) technologii, nigdy w historii nie następowały z taką prędkością. Zmiany te potęgowane są dodatkowo ich globalnym charakterem oraz przestrzenią, w której są dokonywane, tj. cyberprzestrzenią. Współcześnie znajomość nowych technologii wydaje się stanowić nieodłączną część funkcjonowania jednostki w otaczającym świecie. Nowe technologie stają się przedmiotem wielu gorących dyskusji społecznych, ekonomicznych czy politycznych, co w konsekwencji znajduje odzwierciedlenie w działalności europejskiego prawodawcy (projekt rozporządzenia w sprawie sztucznej inteligencji) i próbie ich prawnej regulacji⁸. Oznacza to, że istotną kwestią staje się problematyka regulacji prawnej działania człowieka z zastosowaniem nowoczesnych technologii. Słusznie wskazuje się w doktrynie, iż zjawisko to pociąga za sobą konieczność podejścia interdyscyplinarnego, współpracy specjalistów posiadających ekspercką wiedzę z różnych dziedzin, w tym ekonomii, socjologii, technologii, mediów czy nauk o bezpieczeństwie⁹.

W niniejszym opracowaniu przedstawione zostaną przykładowe systemy sztucznej inteligencji na rynkach finansowych oraz (bardziej szczegółowo) w bankowości, gdyż sektor bankowy wciąż jeszcze wydaje się podstawowym obszarem gospodarki każdego państwa¹⁰. Z jednej strony zmiany w obszarze innowacji technologicznych mają bardzo dynamiczny charakter, z drugiej strony ramy publikacji nie pozwalają na wskazanie wszystkich możliwych rozwiązań oferowanych przez nowe technologie na rynkach finansowych, dlatego też wskazanie tych zastosowań ma charakter wyłącznie przykładowy.

Celem publikacji jest analiza wpływu nowych technologii, zwłaszcza systemów sztucznej inteligencji na rynki finansowe w kontekście potencjalnych zagrożeń z tym związanych. Analiza obejmuje dostępną literaturę, artykuły naukowe, literaturę fachową oraz akty prawne w zakresie wykorzystania systemów sztucznej inteligencji przez rynki finansowe.

⁸ Więcej: D. Garczyński, *Ryzyko nowych technologii w zarządzaniu ryzykiem operacyjnym w banku*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach”, 2015, nr 238, s. 26 i nn.

⁹ K. Chałubińska-Jentkiewicz, *Rozwój nowoczesnych technologii w kontekście procesu stanowienia prawa na przykładzie strategii AI*, Teza Komisji Prawniczej PAN Oddział w Lublinie, tom 12, 2019, nr 2, s. 54.

¹⁰ Więcej na temat zastosowań sztucznej inteligencji w Niemczech: D. Bengel, *Organizational Acceptance of Artificial Intelligence: Identification of AI Acceptance Factors Tailored to the German Financial Services Sector* (electronic resource), Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden | Imprint: Springer Gabler, 2020.

Praca ma charakter przeglądowny, wykorzystano w niej literaturę i akty prawne dotyczącą systemów AI dostępne do 2021 roku.

Innowacje technologiczne na rynku finansowym

Instytucje finansowe, stanowiące jeden z fundamentów współczesnego społeczeństwa informacyjnego, poddane są już od jakiegoś czasu transformacji wymuszonej postępującą digitalizacją. Celem tych przemian jest sprostanie zmieniającym się i stale rosnącym oczekiwaniom klientów, obowiązującym regulacjom prawnym oraz występującym na coraz szerszą skalę zagrożeniom w cyberprzestrzeni. Zmiany te obejmują wprowadzanie rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, zaawansowanej analityce czy automatyzacji, pozwalając (między innymi) na bardziej efektywną analizę danych oraz efektywne zarządzanie ryzykiem. Prowadzone analizy wskazują, iż sztuczna inteligencja wpłynie na świadczenie niemalże 90 procent usług finansowych w ciągu najbliższych dwóch lat, zwłaszcza gdyby instytucje bankowe chciały pozostać konkurencyjne na rynku finansowym w stosunku do fintechów¹¹. Sektor bankowy staje się coraz bardziej zależny od rozwoju technologii, a systemy sztucznej inteligencji dają niespotykaną dotąd możliwość dalszego wzrostu innowacji. Szacuje się, iż do 2035 roku w sektorze finansowym nastąpi wzrost wartości dodanej brutto usług o 2,4%, w przypadku natomiast zastosowania rozwiązań AI możliwy jest dalszy przyrost o dodatkowe 4,4% wartości dodanej brutto¹².

Wskazuje się, że instytucje finansowe mają największy potencjał do wdrożenia rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji¹³. Wynika to po pierwsze z ich zaawansowania technologicznego, a po drugie z faktu dysponowania olbrzymimi ilościami danych, których obsługa wymaga efektywnego podejścia. Dodatkowo instytucje finansowe mające przymiot instytucji publicznego zaufania ponoszą szczególną odpowiedzialność za dane, do których mają dostęp i które w ramach swojej działalności przetwarzają. Banki dzięki inwestycjom w systemy sztucznej inteligencji są w stanie zwiększyć swoje dochody nawet o 34 procent¹⁴.

¹¹ <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-ai-transforming-future-of-banking.pdf> [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 1.

¹² https://www.accenture.com/fr-fr/_acnmedia/36dc7f76eab444cab6a7f44017cc3997.pdf [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 10.

¹³ <http://fintechpoland.com/raport-sztuczna-inteligencja-dobre-praktyki-aspekty-prawne-zastosowanie-w-sektorze-finansowym/> [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 6.

¹⁴ *Ibidem*.

Wybrane aspekty prawne sztucznej inteligencji

Analizując problematykę sztucznej inteligencji, warto wskazać, iż w doktrynie pojawia się rozróżnienie na słabą AI i silną AI¹⁵. Przez pojęcie słabej AI rozumieć należy taki system, który przy wykonywaniu transakcji rynkowych działa w sposób samodzielny, gdyż wbudowane zostały weń algorytmy pozwalające na samouczenie się, co skutkuje autonomicznością jego działania oraz niepodleganie lub ograniczone podleganie kontroli człowieka (która faktycznie ma charakter następczy). Przyjmuje się natomiast, że silna AI to taka, która wykazuje zdolności samopoznawcze, tj. ma określoną samoświadomość (jakkolwiek jest to bardzo trudne do zdefiniowania). W literaturze wskazuje się, iż pewnym testem samoświadomości sztucznej inteligencji mogłoby być wykroczenie przez nią przeciwko wpisanym algorytmom lub ich nieuzasadniona zmiana¹⁶. Wskazać też można na inne jeszcze klasyfikacje sztucznej inteligencji, tj. podział na sztuczną wąską inteligencję (*Artificial Narrow Intelligence – ANI*), co do zasady utożsamianą ze słabą AI, sztuczną inteligencją ogólną (*Artificial General Intelligence – AGI*), o poziomie porównywalnym z inteligencją człowieka, oraz superinteligencją (*Artificial Superintelligence – ASI*), przekraczającą znacznie poziom inteligencji ludzkiej¹⁷. Podział ten jest kwestionowany w doktrynie jako niespójny, gdyż z natury rzeczy sztuczna inteligencja przewyższa człowieka na wielu polach, chociażby z uwagi na moce obliczeniowe¹⁸.

W kontekście rozważań nad sztuczną inteligencją warto zwrócić uwagę na jeszcze jeden jej aspekt – postrzegany w doktrynie jako kontrowersyjny – jakim jest kwestia przyznania jej (bądź nie) osobowości prawnej. Z punktu widzenia prawa ma to podstawowe znaczenie, gdyż możliwość uczestnictwa przez określony podmiot w wymianie dóbr i usług na rynku definiowana jest przez jego zdolność prawną (możliwość bycia podmiotem praw i obowiązków) i zdolność do czynności prawnych (zdolność do kształtowania własną wolą zakresu tych praw i obowiązków). Systemy sztucznej inteligencji – potocznie określane jako *artificial agent* – postrzegane są przez doktrynę w sposób niejednolity. Sztuczna inteligencja stanowić może niejako narzędzie (*mere tools*) ludzkiego działania. Można też spotkać się ze stanowiskiem, iż zastosowanie AI traktować należy jako ofertę skierowaną

¹⁵ A. Chłopecki, *Sztuczna inteligencja. Szkice prawnicze i futurologiczne*, Warszawa 2021, s. 5.

¹⁶ A. Chłopecki, *Sztuczna inteligencja...*, op. cit., s. 3.

¹⁷ G. Gurkaynak, I. Yilmaz, G. Haksever, *Stifling artificial intelligence. Human perils*, „Computer Law and Security Review”, 2016, Vol. 32, No. 5, s. 749 i nn.

¹⁸ A. Chłopecki, *Sztuczna inteligencja...* op. cit., s. 5.

do drugiej strony¹⁹. Konwencja Narodów Zjednoczonych o wykorzystaniu łączności elektronicznej w umowach międzynarodowych wskazuje na przykład, iż ważna w transakcjach międzynarodowych jest umowa zawarta za pośrednictwem sztucznej inteligencji z osobą fizyczną lub sztucznej inteligencji z inną sztuczną inteligencją²⁰. Większość przedstawicieli środowiska – zarówno na poziomie krajowym²¹, jak i europejskim²² – zdecydowanie sprzeciwia się przyznaniu sztucznej inteligencji zdolności do czynności prawnych, a tym bardziej osobowości prawnej. Rozumieć to należy w taki sposób, że sztuczna inteligencja nie będzie mogła nabyć prawa własności czy też zawierać jakichkolwiek innych transakcji w obrocie gospodarczym. Wynika to z przyjęcia na poziomie europejskim podejścia zakładającego supremację człowieka nad sztuczną inteligencją (*human-centric approach*).

Na gruncie obowiązujących przepisów prawa system sztucznej inteligencji stanowi pod względem materialnym składnik przedsiębiorstwa; w zależności od formy prowadzenia tej działalności gospodarczej może stanowić własność przedsiębiorcy (jednoosobowa działalność), współwłasność wspólników lub własność spółki (w spółkach będących osobą prawną). W szczególności wątpliwości budzić może to, czy działanie sztucznej inteligencji należy traktować jako przejaw woli określonej osoby prawnej, czy też należałoby uznać SI za odrębną osobę prawną, funkcjonującą oddzielnie od osoby prawnej, którą reprezentuje (a być może upodobnić osobowość prawną sztucznej inteligencji do osobowości prawnej osoby fizycznej). Niewątpliwie są to zagadnienia, które w przyszłości powinny zostać ujęte przez ustawodawcę w określone ramy prawne.

Pojęcie sztucznej inteligencji – uwagi na tle projektu rozporządzenia Komisji Europejskiej w sprawie sztucznej inteligencji

Zarówno w prawie krajowym, jak i w prawie europejskim brak obecnie definicji sztucznej inteligencji, niemniej jednak trwają prace zmierzające

¹⁹ *Ibidem*, s. 7.

²⁰ United Nations Convention on the Use of Electronic Communications in International Contracts https://uncitral.un.org/en/texts/e-commerce/conventions/electronic_communications [dostęp: 7 sierpnia 2021].

²¹ <https://www.gov.pl/web/cyfrizacja/konsultacje-spoeczne-projektu-polityki-rozwoju-sztucznej-inteligencji-w-polsce-na-lata-2019-2027> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

²² Liability for Artificial Intelligence and other emerging digital technologies https://ec.europa.eu/news-room/dae/document.cfm?doc_id=63199 [dostęp: 7 sierpnia 2021].

do zaproponowania ujednoliconej definicji²³. Na zlecenie Parlamentu Europejskiego opracowano m.in. raport dotyczący zastosowania sztucznej inteligencji na rynkach kapitałowych, w którym przedstawiono szanse i potencjalne zastosowania algorytmów sztucznej inteligencji na rynkach finansowych (Artificial Intelligence Market and Capital Flow). Jednak najważniejszym dokumentem, który niewątpliwie będzie w sposób istotny oddziaływał na model wytwarzania i użytkowania systemów sztucznej inteligencji, jest projekt rozporządzenia w sprawie sztucznej inteligencji (Artificial Intelligence Act), przedstawiony przez Komisję Europejską 21 kwietnia 2021 roku²⁴. Projekt przewiduje bardzo szeroką definicję systemów sztucznej inteligencji. Zakłada ona, że system sztucznej inteligencji to oprogramowanie opracowane z użyciem co najmniej jednej spośród technik i podejść wymienionych w załączniku I, które może – dla danego zestawu celów określonych przez człowieka – generować wyniki takie, jak: treści, przewidywania, zalecenia lub decyzje, wpływające na środowiska, z którymi wchodzi w interakcję. Wśród przedstawionych technik wskazać należy po pierwsze mechanizmy uczenia maszynowego, w tym uczenie nadzorowane, uczenie się maszyn bez nadzoru i uczenie przez wzmacnianie, z wykorzystaniem szerokiej gamy metod, w tym uczenia głębokiego; po drugie metody oparte na logice i wiedzy, w tym reprezentacja wiedzy, indukcyjne programowanie (logiczne), bazy wiedzy, silniki inferencyjne i dedukcyjne, rozumowanie (symboliczne) i systemy ekspertowe; i po trzecie – podejścia statystyczne, estymacja bayesowska, metody wyszukiwania i optymalizacji²⁵.

Komisja Europejska przyjęła w stosunku do systemów sztucznej inteligencji podejście oparte na ryzyku, co oznacza, iż zakres ich regulacji zależy od stopnia generowanego przez nie ryzyka. Przepisy odnoszą się więc bardziej do sposobu wykorzystania sztucznej inteligencji niż samego jej systemu. Komisja przedstawiła cztery modele ryzyka, które pociąga za sobą użycie AI (minimalne, niewielkie, wysokie i nieakceptowalne). Ryzyko minimalne znajduje się poza sferą regulacyjną rozporządzenia, co oznacza, że będą mogły rozwijać się w sposób niemal nieograniczony. Jako przykład takich systemów wskazać należy konwersję mowy na tekst czy też automatyczne tłumaczenie tekstu. Drugą kategorię stanowią systemy niosące za sobą ryzyko niewielkie, a na ich właścicieli nałożone zostaną obowiązki informacyjne, tak aby użytkownik miał świadomość, iż wchodzi w interakcję ze sztuczną inteligencją, nie z człowiekiem, np. wirtualni rozmówcy, tzw. czatboty. Do trzeciej

²³ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662912/IPOL_STU\(2021\)662912_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662912/IPOL_STU(2021)662912_EN.pdf)

²⁴ Projekt rozporządzenia w sprawie sztucznej inteligencji (Artificial Intelligence Act), Bruksela, 21 kwietnia 2021, COM (2021) 206 final.

²⁵ Art. 3 (1) i załącznik I projektu rozporządzenia w sprawie sztucznej inteligencji.

grupy zaliczyć należy systemy obciążone ryzykiem wysokim, tzn. mogące ingerować w życie i otoczenie człowieka. Na producentów, dystrybutorów czy użytkowników takich systemów nałożone zostaną surowe ramy regulacyjne w postaci szeregu wymogów – to przykładowo: obowiązek wdrożenia systemu zarządzania ryzykiem, obowiązek rejestracji zdarzeń (logów), wymóg przejrzystości i nadzór człowieka. Jako przykład takiego systemu wskazać należy system zdalnej identyfikacji biometrycznej w czasie rzeczywistym i kategoryzację osób fizycznych, systemy stosowane do analizowania cv i rekrutacji pracowników, zastosowanie sztucznej inteligencji w chirurgii wspomaganej robotami, ocenę zdolności kredytowej (*scoring* kredytowy), weryfikację autentyczności dokumentów czy zastosowanie systemu AI w wymiarze sprawiedliwości (proponowanie rodzaju i wymiaru kary dla osoby skazanej za przestępstwo). Jednocześnie Komisja uznała za niedopuszczalne takie systemy AI, które naruszałyby podstawowe prawa człowieka, w tym prowadzenie przez rząd punktowej oceny obywateli (*social scoring*) czy stosowanie technik podprogowych w celu wpłynięcia na zachowanie człowieka, jak również zdalną identyfikację biometryczną w czasie rzeczywistym, wykorzystywaną w przestrzeni publicznej do egzekwowania prawa.

Ramy regulacyjnoprawne dla sztucznej inteligencji na rynkach finansowych

Rozwój nowoczesnych technologii zmienia sposób korzystania z usług finansowych zarówno po stronie samych uczestników rynku finansowego, jak i po stronie instytucji finansowych, czyniąc wiele wewnętrznych procesów bardziej efektywnymi²⁶. Sztuczna inteligencja jest technologią, która na rynkach finansowych staje się w tym zakresie najbardziej popularna, gdyż pozwala na znaczną automatyzację i robotyzację wielu procesów²⁷. Wśród przykładów zastosowań systemów AI w instytucjach finansowych wskazać należy przykładowo – zgodnie z art. 105a prawa bankowego – zautomatyzowane procesy oceny zdolności kredytowej, zaawansowane analizy, robodoradztwo,

²⁶ Więcej na ten temat znajdziemy w obszernym, trzytomowym opracowaniu dotyczącym digitalizacji sektora bankowego i ubezpieczeń: The digital journey of banking and insurance. Vol. 2, Digitalization and machine learning, red. V. Liermann, C. Stegmann, Cham: Springer International Publishing AG, 2021.

²⁷ F. Schär, *Decentralized Finance; On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets*, „Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Second Quarter”, 2021, 103(2), ss. 153–174.

handel algorytmiczny, czatboty oraz doradztwo i sprzedaż produktów finansowych, rozwiązania z zakresu RegTech, automatyzacja procesu tworzenia i zawierania umów, monitorowanie transakcji płatniczych pod kątem ich legalności²⁸.

Rozwój innowacji w dziedzinie finansów następuje na tyle szybko, że system regulacyjny niejednokrotnie zdaje się za nim nie nadążać, co wiąże się z tym, iż ich zastosowanie w instytucjach finansowych opiera się bardziej na regulacjach miękkich niż na przepisach prawa, z wyjątkiem ww. art. 105a prawa bankowego – dotyczącego badania zdolności kredytowej. Dlatego tak ważne jest opracowanie przez instytucje europejskie lub ustawodawcę krajowego aktów prawnych w tym przedmiocie, zawierających wytyczne dla instytucji stosujących systemy sztucznej inteligencji, np. w zakresie poziomów akceptowalnego ryzyka czy zasad odpowiedzialności za działanie AI²⁹.

Warto w tym kontekście zwrócić uwagę na opublikowane 15 czerwca 2021 r. wytyczne niemieckiego organu nadzoru nad świadczeniem usług finansowych BaFin (*Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht*), dotyczące wykorzystania algorytmów w procesie podejmowania decyzji na rynku finansowym, które niewątpliwie stanowić mogą (a nawet powinny) wytyczne dla modelu normatywnoregulacyjnego algorytmizacji w sektorze usług finansowych dla instytucji europejskich bądź krajowych³⁰. Ramy niniejszej publikacji nie pozwalają na szczegółowe przedstawienie wszystkich wskazanych tam wytycznych, warto jednak zwrócić uwagę na najważniejsze z nich. W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na fakt, że nie zakłada się konieczności uzyskiwaniu zgód na wykorzystanie określonego algorytmu; niemniej urząd zastrzega sobie prawo zgłaszania uwag zarówno na etapie nadzoru, jak na etapie występowania o licencję. Przy badaniu zgodności z wytycznymi urząd opiera się na zasadzie „same business, same risk, same rules”, co rozumieć należy w ten sposób, że kierował się on będzie stopniem ryzyka i neutralnością technologiczną w procesie dokonywania oceny i przeprowadzaniu nadzoru, lecz jednak uwzględnił zasadę proporcjonalności w odniesieniu do biznesu wyko-

²⁸ Przykłady za: M. Nowakowski, *Fintech. Technologia, finanse, regulacje. Praktyczny przewodnik dla sektora innowacji finansowych*, Warszawa 2020, s. 25.

²⁹ Na poziomie krajowym pewną wskazówką w tym zakresie być może „Polityka rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce na lata 2019–2027. Godna zaufania sztuczna inteligencja, autonomia i konkurencja”. <https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/konsultacje-spoeczne-projektu-polityki-rozwoju-sztucznej-inteligencji-w-polsce-na-lata-2019-2027> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

³⁰ BaFin Big Data and Artificial Intelligence. Principles for the Use of Algorithms in decision making process, https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/EN/Meldung/2021/meldung_210615_Prinzipienpapier_BD_KI_en.html [dostęp: 1 sierpnia 2021].

rzystujących systemy AI. Większe zaangażowanie urzędu widoczne będzie przykładowo przy ocenie algorytmów wykorzystywanych w stosunku do konsumentów (ocena ich zdolności kredytowej) lub gdy będą to systemy AI o istotnym znaczeniu dla danej instytucji finansowej. BaFin opracował ponadto kluczowe zasady, których przestrzeganie wyznacza treść działania w stosunku do pozostałych. Są to: odpowiedni system zarządzania ryzykiem i outsourcingiem, przeciwdziałanie dyskryminacji i stronniczości algorytmicznej oraz precyzyjne wskazanie odpowiedzialności za obszar algorytmów. Szczególnie istotna wydaje się ta ostatnia wskazówka, zgodnie z którą wyższa kadra menedżerska – a nie algorytmy – ponosić powinna odpowiedzialność za procesy wykorzystujące algorytmy w podejmowaniu określonych decyzji. Oznaczać to będzie, iż osoby te posiadacze powinny przygotowanie eksperckie, przynajmniej z zakresu wykorzystywania nowych technologii, tak aby były w stanie zrozumieć funkcjonowanie algorytmu³¹.

W ostatnim czasie nastąpiło istotne przyśpieszenie na rynku innowacji finansowych, w szczególności w zakresie, w jakim dotyczy to obrotu instrumentami finansowymi. Niewątpliwie jest to bardzo korzystne zarówno dla inwestora, jak i dla samej instytucji finansowej, gdyż pozwala obniżyć koszty transakcyjne czy uniknąć błędów człowieka. Przemiany technologiczne na rynku detalicznych usług finansowych znalazły zastosowanie głównie w sektorze płatności, ubezpieczeń i inwestycji. Odbyna się to w drodze tworzenia nowych przedsiębiorstw (tzw. start-upów), które są skłonne oferować klientom bardziej elastyczne i korzystne finansowo usługi niż tradycyjne instytucje finansowe. Doprowadziło to do powstania segmentu FinTech, w ramach którego oferowane są usługi InsurTech, RegTech czy robodoradztwo (*robo-advice*). Omawiając systemy AI na rynkach finansowych, warto bardziej szczegółowo przedstawić dwa bardzo powszechne zastosowania sztucznej inteligencji na rynkach finansowych, jakimi są robodoradztwo i handel algorytmiczny.

Komisja Nadzoru Finansowego opublikowała swoje stanowisko w sprawie świadczenia usługi robodoradztwa³². W nowym rozwiązaniu dostrzeżga ona wiele korzyści, w tym obniżenie kosztów transakcyjnych po stronie klienta oraz zwiększenie efektywności samej inwestycji. Może ono być stosowane zarówno do sprzedaży pojedynczych instrumentów finanso-

³¹ Więcej na ten temat: M. Nowakowski, dostępne na stronie <https://finregtech.pl/2021/07/19/wytyczne-bafin-w-sprawie-sztucznej-inteligencji-dla-sektora-finansowego-dobry-przyklad-dobre-praktyki/> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

³² https://www.knf.gov.pl/knf/pl/komponenty/img/Stanowisko_UKNF_ws_swiaadczenia_uslugi_robo_doradztwa_71303.pdf [dostęp: 7 sierpnia 2021].

wych, jak i całego portfela inwestycyjnego. Samo robodoradztwo, tzw. zautomatyzowane doradztwo, stanowi szczególną formę świadczenia usługi doradztwa inwestycyjnego, w ramach którego jednak udzielanie i przekazywanie rekomendacji odbywa się przy zastosowaniu algorytmów oraz systemów automatycznych czy półautomatycznych. Oznacza to, że robodoradztwo może być zastosowane zarówno do modelu kompleksowej obsługi klienta – tj. przeprowadzenia analizy odpowiedniości danego instrumentu, aż do przedstawienia mu rekomendacji przez algorytm – jak i w modelu półautomatycznym, tj. takim, w którym algorytm rekomenduje opcję określonej transakcji, ale następnie osoba obsługująca danego klienta mu ją przedstawia³³.

W odróżnieniu od tradycyjnego modelu doradztwa inwestycyjnego w przypadku usługi robodoradztwa przyporządkowanie instrumentów finansowych do profilu klienta odbywa się na podstawie analizy algorytmicznej, opartej na systemie sztucznej inteligencji – obejmującej między innymi uczenie maszynowe (ang. *traditional machine learning*), uczenie głębokie (ang. *deep learning*) czy przetwarzanie języka naturalnego (*natural language processing*) – lub jakimś narzędziem statystycznym do analizy dużych zbiorów danych (tzw. *Big Data*). Polega to na wysłaniu klientowi przez narzędzie z wbudowanym systemem algorytmicznym sygnału transakcyjnego dotyczącego określonego instrumentu finansowego; zlecenie takie nie jest jednak aktywowane automatycznie, ale wymaga następczej akceptacji klienta zawarcia transakcji zgodnie z otrzymaną rekomendacją (sygnałem transakcyjnym). Zgodnie z prawem zarówno europejskim, jak i krajowym firma inwestycyjna ponosi odpowiedzialność za świadczone usługi doradztwa – niezależnie od tego, czy przeprowadzane są one w sposób tradycyjny, czy w sposób zautomatyzowany, nawet jeżeli w procesie świadczenia usługi z wykorzystaniem rozwiązań technicznych uczestniczy inny podmiot.

Handel algorytmiczny to rozwiązanie umożliwiające automatyczne podejmowanie decyzji transakcyjnych (kupna lub sprzedaży) oraz generowanie zysków przy prędkości i częstotliwości niemożliwej do utrzymania przez indywidualnie działającego inwestora. Dodatkowo handel oparty na algorytmie eliminuje przypadki podejmowania decyzji transakcyjnych pod wpływem emocji, takich jak strach czy chciwość. Przewaga tego systemu nad tradycyjnym modelem handlu polega na dostępie do znacznie szerszego zakresu danych (w czasie rzeczywistym) i możliwości dokonywania transakcji w czasie milisekund. Za sprawne działanie takiego systemu odpowiedzialność ponosi specjalny algorytm – tj. zestaw precyzyjnie określonych

³³ M. Nowakowski, *Fintech...*, s. 242.

instrukcji wskazujących, jakie czynności w jakich okolicznościach należy przeprowadzić – który potrafi w ułamku sekundy generować informacje na temat tego, czy i kiedy przeprowadzić proces kupna i sprzedaży akcji lub waluty. Ponadto decyzja taka poprzedzona jest analizą zmienności, arbitrażu cenowego czy aktualnej tendencji cenowej. Obecnie ponad osiemdziesiąt procent transakcji na amerykańskiej giełdzie i rynku Forex realizowanych jest automatycznie przez tzw. algorytmiczne roboty handlowe³⁴. Dodatkową korzyścią jest to, że system inwestycyjny oparty na działaniu AI może działać nieprzerwanie przez całą dobę siedem dni w tygodniu, pozwalając uzyskać dodatkową przewagę na rynku.

Na firmę inwestycyjną lub inny podmiot przeprowadzający operacje rynkowe oparte na handlu algorytmicznym prawo europejskie nakłada szereg obowiązków wynikających z rozporządzenia 2017/565³⁵ czy rozporządzenia 2017/589³⁶. Jednym z wymagań jest ustanowienie systemu monitorowania systemów algorytmicznych pod kątem ewentualnego wykrywania manipulacji na rynku. Wiąże się to z koniecznością wdrożenia odpowiednich procedur zarządzania ryzykiem. Prawo nakłada też na taki podmiot szczególnie obowiązek uprzedniego wskazania limitów co do liczby instrumentów stanowiących przedmiot takiego obrotu, ceny, wartości i liczby zleceń, pozycji strategicznej czy liczby systemów obrotu, do których kierowane są zlecenia, zgodnie z art. 8 rozporządzenia 2017/589. Działania te w razie zaistnienia błędów w pracy algorytmu umożliwiają ograniczenie ewentualnych strat.

Innym ważnym wymogiem w kontekście coraz częstszego polegania na systemach sztucznej inteligencji jest nałożenie na instytucje finansowe korzystające z takich innowacji technologicznych szczególnych wymagań *compliance* w zakresie wiedzy i kwalifikacji o stosowanych systemach informatycznych u osób odpowiedzialnych za nadzór nad obszarem handlu algorytmicznego – co oznacza, że osoby takie muszą dysponować określoną wiedzą programistyczną oraz dotyczącą zasad działania uczenia maszynowego. Bardziej restrykcyjne wymagania co do wiedzy tych osób wynikają z nader ograniczonego (lub wręcz żadnego) udziału czynnika ludzkiego w procesie transakcyjnym.

³⁴ <https://businessinsider.com.pl/> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

³⁵ Rozporządzenie 2017/565 (Dz. Urz. L 087 z 31 marca 2017 r.), s. 1.

³⁶ Rozporządzenie 2017/589 (Dz. Urz. L 87, 417 z 31 marca 2017 r.), s. 1.

Zastosowanie systemów sztucznej inteligencji w bankowości

W czasach współczesnych banki jako instytucje zaufania publicznego znalazły się w nowej sytuacji, gdyż o klientów i ich zaufanie – a w konsekwencji środki finansowe – konkurować muszą z coraz prężniej działającymi fintechami, które upowszechniają innowacyjne produkty finansowe, wykorzystując m.in. systemy sztucznej inteligencji. Banki, chcąc konkurować z produktami finansowymi oferowanymi przez fintechy, zmuszone są w coraz większym stopniu wdrażać rozwiązania oparte na nowych technologiach³⁷.

Sektor bankowy, jak wskazuje raport³⁸, staje się coraz bardziej zależny od rozwoju technologii, a systemy sztucznej inteligencji pozwalają na – niespotykany dotąd – dalszy wzrost innowacji³⁹. Będzie ona miała fundamentalne znaczenie dla wszystkich działań banku, począwszy od operacji *front office*, poprzez kluczowe dla banku produkty i usługi, aż do operacji *back office*⁴⁰. Wśród operacji *front office* należałoby przykładowo wskazać: obsługę klienta, obsługę call center, marketing klienta, relacje z klientem, obsługę fuzji, przejęć i konsolidacji, analizę klienta czy opracowanie strategii biznesowych. Dalej: sztuczna inteligencja mogłaby znaleźć zastosowanie w takich kluczowych dla banku usługach i produktach, jak: bankowość detaliczna i komercyjna, karty i płatności, bankowość korporacyjna i inwestycyjna, bankowość transakcyjna i giełdy, działalność windykacyjna, doradztwo, zarządzanie zabezpieczeniami, zarządzanie płynnością i gotówką czy zarządzanie zamówieniami i wyceną. W ostatniej kolejności, w zakresie działalności *back office*, potencjalne pola zastosowania systemów sztucznej inteligencji to: zarządzanie ryzykiem, obsługa skarbcza, przeciwdziałanie oszustwom, raportowanie do instytucji

³⁷ Szerzej na temat zastosowań sztucznej inteligencji w bankach: A.R.D. Rodrigues, D.A.F. Ferreira, F.J.C.S.N. Teixeira, C. Zopounidis, *Artificial intelligence, digital transformation and cybersecurity in the banking sector: A multi-stakeholder cognition-driven framework*, „Research in International Business and Finance”, 2022, 4, Vol. 60.

³⁸ <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-ai-transforming-future-of-banking.pdf> [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 2.

³⁹ Więcej na temat zastosowań algorytmów sztucznej inteligencji w bankowości w krajach azjatyckich: N.M. Boustani, *Artificial intelligence impact on banks clients and employees in an Asian developing country*, „Journal of Asia Business Studies”, 2022, 3, 23, Vol. 16(2), ss. 267–278; D. Zhao, W. Zhang, *Artificial Financial Intelligence in China*, Singapore, Springer Singapore Pte. Limited, 2021.

⁴⁰ <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-ai-transforming-future-of-banking.pdf> [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 2.

publicznych, rachunkowość, raportowanie *compliance*, optymalizacja usług obsługi czy audyt⁴¹.

Sztuczna inteligencja dla działań instytucji finansowej, jaką jest bank, stanowi istotne wsparcie w wielu obszarach, w tym zwłaszcza w stosunkach pomiędzy klientem a bankiem, przy analizie danych oraz w ramach działań operacyjnych wewnątrz samego banku. W przeszłości działalność banków opierała się w przeważającej mierze na bezpośrednim kontakcie z klientem, obecnie jednak – w dobie bankowości internetowej – klienci coraz więcej spraw są już w stanie załatwić samodzielnie⁴². Niemniej wiele spraw wciąż wymaga ściślejszego kontaktu z bankiem niż ten możliwy przez profil bankowy czy infolinię, co niestety przekłada się na dłuższy czas wykonania usługi. I właśnie ta sfera działalności banku – tj. zakładanie kont, informacje ich dotyczące czy uzyskanie pożyczek – mogłaby niewątpliwie stanowić pole do ulepszeń dzięki systemom sztucznej inteligencji.

Przechodząc do bardziej szczegółowych zastosowań sztucznej inteligencji w bankowości, wskazać należy, że szczególnie przydatne w ich przypadku okazały się rozwiązania w zakresie przetwarzania danych oparte na uczeniu głębokim, które okazuje się dominującą metodą podniesienia efektywności procesów bankowych. Rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji stosuje się m.in. przy dokonywaniu oceny ryzyka kredytowego czy wycenie aktywów. Ponadto wskazać należy, iż systemy AI znajdują zastosowanie do automatyzacji złożonych procesów – takich jak planowanie oraz implementacja zindywidualizowanych i targetowanych akcji marketingowych lub sprzedaż określonych produktów bankowych. Sztuczna inteligencja podnosi także poziom bezpieczeństwa transakcji, nie obniżając poziomu elastyczności usługi finansowej czy użyteczności narzędzi internetowych; wymienić też trzeba procesy przygotowywania kompleksowych analiz demograficznych w czasie rzeczywistym czy analizę postępowania klienta, w tym jego odczuć, na podstawie zachowań w mediach społecznościowych⁴³.

W przypadku instytucji bankowych podstawowa rola AI to analiza ryzyka, wymogi ostrożnościowe oraz analiza danych klientów czy transakcji. Dodatkowo algorytmy, które mogą być – bądź nie – oparte na systemie sztucznej inteligencji, pozwalają na znaczną automatyzację powtarzal-

⁴¹ Na podstawie: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-ai-transforming-future-of-banking.pdf> [dostęp: 7 sierpnia 2021], s. 2.

⁴² Więcej na temat platform bankowości mobilnej: E.H. Manser Payne, J. Peltier, V.A. Barger, *Enhancing the value co-creation process: artificial intelligence and mobile banking service platforms*, „Journal of Research in Interactive Marketing”, 2021, 5, 19, Vol. 15(1), ss. 68–85.

⁴³ W. Janusz, *Oczywiste i mniej oczywiste zastosowania sztucznej inteligencji w sektorze finansowym [w:] Raport. Sztuczna inteligencja w bankowości*, Warszawa 2020, s. 43.

nych, czasochłonnych i monottonnych procesów bankowych, zwłaszcza tych wymagających od pracowników stałej koncentracji – w trakcie których popełnia się najwięcej błędów. A co bodaj najważniejsze: systemy sztucznej inteligencji – poprzez użycie mechanizmów NLP (*Natural Language Processing*) – są w stanie zrozumieć kontekst wprowadzanych informacji i zweryfikować ich poprawność (tzw. *cognitive-based automation capabilities*)⁴⁴. System sztucznej inteligencji potrafi ponadto – opierając się na rozwiązaniach *computer vision* – rozpoznać obraz, co pozwala na odczytanie odręcznie wprowadzanych informacji zawartych w formularzach papierowych oraz wyszukanie informacji ze zdjęć, a także odczytanie numerów i symboli zapisanych na skanach dokumentów. Warto zauważyć, że technologia *Machine Learning* (ML) i *Natural Language Processing* (NLP) pozwoliła na zbudowanie systemu oceny treści napływających do instytucji, analizę jego ważności, przyporządkowanie do odpowiedniej kategorii, aby następnie moduł AI przedstawił będącą do dyspozycji pracownika propozycję odpowiedzi, z której może on skorzystać. Bardziej zaawansowane systemy potrafią nawet analizować treść dokumentów, na przykład umów, wskazując w nich istotne elementy.

Podsumowanie

Nowoczesne technologie stają się nieodłącznym atrybutem działalności człowieka w wielu dziedzinach gospodarki, w szczególności na rynkach finansowych. Innowacjom technologicznym towarzyszy niespotykany dotychczas proces digitalizacji i rozwój sieci w różnych sektorach gospodarki oraz wzrost potrzeb konsumenckich. Globalizacja i nowoczesne technologie oddziałują na instytucje finansowe w sposób dotychczas niespotykany. Niewątpliwą korzyścią wynikającą z zastosowania nowych technologii jest to, że pozwalają one na zwiększenie efektywności funkcjonowania instytucji finansowych, w tym dając możliwość oferowania klientom wyższego poziomu usług. Dodatkowo technologie te wykorzystywane są w celach związanych z ułatwianiem transferów pieniężnych, unowocześnieniem bankowości czy lepszym zarządzaniem środkami finansowymi.

W związku z tak dużym zaangażowaniem systemów sztucznej inteligencji w codzienne życie człowieka coraz częściej pojawiają się postulaty, aby nadać im odpowiednie ramy regulacyjnoprawne. Na poziomie Unii

⁴⁴ W. Janusz, *Oczywiste...*, op. cit., s. 45.

Europejskiej wyrazem tego jest projekt rozporządzenia w sprawie wykorzystania sztucznej inteligencji, a na poziomie krajowym są to przykładowo działania Urzędu Komisji Nadzoru Finansowego, zmierzające do wyznaczenia pewnych ram funkcjonowania systemów sztucznej inteligencji – w postaci rekomendacji kierowanych do podmiotów korzystających z AI.

Abstrakt

Rozwój nowych technologii i globalizacja wpływają na digitalizację kolejnych dziedzin gospodarki. Technologie oparte na sztucznej inteligencji zmieniają świat jeszcze bardziej dogłębnie niż pozostałe innowacje technologiczne, a oddziaływanie systemów sztucznej inteligencji na otaczające realia społeczno-gospodarcze wydaje się najbardziej znaczące, ale jednocześnie stwarza pewne zagrożenia. W przypadku rynku finansowego systemy sztucznej inteligencji znajdują coraz bardziej powszechne zastosowanie, gdyż prowadzą do powstawania nowych modeli biznesowych, aplikacji, produktów czy procesów, modyfikując sposób świadczenia usług finansowych w ramach działalności instytucji finansowych. Wiele analiz wskazuje, że sztuczna inteligencja w sposób pozytywny wpłynie na wzrost gospodarczy i może być postrzegana jako nowy czynnik produkcji; nie należy jednak zapominać, iż stosowanie nowych technologii, w tym rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji, stwarza może dla samych instytucji sektora finansowego – ale także dla ich klientów – wiele ryzyk i zagrożeń⁴⁵.

Nowe technologie stają się przedmiotem wielu gorących dyskusji społecznych, ekonomicznych czy politycznych, co ostatecznie znajduje odzwierciedlenie w działalności ustawodawcy i próbie ich prawnej regulacji. Oznacza to, że istotną kwestią staje się uregulowanie prawne działania człowieka w stosowaniu nowoczesnych technologii.

Celem publikacji jest analiza wpływu nowych technologii, zwłaszcza systemów sztucznej inteligencji, na rynki finansowe w kontekście potencjalnych zagrożeń z tym związanych. Analiza obejmuje dostępne źródła: artykuły naukowe, literaturę fachową oraz akty prawne z zakresu wykorzystania systemów sztucznej inteligencji przez rynki finansowe. Praca ma charakter przeglądowy, wykorzystano w niej literaturę i akty prawne dotyczące systemów AI dostępne do 2021 roku.

Słowa kluczowe: nowe technologie, sztuczna inteligencja, rynki finansowe, instytucje finansowe, usługa finansowa.

⁴⁵ Warto w tym kontekście zwrócić uwagę m.in. na raport opracowany przez Światowe Forum Ekonomiczne dotyczący zastosowań nowych technologii na rynkach finansowych, w szczególności kapitałowych: *Digital Assets, Distributed Ledger Technology and the Future of Capital Markets*, May 2021, <https://www.weforum.org/reports/digital-assets-distributed-ledger-technology-and-the-future-of-capital-markets>.

BIBLIOGRAFIA

Arslanian H., Fisher F., *The Future of Finance The Impact of FinTech, AI, and Crypto on Financial Services*, Cham : Springer International Publishing: Imprint: Palgrave Macmillan 2019.

Bengel D., *Organizational Acceptance of Artificial Intelligence: Identification of AI Acceptance Factors Tailored to the German Financial Services Sector* (electronic resource), Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden | Imprint: Springer Gabler, 2020.

Boustani N.M., *Artificial intelligence impact on banks clients and employees in an Asian developing country*, „Journal of Asia Business Studies”, 2022, 3, 23, Vol. 16(2).

Chałubińska-Jentkiewicz K., *Rozwój nowoczesnych technologii w kontekście procesu stanowienia prawa na przykładzie strategii AI*, Teka Komisji Prawniczej PAN Oddział w Lublinie, tom 12, 2019, nr 2.

Chłopecki A., *Sztuczna inteligencja. Szkice prawnicze i futurologiczne*, Warszawa 2021.

Folwarski M., *Sektor FinTech na europejskim rynku usług bankowych. Wyzwania konkurencyjne i regulacyjne*, Warszawa 2019.

Gurkaynak G., Yilmaz I., Haksever G., *Stifling artificial intelligence. Human perils*, „Computer Law and Security Review”, 2016, Vol. 32, No. 5.

Hamori S., Takiguchi T., *AI and Financial Markets*, „Journal of Risk and Financial Management”, 2020.

Hayen R., *FinTech: The Impact and Influence of Financial Technology on Banking and the Financial Industry*, 2016.

Janusz W., *Oczywiste i mniej oczywiste zastosowania sztucznej inteligencji w sektorze finansowym [w:] Raport. Sztuczna inteligencja w bankowości*, Warszawa 2020.

Liermann V., Stegmann C. (eds) *The digital journey of banking and insurance. Vol. 2, Digitalization and machine learning*, Cham: Springer International Publishing AG, 2021.

Manser Payne E.H., Peltier J., Barger V.A., *Enhancing the value co-creation process: artificial intelligence and mobile banking service platforms*, „Journal of Research in Interactive Marketing”, 2021, 5, 19, Vol. 15(1).

Nowakowski M., *Fintech. Technologia, finanse, regulacje. Praktyczny przewodnik dla sektora innowacji finansowych*, Warszawa 2020.

Ofiarski Z., *Prawo bankowe*, Warszawa 2017.

Phadke S., *FinTech Future: the digital DNA of finance*, SAGE Publications Pvt Ltd 2020.

Rodrigues A.R.D., Ferreira D.A.F., Teixeira F.J.C.S.N., Zopounidis C., *Artificial intelligence, digital transformation and cybersecurity in the banking sector: A multi-stakeholder cognition-driven framework*, „Research in International Business and Finance”, 2022, 4, Vol. 60.

Schär F., *Decentralized Finance. On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets*, „Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Second Quarter”, 2021, 103(2).

Szostak D., *Sztuczna inteligencja a kody. Czy rozwiązaniem dla uregulowania sztucznej inteligencji jest smart contract i blockchain?* [w:] *Prawo sztucznej inteligencji*, (red.) L. Lai, M. Świerczyński, Warszawa 2020.

Szpringer W., *Nowe technologie a sektor finansowy. Fintech jako szansa i zagrożenie*, Warszawa 2017.

Zhao D., Zhang W., *Artificial Financial Intelligence in China, Singapore*: Springer Singapore Pte. Limited, 2021.

Źródła internetowe

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-ai-transforming-future-of-banking.pdf> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

<https://businessinsider.com.pl/> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

https://www.knf.gov.pl/knf/pl/komponenty/img/Stanowisko_UKNF_ws_swadczenia_uslugi_robo_doradztwa_71303.pdf [dostęp: 7 sierpnia 2021].

<https://finregtech.pl/2021/07/19/wytyczne-bafin-w-sprawie-sztucznej-inteligencji-dla-sektora-finansowego-dobry-przyklad-dobre-praktyki/> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

https://www.bafin.de/SharedDocs/Veroeffentlichungen/EN/Meldung/2021/meldung_210615_Prinzipienpapier_BD_KI_en.html [dostęp: 1 sierpnia 2021].

<https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/konsultacje-spoleczne-projektu-polityki-rozwoju-sztucznej-inteligencji-w-polsce-na-lata-2019-2027> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

Liability for Artificial Intelligence and other emerging digital technologies https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=63199 [dostęp: 7 sierpnia 2021].

<https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/konsultacje-spoleczne-projektu-polityki-rozwoju-sztucznej-inteligencji-w-polsce-na-lata-2019-2027> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

https://uncitral.un.org/en/texts/ecommerce/conventions/electronic_communications [dostęp: 7 sierpnia 2021].

<http://fintechpoland.com/raport-sztuczna-inteligencja-dobre-praktyki-aspekty-prawne-zastosowanie-w-sektorze-finansowym/> [dostęp: 7 sierpnia 2021].

https://www.accenture.com/fr-fr/_acnmedia/36dc7f76eab444cab6a7f44017cc3997.pdf [dostęp: 7 sierpnia 2021].

https://www.accenture.com/t20170524t055435_w_/ca-en/_acnmedia/pdf-52/accenture-why-ai-is-the-future-of-growth.pdf [dostęp: 7 sierpnia 2021].

<https://www.oecd.org/finance/artificial-intelligence-machine-learningbig-data-in-finance.htm>.

<https://www.weforum.org/reports/digital-assets-distributed-ledger-technology-and-the-future-of-capital-markets>.