

Maria Forlicz*, Tomasz Rólczyński**

DOWODY EKSPERYMENTALNE WPLYWU SKŁONNOŚCI DO PODEJMOWANIA RYZYKA NA SKŁONNOŚĆ DO STOSOWANIA ROBODORADCÓW W INWESTOWANIU

Streszczenie

Celem pracy jest stwierdzenie, czy osoby o różnym stopniu skłonności do ryzyka oraz o różnym stosunku do AI mają różne inklinacje do inwestowania przy zastosowaniu AI. Badanie przeprowadzono w formie eksperymentu wśród 105 studentów kierunków ekonomicznych. W zamian za odpowiedzi na pytania ankietowe (służące ocenie podejścia do ryzyka oraz podejścia do AI) studenci zdobywali dodatkowe punkty do zaliczenia przedmiotu. Każdy uczestnik badania otrzymał wirtualne pieniądze, które miał za zadanie zainwestować samodzielnie lub przy pomocy doradcy inwestycyjnego albo robodoradcy w instrumenty notowane na GPW. Uzyskaną stopę zwrotu przeliczono na dodatnie lub ujemne punkty. Na inwestowanie mniejszych środków przy wykorzystaniu AI zdecydowały się te osoby, które nie deklarowały zbyt częstego podejmowania działań ryzykownych finansowo oraz takie, które charakteryzowała większa awersja do ryzyka. Nie stwierdzono związku pomiędzy inwestycją przy pomocy robodoradcy a podejściem do AI.

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, inwestycje, skłonność do ryzyka, podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka

Wstęp

Sztuczna inteligencja (AI) znajduje zastosowanie w wielu obszarach, przynosząc liczne korzyści, ale także niosąc ze sobą pewne zagrożenia. Wykorzystywana jest w medycynie do diagnozowania chorób. W przemyśle i handlu AI stosuje się do automatyzacji procesów produk-

* Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, e-mail: maria.forlicz@ue.wroc.pl, ORCID: 0000-0001-6947-7964.

** Uniwersytet WSB Merito we Wrocławiu, e-mail: tomasz.rolczynski@wroclaw.merito.pl, ORCID: 0000-0002-9926-8538.

cyjnych, predykcyjnego utrzymania ruchu oraz optymalizacji łańcucha dostaw, personalizacji ofert, analizy zachowań klientów oraz automatyzacji obsługi klienta. Zastosowanie znajduje także w autonomicznych pojazdach, systemach wspomagania kierowcy czy optymalizacji ruchu drogowego. W rozrywce AI jest używana do personalizacji treści, generowania muzyki i filmów czy interaktywnych gier. Również w sektorze finansowym AI odgrywa coraz większą rolę. Zaawansowane algorytmy są wykorzystywane do oceny zdolności kredytowej klientów oraz przewidywania ryzyka niewypłacalności¹. Dzięki technikom uczenia maszynowego, takim jak sieci neuronowe i algorytmy *gradient boosting*, możliwe jest szybkie i precyzyjne podejmowanie decyzji kredytowych, co przynosi korzyści zarówno kredytodawcom, jak i kredytobiorcom². Algorytmy AI identyfikują podejrzane wzorce i anomalie, co pozwala na szybkie wykrywanie i zapobieganie oszustwom finansowym³. W obszarze zarządzania portfelem inwestycyjnym AI jest wykorzystywana do tworzenia zaawansowanych modeli predykcyjnych, które pomagają w optymalizacji strategii inwestycyjnych oraz minimalizacji ryzyka⁴. AI znajduje również zastosowanie w automatyzacji transakcji, w tym w handlu algorytmicznym i wysokoczęstotliwościowym. Algorytmy te analizują dane rynkowe i podejmują decyzje inwestycyjne w ułamkach sekund, co pozwala na maksymalizację zysków i minimalizację strat⁵. Ponadto AI wspiera personalizację usług finansowych, umożliwiając tworzenie spersonalizowanych ofert i rekomendacji dla klientów na podstawie analizy ich zachowań i preferencji. Jednakże błędy w algorytmach mogą prowadzić do błędnych diagnoz w procesie leczenia czy nietrafionych inwestycji, awaria systemów AI może przyczyniać się do wypadków komunikacyjnych, a niewłaściwe

¹ S. Bahoo [i in.], *Artificial intelligence in Finance: a comprehensive review through bibliometric and content analysis*, "SN Business & Economics", 2024, nr 4.

² J. Černevičienė, A. Kabašinskas, *Explainable artificial intelligence (XAI) in finance: a systematic literature review*, "Artificial Intelligence Review", 2024, nr 57.

³ Y.W. Bhowte [i in.], *Advanced Fraud Detection Using Machine Learning Techniques in Accounting and Finance Sector*, 2024 Ninth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM), Chennai, India, 2024, s. 1–6.

⁴ S. Bi, Y. Lian, *Advanced Portfolio Management in Finance using Deep Learning and Artificial Intelligence Techniques: Enhancing Investment Strategies through Machine Learning Models*, "Journal of Artificial Intelligence Research", 2024, vol. 4, s. 233–298.

⁵ E. Ernst, R. Merola, D. Samaan, *The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work*, "IZA Journal of Labor Policy", 2018, nr 1.

użycie AI może powodować na przykład naruszenie prywatności i wolności obywatelskich.

W przypadku procesu inwestycyjnego inwestorzy mogą, ale nie muszą być wspierani AI i stopień wykorzystania AI w większości przypadków jest zależny od inwestora. Pojawia się więc pytanie, jakie czynniki decydują o wykorzystaniu AI w procesie inwestowania. Wydaje się, że jednym z takich czynników może być podejście do ryzyka decydenta. Wszelkie decyzje inwestycyjne są obarczone ryzykiem, a w przypadku inwestycji wspomaganej AI nakładają się jeszcze na to dodatkowe ryzyka. Na przykład algorytmy AI mogą być podatne na obciążenia czy halucynacje (dostarczanie fałszywych albo zwodniczych informacji jako faktów)⁶, w dodatku ponieważ sztuczna inteligencja może nie być szkolona z wykorzystaniem najnowszych dostępnych informacji, jej możliwości mogą być ograniczone przez brak wiedzy technologicznej. Trudno jest także przewidzieć zachowanie AI w nowych dla niej czy niestandardowych przypadkach użycia⁷. Innym czynnikiem, który mógłby mieć wpływ na stopień wykorzystania AI w inwestycjach, jest samo podejście do sztucznej inteligencji i zaufanie do niej. Stąd celem niniejszej pracy jest określenie, czy osoby o różnym stopniu skłonności do ryzyka oraz o różnym stosunku do AI mają różne inklinacje do inwestowania przy zastosowaniu sztucznej inteligencji. Sformułowany cel prowadzi to postawienia następujących hipotez badawczych:

H1: Wraz ze wzrostem skłonności do ryzyka wzrasta skłonność do wykorzystania AI w procesie inwestowania.

H2: Skłonność do wykorzystania AI w procesie inwestowania jest dodatnio skorelowana z deklarowanym zaufaniem do AI.

Hipotezy te zweryfikowano, przeprowadzając eksperyment z rzeczywistymi wypłatami (choć nie pieniężnymi) uzależnionymi od zysku osiągniętego w grze giełdowej. Uczestnikami badania byli studenci studiów licencjackich na kierunku ekonomicznym.

Kolejne części artykułu zawierają podsumowanie dotychczasowych wyników badań dotyczących postrzegania sztucznej inteligencji, opis zastosowanej metody badawczej, analizę otrzymanych wyników oraz podsumowanie.

⁶ A. de Wynter [i in.], *An evaluation on large language model outputs: Discourse and memorization*, "Natural Language Processing Journal", 2023, nr 4.

⁷ D. Jung, F. Glaser, W. Köpplin, *Robo-advisory: opportunities and risks for the future of financial advisory*, "Advances in Consulting Research: Recent Findings and Practical Cases", 2019, s. 405–427.

Przegląd literatury

Skłonność do wykorzystania AI jest zależna od wielu czynników, wśród których można wymienić zarówno czynniki demograficzne, społeczno-ekonomiczne, jak i behawioralne. Hohenberger i in.⁸ twierdzą, że samoocena doświadczenia finansowego wpływa na skłonność do korzystania z robodoradców i na podstawie ogólnokrajowego badania przeprowadzonego na dużą skalę na internetowej próbie dorosłych Amerykanów konkludują, że reakcje afektywne (tj. niepokój i radość) wyjaśniają wpływ tej samooceny na chęć korzystania z robodoradców. Sugerują, że chęć skorzystania z nich może wzrosnąć pod wpływem pozytywnych emocji (np. radości) oczekiwanych w związku z zastosowaniem robodoradcy, natomiast zmniejszyć się w przypadku przewidywanych negatywnych emocji (np. lęku). Roh i in.⁹, badając ankietowo osoby mające doświadczenie z usługami robodoradców, udowodnili, że oczekiwana wydajność, oczekiwany wysiłek, wpływ społeczny, sprzyjające warunki, postrzegane bezpieczeństwo i postrzegana prywatność mają wpływ na podejście użytkowników do robodoradców i zamiar ich stosowania. Ponadto ich wyniki pokazują, że większość tych relacji ma charakter pośredni ze względu na pośredniczącą rolę postawy, zaufania i sprzyjających warunków. Pathak i Bansal¹⁰ pokazali, że na zamiar przyjęcia sztucznej inteligencji jako środka wspomagającego podejmowanie decyzji wpływa zaufanie emocjonalne i poznawcze do AI. Na zamiar delegowania decyzji na sztuczną inteligencję ma wpływ zaufanie społeczne, poznawcze i afektywne do AI (zaufanie poznawcze konsumenta opiera się na postrzeganych kompetencjach usługodawcy i wcześniejszym doświadczeniu; na zaufanie emocjonalne konsumenta wpływa wiele czynników wewnętrznych, takich jak poziom opieki ze strony jednostki, której powierza się zaufanie, oraz zaufanie poznawcze, natomiast zaufanie społeczne to przekonanie konsumenta, że wszyscy zaangażowani w działanie będą kompetentni i obowiązkowi).

⁸ C. Hohenberger, L. Chaiwoo, J.F. Coughlin, *Acceptance of Robo-Advisors: Effects of Financial Experience, Affective Reactions, and Self-Enhancement Motives*, "Financial Planning Review", 2019, nr 2.

⁹ T. Roh, B.I. Park, S.S. Xiao, *Adoption of AI-enabled Robo-advisors in Fintech: Simultaneous Employment of UTAUT and the Theory of Reasoned Action*, "Journal of Electronic Commerce Research", 2023, nr 1, s. 29–47.

¹⁰ A. Pathak, V. Bansal, *AI as decision aid or delegated agent: The effects of trust dimensions on the adoption of AI digital agents*, "Computers in Human Behavior: Artificial Humans", 2024, nr 2.

Zhang i in.¹¹ w wyniku przeprowadzonych eksperymentów pokaza-
li, że konsumenci wolą ludzkich doradców finansowych z dużą wiedzą
specjalistyczną od robodoradców, natomiast nie ma znaczących różnic
między robodoradcami a początkującymi doradcami finansowymi pod
względem oczekiwanej przez badanych wydajności i zamiaru inwesto-
wania przy ich pomocy. Inne badanie eksperymentalne¹² wykazało, że
przy niskim ryzyku rozważanej inwestycji (inwestycja w akcje dużych
spółek giełdowych cieszących się zaufaniem inwestorów i mających
dobrą sytuację finansową) deklarowane przychylne nastawienie do
sztucznej inteligencji jest wystarczające, by badani oparli się na jej
rekomendacji kupna akcji. Jednak gdy ryzyko było wysokie, przychyl-
ne nastawienie do sztucznej inteligencji było koniecznym, ale już nie-
wystarczającym warunkiem akceptacji rekomendacji kupna wydanej
przez AI.

Germann i Merkle¹³ przeprowadzili eksperyment z rzeczywistymi,
jednak dość niskimi (około kilkunastu euro) wypłatami, w którym udział
brali jedynie młodzi ludzie. Badani dziesięciokrotnie dokonywali wybo-
ru pomiędzy doradcą inwestycyjnym i robodoradcą w zakresie tego, kto
miał podjąć za nich decyzje inwestycyjne. Wyniki badania pokazały brak
różnic w preferencjach dotyczących tego na kogo delegować decyzję
inwestycyjną, a ponadto uczestnicy nie tracili zaufania do algorytmu
szybciej niż do człowieka, gdy widzieli, że się myli.

Badanie niemieckie przeprowadzone wśród 96 osób dowiodło, że
postrzegana użyteczność i kwestie związane z prywatnością to najważ-
niejsze czynniki wpływające za zamiar korzystania z robodoradców.
Przy wzroście postrzeganej użyteczności o jeden procent (postrzeganej
prywatności) intencja użycia robodoradcy zwiększa się o 0,57%
(0,25%). Ponadto z badań tych wynika, że kobiety mają o 23–32% niż-
szy zamiar stosowania robodoradców, a użytkownicy robodoradców są
zazwyczaj młodszy, mniej obeznani z finansami i osiągają niższe docho-
dy¹⁴. Również przeprowadzone w Niemczech, wśród osób inwestujących

¹¹ L. Zhang, I. Pentina, Y. Fan, *Who do you choose? Comparing perceptions of human vs robo-advisor in the context of financial services*, "Journal of Services Marketing", 2021, nr 5, s. 634–646.

¹² A.Y. K Chua, A. Pal, S. Banerjee, *AI-enabled investment advice: Will users buy it?* "Computers in Human Behavior", 2023, 107481.

¹³ M. Germann, C. Merkle, *Algorithm aversion in delegated investing*, "Journal of Business Economics", 2023, nr 93, s. 1691–1727.

¹⁴ V. Seiler, K.M. Fanenbruck, *Acceptance of digital investment solutions: The case of robo advisory in Germany*, "Research in International Business and Finance", 2021, nr 58, 101490.

na giełdzie badanie¹⁵ wykazało podobny wpływ postrzeganej użyteczności na skłonność do zamiaru wykorzystania AI w inwestycji. Ponadto poświadczyło również wpływ postrzeganej łatwości użycia, nacisku społecznego oraz postrzeganego ryzyka związanego z użyciem technologii. Z kolei badanie malezyjskie¹⁶ nie potwierdziło wpływu postrzeganego ryzyka na zamiar przyjęcia pomocy AI w inwestowaniu.

Stosunek do ryzyka jest istotną determinantą kształtującą postawy wobec technologii¹⁷. Z badania ankietowego przeprowadzonego wśród niemieckich studentów¹⁸ wynika, że osoby z niższą awersją do ryzyka są bardziej skłonne do inwestowania przy pomocy AI oraz decydują się na zainwestowanie przy jej pomocy wyższych kwot. Jak wskazują badania Kaya i in.¹⁹, percepcja ryzyka technologicznego oraz oczekiwane korzyści odgrywają kluczową rolę w decyzjach dotyczących użycia AI.

W kwestii płci i skłonności wykorzystania AI wnioski są niejednoznaczne. Część badań wskazuje, że mężczyźni mają bardziej pozytywne nastawienie do technologii sztucznej inteligencji niż kobiety²⁰. Z niektórych badań wynika, że czynniki demograficzne, takie jak wiek i płeć, wpływają na poziom zaufania do AI oraz skłonność do podejmowania ryzyka technologicznego²¹. Z kolei badania przeprowadzone przez Kaya

¹⁵ G. Atwal, D. Bryson, *Antecedents of intention to adopt artificial intelligence services by consumers in personal financial investing*, "Strategic Change", 2021, nr 30, s. 293–298.

¹⁶ T.P.L. Nguyen [i in.], *Factors influencing acceptance of Robo-Advisors for wealth management in Malaysia*, "Cogent Engineering", 2023, nr 1.

¹⁷ O. Renn, C. Benighaus, *Perception of technological risk: insights from research and lessons for risk communication and management*, "Journal of Risk Research", 2012, nr 3–4, s. 293–313.

¹⁸ A. Oehler, M. Horn, S. Wendt, *Investor characteristics and their impact on the decision to use a robo-advisor*, "Journal of Financial Services Research", 2022, nr 1, s. 91–125.

¹⁹ F. Kaya [i in.], *The Roles of Personality Traits, AI Anxiety, and Demographic Factors in Attitudes toward Artificial Intelligence*, "International Journal of Human-Computer Interaction", 2022, nr 2, s. 497–514.

²⁰ *Attitudes towards the impact of digitisation and automation on daily life*, Komisja Europejska, 2017, <https://europa.eu> (1.12.2024); V. Fietta [i in.], *Dissociation between users' explicit and implicit attitudes toward artificial intelligence: An experimental study*, "IEEE Transactions on Human-Machine Systems", 2022, nr 3, s. 481–489; A. Schepman, P. Rodway, *The General Attitudes towards Artificial Intelligence Scale (GAAIS): Confirmatory validation and associations with personality, corporate distrust, and general trust*, "International Journal of Human-Computer Interaction", 2022, nr 13, s. 1–18.

²¹ N. Gillespie, S. Lockey, C. Curtis, *Trust in artificial intelligence: A five country study*, "KPMG", 2021.

i in.²² wskazują, że nie ma dowodów na związek pomiędzy płcią a skłonnością do wykorzystania AI. Część badań wskazuje, że mężczyźni mają bardziej pozytywne nastawienie do technologii sztucznej inteligencji niż kobiety²³. Badania dotyczące związku pomiędzy wiekiem a inklinacją do wykorzystania AI także nie są jednoznaczne. Z jednej strony, część badań wskazuje, że wiek nie wpływa na skłonność do wykorzystania AI, na przykład w badaniach np. Chocarro i in.²⁴ wykazano, że wykorzystanie *chatbotów* przez nauczycieli oraz zamiar korzystania z technologii nie zmienia się wraz z wiekiem. Natomiast Park i in.²⁵ stwierdzili, że osoby w starszym wieku deklarują wyższą akceptację inteligentnych technologii informatycznych opartych na AI i akceptują nowe technologie. Z drugiej strony, część literatury sugeruje, że młodsze osoby mają bardziej pozytywne nastawienie do sztucznej inteligencji²⁶. Istnieją zatem sprzeczne wyniki badań dotyczące powiązań między postawami wobec AI a wiekiem. Może to oznaczać potrzebę dalszych analiz w kontekście demografii.

Badanie przeprowadzone wśród inwestorów indywidualnych w Indiach wykazało, że inwestorzy z grupy o wysokich dochodach z aktywami inwestycyjnymi o wysokiej wartości nie są skłonni korzystać z usług robodoradcy przy podejmowaniu jakichkolwiek decyzji inwestycyjnych, podczas gdy 39% inwestorów z grupy o średnich dochodach z aktywami inwestycyjnymi o umiarkowanej wartości już korzysta z usług robodoradców lub chce z nich skorzystać w przyszłości²⁷. Ponieważ postrzeganie ryzyka związanego z posługiwaniem się AI jest często wskazywane jako determinanta podejścia do korzystania z AI²⁸ to

²² F. Kaya [i in.], *op.cit.*

²³ *Attitudes towards ...*; A. Schepman, P. Rodway, *op.cit.*; V. Fietta [i in.], *op.cit.*

²⁴ R. Chocarro, M. Cortiñas, G. Marcos-Matás, *Teachers' attitudes towards chatbots in education: A technology acceptance model approach considering the effect of social language, bot proactiveness, and users' characteristics*, "Educational Studies", 2021, nr 2, s. 1–19.

²⁵ I. Park [i in.], *Searching for new technology acceptance model under social context: Analyzing the determinants of acceptance of intelligent information technology in digital transformation and implications for the requisites of digital sustainability*, "Sustainability", 2022, nr 1, s. 1–29.

²⁶ *Attitudes towards ...*; N. Gillespie, S. Lockey, C. Curtis, *op.cit.*

²⁷ F. Rasiwala, B. Kohli, *A Study on the Awareness and Perception of Robo Advisory Services Among Investors in Pune City*, "Proceedings of 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success", 2019.

²⁸ X. Hong, L. Pan, Y. Gong, Q. Chen, *Robo-advisors and investment intention: A perspective of value-based adoption*, "Information and Management", 2023, nr 6, 103832.

skłonność do ryzyka wydaje się kluczowym czynnikiem wpływającym na akceptację i używanie AI, a jednocześnie niewystarczająco opisanym w literaturze przedmiotu.

Metoda badawcza

Przebieg eksperymentu

W celu weryfikacji postawionych hipotez przeprowadzono eksperyment z rzeczywistymi bodźcami (ang. *incentivized experiment*). Eksperymentem objęto 105 studentów dziennych studiów o kierunku ekonomicznym i składał się on z dwóch części. Część pierwsza służyła poznaniu podejścia do ryzyka oraz do AI badanych. W celu poznania podejścia do ryzyka wykorzystano skalę DOSPERT²⁹. Skala ta mierzy podejście do ryzyka w 5 obszarach: finansowym, zdrowotnym, rekreacyjnym, etycznym i społecznym. Badani odpowiadają na zestaw pytań dotyczących danego obszaru, przy czym za każdym razem pytani są o to, z jakim prawdopodobieństwem zaangażowaliby się w daną akcję, jak oceniają ryzykowność takiej akcji i korzyść płynącą z podjęcia danej akcji. W przypadku niniejszego badania wykorzystano jedynie obszar ankiety związanej z finansami. Wyniki ankiety pozwalają określić skłonność do działań ryzykownych danej osoby oraz jej podejście do ryzyka (poprzez wyliczenie parametru nachylenia prostej regresji opisującej zależność skłonności do podejmowania czynności ryzykownej od szacowanego ryzyka takiej czynności). Aby móc ocenić podejście do AI, zdecydowano się na zastosowanie kwestionariusza ATTARI 12³⁰, który w wersji oryginalnej ma skalę pięciostopniową, natomiast w niniejszym badaniu zamieniona ona została na skalę siedmiostopniową, gdyż takiej skali użyto w badaniu podejścia do ryzyka. ATTARI 12 zawiera 12 pytań o poglądy i odczucia związane ze sztuczną inteligencją. W celu uzyskania miary podejścia do AI wylicza się średnią z otrzymanych odpowiedzi, przekodowawszy wcześniej część pytań w ten sposób, by wszystkie były stymulantami.

Druga część badania służyła określeniu skłonności badanych do inwestowania przy zastosowaniu AI. Studenci otrzymali zadanie rozdzielenia 100 000 zł pomiędzy trzy jednostki, które miały się zająć zainwestowaniem tych pieniędzy na giełdzie. Aktywa mogły być inwe-

²⁹ A-R. Blais, E.U. Weber, *A Domain-specific Risk-taking (DOSPERT) Scale for Adult Populations*, "Judgment and Decision Making", 2006, nr 1, s. 33–47.

³⁰ J.P. Stein [i in.], *Attitudes towards AI: measurement and associations with personality*, "Scientific Reports", 2024, nr 14, 2909.

stowane samodzielnie przez studenta, przez doradcę inwestycyjnego (człowieka) oraz robodoradcę. Kwotę inwestowaną samodzielnie studenci ustalali jako początkową wartość portfela inwestycyjnego na portalu gragieldowa.pl będącego symulacją polskiej Giełdy Papierów Wartościowych. Cała kwota musiała zostać zainwestowana w akcje. W przypadku inwestycji z pomocą doradcy i robodoradcy badani nie musieli nic robić, inwestycji dokonywali za nich doradcy. Okres inwestycyjny wynosił trzy miesiące.

Bodźce

W zamian za udzielenie odpowiedzi na pytania ankietowe studenci otrzymali 15 punktów doliczanych do punktów zdobytych w ciągu semestru na jednym z przedmiotów, na które uczęszczali. Uznano, że taka wartość będzie odpowiednia, z dwóch względów. Po pierwsze, stanowiła znaczącą część punktów możliwych do zdobycia w trakcie całego semestru (40 punktów, przy progu zaliczeniowym 20 punktów), po drugie, wydawała się gwarantować, że nie wpłynie to negatywnie na chęć uczestnictwa w drugiej części badania, w której możliwa była strata punktów. Liczba punktów dodawanych lub odejmowanych w drugiej części badania zależała od kwoty posiadanej przez studenta na koniec okresu inwestycyjnego (łączna kwota wynikająca z inwestycji samodzielnej, z pomocą doradcy i robodoradcy). Każdy 1% zarobiony na inwestycji 100 0000 zł oznaczał 1 dodatkowy punkt, a każdy stracony punkt oznaczał odjęcie jednego punktu.

Określenie zmiennych

Celem badania jest określenie, czy wybrane czynniki wpływają na skłonność do inwestowania przy zastosowaniu sztucznej inteligencji. Aby móc zbadać ten wpływ, należy najpierw określić miarę skłonności do inwestowania przy zastosowaniu sztucznej inteligencji. Naturalne wydawałoby się przyjęcie za tę miarę kwoty, którą badani zdecydowali się powierzyć AI w celach jej zainwestowania, natomiast ze względu na to, że mogli część kwoty inwestować samodzielnie, można się spodziewać, że u niektórych z nich wystąpiła tak zwana iluzja kontroli. Zjawisko to polega na przypisywaniu większego prawdopodobieństwa sukcesu niż obiektywne prawdopodobieństwo w sytuacji, która stwarza wrażenie, że mamy pewną kontrolę nad zjawiskiem³¹. Badania wykazały także, że w przypadku próby przewidzenia wyniku rzutu monetą ludzie są bardziej

³¹ E.J. Langer, *The Illusion of Control*, "Journal of Personality and Social Psychology", 1975, nr 2, s. 311–328.

skłonni zaufać sobie niż innym³². Ponieważ również w przypadku inwestowania na giełdzie wśród niektórych badanych mógł wystąpić taki efekt, co mogłoby powodować przeznaczenie wyższej kwoty do inwestycji samodzielnej, to w celu uniknięcia zaburzeń danych z niego wynikających zdecydowano, że zmienną, która będzie określała skłonność do inwestowania przy wykorzystaniu AI (oznaczenie R), będzie stosunek kwoty inwestowanej przy zastosowaniu robodoradcy do kwoty inwestowanej przez doradcę inwestycyjnego.

W przypadku zmiennych, których wpływ na skłonność do inwestowania przy zastosowaniu AI badano, wprowadzono następujące oznaczenia:

- 1) $FRT \in [0; 7]$ – miara skłonności do podejmowania ryzykownych akcji (w zakresie finansowym). Wyższe wartości tej zmiennej odzwierciedlają wyższe skłonności do działań ryzykownych.
- 2) FRA – miara podejścia do ryzyka, będąca parametrem nachylenia prostej regresji opisującej zależność FRT od postrzeganej ryzykowności danego działania. Wartości poniżej 0 oznaczają, że dana osoba cechuje się awersją do ryzyka, a wartości dodatnie, że chętnie podejmuje ryzyko.
- 3) $AIA \in [0; 7]$ – miara podejścia do sztucznej inteligencji. Wartości wyższe odpowiadają lepszemu nastawieniu.

Wyniki

W wyniku przeprowadzonego badania otrzymano 99 ważnych zestawów odpowiedzi. 6 zestawów zostało wykluczonych jako niepełne lub błędnie wypełnione (nie w pełni rozdzielona kwota 100 000 zł). 53,5% badanych stanowili mężczyźni, 88 uczestników badania wykazało się awersją do ryzyka, 11 osób miało osobowość poszukującą ryzyka. 20% badanych miało wcześniejsze doświadczenia w grze na giełdzie, natomiast każdy uczestnik wskazał, że zetknął się już ze sztuczną inteligencją. Przeciętnie najwyższą kwotę badani zdecydowali się przeznaczyć na inwestycję, w której decyzję podejmował doradca finansowy (tabela 1), najniższa kwota została przydzielona do zainwestowania przez robodoradcę.

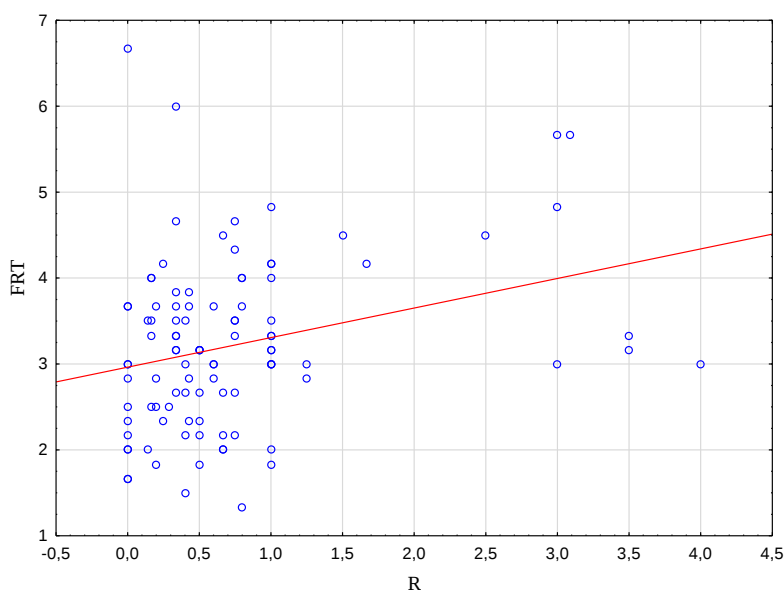
³² M. Forlicz, T. Rólczyński, B. Simonetti, *Illusion of prediction possibility of random outcomes: experimental results*, "Quality & Quantity: International Journal of Methodology", 2023, s. 3, s. 481–495.

**Tabela 1. Wybrane miary położenia kwot inwestowanych
za pomocą wskazanych sposobów inwestowania**

Zainwestowana kwota [tys. PLN]	Średnia	Mediana	Modalna
Samodzielnie	34,44	30	30
Przy pomocy doradcy finansowego	41,62	40	50
Przy pomocy robodoradcy	23,94	20	30

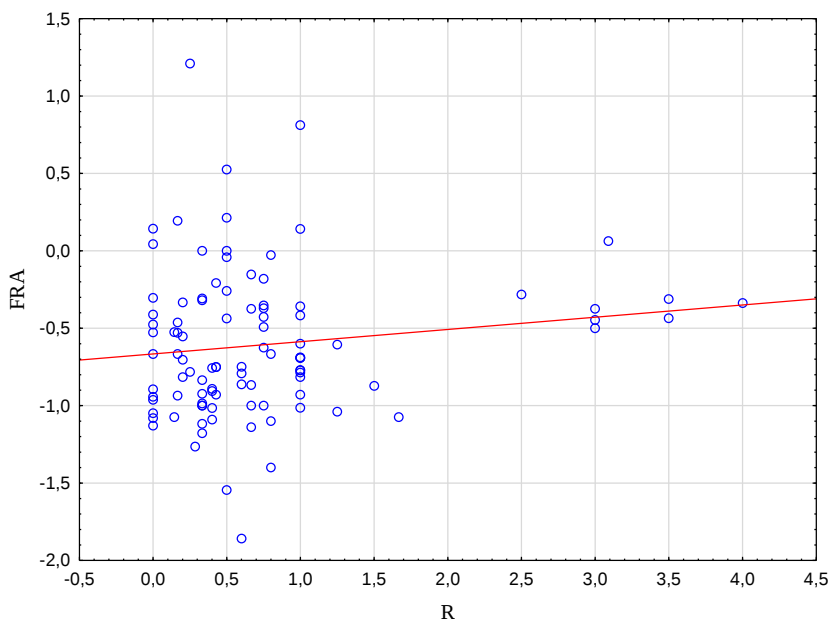
Źródło: opracowanie własne.

W celu weryfikacji hipotezy H1 dotyczącej związku pomiędzy skłonnością do ryzyka a skłonnością do inwestowania przy zastosowaniu AI w pierwszej kolejności wyliczono współczynniki korelacji pomiędzy R a zmienną FRT oraz R a FRA, które wyniosły odpowiednio 0,2874 ($p = 0,004$) i 0,1384 ($p = 0,172$); w przypadku usunięcia obserwacji odstających otrzymano odpowiednio współczynniki korelacji 0,4573 ($p = 0,000$) i 0,1520 ($p = 0,146$). Rysunki 1 i 2 przedstawiają korelacyjne wykresy rozrzutu dla analizowanych zmiennych przed usunięciem obserwacji odstających. Na podstawie wymienionych informacji można sądzić, że istnieje przeciętnie silna, lecz istotna zależność liniowa pomiędzy skłonnością do inwestowania przy zastosowaniu AI a skłonnością do podejmowania działań finansowo ryzykownych, natomiast taka zależność nie występuje dla podejścia do ryzyka.



Rys. 1. Korelacyjny wykres rozrzutu dla zmiennych R i FRT

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Korelacyjny wykres rozrzutu dla zmiennych R i FRA

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym kroku badanych podzielono na trzy równoliczne grupy, jako kryterium podziału stosując wartość FRT i wyróżniając w ten sposób osoby o niskiej, średniej i wysokiej skłonności do podejmowania działań ryzykownych. Następnie przeprowadzono jedno-czynnikową analizę ANOVA z poprawką Welcha (ze względu na nierówne wariancje) ze zmienną R jako zmienną zależną i poziomem skłonności do podejmowania działań ryzykownych jako zmienną grupującą. Analiza wykazała występowanie istotnych różnic pomiędzy grupami ($p = 0,0013$). Test *post-hoc* Bonferroniego (tabela 2) wykazał występowanie istotnych różnic w poziomie R pomiędzy osobami o niskim poziomie FRT a tymi ze średnim i wysokim poziomem tej zmiennej. Osoby o niskiej skłonności do podejmowania działań finansowo ryzykownych zdecydowały się przeciętnie niżej zainwestować przy zastosowaniu AI (w stosunku do inwestycji z pomocą doradcy inwestycyjnego) niż pozostali uczestnicy badania ($R = 0,39$ vs $R = 0,88$ i $R = 0,897$).

Tabela 2. Wartości p w teście *post hoc* dla różnic pomiędzy R wśród badanych o różnym poziomie FRT

Poziom FRT	Wysoki (R = 0,8966)	Średni (R = 0,8848)	Niski (R = 0,3927)
Wysoki		1	0,0483
Średni	1		0,0389
Niski	0,0483	0,0389	

Źródło: opracowanie własne.

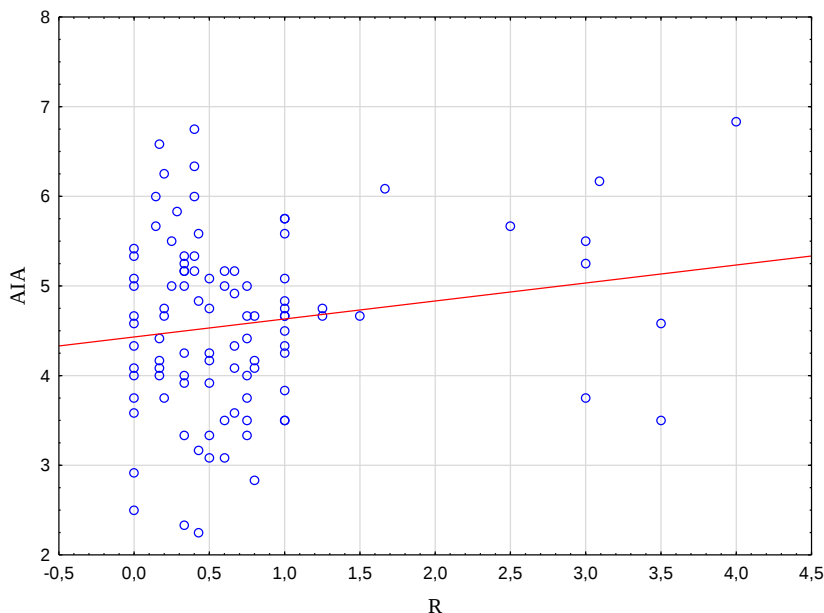
Podobną analizę przeprowadzono dla zmiennej FRA. Badanych podzielono na trzy równoliczne grupy o wysokiej awersji do ryzyka, średniej awersji do ryzyka oraz niskiej awersji do ryzyka lub skłonnej do ryzyka. Ponownie ze względu na nierówne wariancje przeprowadzono jednoczynnikową analizę ANOVA z poprawką Welcha, która wykazała występowanie istotnych różnic w wartościach R pomiędzy wyróżnionymi grupami ($p = 0,0415$). Test *post-hoc* Bonferroniego (tabela 3) wykazał występowanie istotnych różnic w poziomie R ($p = 0,0361$) jedynie pomiędzy osobami o wysokiej awersji do ryzyka (dla których R wynosi przeciętnie 0,4945) a osobami o niskiej awersji do ryzyka lub mającymi skłonność do ryzyka (dla których R wyniosło ponad 1). Łącznie z przedstawioną analizą współczynników korelacji wyniki te zdają się potwierdzać hipotezę H1, że wraz ze wzrostem skłonności do ryzyka wzrasta skłonność do wykorzystania AI w procesie inwestowania.

Tabela 3. Wartości p w teście *post hoc* dla różnic pomiędzy R wśród badanych o różnym poziomie FRA

Poziom FRA	Wysoka (R = 0,4945)	Średnia (R = 0,6941)	Niska (R = 1,008)
Wysoka awersja do ryzyka		0,9565	0,0361
Średnia awersja do ryzyka	0,9565		0,3462
Niska awersja / poszukiwanie ryzyka	0,0361	0,3462	

Źródło: opracowanie własne.

W celu weryfikacji hipotezy H2 dotyczącej związku pomiędzy podejściem do AI a skłonnością do inwestowania przy zastosowaniu AI wyliczono na wstępie współczynnik korelacji pomiędzy zamiennymi AIA oraz R, który wyniósł 0,14 ($p = 0,197$), a po usunięciu obserwacji odstających 0,1449 ($p = 0,166$). Korelacyjny wykres rozrzutu dla tych dwóch zmiennych przedstawia rysunek 3.



Rysunek 3. Korelacyjny wykres rozrzutu dla zmiennych R i AIA

Źródło: opracowanie własne.

Następnie badanych podzielono na trzy równoliczne grupy ze względu na poziom AIA tworząc grupy o niskim, średnim i wysokim zaufaniu do sztucznej inteligencji. Wyróżniwszy wskazane grupy, przeprowadzono jednoczynnikową analizę ANOVA, której wyniki wskazały brak istotnych różnic pomiędzy grupami w wielkości R ($p = 0,5134$). Wyniki te sugerują, że brak jest istotnego związku pomiędzy deklarowanym w ankiecie podejściem do sztucznej inteligencji a skłonnością do inwestowania przy jej zastosowaniu.

Zakończenie

Celem niniejszego badania było zbadanie, czy skłonność do ryzyka oraz podejście do sztucznej inteligencji wpływają na decyzję o korzystaniu z robodoradcy w procesie inwestycyjnym. Wyniki potwierdziły hipotezę 1, że wraz ze wzrostem skłonności do ryzyka wzrasta skłonność do wykorzystania AI w procesie inwestowania, w szczególności wykazano znaczenie skłonności do ryzyka (FRT) jako czynnika wpływającego na decyzje związane z delegacją inwestycji na robodoradcę. Osoby o wyż-

szej skłonności do ryzyka wykazywały większą chęć powierzenia odpowiedzialności za inwestycję algorytmom sztucznej inteligencji. Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi badaniami, które podkreślają, że percepcja ryzyka technologicznego oraz skłonność do podejmowania ryzyka mają istotny wpływ na akceptację nowych technologii, w tym AI³³. Wyniki również pokazują, że osoby o wysokiej awersji do ryzyka były mniej skłonne do korzystania z AI, co znajduje potwierdzenie w badaniach Kaya i in.³⁴, którzy podkreślają istotny wpływ percepcji ryzyka technologicznego na decyzje użytkowników. Jednak w kontekście demograficznym wcześniejsze badania, takie jak te prowadzone przez Chocarro i in.³⁵ czy Park i in.³⁶, sugerują, że wiek i płeć mogą również moderować te relacje, choć wyniki nie są jednoznaczne.

Hipoteza 2 zakładająca, że skłonność do wykorzystania AI w procesie inwestowania jest dodatnio skorelowana z deklarowanym zaufaniem do AI nie znalazła potwierdzenia w otrzymanych wynikach. Może to wynikać z tego, że ankieta dotycząca AIA miała charakter deklaracyjny, natomiast – jak pokazują badania – istnieje pewna rozbieżność między odpowiedziami udzielanymi w ankiecie a rzeczywistymi działaniami³⁷. Ponadto, jak wskazują Fietta i in.³⁸, występują różnice pomiędzy podejściem użytkowników do sztucznej inteligencji ujawnianym *implicite* i *explicite*.

Istotnym wnioskiem z badania jest konieczność dostosowania usług robodoradców do różnorodnych preferencji użytkowników. Projektowanie takich technologii powinno uwzględniać różnice w percepcji i skłonności do ryzyka oraz oferować narzędzia zwiększające poczucie kontroli, co może przeciwdziałać efektowi iluzji kontroli, jak wskazano w literaturze³⁹.

Dalsze badania mogą skoncentrować się na analizie innych grup demograficznych oraz uwzględnieniu dłuższych okresów obserwacji, co pozwoli na lepsze zrozumienie wpływu doświadczeń praktycznych na decyzje inwestycyjne. Również analiza percepcji błędów popełnianych przez robodoradców oraz ich wpływu na zaufanie użytkowników może dostarczyć cennych wskazówek dla dalszego rozwoju tej technologii.

³³ F. Kaya [i in.], *op.cit.*

³⁴ *Ibidem.*

³⁵ R. Chocarro [i in.], *op.cit.*

³⁶ I. Park [i in.], *op.cit.*

³⁷ M. Forlicz, T. Rólczyński, *Hipotetyczne i rzeczywiste decyzje podejmowane w warunkach ryzyka*, „Studia Ekonomiczne”, 2017, nr 331, s. 22–32.

³⁸ V. Fietta [i in.], *op.cit.*

³⁹ L. Zhang [i in.], *op.cit.*

Bibliografia

- Atwal G., Bryson D., *Antecedents of intention to adopt artificial intelligence services by consumers in personal financial investing*, "Strategic Change", 2021, nr 30.
- Bahoo S. [i in.], *Artificial intelligence in Finance: a comprehensive review through bibliometric and content analysis*, "SN Business & Economics", 2024, nr 4.
- Bhowte Y.W. [i in.], *Advanced Fraud Detection Using Machine Learning Techniques in Accounting and Finance Sector*, 2024 Ninth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM), Chennai, India 2024.
- Bi S., Lian Y., *Advanced Portfolio Management in Finance using Deep Learning and Artificial Intelligence Techniques: Enhancing Investment Strategies through Machine Learning Models*, "Journal of Artificial Intelligence Research", 2024, vol. 1.
- Blais A.-R., Weber E.U., *A Domain-specific Risk-taking (DOSPERT) Scale for Adult Populations*, "Judgment and Decision Making", 2006, nr 1.
- Černevičienė J., Kabašinskas A., *Explainable artificial intelligence (XAI) in finance: a systematic literature review*, "Artificial Intelligence Review", 2024, nr 57.
- Chocarro R., Cortiñas M., Marcos-Matás G., *Teachers' attitudes towards chatbots in education: A technology acceptance model approach considering the effect of social language, bot proactiveness, and users' characteristics*, "Educational Studies", 2021, nr 2. <https://doi.org/10.1080/03055698.2020.1850426>.
- Chua A.Y.K., Pal A., Banerjee S., *AI-enabled investment advice: Will users buy it?*, "Computers in Human Behavior", 2023.
- Ernst E., Merola R., Samaan D., *The economics of artificial intelligence: Implications for the future of work*, "IZA Journal of Labor Policy", 2018, nr 1.
- Fietta V. [i in.], *Dissociation between users' explicit and implicit attitudes toward artificial intelligence: An experimental study*, "IEEE Transactions on Human-Machine Systems", 2022, nr 3, <https://doi.org/10.1109/THMS.2021.3125280>.
- Forlicz M., Rólczyński T., *Hipotetyczne i rzeczywiste decyzje podejmowane w warunkach ryzyka*, „Studia Ekonomiczne”, 2017, nr 331.
- Forlicz M., Rólczyński T., Simonetti B., *Illusion of prediction possibility of random outcomes: experimental results*, "Quality & Quantity: International Journal of Methodology", 2023, nr 3.
- Germann M., Merkle C., *Algorithm aversion in delegated investing*, "Journal of Business Economics", 2023, nr 93.
- Gillespie N., Lockey S., Curtis C., *Trust in artificial intelligence: A five country study*, "KPMG", 2021, <https://doi.org/10.14264/e34bfa3>.
- Hohenberger C., Chaiwoo L., Coughlin J.F., *Acceptance of Robo-Advisors: Effects of Financial Experience, Affective Reactions, and Self-Enhancement Motives*, "Financial Planning Review", 2019, nr 2.
- Hong X. [i in.], *Robo-advisors and investment intention: A perspective of value-based adoption*, "Information and Management", 2023, nr 6.
- Jung D., Glaser F., Köpplin W., *Robo-advisory: opportunities and risks for the future of financial advisory*, "Advances in Consulting Research: Recent Findings and Practical Cases", 2019.

- Kaya F. [i in.], *The Roles of Personality Traits, AI Anxiety, and Demographic Factors in Attitudes toward Artificial Intelligence*, "International Journal of Human-Computer Interaction", 2022, nr 2, <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2151730>.
- Langer E.J., *The Illusion of Control*, "Journal of Personality and Social Psychology", 1975, nr 2.
- Nguyen T.P.L. [i in.], *Factors influencing acceptance of Robo-Advisors for wealth management in Malaysia*, "Cogent Engineering", 2023, nr 1.
- Oehler A., Horn M., Wendt S., *Investor characteristics and their impact on the decision to use a robo-advisor*, "Journal of Financial Services Research", 2022, nr 1.
- Park I. [i in.], *Searching for new technology acceptance model under social context: Analyzing the determinants of acceptance of intelligent information technology in digital transformation and implications for the requisites of digital sustainability*, "Sustainability", 2022, nr 1, <https://doi.org/10.3390/su14010579>.
- Pathak A., Bansal V., *AI as decision aid or delegated agent: The effects of trust dimensions on the adoption of AI digital agents*, "Computers in Human Behavior: Artificial Humans", 2024, nr 2.
- Rasiwala F., Kohli B., *A Study on the Awareness and Perception of Robo Advisory Services Among Investors in Pune City*, "Proceedings of 10th International Conference on Digital Strategies for Organizational Success", 2019.
- Renn O., Benighaus C., *Perception of technological risk: insights from research and lessons for risk communication and management*, "Journal of Risk Research", 2012, nr 3–4, <https://doi.org/10.1080/13669877.2012.729522>,
- Roh T., Park B.I., Xiao S.S., *Adoption of AI-enabled Robo-advisors in Fintech: Simultaneous Employment of UTAUT and the Theory of Reasoned Action*, "Journal of Electronic Commerce Research", 2023, nr 1.
- Schepman A., Rodway P., *The General Attitudes towards Artificial Intelligence Scale (GAAIS): Confirmatory validation and associations with personality, corporate distrust, and general trust*, "International Journal of Human-Computer Interaction", 2022, nr 13, <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2085400>.
- Seiler V., Fanenbruck K.M., *Acceptance of digital investment solutions: The case of robo advisory in Germany*, "Research in International Business and Finance", 2021, nr 58.
- Stein J.P. [i in.], *Attitudes towards AI: measurement and associations with personality*, "Scientific Reports", 2024, nr 14, <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53335-2>.
- Wynter A. de [i in.], *An evaluation on large language model outputs: Discourse and memorization*, "Natural Language Processing Journal", 2023, nr 4.
- Zhang L., Pentina I., Fan Y., *Who do you choose? Comparing perceptions of human vs robo-advisor in the context of financial services*, "Journal of Services Marketing", 2021, nr 5.

Experimental evidence on the influence of risk-taking propensity on the adoption of robo-advisors in investing.

Abstract

The purpose of the study is to determine whether people with different degrees of risk aversion and attitudes toward AI have different propensities to invest using AI. The study was conducted as an experiment among 105 business students. In exchange for

answering survey questions (designed to assess attitudes toward risk and attitudes toward AI), the subjects earned extra points for course credit. Each participant in the study was given virtual money, which they were asked to invest on their own or with the help of an investment advisor or robo-advisor in instruments listed on the WSE. The obtained rate of return was converted into positive or negative points. Individuals who chose to invest less money using AI were those who did not declare taking financially risky actions too often and those characterized by higher risk aversion. No relationship was found between investing with the help of a robo-advisor and attitudes toward AI.

Keywords: artificial intelligence; investments; risk attitude; decision making under risk