

ROZWÓJ SZTUCZNEJ INTELIGENCJI I JEJ WPŁYW NA RYNEK FINANSOWY

Arkadiusz Tomaszek*



<https://doi.org/10.18778/2391-6478.S2.2022.07>

THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS IMPACT ON THE FINANCIAL MARKET

Abstract

The purpose of this article. The aim of the article is to analyze selected issues related to artificial intelligence and its development, particularly its impact on the financial market, taking into account the opportunities and threats that artificial intelligence and its areas, such as machine learning or deep learning, pose to financial market participants. The research methods utilized in the study were used to evaluate the phenomenon on a macroeconomic scale.

Methodology. The results of the research were based on the analysis of secondary data, such as source literature – both domestic and foreign, systems analysis of European Union legal acts, as well as the review of reports on the use of AI within the financial market. The paper is theoretical.

The result of the research. The development of artificial intelligence in financial markets may provide an opportunity to gain competitive advantage, especially for financial market participants who aptly implement AI-based solutions in its initial phase. However, this entails both benefits and risks, the possible occurrence of which depends on many other factors.

Keywords: financial market, artificial intelligence, machine learning, opportunities and threats, digitization.

JEL Class: G10, O31.

* Student, KN Bankowości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, e-mail: Arkadiusz.tomaszek@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3145-2056>

WSTĘP

Rozwój gospodarczy w sposób nierozzerwalny związany jest z zagrożeniami, jakie niosą za sobą nowatorskie, nieznane wcześniej rozwiązania. Stwierdzenie Heraklita z Efezu, że „jedyną stałą rzeczą w życiu jest zmiana” uznać można za dobitnie aktualne, z uwagi na dynamicznie postępującą globalizację i przemiany w zakresie cyfrowej rewolucji. Nie inaczej jest także w przypadku rynku finansowego. Procesy cyfryzacji i automatyzacji w przypadku sektora finansowego są szczególnie znaczące. Warto zauważyć między innymi, że aktualnie odpowiednio oprogramowane komputery generują połowę transakcji na giełdach światowych (Drabik, 2019: 58), co przy trendzie sukcesywnego rozwoju technologii sprawia, iż człowiek przy gigantycznym natłoku operacji oraz danych nie jest w stanie jakkolwiek konkurować z maszynami, jeśli chodzi o szybkość bądź złożoność podejmowanych decyzji. Toteż mając świadomość implikacji, jakie niesie za sobą wspomniany rozwój, w niniejszym opracowaniu przyjrano się wybranym zagadnieniom związanym ze sztuczną inteligencją a zwłaszcza jej wpływu na rynek finansowy z wykorzystaniem narzędzia badawczego w postaci analizy literatury przedmiotu (metoda *desk research* obejmującą dane wtórne). W artykule uwaga autora skupiona została zarówno na pozytywnych, jak i negatywnych skutkach spowodowanych rozwojem sztucznej inteligencji utożsamianych jako szanse (korzyści) i zagrożenia (koszty) dla rynku finansowego.

1. PRZEGLĄD LITERATURY PRZEDMIOTU

Różnorodne techniki wykorzystywania sztucznej inteligencji stosowane są do rozwiązywania problemów o znaczeniu praktycznym w dziedzinie rynków finansowych, co wynika z faktu, iż tradycyjne podejście nie jest wystarczające, aby poradzić sobie z analizą ogromnych ilości danych (Gadre-Patwardhan et al., 2016: 28). Jednakże z poziomu niniejszego opracowania relewantne nie są zastosowane narzędzia czy przykłady użycia (do których zaliczyć można między innymi *scoring* kredytowy, *chatboty* czy wycenę i zarządzanie polisami ubezpieczeniowymi), lecz sam fakt implementacji takowych narzędzi stosujących sztuczną inteligencję przez uczestników rynku finansowego, co do opisu zjawiska w sposób holistyczny i syntetyczny zdaje się być odpowiednie. Jak zostało wskazane na wstępie, cyfrowa rewolucja postępuje niezwykle szybko, a sektor finansowy jest jedną z tych branż, w których sztuczna inteligencja stosowana i wdrażana jest najintensywniej (Biallas i O’Neilla, 2020: 1). Sygnalizowane jest to także przez decydentów Unii Europejskiej i znajduje odzwierciedlenie między innymi w jednym z komunikatów prasowych Komisji Europejskiej na temat podejmowanych działań w celu rozwoju rynku finansowego. Komisja stwierdziła, iż sektor finansowy

jest największym użytkownikiem technologii cyfrowych oraz główną siłą napędową cyfrowej transformacji gospodarki (Komisja Europejska, 2018: 1).

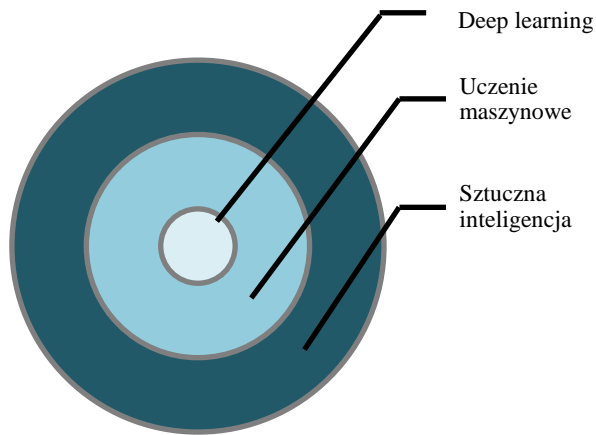
Na potrzeby niniejszego opracowania warto zwrócić uwagę na zróżnicowanie definicyjne w literaturze przedmiotu kluczowych pojęć wykorzystywanych w niniejszej publikacji. Przykładowo w ujęciu ekonomicznym rynek finansowy definiowany jest jako ogół transakcji związanych z przemieszczaniem kapitałów pieniężnych (Bień, 2004: 183), bądź za Banaszczak-Soroką (2012: 13) jako miejsce, gdzie następuje zawarcie transakcji kupna lub sprzedaży specyficznego towaru, jakim jest instrument finansowy. Należy zaznaczyć, iż to rynek finansowy zaliczany jest do ogniwa systemu finansowego (Pietrzak i in., 2012: 20–42), stąd pojęcie to jest zakresowo węższe od systemu finansowego. W związku z tym wniośki i dyskusja podjęta w opracowaniu traktują i skupiają się wyłącznie na instrumentach i segmentach rynku finansowego, a nie na całym systemie finansowym (jego instrumentach i segmentach) w aspekcie wpływu na niego sztucznej inteligencji.

Kolejnym pojęciem, istotnym z punktu widzenia niniejszej pracy jest sztuczna inteligencja. Mimo iż termin ten liczy kilkadziesiąt lat – pierwszy raz został on użyty w roku 1955 przez profesora matematyki Johna McCarthy (McCarthy et al., 2006: 1) – należy jednak wskazać, że niektóre z koncepcji leżących u jej podstaw powstały wcześniej. Miało to miejsce między innymi za sprawą Alana Turinga, który zadał kultowe już pytanie „Czy maszyny mogą myśleć?” (Dennett, 2004: 295). Brak jest jednak wyraźnie przyjętej definicji sztucznej inteligencji, a termin ten na dobre wszedł do użytku i stosowany jest na porządku dziennym, przez co zdaniem wielu nie ma potrzeby jego ścisłego definiowania (Koronacki, 2020: 11). Można jednak wskazać definicję, która w sposób koherentny wyjaśnia, czym sztuczna inteligencja jest. Wykorzystuje się w niej stwierdzenie wskazujące na „zdolność komputera cyfrowego lub sterowanego komputerem robota do wykonywania zadań powszechnie kojarzonych z istotami inteligentnymi, takich jak zdolność rozumowania, odkrywania znaczeń, generalizowania czy uczenia się na podstawie wcześniejszych doświadczeń” (www1). Jak zostało zauważone, sztuczna inteligencja istnieje i rozwijana jest od ponad 60 lat, jednak to w ostatnim dziesięcioleciu obserwuje się tendencję do szybkiego jej wzrostu, co upatrywać można po pierwsze w fakcie, iż wykładniczy postęp w mocy obliczeniowej doprowadził do spadku kosztów przetwarzania i przechowywania danych. Po wtóre zwiększa się dostępność i liczba danych (Buchanan, 2019: 7) oraz obserwuje się znaczące nakłady na poprawę infrastruktury informacyjnej (Balicki, 2015: 1–23).

Tak zarysowane zjawisko sugeruje rosnącą złożoność rynków finansowych oraz sztucznej inteligencji *per se*, gdzie narastająca liczba i wartość transakcji automatycznych, zmieniać będzie charakter zachowań rynkowych jako coraz bardziej znaczącego elementu systemu makroekonomicznego (Szupiluk, 2016: 259).

Znamienne jest również to, że wraz z rozwojem sztucznej inteligencji pogląd, iż człowiek to najtańszy, nieliniowy system komputerowy ogólnego przeznaczenia (Brynjolfsson i McAfee, 2011: 18–19) systematycznie traci na prawdziwości, a coraz bardziej realnym ryzykiem w perspektywie najbliższych 100 lat jest ziszczenie się scenariusza całkowitego zastąpienia ludzi przez sztuczną inteligencję w każdym aspekcie działalności (Błachowicz, 2019: 11–12). Zważywszy na to, rozwijanie i wdrażanie sztucznej inteligencji wymaga długoterminowego spojrzenia zarówno na strategię podmiotów na rynku finansowym, to jest odpowiedni sposób inwestowania czy też prognoz co do funkcjonowania sztucznej inteligencji w konkretnych warunkach (www2), jak też refleksji, by działania te w jak najwyższym stopniu odpowiadały na potrzeby klienta, który powinien w sposób świadomy i efektywny stosować innowacyjne produkty i usługi (Łańcucki, 2018: 9).

Na potrzeby rozważań zawartych w niniejszej publikacji winno się także odnieść pokrótce do pojęć immamentnie związanych ze sztuczną inteligencją, takich jak: uczenie maszynowe, *big data* oraz *deep learning*. Zdolność AI do przetwarzania dużych zbiorów danych w czasie rzeczywistym odgrywa istotną rolę jako solidne narzędzie analityczne (Milana i Ashta, 2021: 205), co możliwe jest za sprawą uczenia maszynowego, *big data* oraz *deep learningu*.



Rys. 1. Zakres pojęć: *deep learning*, uczenie maszynowe, sztuczna inteligencja

Źródło: opracowanie własne na podstawie: FSB, 2017: 4.

Poprzez uczenie maszynowe rozumieć można podzbiór sztucznej inteligencji wykorzystujący algorytmy nabywające zdolność do optymalizacji własnego działania wraz z kolejnymi zdobywanymi doświadczeniami (www2). Uczenie maszy-

nowe doskonale czerpie z gwałtownego wzrostu wytwarzanych danych i wykorzystuje wielki potencjał dużych cyfrowych zbiorów danych (Dadej, 2018: 121), czyli *big data*. Z kolei najnowszym pojęciem, będącym składową sztucznej inteligencji i podkategorią opisywanego uczenia maszynowego, jest *deep learning*, polegający na tworzeniu sieci neuronowych (www3), dzięki którym w znaczący sposób polepszyć można funkcjonowanie sztucznej inteligencji – o czym świadczą coraz to nowsze osiągnięcia w dziedzinach takich jak rozpoznawanie obrazów czy przetwarzanie języka naturalnego (FSB, 2017: 5). Zależność pomiędzy analizowanymi pojęciami zaprezentowano na rys. 1.

2. SZANSE DLA RYNKU FINANSOWEGO ZWIĄZANE Z ROZWOJEM SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Rynek finansowy za sprawą rozwoju nowych technologii jest obecnie pod ogromną presją technologiczną. Naturalnie więc przyszłości rynku finansowego (to jest m.in. podmiotów w nim występujących) upatrywać należy w rozwijaniu strategii podejmowania zintensyfikowanych działań w obszarze kreowania ofert odpowiadających w jak najwyższym stopniu na potrzeby klienta (9Gałus, 2021: 181). W miejscu tym wypada ewokować jakiego rodzaju szanse, korzyści oraz perspektywy nasuwa stosowanie sztucznej inteligencji w sektorze rynku finansowego. W szczególności należy poddać analizie wpływ na wizerunek, poziom kosztów, wydajność pracy, wykluczenie finansowe, zarządzanie ryzykiem.

1. Wpływ na wizerunek

Za sprawą nowoczesnych technologii podmioty stosujące sztuczną inteligencję odbierane są jako nowoczesne oraz innowacyjne. Niewątpliwie AI oraz rozwiązania przez nią oferowane uznać można za element pozytywnie wpływający na reputację instytucji finansowych wśród docelowych odbiorców usług.

2. Obniżenie kosztów

Analiza wpływu na koszty wymaga zestawienia człowieka ze sztuczną inteligencją, jeśli chodzi o wydajność oraz szybkość pracy. Dla przykładu technologia największego banku w USA – JP Morgan Chase & Co wykorzystując sztuczną inteligencję jest w stanie przejrzeć około 12 000 dokumentów w ciągu kilku sekund, podczas gdy człowiek musiałby poświęcić 360 000 godzin, by osiągnąć taki wynik (www4). Przekłada się to więc na zmniejszenie kosztów związanych z zatrudnieniem personelu w długim okresie, ale także na redukcję kosztów obejmującą cały łańcuch wartości organizacji poprzez usprawnienie procesów biznesowych czy reaktywności organizacji (Milana i Ashta, 2021: 202).

3. Wzrost wydajności oraz szybkości pracy

Zastosowanie algorytmów SI przekłada się na ogólny wzrost produktywności w dwojaki sposób. Po pierwsze wykonywanie operacji finansowych wymaga przetwarzania skomplikowanych i wielowymiarowych danych, co przy ograniczonych zasobach intelektualnych człowieka wymaga dłuższej personalizacji oferty i usług finansowych przy wyższym ryzyku popełnienia błędu niżli w przypadku algorytmu. Po drugie czas konieczny na rozpatrzenie konkretnej indywidualnej sprawy zostaje zmniejszony, co doskonale widać na przykładzie przyznawania decyzji kredytowych, gdzie pracownik w celu dokonania oceny kredytowej zobowiązany jest do wieloetapowej formalnej identyfikacji (analizując min. historię kredytową, zaświadczenia o dochodach czy wartość aktywów) (Biallas i O’Neill, 2020: 2). W rezultacie działania podejmowane są szybciej oraz precyzyjniej.

4. Zwiększenie dostępu do usług finansowych

Dzięki sztucznej inteligencji rozwijane są spersonalizowane produkty. Przejawia się to możliwością oferowania klientom lepiej dopasowanych produktów i usług finansowych (Łańcucki, 2019: 8). Oprogramowanie sztucznej inteligencji może nie tylko w lepszy sposób dostosować usługi do indywidualnych potrzeb finansowych konsumentów czy przedsiębiorstw poprzez np. zautomatyzowanie procesu obsługi klienta, ale także służyć jako skuteczne narzędzie włączenia społecznego pod względem finansowym (zwłaszcza w kontekście osób posiadających ograniczoną wiedzę z zakresu finansów bądź niskie umiejętności cyfrowe (www5)). Przykładem mogą być tu narzędzia pomagające w przeliczaniu wartości walut, rat kredytu, bądź nawet całodobowy dostęp do obsługi klienta).

5. Lepsza identyfikacja zagrożeń

Jak wynika z badań opentext, redukcja fraudów i wyłudzeń stanowi jedną z dziedzin, w której instytucje finansowe najlepiej mogą wykorzystać potencjał technologii (Finextra, 2021: 16). Do identyfikacji nadużyć w znacznym stopniu wykorzystuje się uczenie maszynowe (Wiaterek, 2017: 10), dzięki któremu instytucje finansowe odpowiednio wcześniej są w stanie analizować transakcje podejrzane czy też stosować mechanizmy przeciwdziałaniu praniu pieniędzy i finansowaniu przestępczości (Rojszczak, 2020: 70). Kwestia ta jest o tyle istotna, gdyż wykrywanie oszustw i nieprawidłowości jest jednym z najczęściej wymienianych powodów przyjęcia AI przez dostawców usług finansowych (Biallas i O’Neill, 2020: 3). Należy także zaznaczyć, że systemy uczenia maszynowego w odróżnieniu od tradycyjnych algorytmów mają potencjał w wyszukiwaniu nowych, nieznanych wcześniej rodzajów nadużyć (Rojszczak, 2020: 70).

Wskazanych powyżej benefitów związanych z rozwojem sztucznej inteligencji nie można traktować rzecz jasna jako wyłącznych, z uwagi, iż stanowią one jedynie wybrany przez autora zestaw przykładowych korzyści spośród szeregu potencjalnych. Z dużym prawdopodobieństwem można też stwierdzić, że wraz z rozwojem technologii pojawiać się będą kolejne pozytywne implikacje dla rynku finansowego. Co kluczowe, sztuczna inteligencja staje się dla interesariuszy podmiotów finansowych warunkiem rozwoju, a nie tylko kwestią wyboru strategii działania, gdzie wymierne korzyści płynące z implementacji sztucznej inteligencji przyczynić się mogą do uzyskania długoterminowej konkurencyjności rynkowej (Ciesielski, 2021).

3. ZAGROŻENIA DLA RYNKU FINANSOWEGO ZWIĄZANE Z ROZWOJEM SZTUCZNEJ INTELIGENCJI

Rozpatrując korzyści wynikające z wykorzystania AI na rynkach finansowych, nie sposób zapomnieć o zagrożeniach, tak samo istotnych jak szanse z tym związane. Z uwagi na relatywnie krótki czas ich występowania, wiele z potencjalnych negatywnych konsekwencji dla sektora finansowego nie sposób jest przewidzieć. Do możliwych zagrożeń zaliczyć można: niedostosowanie do realiów, zagrożenie cyberprzestępczością, istotny wzrost kosztów.

1. Niedostosowanie do realiów

Ciągle rozwijana technologia, jej systemy oraz infrastruktura wymagają przystosowania do rzeczywistości i jej zmienności. Jak zostało zauważone w raporcie Instytutu Alana Turinga na temat sztucznej inteligencji w finansach, wiele technik sztucznej inteligencji nie zostało przetestowanych w scenariuszach kryzysu finansowego danych (Buchanan, 2019: 29), stąd modele uczenia maszynowego operujące się na danych historycznych będą napotykać trudności w przewidywaniu sytuacji, gdy teraźniejszość w niczym nie przypomina przeszłości (Anderson et al., 2021). Opracowane modele i algorytmy w sposób niedokładny mogą reprezentować świat takim, jakim jest. Decyzje podejmowane przez algorytmy mimo ich szybkości i adekwatności mogą okazać się nieużyteczne z punktu widzenia ludzkich wartości (Wiaterek, 2017: 12). Pojawia się ponadto ryzyko, iż to prawo, które notabene prawdopodobnie zawsze będzie w tyle za rozwojem technologii (Stylec-Szromek, 2018: 505), czy sama technologia nie będą dostosowane do realiów (mowa tu o kwestiach takich jak ochrona prywatności danych czy odpowiedzialności w przypadku strat wywołanych działaniem sztucznej inteligencji¹).

¹ Problematyka ta wymaga odrębnej analizy. Przypadki, gdzie decyzje oparte na działaniu sztucznej inteligencji przyniosą straty finansowe wraz z wrastającą złożonością oraz mnogością operacji zyskiwać będą na znaczeniu. W miejscu tym pojawia się pytanie kto ponosi odpowiedzialność za takie straty – twórca, wydawca, użytkownik czy sama maszyna?

2. Zagrożenie cyberprzestępczością

Cyberbezpieczeństwo staje się jeszcze ważniejsze niżli było w przeszłości, gdyż w kontekście rynków finansowych to od niego między innymi zależy stabilność zarówno indywidualnych instytucji, jak i całego sektora. Wraz ze wzrostem wolumenu cyfrowych transakcji, podmioty na rynku finansowym starają się stosować coraz to nowsze zabezpieczenia i algorytmy w celu przeciwdziałania atakom. Jednakże hackerzy świadomi tego, iż wykorzystanie sztucznej inteligencji automatyzuje powtarzalne zadania, zwiększa także liczbę potencjalnych luk i sposobności do ataku (Kabza, 2019). Na ataki narażone więc jest bezpośrednio samo oprogramowanie, np. poprzez wprowadzenie sfałszowanych danych do modeli algorytmicznych, co w konsekwencji posłużyć może np. do wyłudzenia informacji (Kabza, 2019).

3. Koszty

Zagrożenie to interpretować można wieloaspektowo, począwszy od konieczności poniesienia znaczących wydatków na rozwój, wdrażanie czy utrzymanie sztucznej inteligencji, poprzez koszty społeczne, aż do ewentualnych kosztów występujących w przypadku błędów bądź różnorodnych niepowodzeń. Koszty związane z wdrożeniem sztucznej inteligencji w ramach podmiotu rynku finansowego związane są ze stworzeniem bądź zakupieniem oprogramowania a także jego późniejszą obsługą, w tym ewentualnym korygowaniem błędów i dostosowywaniem do zmian. Do kosztów społecznych zaliczyć można koszty związane z automatyzacją wszelkich procesów, czyli zmniejszenie liczby miejsc pracy w gospodarce w wyniku zastąpienia ich przez „roboty”.

4. *Quis custodiet ipsos custodes?* Czyli któż pilnował będzie samych strażników?

Punkt ten pośrednio powiązany jest z poprzednim, to jest z kosztami. Stwierdzić należy, iż najnowsze i najbardziej innowacyjne technologie dostępne być mogą tylko dla dużych podmiotów, z uwagi na kapitał konieczny do zainwestowania w nie (Kabza, 2019). Nie można przy tym wykluczyć złych intencji osób tworzących, rozwijających bądź kontrolujących sztuczną inteligencję. Pokusa nadużycia, wyrażająca się w tym, by za sprawą technologii realizować swoje partykularne interesy nie wydaje się nierealna do ziszczenia. Ze szczególną ostrożnością należy rozwijać sztuczną inteligencję zwłaszcza na rynkach finansowych, gdzie przepływy pieniężne są ogromne, co prowadzić może do wykorzystywania technologii z nadużyciami, w głównej mierze przez największych graczy.

5. Ryzyko awarii

W przeszłości miały miejsce przypadki, gdzie algorytmy wdrożone przez instytucje finansowe zaczęły działać w sposób zupełnie nieprzewidziany przez twórców, co w efekcie doprowadziło do błędów i gwałtownych załamania rynku

(Buchanan, 2019: 29). Co ważne awarie takie z reguły są spektakularne i kosztowne, ergo ich konsekwencję mogą mieć długofalowy wpływ na gros podmiotów. Awarie takie z uwagi na kompleksowość stosowanych technik sztucznej inteligencji są niezwykle trudne lub nawet niemożliwe do pełnego zinterpretowania [Kabza, 2019], stąd zagrożenie to ma niebagatelne znaczenie dla stabilności rynków finansowych w przyszłości.

Powyższe zagrożenia to tylko możliwości, których ziszczenie się zależy od wielu zmiennych. Świadomość ich wystąpienia jest ważna, aby rozważając korzystanie z dobrodziejstw technologii w przyszłości ustrzec się błędów i niedogodności jakie mogą nastąpić. Niemniej jednak mimo potencjalnych zagrożeń, jak i faktu trwającej pandemii, ogólne zainteresowanie technologiami sztucznej inteligencji pozostaje wysokie (Anderson et al., 2021), co uargumentować można toczącym się wyścigiem technologicznym i upatrywaniem zyskania przewagi konkrecyjnej nad innymi podmiotami w wyniku jej wdrożenia.

PODSUMOWANIE

Rosnąca wartość i liczba transakcji przekładają się na zwiększającą się złożoność rynku finansowego, przez co staje się on coraz bardziej znaczącym elementem systemu makroekonomicznego. Przemiany na rynku finansowym związane są między innymi z rozwojem sztucznej inteligencji, która z uwagi na swój potencjał zaczyna stawać się obszarem zainteresowania podmiotów w skali globalnej. Obiektywnie stwierdzić można, iż sztuczna inteligencja dopiero raczkuje, jednakże mimo tego stawia przed podmiotami rynku finansowego wiele wyzwań, w tym prawnych, ekonomicznych, moralnych czy społecznych, które wraz z upływem czasu i postępowaniem technologicznym będą zyskiwały na doniosłości i kompleksowości. Konstatacją jest fakt, iż rynki finansowe stoją przed sporą szansą na usprawnienie wielu procesów i operacji dzięki sztucznej inteligencji, co przyczynić się może do szeregu wymiernych korzyści zarówno dla samych podmiotów, jak też odbiorców usług oraz całej gospodarki. Winno się jednak pamiętać o zagrożeniach, które postępują wykładniczo tak jak szanse, co sugeruje konieczność roztropnego i przemyślanego działania w omawianym obszarze.

PODZIĘKOWANIA

Serdeczne podziękowania kieruję w stronę zarządu KN Bankowości Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie oraz jego opiekunów naukowych.

FINANSOWANIE

Realizacja niniejszego opracowania możliwa była dzięki środkom uzyskanym w ramach dofinansowania Parlamentu Studenckiego UEK (konkurs numer 4/2021).

DEKLARACJA AUTORÓW

Brak konfliktu interesów.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, J., et al. (2021). *Wpływ pandemii na wykorzystanie sztucznej inteligencji w bankowości*. Obserwator finansowy. <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/rynki-finansowe/bankowosc/wplyw-pandemii-na-wykorzystanie-sztucznej-inteligencji-w-bankowosci/> [dostęp 23.12.2021].
- Balicki, J. (2015). Wybrane paradygmaty sztucznej inteligencji w informatycznych systemach finansowych. *Współczesna Gospodarka*, 4.
- Banaszczak-Soroka, U. (2012). *Rynki finansowe Organizacja, instytucje, uczestnicy*. Warszawa: C.H. Beck.
- Biallas, M. i O'Neill, F. (2020). Artificial Intelligence Innovation in Financial Services. *EMCompass*, 85. International Finance Corporation, Washington, DC. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34305> License: CC BY-NC-ND 3.0 IGO.
- Bień, W. (2004). *Rynek papierów wartościowych*. Warszawa: Difin.
- Błachowicz, D. (2019). Automatyzacja oraz rozwój sztucznej inteligencji a sytuacja ludzi na rynku pracy w perspektywie obecnego stulecia. *Rynek – Społeczeństwo – Kultura*, 2(33).
- Brynjolfsson, E. i McAfee, A. (2011). *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity*. Warszawa: Kurhaus Publishing.
- Buchanan, B. (2019). *Artificial intelligence in finance*. <http://doi.org/10.5281/zenodo.2612537>.
- Ciesielski, M. (2021). *Sztuczna inteligencja w bankach powinna być szybciej wdrażana*. Obserwator finansowy. <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/sztuczna-inteligencja-w-bankach-powinna-byc-szybciej-wdrazana/> [dostęp 23.12.2021].
- Dadej, M. (2018). Rola Uczenia Maszynowego w Sektorze Finansowym (Applications of Machine Learning in Financial Sector). *Wybrane Problemy Zarządzania w Gospodarce Opartej na Wiedzy – Teoria i Praktyka*. <https://ssrn.com/abstract=3862819> [dostęp 23.12.2021].
- Dennett, D.C. (2004). Can Machines Think? In: C. Teuscher, eds., *Alan Turing: Life and Legacy of a Great Thinker*. Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-05642-4_12.
- Drabik, E. (2019). Analiza zależności pomiędzy grami na rynkach finansowych a rozwojem systemów komputerowych. W: L. Gąsiorowicz, J. Monkiewicz, red., *Wyzwania współczesnych rynków finansowych*. Warszawa: Wydział Zarządzania Politechniki Warszawskiej.
- Finextra (2021). *AI in financial services: next steps to realising the potential*. https://www.opentext.com/file_source/OpenText/en_US/PDF/wp-ai-financial-services-next-steps-to-realising-the-potential-en.pdf [dostęp 23.12.2021].
- FSB (2017). *Artificial intelligence and machine learning in financial services. Market developments and financial stability implications*. <https://www.fsb.org/wp-content/uploads/P011117.pdf> [dostęp 23.12.2021].
- Gadre-Patwardhan, S., Katdare, V.V. i Joshi, M.R. (2016). A Review of Artificially Intelligent Applications in the Financial Domain. In: C. Dunis, P. Middleton, A. Karathanasopolous, K. Theofilatos, eds., *Artificial Intelligence in Financial Markets. New Developments in Quantitative Trading and Investment*. London: Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/978-1-137-48880-0_1.
- Kabza, M. (2019). *Sztuczna inteligencja zmienia system finansowy*. Obserwator Finansowy. <https://www.obserwatorfinansowy.pl/forma/analizy-debata/analizy/sztuczna-inteligencja-zmienia-system-finansowy/> [dostęp 27.12.2021].

- Komisja Europejska (2018). FinTech: Komisja podejmuje działania na rzecz bardziej konkurencyjnego i innowacyjnego rynku finansowego. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:6793c578-22e6-11e8-ac73-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF [dostęp 23.12.2021].
- Koronacki, J. (2020). Sztuczna inteligencja w odczarowanym świecie. *Filozofia i nauka*, 8(1).
- Łańcucki, J. (2018). Klient na cyfrowym rynku ubezpieczeniowym. *Prawo Asekuracyjne*, 2(95).
- Łańcucki, J. (2019). Wpływ innowacyjnych technologii na funkcjonowanie rynku ubezpieczeniowego. *Prawo Asekuracyjne*, 2(99).
- McCarthy, J., Minsky, M.L., Rochester, N. i Shannon, C.E. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>.
- Milana, C. i Ashta, A. (2021). Artificial intelligence techniques in finance and financial markets: A survey of the literature. *Strategic Change*, 30. <https://doi.org/10.1002/jsc.2403>.
- Pietrzak, B., Polański, Z. i Woźniak, B. (2012). *System finansowy w Polsce*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Stylec-Szromek, P. (2018). Sztuczna inteligencja – prawo, odpowiedzialność, etyka. *Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie*, 123.
- Szupiluk, R. (2016). Wzorce na rynkach finansowych. W: J. Staciewicz, red., *Polityka gospodarcza w warunkach przemian rozwojowych*. Warszawa: SGH.
- Rojaszczak, M. (2020). Sztuczna inteligencja w innowacjach finansowych – aspekty prawne i regulacyjne. *Internetowy kwartalnik antymonopolowy i regulacyjny*, 2(9).
- Wiaterek, J. (2017). *Sztuczna inteligencja – analiza SWOT z perspektywy bankowości*. Alterium Ośrodek Badań i Analiz Systemu Finansowego. <http://alterum.pl/uploaded/Sztuczna%20inteligencja.pdf>.
- (www1) <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> [dostęp 23.12.2021].
- (www2) https://www.ev.com/pl_pl/biuletyn-ryzyka/sztuczna-inteligencja-zmienia-bran-finansow [dostęp 23.12.2021].
- (www3) <http://it-filolog.pl/machine-learning-i-deep-learning-samuczace-systemy-leksykon-2017/> [dostęp 25.12.2021].
- (www4) <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2018/12/05/how-artificial-intelligence-is-helping-financial-institutions/?sh=226a116e460a> [dostęp 27.12.2021].
- (www5) https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2017-0176_PL.html [dostęp 27.12.2021].

Zakończenie recenzji/ End of review: 20.11.2022

Przyjęto/Accepted: 02.12.2022

Opublikowano/Published: 30.12.2022