



Wyższa Szkoła Ekonomii
i Informatyki w Krakowie



ZESZYTY NAUKOWE

numer

21

ISSN 1734-5391
e-ISSN 2957-2223

Kraków 2025



**Wyższa Szkoła Ekonomii
i Informatyki w Krakowie**

ZESZYTY NAUKOWE

Zeszyt nr 21

Kraków 2025

Komitet Redakcyjny:

dr hab. inż. Tomasz Czapran, prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI),
Assoc. Prof., Ph.D., Eng., European Research University, RTC University of London – redaktor naczelny;
dr hab. Artur Piaszczyk, prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) – członek redakcji;
dr Przemysław Stach, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) – członek redakcji;
dr inż. Mariusz Niekurzak, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie – członek redakcji;
mgr Małgorzata Żmudzka-Kosała, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) – sekretarz.

Rada Programowa:

dr hab. inż. Jan Werewka, prof. Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie (WSEI) – przewodniczący;
dr hab. Artur Hołda, prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie;
Assoc. Prof. Zuzana Machová, PhD, Rector, European Research University, Czech Republic;
Assoc. Prof. in Economics Dr Elodie Douarin, SFHEA, Economics and Business Head of Programme,
School of Slavonic and East European Studies, University College London;
prof. William Butler, Vice President, Cyber Science Outreach and Partnerships, Capitol Technology University;
dr Tal Pavel, Academic College of Tel Aviv, Jaffo, The Institute for Cyber Policy Studies.

Recenzenci:

dr hab. Artur Hołda, prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie;
prof. dr hab. inż. Witold Byrski, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie;
dr hab. Anna Surowiec, prof. Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie;
dr hab. Małgorzata Mędrala, prof. Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.

Procedura recenzowania jest zgodna z wytycznymi Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, które zawarto w broszurze pt. „Dobre praktyki w procedurach recenzyjnych w nauce”, Warszawa 2011.

Adres Redakcji:

Wydawnictwo Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie
ul. św. Filipa 17, 31-150 Kraków
tel. 12 431 18 90; fax: 12 431 18 82
e-mail: wydawnictwo@wsei.edu.pl

© Copyright by Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie
© Copyright by Autorzy

Kraków 2025

Printed in Poland

ISSN 1734-5391; e-ISSN 2957-2223
DOI: 10.60154/ZeszytyNaukoweWSEI.2025.21.1

Projekt okładki: Krzysztof Wrona.

Korekta: mgr Małgorzata Żmudzka-Kosała.

Skład tekstu i przygotowanie do druku: Arkadiusz Burtan.

SPIS TREŚCI

<i>Tomasz Czapran</i> Wprowadzenie	5
<i>Donata Adler, Karolina Knafel</i> Zarządzanie emocjami przez liderów w sytuacjach kryzysowych – perspektywa pracownika	11
<i>Donata Adler, Serhii Bilonoch</i> Motywacja 4.0 – psychologia pracy w świecie VUCA	33
<i>Tomasz Czapran, Atiya Fatima</i> The Impact of E-Commerce and Digital Markets on European Economic Growth: A Comparative Analysis of Germany and the Czech Republic	53
<i>Anna Daszczyńska-Ciborowska</i> Sztuczna inteligencja a prawo pracy – wyzwania i ryzyka	69
<i>Anna Dereń, Patrycja Kudela</i> Wpływ programu „POLSKI ŁAD” na obciążenie mikroprzedsiębiorcy podatkiem dochodowym od osób fizycznych oraz składką na ubezpieczenie zdrowotne	81
<i>Piotr Górski, Zbigniew Handzel</i> Dynamiczny planista procesów CPU dla systemów Linux	107
<i>Gabriela Malik</i> Analiza ryzyka cenowego wybranych produktów rolnych na podstawie rozkładów ekstremalnych	123
<i>Jolanta Maron</i> Poland as a strategic logistics hub on the New Silk Road	143
<i>Jakub Rodzaj, Anna Stolińska</i> Projektowanie inkluzywne w gamedevie – analiza rozwiązań wspierających graczy z niepełnosprawnościami	159
<i>Przemysław Stach</i> The Future of Performance Management: A Human-AI Hybrid Approach ..	181
<i>Daria Stanaszek, Katarzyna Strojny</i> Work-life balance w grupach pokoleniowych X, Y, Z na przykładzie Polski i Norwegii	201
<i>Marcin Szydłowski</i> Skuteczność formacji podwójnego dna w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych	229

Wprowadzenie

Oddaję do Państwa rąk 21. numer *Zeszytów Naukowych Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie*. Niniejsze wydanie obejmuje artykuły poświęcone aktualnym i istotnym problemom z zakresu ekonomii, finansów, prawa, logistyki oraz technologii, analizowanym zarówno w perspektywie teoretycznej, jak i praktycznej. Zgromadzone publikacje odzwierciedlają najnowsze kierunki badań w naukach społecznych i ekonomicznych, dostarczając jednocześnie wnikliwych analiz odpowiadających na wyzwania stojące przed współczesnymi przedsiębiorstwami, instytucjami publicznymi i całymi społeczeństwami w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu.

Prezentowane artykuły tworzą wielowątkową panoramę zagadnień – od refleksji dotyczących przywództwa i emocji w sytuacjach kryzysowych po analizy nowych koncepcji motywacji pracowników w gospodarce cyfrowej. W numerze Czytelnik znajdzie także studia empiryczne ukazujące wpływ transformacji cyfrowej i rozwoju e-commerce na wzrost gospodarczy w Europie oraz analizy badające konsekwencje prawne wykorzystania sztucznej inteligencji w środowisku pracy. Nie zabrakło materiałów o charakterze stricte ekonomicznym i podatkowym ani badań z zakresu funkcjonowania mikroprzedsiębiorstw w kontekście zmian legislacyjnych ostatnich lat.

Interdyscyplinarny charakter 21. numeru *Zeszytów Naukowych Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie* potwierdzają prace z zakresu informatyki i nowych technologii. Zaliczyć do nich można m.in. tworzenie innowacyjnych rozwiązań w systemach operacyjnych, inkluzywne projektowanie w przemyśle gier komputerowych, a także artykuły poświęcone finansom i rynkom kapitałowym, w których wykorzystano zaawansowane metody analityczne, w tym teorię wartości ekstremalnych i algorytmy heurystyczne. Na uwagę zasługują opracowania o wymiarze logistycznym i społecznym: analiza roli Polski w ramach Nowego Jedwabnego Szlaku, rozważania nad równowagą między życiem zawodowym a prywatnym w ujęciu pokoleniowym oraz wykorzystanie sztucznej inteligencji w zarządzaniu efektywnością pracy.

Numer otwiera artykuł Donaty Adler i Karoliny Knafel zatytułowany *Zarządzanie emocjami przez liderów w sytuacjach kryzysowych – perspektywa pracownika*. Autorki przyjmują założenie, że kryzysy – zarówno gospodarcze, jak i organizacyjne – są nieodłącznym elementem funkcjonowania współczesnych instytucji. W opisanych warunkach emocje pracowników odgrywają kluczową rolę, a to, w jaki sposób liderzy potrafią nimi zarządzać, decyduje o stabilności zespołu i ciągłości działań. Publikacja bazuje

na badaniach empirycznych, które pokazują, że kompetencje emocjonalne, takie jak: empatia, zdolność samokontroli, umiejętność otwartej komunikacji stanowią fundament skutecznego przywództwa. Wnioski wskazują, iż inteligencja emocjonalna nie jest dodatkiem do kompetencji menedżerskich, lecz jednym z głównych czynników efektywności zarządzania w warunkach niepewności.

Kolejne opracowanie, autorstwa Donaty Adler i Serhiia Bilonoha, przedstawia koncepcję *Motywacji 4.0* jako odpowiedzi na wyzwania psychologii pracy w erze VUCA (zmienności, niepewności, złożoności i niejednoznaczności). Autorzy zwracają uwagę, że tradycyjne systemy motywacyjne, oparte głównie na nagrodach materialnych, okazują się niewystarczające w dobie cyfryzacji i globalizacji. Motywacja 4.0 akcentuje takie determinanty, jak poczucie sensu pracy, autonomia, możliwość rozwoju, kultura doceniania oraz autentyczne zaangażowanie. Przeprowadzona analiza literatury przedmiotu, raportów oraz dostępnych badań empirycznych umożliwia sformułowanie solidnych podstaw teoretycznych i praktycznych wniosków dotyczących funkcjonowania tego podejścia w środowisku VUCA.

Artykuł Atiyi Fatimy i Tomasza Czaprana *The Impact of E-Commerce and Digital Markets on European Economic Growth: A Comparative Analysis of Germany and the Czech Republic* podejmuje temat zróżnicowanego rozwoju cyfrowego na przykładzie dwóch gospodarek europejskich. Autorzy pokazują, że Czechy – mimo słabszego zaplecza technologicznego – osiągnęły w latach 2015–2024 szybsze tempo wzrostu niż Niemcy. Tekst bazuje na danych Eurostatu oraz wykorzystuje metodę analizy porównawczej studiów przypadków, co dowodzi, że elastyczność instytucjonalna i konsekwentna adaptacja rozwiązań e-commerce mogą mieć większe znaczenie niż sama przewaga technologiczna. Praca wnosi istotny wkład w zrozumienie mechanizmów cyfryzacji w gospodarce europejskiej i jej różnorodnych efektów w zależności od kontekstu krajowego.

Zagadnienia prawa pracy w obliczu nowych technologii podjęła Anna Daszczyńska-Ciborowska w artykule *Sztuczna inteligencja a prawo pracy – wyzwania i ryzyka*. Autorka analizuje ryzyka i obowiązki związane z wykorzystywaniem systemów AI w procesach rekrutacyjnych, oceny pracowników i organizacji pracy. Szczególny nacisk kładzie na ochronę danych osobowych oraz konieczność zapewnienia równego traktowania i przeciwdziałania dyskryminacji, co nabiera szczególnego znaczenia w związku z wejściem w życie europejskiego *AI Act*.

Problematykę podatkową podejmują Patrycja Kudela i Anna Dereń w opracowaniu *Wpływ programu „Polski Ład” na obciążenie mikroprzedsiębiorcy*

podatkiem dochodowym od osób fizycznych oraz składką na ubezpieczenie zdrowotne. Autorki rozpatrują sytuację mikroprzedsiębiorców w latach 2021–2024 badając, jak zmiany w przepisach Polskiego Ładu wpłynęły na rzeczywiste obciążenia podatkowe i składowe. Badanie obejmuje mikroprzedsiębiorcę, którego działalność została objęta szerokim zakresem reform, co w połączeniu z niepewnymi warunkami gospodarczymi stawiało wyzwania przy wyborze optymalnej formy opodatkowania. Analiza porównawcza wykazała, że przy opodatkowaniu według zasad ogólnych, czyli skali podatkowej, suma obciążeń mogła ulec obniżeniu. Wyniki sugerują, że na poziom faktycznych obciążeń wpływ mają zarówno regulacje państwowe, jak i indywidualne cechy prowadzonej działalności gospodarczej oraz specyfika sytuacji podatkowej przedsiębiorcy. Przedstawione rozważania pozwalają lepiej zrozumieć mechanizmy funkcjonowania systemu podatkowego i skutki decyzji legislacyjnych dla małych podmiotów gospodarczych.

W numerze znalazły się także opracowania z zakresu technologii i inżynierii. Piotr Górski i Zbigniew Handzel w artykule poświęconym planistom procesów CPU w systemach Linux opisują rozwój schedulerów oraz nowy projekt *sched-ext* (BPF extensible scheduler class), który umożliwia dynamiczną zmianę planisty bez restartu systemu. Autorzy podkreślają, że planista procesów CPU jest kluczową procedurą w wieloprogramowym systemie operacyjnym, odpowiedzialną za wybieranie procesów z kolejki gotowych do działania oraz za utrzymanie właściwej proporcji między czasem procesora przydzielanym systemowi a procesom użytkowym. W tekście zwrócono uwagę, że planista CPU w jądrze Linux, będący fundamentalną częścią systemu, bardzo rzadko podlega modyfikacjom, co ogranicza elastyczność systemu. Wprowadzenie zewnętrznych schedulerów, takich jak *sched-ext*, pozwala na dynamiczną i bardziej elastyczną kontrolę nad przydziałem procesora, choć niesie ze sobą pewne wyzwania. Publikacja wskazuje na praktyczne znaczenie tego rozwiązania zarówno dla informatyków, jak i dla dalszego rozwoju systemów operacyjnych, a jednocześnie przedstawia projekt, który w znaczący sposób ułatwia zarządzanie procesami CPU w systemach Linux.

Na rynki finansowe przenosi nas artykuł Gabrieli Malik *Analiza ryzyka cenowego wybranych produktów rolnych na podstawie rozkładów ekstremalnych*, w którym do badania zmienności kontraktów terminowych zastosowano podejście oparte na teorii wartości ekstremalnych. Autorka koncentruje się na trzech podstawowych surowcach rolnych – kukurydzy, soi i pszenicy – analizując ich notowania na giełdzie Chicago Mercantile Exchange (CME) w perspektywie obejmującej ponad trzy dekady (1987–2022). Dzięki tak długiemu okresowi badawczemu możliwe było uchwycenie zarówno

gwałtownych wahań cen, jak i długofalowych tendencji rynkowych. Ważnym elementem opracowania jest również sprawdzenie, które modele rozkładów ekstremalnych najlepiej oddają charakter badanych danych, oraz weryfikacja dopasowania przy użyciu narzędzi statystycznych i graficznych. Wyniki dowodzą, że wartości skrajne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu decyzji inwestorów i producentów, a jednocześnie pokazują potencjał zaawansowanych metod ekonometrycznych w obszarze zarządzania ryzykiem cenowym na rynkach towarowych.

Jolanta Maron w artykule *Poland as a Strategic Logistics Hub on the New Silk Road* omawia rosnące znaczenie Polski w globalnych łańcuchach dostaw, zwłaszcza w kontekście Inicjatywy Pasa i Szlaku. Autorka podkreśla strategiczne położenie Polski między Wschodem a Zachodem, które czyni kraj naturalnym pomostem w wymianie handlowej między Europą a Azją. Następnie analizuje zarówno możliwości, jak i bariery związane z funkcjonowaniem Polski jako kluczowego węzła logistycznego w Europie Środkowo-Wschodniej, zwracając uwagę na przewozy ponadnormatywne, rozwój infrastruktury transportowej – kolejowej i morskiej – oraz funkcjonowanie centrów logistycznych. Porusza także kwestie formalne, takie jak procedury celne i współpraca międzynarodowa w celu uproszczenia procesów. Wnioski wskazują, że przyszła rola Polski na Nowym Jedwabnym Szlaku zależy od skali inwestycji w infrastrukturę oraz zdolności do eliminowania barier regulacyjnych. Publikacja wnosi istotny wkład w zrozumienie geopolitycznego wymiaru logistyki i handlu międzynarodowego.

Na przecięciu technologii i inkluzywności znajduje się artykuł Anny Stolińskiej i Jakuba Rodzaja *Projektowanie inkluzywne w gamedevie – analiza rozwiązań wspierających graczy z niepełnosprawnościami*. Autorzy podejmują temat dostępności gier komputerowych dla osób z różnymi rodzajami niepełnosprawności, ze szczególnym uwzględnieniem ograniczeń ruchowych i wzrokowych. Opracowanie analizuje współczesne praktyki zgodne z ideą projektowania inkluzywnego, wykorzystując metodę jakościowej analizy eksperckiej. Wśród omawianych zagadnień znajdują się m.in. elastyczne systemy sterowania, automatyzacja wybranych działań, dostosowanie interfejsów wizualnych i dźwiękowych, a także zgodność z wytycznymi WCAG 2.2 oraz Xbox Accessibility Guidelines. Ważnym elementem artykułu jest wskazanie konkretnych przykładów wdrożeń w grach komercyjnych, które stanowią wzorzec dobrych praktyk projektowych. Zespół autorski podkreśla, że projektowanie inkluzywne to nie tylko obowiązek wynikający z troski o równość dostępu, lecz także czynnik realnie podnoszący jakość doświadczenia graczy i generujący szanse rozwojowe dla branży gier.

Publikacja Przemysława Stacha *The Future of Performance Management: A Human-AI Hybrid Approach* podejmuje aktualne wyzwania związane z wykorzystaniem sztucznej inteligencji w zarządzaniu efektywnością pracowników. Autor analizuje literaturę ostatniej dekady i bada stopień wsparcia menedżera przez systemy AI w procesie oceny pracowników oraz zakres przejmowania przez nie części tego procesu. Praca opiera się na trzech perspektywach badawczych: funkcjonowaniu systemów społeczno-technicznych, roli zaufania do automatyzacji oraz ograniczonej racjonalności w podejmowaniu decyzji.

Wątek społeczny rozwijają Daria Stanaszek i Katarzyna Strojny w artykule *Work-life balance w grupach pokoleniowych X, Y, Z na przykładzie Polski i Norwegii*. Autorki analizują, jak przedstawiciele różnych pokoleń podchodzą do równowagi między życiem prywatnym a zawodowym w odmiennych realiach kulturowych i gospodarczych obu krajów. W części teoretycznej omawiają istotę koncepcji work-life balance oraz czynniki wpływające na jej kształtowanie. Kluczowym elementem opracowania są badania własne przeprowadzone metodą ankiety internetowej, które pozwoliły uchwycić podobieństwa i różnice w podejściu do godzenia ról zawodowych i prywatnych.

Numer zamyka artykuł Marcina Szydłowskiego *Skuteczność formacji podwójnego dna w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych*. Autor, stosując algorytm heurystyczny w Pythonie, bada praktyczną przydatność klasycznych narzędzi analizy technicznej w procesie inwestycyjnym. Wyniki badania podkreślają praktyczne znaczenie klasycznych formacji technicznych, takich jak podwójne dno, oraz potencjał prostych algorytmów heurystycznych w automatyzacji analizy rynku walutowego.

Zgromadzone w niniejszym numerze artykuły wpisują się w interdyscyplinarny charakter *Zeszytów Naukowych Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie*, łącząc problematykę ekonomii, finansów, logistykę, prawa i zarządzania z zagadnieniami informatyki i technologii. Wierzę, że zaprezentowane opracowania będą wartościowe dla środowiska akademickiego i praktyków gospodarczych oraz staną się istotnym punktem wyjścia do dalszych badań i refleksji.

dr hab. inż. Tomasz Czapran, prof. WSEI
Redaktor Naczelny



Donata Adler

mgr

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: dadler@wsei.edu.pl

ORCID: 0000-0001-9696-838X

Karolina Knafel

lic.

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: karolina.knafel@microsoft.wsei.edu.pl

ZARZĄDZANIE EMOCJAMI PRZEZ LIDERÓW W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH – PERSPEKTYWA PRACOWNIKA

**MANAGEMENT OF EMOTIONS BY LEADERS IN CRISIS SITUATIONS –
EMPLOYEE PERSPECTIVE**

***Słowa kluczowe:** lider, emocje, kryzys, inteligencja emocjonalna, empatia, komunikacja, zarządzanie zespołem, stres.*

***Keywords:** leader, emotions, crisis, emotional intelligence, empathy, communication, team management, stress.*

JEL Classification: M12, D91, D83

Streszczenie

Artykuł podejmuje temat zarządzania emocjami przez liderów w sytuacjach kryzysowych. Na podstawie literatury przedmiotu oraz wyników badań empirycznych przeprowadzonych wśród pracowników różnych organizacji dokonano analizy kluczowych kompetencji emocjonalnych

menadżerów istotnych dla skutecznego zarządzania emocjami swoimi i członków zespołu w trudnych sytuacjach.

Postawiono sześć pytań badawczych dotyczących oceny umiejętności zarządzania emocjami przez liderów w opinii pracowników. Wyniki badań wskazują, że najwyżej oceniane kompetencje liderów to empatia oraz samokontrola emocjonalna, które sprzyjają budowaniu zaufania i poczucia bezpieczeństwa w zespole. Kluczową rolę odgrywa również otwarta komunikacja, postrzegana jako podstawowe narzędzie wzmacniania atmosfery współpracy w kryzysie. Empatyczne podejście lidera zwiększa zaangażowanie pracowników, a transparentna komunikacja poprawia morale zespołu. Stwierdzono, że lepiej postrzegają umiejętności zarządzania emocjami przez liderów pracownicy z dłuższym stażem pracy oraz zatrudnieni w korporacjach. Jednocześnie zauważono niedostateczne stosowanie formalnych szkoleń w zakresie podnoszenia kompetencji emocjonalnych liderów, co wskazuje na obszar wymagający dalszego rozwoju w praktyce organizacyjnej. Artykuł podkreśla znaczenie rozwijania inteligencji emocjonalnej liderów jako fundamentu skutecznego przywództwa w warunkach niepewności i dynamicznych zmian.

Abstract

The article addresses the topic of emotion management by leaders in crisis situations. Based on a review of the literature and empirical research conducted among employees of various organizations, an analysis was made of key emotional competencies of managers that are relevant for effective management of their own emotions and those of team members in difficult situations.

Six research questions were posed regarding employees' assessment of leaders' emotion management skills. The study results indicate that the most highly rated leader competencies are empathy and emotional self-control, which foster trust and a sense of security within the team. Open communication was also found to play a crucial role, perceived as a fundamental tool for strengthening the collaborative atmosphere during crises. An empathetic approach by the leader increases employee engagement, while transparent communication improves team morale. It was found that employees with longer tenure and those working in corporations have a better perception of leaders' emotion management skills. At the same time, insufficient use of formal training to enhance leaders' emotional competencies was noted, indicating an area requiring further development in organizational practice. The article highlights the importance of developing

emotional intelligence in leaders as a foundation for effective leadership in conditions of uncertainty and dynamic change.

1. WSTĘP

Zarządzanie emocjami w sytuacjach kryzysowych to kluczowa umiejętność liderów, umożliwiająca skuteczne prowadzenie zespołów w trudnych chwilach. Współczesne podejście do przywództwa zakłada, że skuteczny lider nie tylko koordynuje zadania i nadzoruje realizację celów, lecz także potrafi motywować pracowników, rozumieć ich potrzeby oraz właściwie reagować na pojawiające się emocje. W dobie dynamicznych zmian rynkowych, rosnącej konkurencji i nieprzewidywalnych zdarzeń – takich jak kryzysy gospodarcze, pandemie czy sytuacje polityczne – rola emocji w przywództwie nabiera szczególnego znaczenia [1]. Klasyczne teorie motywacji, takie jak teoria oczekiwań Vrooma [2], czy teoria dwuczynnikowa Herzberga [3] wskazują, że różne czynniki – zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne – wpływają na zaangażowanie i efektywność zespołu. W sytuacjach kryzysowych szczególnie istotne staje się więc podejście behawioralne, które zwraca uwagę na to, jak reakcje lidera mogą kształtować postawy i zachowania pracowników. Zdolność do zarządzania emocjami wymaga od lidera zarówno kontroli nad własnymi stanami emocjonalnymi, jak i umiejętności oddziaływania na emocje członków zespołu. Jak podkreśla Daniel Goleman, inteligencja emocjonalna – rozumiana jako zdolność do rozpoznawania emocji, regulowania ich oraz budowania relacji – jest jedną z najważniejszych kompetencji współczesnego przywódcy [4]. W sytuacjach kryzysowych, gdzie stres i niepewność są nieuniknione, jej znaczenie wzrasta jeszcze bardziej, ponieważ pozwala utrzymać stabilność, morale i efektywność zespołu. Co więcej, od liderów oczekuje się nie tylko sprawności operacyjnej, ale także zdolności do inspirowania pracowników i budowania atmosfery zaufania, co staje się fundamentem odporności organizacyjnej.

Celem niniejszego artykułu jest zbadanie zdolności i skuteczności umiejętności zarządzania emocjami przez liderów w sytuacjach kryzysowych, zarówno swoimi, jak i członków zespołów. Przedmiotem badań były kluczowe kompetencje emocjonalne menadżerów i ich znaczenie dla zarządzania ludźmi w sytuacjach trudnych. Przeprowadzono badania własne w oparciu o autorski kwestionariusz ankiety. Przedstawione rozważania mają charakter zarówno teoretyczny, jak i empiryczny, co umożliwia po-

łączenie wiedzy z zakresu psychologii organizacji z praktyką zarządzania zespołami w warunkach niepewności.

2. KOMPETENCJE EMOCJONALNE LIDERA W SYTUACJACH KRYZYSOWYCH – UJĘCIE DEFINICYJNE

W sytuacjach kryzysowych liderzy stają przed szczególnym wyzwaniem – muszą nie tylko podejmować szybkie i trafne decyzje, lecz także umiejętnie radzić sobie z emocjami własnymi oraz emocjami zespołu. Współczesne badania pokazują, że kompetencje emocjonalne są kluczowe dla utrzymania stabilności i spójności organizacji w okresach niepewności [5, 6].

Tematyka EQ (Emotional Quotient) czy inaczej EI (Emotional Intelligence) jest szeroko podejmowana w literaturze przedmiotu w dziedzinie: zarządzania, psychologii, organizacji pracy, wysoki poziom EQ wiąże się z wieloma pozytywnymi efektami zarówno dla samego lidera, jak i dla jego zespołu oraz organizacji [7].

W ujęciu definicyjnym rozwinięta inteligencja emocjonalna lidera obejmuje: samokontrolę, empatię, zdolność budowania relacji, motywowania oraz rozwiązywania konfliktów. Kompetencje te pozwalają nie tylko na skuteczne zarządzanie emocjami, ale również na przekształcanie kryzysów w okazję do rozwoju i wzmocnienia zespołu.

Podstawową kompetencją jest samokontrola emocji, rozumiana jako zdolność do panowania nad reakcjami w obliczu stresu i presji. Lider, który zachowuje spokój, staje się punktem odniesienia dla zespołu, co buduje poczucie bezpieczeństwa i pozwala utrzymać efektywność działań. Jak podają Adamczyk i Springer [8], samokontrola sprzyja nie tylko stabilności emocjonalnej lidera, lecz także wzmacnia odporność psychiczną pracowników, którzy przejmują wzorce zachowań od przełożonych.

Drugim kluczowym elementem jest empatia, rozumiana jako zdolność dostrzegania i rozumienia emocji innych. Liderzy wykazujący wysoki poziom empatii potrafią skuteczniej przewidywać reakcje pracowników i dostosowywać komunikację, co sprzyja budowaniu zaufania i lojalności w zespole. Badania z okresu pandemii COVID-19 potwierdziły, że empatyczne przywództwo i jasna komunikacja przyczyniły się do zwiększenia zaufania do liderów i ograniczenia napięć w organizacjach [9].

Równie ważna pozostaje umiejętność budowania relacji, która stanowi fundament skutecznego zarządzania zespołem. Relacyjność sprzyja

otwartej komunikacji i współpracy, co pozwala minimalizować konflikty i przeciwdziałać spadkowi morale. Zdolność ta łączy się z koncepcją przywództwa adaptacyjnego, które podkreśla rolę elastyczności, innowacyjności oraz orientacji na ludzi w obliczu kryzysu [10, 11].

Nie można pominąć także zdolności motywowania i inspirowania zespołu. Liderzy, którzy potrafią wskazać sens działań i pokazać możliwości przezwyciężenia trudności, wzmacniają determinację pracowników. Badania dowodzą, że w sytuacjach kryzysowych szczególnego znaczenia nabiera motywacja wewnętrzna – poczucie sensu i wspólnego celu – które skuteczny lider potrafi wyzwalać [12].

Ostatnią, ale równie istotną kompetencją, jest umiejętność rozwiązywania konfliktów. Kryzys nieuchronnie rodzi napięcia i różnice zdań, a konstruktywne podejście do sporów pozwala na ich przekształcenie w źródło innowacyjnych rozwiązań. Lider, który potrafi łagodzić konflikty i dążyć do kompromisu, chroni zespół przed wewnętrzną destabilizacją [13]. Przegląd literatury wskazuje, że brak uniwersalnej strategii zarządzania kryzysem wymaga od lidera umiejętności dopasowywania stylu przywództwa i sposobu rozwiązywania sporów do konkretnej sytuacji.

Inteligencja emocjonalna lidera ma bezpośredni wpływ na sposób i styl kierowania zespołem w kryzysie [14]. Liderzy posiadający rozwinięte kompetencje emocjonalne wykazują skuteczniejsze style przywództwa, takie jak przywództwo transformacyjne, co przekłada się na lepszą efektywność, satysfakcję, inspirowanie i motywowanie pracowników, budowaniu wizji działania w trudnych warunkach, czyli dobrostan w miejscu pracy [7]. Równie ważna jest elastyczność, która pozwala dostosować styl zarządzania do konkretnej sytuacji i potrzeb zespołu. Dzięki temu liderzy potrafią angażować pracowników we wspólne rozwiązywanie problemów i utrzymywać atmosferę zaufania [15]. W dalszej części pracy omówiono w jaki sposób organizacje kształtują i rozwijają kompetencje zarządzania emocjami menadżerów, by skutecznie i efektywnie zarządzali personelem.

3. KSZTAŁTOWANIE I ROZWÓJ KOMPETENCJI ZARZĄDZANIA EMOCJAMI W KRYZYSIE

W literaturze podkreśla się, że EI jest w dużym stopniu rozwijalna, co otwiera możliwości dla praktyk rozwojowych i szkoleń mających na celu wsparcie liderów w zwiększaniu ich kompetencji emocjonalnych [7]. Sku-

teczne zarządzanie emocjami w sytuacjach kryzysowych wymaga bowiem od lidera nie tylko odpowiednich kompetencji osobistych, ale też systematycznego stosowania określonych technik, które pozwalają ograniczyć stres, odzyskać równowagę i podejmować racjonalne decyzje. W obliczu presji taka umiejętność umożliwia modelowanie równowagi emocjonalnej dla zespołu, który obserwuje u lidera: zachowanie spokoju, opanowanie, zdolność do konstruktywnego i proaktywnego działania, do prowadzenia jasnej i otwartej komunikacji z podwładnymi [16].

Jednym z kluczowych narzędzi jest kontrola myśli, dzięki której lider potrafi świadomie analizować sytuację i powstrzymać impulsywne reakcje. Z kontrolą myśli powiązana jest technika zmiany perspektywy, która pomaga przeformułować kryzys jako szansę na naukę lub innowację. Takie podejście wzmacnia odporność psychiczną lidera, co potwierdza przegląd literatury dotyczący EI i zespołów, wskazując na bezpośredni wpływ reframingu sytuacji na efektywność reakcji kryzysowych [12].

Kolejną grupę skutecznych narzędzi stanowią techniki relaksacyjne i mindfulness. Ćwiczenia oddechowe, krótkie medytacje czy świadome przerwy – znane jako technika „5 minut” – pomagają uspokoić umysł, odzyskać koncentrację i podejmować decyzje na chłodno. Jedno z pilotażowych badań potwierdziło, że interwencje oparte na mindfulness u liderów (nurse leaders) znacząco podnoszą inteligencję emocjonalną – w tym samokontrolę i uważność [17].

Zbliżoną techniką jest STOP (Stop-Take breath-Observe-Proceed), która poprzez świadome zatrzymanie, oddech, obserwację i analizę sytuacji z dystansu zmniejsza impulsywność reakcji i ułatwia trafniejsze decyzje. Również literatura podkreśla, że mindfulness redukuje ruminację i lęk, jednocześnie zwiększając empatię i zdolność do spokojnego reagowania.

Istotną, często niedocenianą strategią jest dbanie o siebie – tzw. dobrostan (self-care). Liderzy, którzy zapewniają sobie odpowiednią ilość snu, aktywność fizyczną i regenerację, mają wyższą odporność na stres i utrzymują lepszą stabilność emocjonalną. Samoświadomość lidera w tym zakresie działa modelowo i wpływa na atmosferę całego zespołu.

Techniki zarządzania emocjami w kryzysie obejmują zarówno świadome kształtowanie myślenia (kontrola impulsów, reframing), stosowanie praktyk relaksacyjnych i mindfulness, jak również troskę o dobrostan lidera i cechy adaptacyjne. Ich skuteczność zależy od świadomej integracji w codziennej praktyce przywódczej oraz stałego wzmacniania odporności osobistej i zespołowej. Omówione techniki są przedmiotem szkoleń podnoszących kompetencje emocjonalne menadżerów w zarządzaniu ludźmi.

4. ROLA LIDERÓW W ZARZĄDZANIU EMOCJAMI ZESPOŁU PODCZAS KRYZYSU – WYBRANE PRZYKŁADY

Przykłady z praktyki biznesowej pozwalają na analizę biografii liderów zarządzających emocjami w sposób skuteczny. Osoby takie jak: Simon Sinek, Andrzej Blikle, Frederick Laloux podkreślają znaczenie inteligencji emocjonalnej w swojej aktywności zarządczej.

Wartym przytoczenia przykładem przywódcy umiejętnie zarządzającego emocjami w sytuacjach kryzysowych jest Winston Churchill. W okresie II wojny światowej potrafił on w wyjątkowy sposób wpływać na nastroje społeczne poprzez swoje przemówienia, które stanowiły emocjonalne zakotwiczenie dla Brytyjczyków w czasach niepewności. Hasła takie jak „krew, pot, łzy i pot” czy „nigdy się nie poddamy” mobilizowały naród do wytrwałości, budowały poczucie jedności i wzmacniały odporność psychiczną społeczeństwa. Pomimo osobistych trudności, w tym zmagania z depresją, Churchill potrafił zachować spokój i niezłomność, stając się symbolem odporności emocjonalnej. Jego zdolność samoregulacji, umiejętność panowania nad stresem oraz konsekwentne prezentowanie postawy stabilności pozwalały nie tylko utrzymać morale społeczeństwa, lecz także inspirowały sojuszników. Ważnym elementem jego przywództwa była również zdolność do budowania relacji opartych na zaufaniu – zarówno wewnątrz kraju, jak i na arenie międzynarodowej. Skuteczna współpraca z Franklinem D. Rooseveltem czy Józefem Stalinem potwierdza, że Churchill wykazywał wysoki poziom empatii i adaptacyjności w kontaktach z innymi liderami. Jego styl przywództwa doskonale ilustruje tzw. efekt „rally 'round the flag”, czyli jednoczenia się społeczeństwa wokół lidera w sytuacjach kryzysowych. W czasie wojny poparcie dla Churchilla nie spadło poniżej 78%, co pokazuje, jak skutecznie zarządzał emocjami społecznymi i wykorzystywał je do utrzymania spójności oraz determinacji narodu [18].

Współczesnym przykładem lidera, którego styl przywództwa opiera się na inteligencji emocjonalnej i empatii, jest Satya Nadella, dyrektor generalny Microsoftu od 2014 roku. Nadella przejął kierownictwo w okresie kryzysu wizerunkowego i stagnacji technologicznej firmy, co wymagało nie tylko zmian strategicznych, ale również transformacji kultury organizacyjnej. Zamiast koncentrować się wyłącznie na wynikach finansowych, Nadella wprowadził do zarządzania elementy oparte na growth mindset – podejściu zakładającym: otwartość na naukę, współpracę i konstruktywne podejście do porażek. Kluczową cechą

jego przywództwa stała się empatia. Nadella wielokrotnie podkreślał, że to właśnie zdolność rozumienia emocji innych ludzi pozwala skutecznie odpowiadać na wyzwania współczesnego biznesu. Jego działania ukazywały praktyczne zastosowanie inteligencji emocjonalnej – od otwartości w komunikacji, przez aktywne słuchanie pracowników, po umiejętne wzmacnianie ich poczucia wartości. W czasie kryzysów, takich jak pandemia COVID-19, postawa Nadelli sprzyjała utrzymaniu zaangażowania zespołów oraz adaptacji firmy do pracy zdalnej, co stało się jednym z filarów jej dalszego rozwoju. Badania: Prakasha, Bisli i Rastogiego wskazują, że autentyczne przywództwo Nadelli, oparte na samoświadomości, transparentności i empatii, znacząco wpłynęło na wzmocnienie innowacyjności oraz lojalności pracowników. Autorzy podkreślają, że takie podejście nie tylko ogranicza negatywne skutki kryzysów, ale również buduje trwałą przewagę konkurencyjną organizacji. Styl zarządzania Nadelli potwierdza, że inteligencja emocjonalna może stanowić fundament skutecznego przywództwa w warunkach niepewności i dynamicznych zmian [19].

W dalszej części pracy postawiono cel zbadania postrzegania i oceny umiejętności zarządzania emocjami współczesnych liderów na przykładzie pracowników różnych organizacji działających na terenie Polski.

5. METODYKA BADAŃ WŁASNYCH

Celem przeprowadzonych badań było zidentyfikowanie sposobów zarządzania emocjami przez liderów w sytuacjach kryzysowych oraz ocena skuteczności stosowanych technik z perspektywy pracowników. Badanie miało na celu również określenie, które kompetencje emocjonalne liderów są szczególnie istotne dla utrzymania stabilności zespołu w warunkach stresu i niepewności.

W oparciu o literaturę przedmiotu i dotychczasowe analizy w badaniu postawiono następujące pytania badawcze:

1. Jak liderzy zarządzają emocjami członków zespołu w sytuacjach kryzysowych?
2. Jak liderzy zarządzają swoimi emocjami w sytuacjach kryzysowych?
3. Czy umiejętność zarządzania emocjami przez lidera wiąże się z jego wysokimi kompetencjami w zakresie komunikacji interpersonalnej?
4. Czy umiejętność zarządzania emocjami przez lidera wiąże się z dobrą atmosferą w zespole?

5. Czy staż pracy pracownika wpływa na postrzeganie zarządzania emocjami przez lidera?
6. Czy wielkość organizacji wpływa na postrzeganie zarządzania emocjami przez lidera?

Narzędziem badawczym był autorski kwestionariusz ankietowy przygotowany w formie elektronicznej (Google Forms). Ankieta obejmowała pytania zarówno zamknięte jednokrotnego i wielokrotnego wyboru, jak i pytania oparte na pięciostopniowej skali Likerta. Kwestionariusz został podzielony na bloki tematyczne, obejmujące:

- ocenę kompetencji emocjonalnych lidera,
- ocenę stosowanych przez lidera technik zarządzania emocjami,
- efektywność komunikacji w kryzysie,
- wpływ lidera na atmosferę w zespole,
- kluczowe cechy lidera z punktu widzenia pracowników,
- dane demograficzne respondentów (wielkość organizacji, staż pracy).

Badanie skierowane było do pracowników różnych organizacji, niezależnie od branży, wielkości czy struktury. Respondenci zostali poproszeni o udzielenie odpowiedzi w oparciu o własne doświadczenia związane z sytuacjami kryzysowymi w miejscu pracy. Wyniki ankiety pozwoliły uzyskać przekrojowy obraz postrzegania liderów w różnych kontekstach organizacyjnych. Kwestionariusz został udostępniony w formie online w drugim kwartale 2025 roku. Respondenci wypełniali go anonimowo, a ich udział był całkowicie dobrowolny. Dzięki elektronicznej formie możliwe było szybkie zebranie danych od osób pracujących w różnych typach organizacji, co zwiększyło różnorodność próby badawczej. Zebrane dane poddano analizie ilościowej z wykorzystaniem statystyki opisowej.

6. WYNIKI BADAŃ ANKIETOWYCH

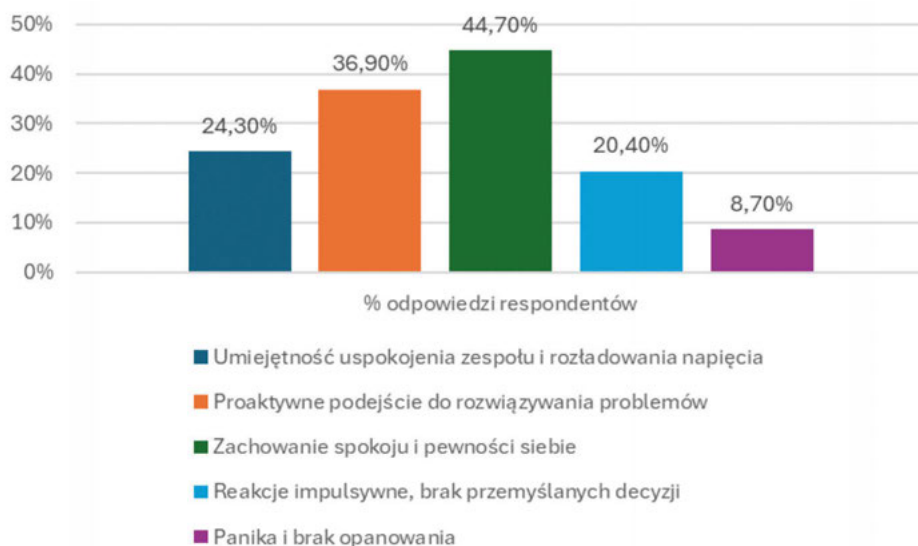
W celu uzyskania odpowiedzi na postawione pytania badawcze przeanalizowano wyniki przeprowadzonych badań ankietowych. Pozwoliło to uzyskać wgląd w sposób, w jaki pracownicy postrzegają liderów w sytuacjach kryzysowych oraz oceniają ich kompetencje emocjonalne i techniki zarządzania emocjami. W badaniu wzięło udział 103 respondentów reprezentujących różne organizacje pod względem branży, wielkości oraz struktury. Zróżnicowanie próby pod względem stażu pracy i doświadczenia zawodowego zwiększyło wiarygodność uzyskanych danych i pozwoliło na uchwycenie szerszej perspektywy.

Dane demograficzne respondentów wskazują, że największą grupę stanowili pracownicy średnich firm (51-250 osób) – 37,9%, kolejno zaś: małych organizacji (do 50 pracowników) – 22,3%, dużych firm (powyżej 250 pracowników) – 21,4% oraz korporacji międzynarodowych – 18,4%. Pod względem stażu pracy dominowały osoby zatrudnione 1-3 lata (47,6%), następnie 4-6 lat (28,2%), ponad 6 lat (15,5%), a najmniej liczną grupę stanowili pracownicy z doświadczeniem krótszym niż rok (8,7%).

W pierwszej kolejności badani zostali poproszeni o opinię, czy ich liderzy starają się zarządzać emocjami zespołu w trudnych momentach. Najwięcej, bo 40,8% respondentów, uznało, że lider aktywnie podejmuje takie działania i zapewnia wsparcie zespołowi. Niewiele mniej – 35,9% – wskazało, że lider robi to sporadycznie, w wybranych sytuacjach. Z kolei 18,4% badanych oceniło, że lider rzadko koncentruje się na emocjach zespołu, natomiast 4,9% nie zauważa w ogóle takich prób.

Zbadano także odczucia respondentów dotyczące tego, w jaki sposób lider wpływa na ich emocje podczas kryzysu. Największa grupa (32,0%) uznała ten wpływ za neutralny, wskazując, że nie odczuwają szczególnego wsparcia, ale też nie czują się pomijani. 29,1% badanych oceniło wpływ lidera bardzo pozytywnie, podkreślając wsparcie i zaufanie, natomiast 28,2% wskazało na pozytywny wpływ, związany z utrzymywaniem morale zespołu. Jedynie 10,7% respondentów oceniło go negatywnie, zauważając brak troski o emocje pracowników.

Respondenci zostali poproszeni o ocenę zdolności swojego lidera do zarządzania emocjami w sytuacjach kryzysowych. Średnia ocena kompetencji emocjonalnych liderów wyniosła 3,8 w pięciostopniowej skali Likerta, co można interpretować jako ich umiarkowanie wysoki poziom. Respondenci wskazywali na zachowania, które obserwują u swoich przełożonych w trudnych okolicznościach. Najczęściej wymieniano: zachowanie spokoju i pewności siebie (44,7%) oraz proaktywne podejście do rozwiązywania problemów (36,9%). Blisko co czwarty respondent podkreślił umiejętność liderów w zakresie uspokajania zespołu i rozładowywania napięć. Z drugiej strony zauważano także mniej pożądane postawy, takie jak: reakcje impulsywne, brak przemyślanych decyzji czy nawet panikę i brak opanowania, które potęgowały niepewność i dezorganizację (Wyk. 1.)

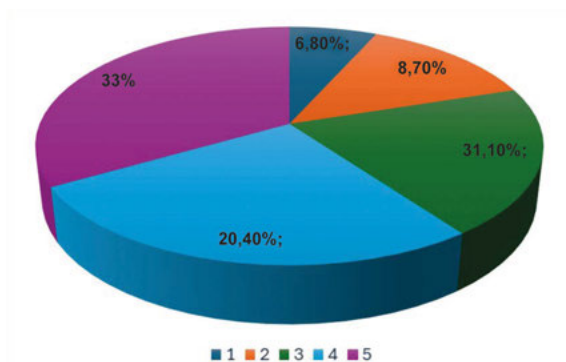
Wykres 1. Zachowania lidera zauważane przez pracowników w sytuacjach kryzysowych

Źródło: opracowanie własne.

Kontynuując, 58,3% badanych stwierdziło, że liderzy podejmują próbę rozwiązywania konfliktów w zespole w trakcie kryzysu, 34% uważa, że liderzy robią to rzadko, zaś 7,8% jest zdania, że menagerowie w ogóle nie podejmuje takiej aktywności. Wśród obserwowanych technik i metod, które liderzy stosują by zarządzić kryzysem w zespole najczęściej respondenci wymieniają: mediowanie między stronami konfliktu 40,8%, otwarte rozmowy z zespołem, aby zrozumieć źródło problemu 35%, podejmowanie decyzji bez konsultacji, aby zakończyć spór 29,1%, zaniechanie działania – lider unika konfrontacji – 10,7% badanej grupy.

Kolejnym zagadnieniem poruszonym w badaniach był związek pomiędzy zarządzaniem emocjami przez liderów a ich umiejętnościami w zakresie komunikacji interpersonalnej. I tak, wyniki wskazują, że respondenci ocenili je stosunkowo wysoko – średnia odpowiedzi wyniosła 4,1. Otwarta i przejrzysta komunikacja była postrzegana jako czynnik sprzyjający budowaniu atmosfery zaufania, natomiast brak informacji zwiększał niepewność i potęgował napięcia. Dane przedstawiono na Wykresie 2.

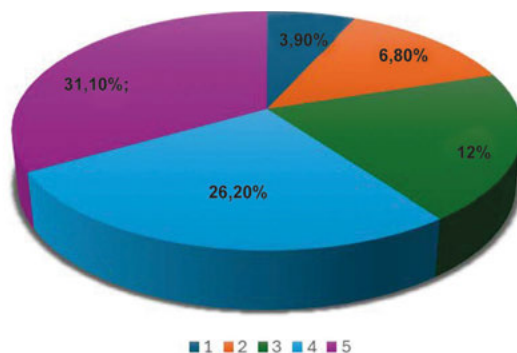
Wykres 2. Ocena komunikacji lidera w sytuacjach kryzysowych (odpowiedzi w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie źle”, a 5 „zdecydowanie dobrze”)



Źródło: opracowanie własne.

Respondenci ocenili także atmosferę w zespole podczas kryzysu. W tej kategorii średni wynik wyniósł 3,74, zatem stosunkowo mniej, niż ocena umiejętności komunikacji (Wyk. 3). Należy jednak wziąć tu pod uwagę inne czynniki, jakie mogą mieć wpływ na odczucie atmosfery, niezależne od kompetencji menadżera.

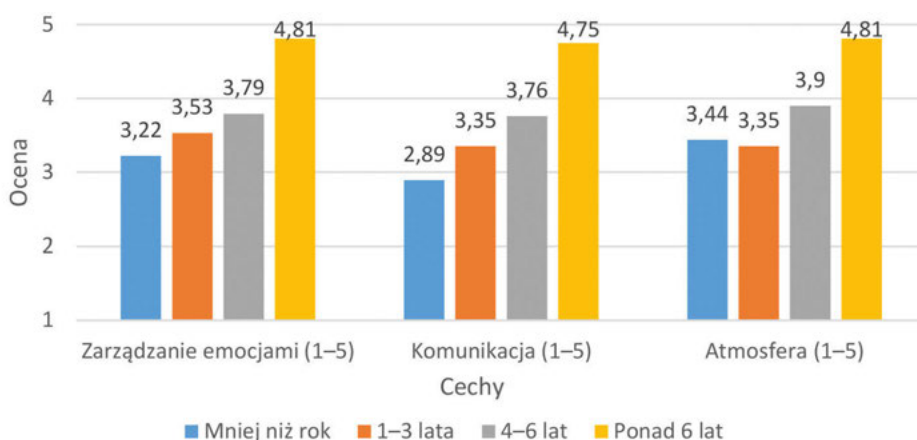
Wykres 3. Ocena atmosfery w zespole w sytuacjach kryzysowych (odpowiedzi w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie źle”, a 5 „zdecydowanie dobrze”)



Źródło: opracowanie własne.

Na uwagę zasługuje ponadto analiza średnich ocen kompetencji emocjonalnych liderów w podziale według stażu pracy i wielkości organizacji pracodawcy respondentów. I tak, jak chodzi o pierwszą z podanych kategorii, zdecydowanie można zauważyć, że osoby z najdłuższym stażem pracy najlepiej oceniły kompetencje swoich liderów, zaś z najkrótszym, dokładnie przeciwnie, najslabiej (Wyk. 4).

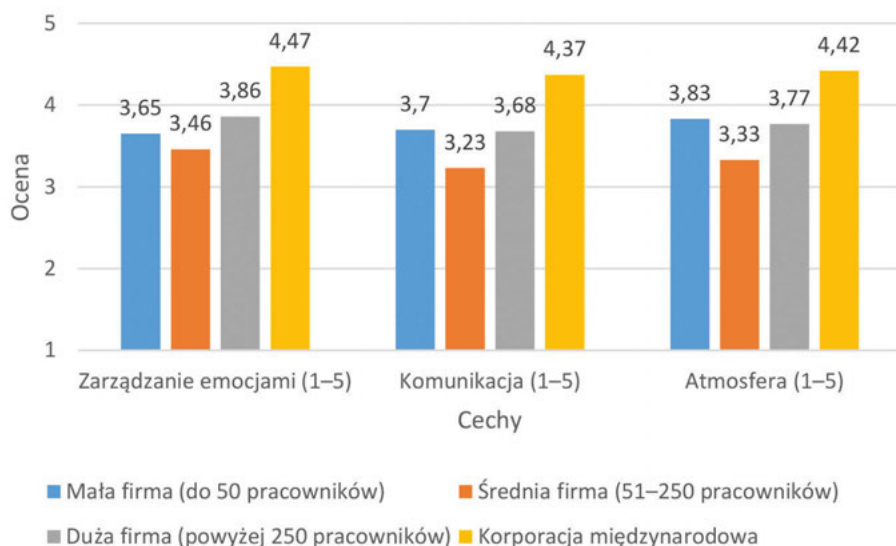
Wykres 4. Staż pracy a postrzeganie kompetencji lidera w kryzysie



Źródło: opracowanie własne.

Z kolei jak chodzi o wielkość organizacji, w której zatrudnieni byli respondenci, uzyskane wyniki wskazują na wyraźne różnice – najwyżej oceniani byli liderzy w korporacjach międzynarodowych, natomiast najniższe noty uzyskali liderzy w średnich firmach. W małych oraz dużych firmach oceny kształtowały się na poziomie pośrednim (Wyk. 5).

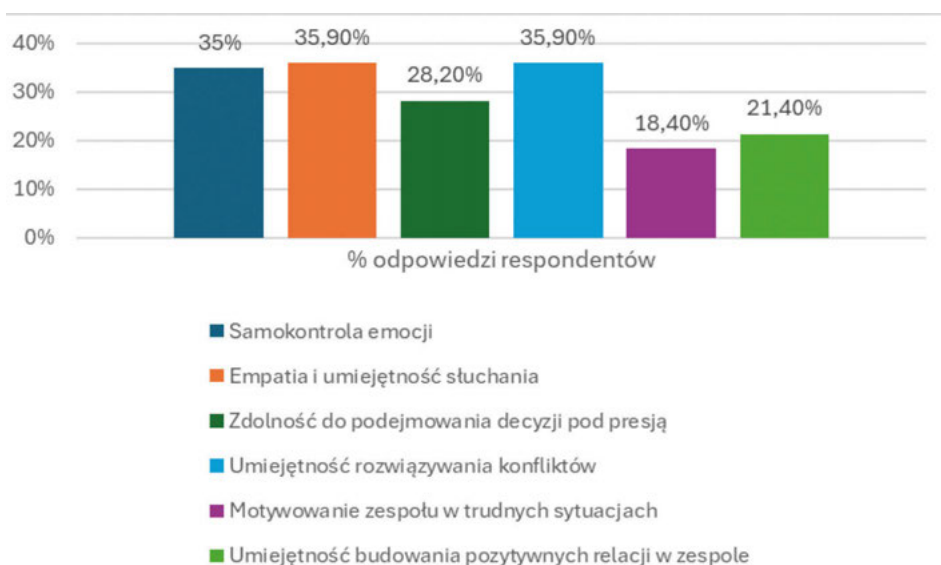
Wykres 5. Średnie oceny zarządzania emocjami, komunikacji i atmosfery w zespole w zależności od wielkości firmy



Źródło: opracowanie własne.

W dalszej części badania respondenci wskazywali, jakie cechy liderów uważają za najważniejsze w sytuacjach kryzysowych (Wyk. 6). I tak, jako umiejętności kluczowe pracownicy wymienili empatię i umiejętność słuchania, umiejętność rozwiązywania konfliktów oraz samokontrolę emocji. Zaledwie około co piąty respondent uznał za najważniejszą umiejętność motywowania zespołu w sytuacjach trudnych.

Wykres 6. Cechy liderów w sytuacjach kryzysowych uznane przez pracowników za najważniejsze



Źródło: opracowanie własne.

Badanie zamyka pytanie o fakt, czy organizacje wspierają rozwój umiejętności emocjonalnych liderów. Najwięcej respondentów jest zdania, że w ich organizacjach organizowane są szkolenia i inicjatywy wspierające rozwój emocjonalny liderów (34%). Kolejna grupa, stanowiąca 27,2% badanych, uważa, że organizacje nie inwestują w ten obszar. Z kolei 20,4% respondentów wskazało, że działania tego typu podejmowane są sporadycznie i w ograniczonym zakresie, natomiast 18,4% ankietowanych przyznało, że nie posiada wystarczających informacji na temat wsparcia rozwoju emocjonalnego liderów w swojej organizacji.

Uzyskane wyniki pozwalają na przeprowadzenie dyskusji oraz wyciągnięcie wniosków istotnych dla praktyki zarządzania.

7. DYSKUSJA I WNIOSKI

Przeprowadzone badania potwierdzają znaczenie kompetencji emocjonalnych liderów w sytuacjach kryzysowych. Odpowiadając na pierwsze pytanie badawcze liderzy zarządzają emocjami członków zespołu w sytuacjach

kryzysowych skutecznie w stopniu umiarkowanie wysokim w opinii pracowników, wskazując szczególnie na rolę empatii i otwartej komunikacji, jasnego komunikowania celów i decyzji.

Wyniki ankiety pokazały, że pracownicy najwyżej oceniali liderów, którzy potrafili dostrzegać emocje zespołu i adekwatnie na nie reagować. Empatyczne podejście lidera w kryzysie sprzyja lepszemu poczuciu zarządzania emocjami członków zespołu. Jako istotne pracownicy podkreślili, że czują wtedy wsparcie i zaufanie do lidera. Ma to swoje uzasadnienie w literaturze przedmiotu, bowiem empatia przełożonych przekłada się na poczucie bezpieczeństwa pracowników oraz ich większą gotowość do współpracy. Koreśponduje to z wynikami Adamczyka i Springera [8], wskazującymi na istotną korelację pomiędzy inteligencją emocjonalną a przywództwem transformacyjnym.

Odpowiedzi na drugie pytanie badawcze, jak liderzy zarządzają swoimi emocjami, są zróżnicowane. W przeważającej większości sugerują, że menadżerów cechuje samokontrola, zachowują spokój i pewność siebie, a opanowanie emocji pozwala im na proaktywne działanie i podejmowanie decyzji. Należy jednakże podkreślić, że 8,7% respondentów zauważa, że liderzy nie zarządzają swoimi emocjami, tj. nie panują nad nimi, wręcz wpadają w panikę, zaś co piąty respondent, a więc stosunkowo liczna grupa, jest zdania, że reagują impulsywnie i nie potrafią podjąć w sytuacji kryzysowej przemyślanych decyzji. Pojawia się tu refleksja na temat konieczności wdrażania szkoleń podnoszących kompetencje emocjonalne menadżerów, co również zostało uzasadnione w badaniu – prawie dwie trzecie grupy respondentów stwierdza, że organizacje nie inwestują w ten obszar lub robią to sporadycznie lub nie jest to w ich organizacjach komunikowane.

Kolejne dwa pytania badawcze dotyczyły związku pomiędzy umiejętnością zarządzania emocjami członków zespołu przez lidera, a jego kompetencjami dotyczącymi komunikacji interpersonalnej oraz utrzymania dobrej atmosfery w grupie. Analiza wyników badań pozwala na udzielenie odpowiedzi twierdzącej w zakresie tych zagadnień. Jak zilustrowano w Tabeli 1, im wyższa była ocena zdolności i skuteczności menadżerów w zarządzaniu emocjami zespołu w opinii pracowników, tym lepiej postrzegali oni kompetencje liderów w dziedzinie komunikacji oraz tym lepsze mieli zdanie na temat dobrej atmosfery w zespole.

Tabela 1. Zestawienie porównawcze wyników badań w zakresie postrzegania umiejętności zarządzania emocjami członków zespołu przez lidera a jego kompetencjami w zakresie komunikacji interpersonalnej oraz budowania dobrej atmosfery w zespole (skala ocen od 1 – bardzo źle, do 5 – bardzo dobrze)

Ocena zdolności/ skuteczności lidera w zarządzaniu emocjami w czasie kryzysu (skala od 1 do 5)	Średnia ocen kompetencji lidera w zakresie komunikacji w czasie kryzysu	Średnia ocen dotycząca atmosfery w zespole w czasie kryzysu
1 (n=6)	1	1,83
2 (n=4)	2	2,25
3 (n=32)	2,87	2,91
4 (n=26)	3,81	3,92
5 (n=35)	4,86	4,86

Źródło: opracowanie własne.

Analizując zagadnienie komunikacji należy podkreślić, że regularne i jasne przekazywanie informacji, nawet w przypadku niekorzystnych wiadomości, zmniejsza poczucie chaosu, buduje wrażenie transparentności i dobrej atmosfery. Wyniki te są zgodne z koncepcją przywództwa adaptacyjnego, które – jak podkreślają Scott i Bender [9] – opiera się na elastyczności, przejrzystej komunikacji i angażowaniu zespołu w proces radzenia sobie z kryzysem.

Dwa ostatnie pytania badawcze dotyczyły zagadnienia, czy staż pracy oraz wielkość organizacji różnicują opinię pracowników na temat zdolności i skuteczności zarządzania emocjami członków zespołu przez liderów w kryzysie. Wyniki badań zdecydowanie wskazują, że najlepiej ocenili swoich menadżerów pracownicy korporacji oraz ci z najdłuższym stażem pracy. To może wiązać się z faktem, że pracownicy z długim stażem mają więcej doświadczenia zawodowego, ale i dojrzałości emocjonalnej, co oznacza również bardziej refleksyjny wgląd w sytuacje zachodzące w środowisku pracy. Możliwe też, że to oni właśnie pracują w korporacjach, w których kultura organizacyjna stawia na rozwój kompetencji lide-

rów i pracowników. Po trzecie, osoby z krótkim stażem pracy to zapewne przedstawiciele pokolenia Z, których postrzeganie emocji, wedle literatury przedmiotu, jest inne w stosunku do osób z innych generacji.

Interpretując uzyskane wyniki w świetle literatury, można zauważyć, że empatia i komunikacja pełnią rolę podstawowych narzędzi regulacji emocji w organizacjach. Liderzy o wysokim poziomie inteligencji emocjonalnej częściej stosują styl transformacyjny, który charakteryzuje się właśnie empatycznym podejściem i umiejętnością budowania zaufania. Jak podają Ćwiąkała i inni [20] liderzy o wysokiej inteligencji emocjonalnej są bardziej empatyczni, etyczni i skuteczni w motywowaniu zespołów; stwierdzono silne korelacje pomiędzy inteligencją emocjonalną, kompetencjami społecznymi i sukcesem przywódczym. Wyniki przeprowadzonych badań są więc spójne z wcześniejszymi ustaleniami teoretycznymi i empirycznymi.

Przeprowadzone badania potwierdziły, że kompetencje emocjonalne liderów odgrywają kluczową rolę w zarządzaniu zespołem w sytuacjach kryzysowych. Najistotniejsze wśród umiejętności okazały się: empatia, samokontrola oraz otwarta komunikacja, które w opinii respondentów bezpośrednio wpływały na poziom zaufania i atmosferę w zespole. Empatyczne podejście lidera zwiększa zaangażowanie pracowników, a transparentna komunikacja redukuje stres i poczucie chaosu wśród zespołu, co jest zgodne z wynikami badań Chevalier i innych [21]. Szczególnie doceniana była umiejętność słuchania i okazywania wsparcia, które w praktyce stawały się fundamentem utrzymania spójności w trudnych warunkach.

Jednocześnie badając metody zauważono, że systematyczne szkolenia z inteligencji emocjonalnej pozostają w organizacjach stosunkowo rzadkie. Wskazuje to na istotny obszar rozwoju, który mógłby zwiększyć odporność emocjonalną zespołów i podnieść efektywność przywództwa w kryzysie. Z tego względu, na podstawie przeprowadzonych badań rekomenduje się aby organizacje inwestowały w programy szkoleniowe rozwijające inteligencję emocjonalną i empatię liderów, a także w warsztaty komunikacji interpersonalnej, uczące jasnego i regularnego przekazywania informacji. Ważnym elementem jest również promowanie kultury feedbacku, w której pracownicy mogą otwarcie dzielić się emocjami i opiniami, co sprzyja budowaniu zaufania i wspólnej odpowiedzialności. Warto także wprowadzać techniki redukcji stresu, takie jak: krótkie ćwiczenia oddechowe, przerwy regeneracyjne czy elementy uważności, które mogą zostać na stałe włączone do praktyki zespołów. Kluczowe pozostaje również wzmacnianie dobrostanu liderów, ponieważ osoby dbające o własną równowagę

psychiczną i fizyczną lepiej radzą sobie z presją i stanowią stabilny punkt odniesienia dla swoich zespołów.

Podsumowując, wyniki badań empirycznych potwierdzają, że kompetencje emocjonalne liderów, szczególnie empatia i umiejętność komunikacji, stanowią fundament skutecznego przywództwa w kryzysie. Otrzymane rezultaty wpisują się w aktualny dyskurs naukowy, wskazując, że inteligencja emocjonalna liderów jest nie tylko zasobem indywidualnym, ale i czynnikiem kluczowym dla utrzymania spójności oraz efektywności zespołów w sytuacjach kryzysowych. Skuteczny lider w sytuacji kryzysowej to nie tylko strateg i organizator, ale przede wszystkim osoba potrafiąca zarządzać emocjami własnymi i zespołu. Rozwijanie kompetencji emocjonalnych i wdrażanie praktycznych narzędzi wspierających dobrostan staje się jednym z kluczowych wyzwań współczesnych organizacji, a jednocześnie szansą na budowanie ich długofalowej odporności i przewagi konkurencyjnej.

LITERATURA

1. McCleskey J., *Emotional intelligence and leadership: A review of the progress, controversy, and criticism*. *International Journal of Organizational Analysis*, 2014, 22(1), 76-93, <https://doi.org/10.1108/IJOA-03-2012-0568>.
2. Vroom V.H., *Work and Motivation*, New York: Wydawnictwo Wiley, 1964.
3. Herzberg F., Mausner B. & Snyderman B., *The Motivation to Work*, New York: John Wiley & Sons, 1959.
4. Goleman D., *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*, New York: Bantam Books, 1995.
5. Fianko S.K., Afrifa S. Jr. & Dzogbewu T.C., *Does the interpersonal dimension of Goleman's emotional intelligence model predict effective leadership?* [w:] "African Journal of Business and Economic Research", 2020 nr 15 (4), 221-245, <https://doi.org/10.31920/1750-4562/2020/v15n4a10>.
6. Rozkwitalska-Welenc M., Zakrzewska-Bielawska A., Lis A.M., *Management, Organizations, and Paradoxes: Insights from the Central and Eastern European Region*, *Routledge Studies in Management, Organizations and Society*, Milton Park: Taylor & Francis, 2025.
7. Gerhardt K., Bauwens R. & van Woerkom M., *Emotional Intelligence and Leader Outcomes: A Comprehensive Review and Roadmap for Future*

- Inquiry*, "Human Resource Development Review", 2025, <https://doi.org/10.1177/15344843251342689>.
8. Adamczyk M., Springer A., *Identyfikacja związku pomiędzy inteligencją emocjonalną a przywództwem transformacyjnym – systematyczny przegląd literatury*, „Debiuty Naukowe Studentów Wyższej Szkoły Bankowej”, 2024, 23(23), 69-91, <https://doi.org/10.58683/dnswsb.1961>.
 9. Sott M.K., Bender M.S., *The role of adaptive leadership in times of crisis: A systematic review and conceptual framework*, [w:] "Mertis" 2025, 5(1), 2, <https://doi.org/10.3390/merits5010002>.
 10. Herzberg F., *The New Industrial Psychology*. ILR Review. 1965, 18(3), 364-376, <https://doi.org/10.1177/001979396501800306>.
 11. Herzberg F., *The Motivation to Work Among Finnish Supervisors*, [w:] "Personnel Psychology" 1965, 18. s. 392-402, <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1965.tb00294.x>.
 12. Coronado-Maldonado I., Benítez-Márquez M.D., *Emotional intelligence, leadership, and work teams: A hybrid literature review*, Heliyon. 2023 Sep 20;9(10):e20356. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20356. PMID: 37790975; PMCID: PMC10543214.
 13. Adler D., *Umiejętności negocjacyjno-mediacyjne w modelu kompetencji menedżerskich*, [w:] „Konińskie Studia Społeczno-Ekonomiczne”, 2020, T. 2, nr 4, s. 377-386.
 14. Mycielska M., *Praktyczny podręcznik zarządzania kulturą firmy. Doświadczenia firm w Polsce*, Warszawa: ICAN Institute, 2020.
 15. Kozák A., Schutzmann R., Soltész-Várhelyi K., Albert F., *The mediating role of workplace milieu resources on the relationship between emotional intelligence and burnout among leaders in social care*, PLoS ONE 20(1) 2025: e0317280, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317280>
 16. Niemczyk A., Adler D., Handzel J.A., Gródek-Szostak Z., i Ochoa Si-guencia L., *Assessment of Selected Elements of Healthcare in the Opinion of Healthcare Workers*, *Ekonomia – „Wrocław Economic Review”*, 2023, 29/4, W. Nowak i K. Szalonka (red.), Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, <https://doi.org/10.19195/2658-1310.29.4.10>.
 17. Santos T.M.D., Balsanelli A.P., Souza K.M.J., *Randomized crossover clinical trial of a Mindfulness-based intervention for nurse leaders: A pilot study*, *Rev Lat Am Enfermagem*. 2024 Mar 15;32:e4101. doi: 10.1590/1518-8345.6548.4101. PMID: 38511731; PMCID: PMC10949850.
 18. Roberts A., *Churchill: Walking with Destiny*, London: Penguin Books, 2018.

19. Prakash D., Bisla M. and Rastogi S., *Understanding Authentic Leadership Style: The Satya Nadella Microsoft Approach*, [w:] "Open Journal of Leadership", 2021, 10, 95-109. doi: 10.4236/ojl.2021.102007.
20. Ćwiąkała J., Gajda W., Ćwiąkała M. Górka E., Baran D., Wojak G., Mrzygłód P., Frasunkiewicz M., Ręczajski P., Piwnik J., (2025). *The importance of emotional intelligence in leadership for building an effective team*, [w:] "Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series", 2025, <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2025.221.5>.
21. Chevalier S., Perot A., Klenkenberg S., Dumoulin F., Declaye J., Stipulante S., Ghuysen A., Paquay M., *Emotional intelligence, transformational leadership, and team satisfaction during the COVID-19 period in Belgium*, *Frontiers in Organizational Psychology*, Vol. 3, (2025), <https://www.frontiersin.org/journals/organizational-psychology/articles/10.3389/forgp.2025.1578835>, DOI=10.3389/forgp.2025.1578835.



Donata Adler

mgr

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: dadler@wsei.edu.pl

ORCID: 0000-0001-9696-838X

Serhii Bilonoch

lic.

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: serhii.bilonoch@microsoft.wsei.edu.pl

MOTYWACJA 4.0 – PSYCHOLOGIA PRACY W ŚWIECIE VUCA

MOTIVATION 4.0 – WORK PSYCHOLOGY IN A VUCA WORLD

Słowa kluczowe: motywacja, VUCA, zaangażowanie pracowników, psychologia pracy, motywacja 4.0.

Keywords: motivation, VUCA, employee engagement, work psychology, motivation 4.0.

JEL Classification: J24, J28, J29, M12, M54

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji Motywacji 4.0 jako odpowiedzi na wyzwania psychologii pracy w dynamicznym i nieprzewidywalnym środowisku VUCA. W części teoretycznej omówiono ewolucję podejść do motywowania – od Motywacji 1.0 do 3.0 – oraz wskazano, dlaczego tradycyjne systemy nagród i kar przestają być skuteczne. W części analitycznej zaprezentowano kluczowe elementy Motywacji 4.0, takie jak: poczucie sensu, zaangażowanie, autonomia, dobrostan i kultura doceniania. W artykule podkreślono potrzebę dostosowania strategii motywacyjnych do współczesnych realiów, stawiając w centrum czło-

wieka i jego wewnętrzne potrzeby jako fundament efektywnego systemu motywacyjnego.

Abstract

The purpose of this article is to present the concept of Motivation 4.0 as a response to the challenges of work psychology in a dynamic and unpredictable VUCA environment. The theoretical section discusses the evolution of approaches to motivation – from Motivation 1.0 to 3.0 – and shows why traditional reward and punishment systems are no longer effective. The analytical part presents the key elements of Motivation 4.0, such as a sense of meaning, engagement, autonomy, well-being and a culture of appreciation. The article emphasizes the need to adapt motivational strategies to modern realities, placing the human being and his or her intrinsic needs at the center as the foundation of an effective motivational system.

WPROWADZENIE

Celem niniejszego artykułu jest przeprowadzenie analizy koncepcji Motywacji 4.0 jako współczesnego modelu motywacyjnego, adekwatnego do wyzwań psychologii pracy w warunkach środowiska VUCA. W części teoretycznej dokonano przeglądu ewolucji podejść do motywowania w zarządzaniu kapitałem ludzkim – od ujęć instrumentalnych (Motywacja 1.0 i 2.0), przez podejścia autonomiczne (Motywacja 3.0), aż po zintegrowany paradygmat Motywacji 4.0. W części empiryczno-analitycznej zidentyfikowano kluczowe determinanty efektywnego systemu motywacyjnego w XXI wieku, takie jak: sens pracy, zaangażowanie, dobrostan psychiczny, autonomia oraz kultura uznania. Artykuł stanowi próbę ukazania potrzeby redefinicji strategii motywacyjnych w kierunku bardziej humanistycznym, uwzględniającym psychologiczne i społeczne aspekty funkcjonowania człowieka w organizacji.

Współczesne organizacje funkcjonują w warunkach gwałtownych zmian technologicznych, społecznych i rynkowych. Otoczenie biznesowe określane akronimem VUCA (ang. Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity) cechuje się: zmiennością (ciągłe, nieprzewidywalne zmiany), niepewnością (trudność prognozowania przyszłości), złożonością (wiele powiązanych czynników wpływających na sytuację) oraz niejednoznacznością (brak klarownych interpretacji wydarzeń). W takim środowisku tradycyjne metody motywowania pracowników przestają być w pełni

skuteczne (Juchnowicz, Kinowska, 2023). Zarówno kadra zarządzająca, jak i pracownicy muszą dostosować się do nowych realiów, w których kluczowego znaczenia nabierają: poczucie sensu pracy, elastyczność oraz odporność psychiczna – traktowane jako fundamentalne czynniki psychologiczne w środowisku zawodowym (Sidor-Rządkowska, 2022; Sukmawati i inni 2025).

Pomimo ogromnego postępu w rozumieniu ludzkiej motywacji, badania wskazują, że poziom zaangażowania pracowników na świecie pozostaje niski. Według Raportu Gallupa „State of the Global Workplace” (2024) tylko 21% pracowników czuje się zaangażowanych w swoją pracę, a pozostałe 79% stanowią osoby niezaangażowane lub aktywnie zdezaktywowane. Oznacza to, że niespełna co piąty pracownik wykazuje entuzjazm i przywiązanie do swojej pracy, podczas gdy większość wykonuje swoje obowiązki bez poczucia głębszego związku z firmą lub wręcz zniechęcona. Jednocześnie zaledwie około 33% pracowników na świecie ocenia jakość swojego życia na poziomie „thriving” (w rozkwicie), co sugeruje spadek dobrostanu w ostatnich latach. W praktyce przekłada się to na mniejsze zadowolenie, słabszą produktywność oraz wyższe ryzyko rotacji w organizacjach (Basińska, Rozkwitalska-Welenc 2022; Lu, Ou, 2025).

Rysunek 1. Globalny odsetek pracowników zaangażowanych w pracę na świecie (2024)



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Gallup, State of the Global Workplace: 2024 Report.

Przedsiębiorstwa stają więc przed pilnym zadaniem przeformułowania podejścia do motywowania pracowników. Konieczne jest odejście od czysto transakcyjnych metod (typu „kij i marchewka”) na rzecz strategii uwzględniających wewnętrzne potrzeby człowieka, takie jak: rozwój osobisty, poczucie celu, czy bycie docenianym (Pereira i inni, 2025; Wang 2025). Pojęcie Motywacja 4.0 nawiązuje do czwartej rewolucji przemysłowej (Przemysł 4.0) i oznacza nowy paradygmat motywowania – dostosowany do ery cyfrowej, wiedzy i świata VUCA. W niniejszym artykule omówiono ewolucję koncepcji motywacji od podejścia 1.0 do 4.0, a następnie przeanalizowano, jakie elementy składają się na Motywację 4.0 w kontekście psychologii pracy. Szczególną uwagę poświęcono takim czynnikom jak: poczucie sensu (purpose), szczęście i dobrostan pracowników, ich zaangażowanie oraz rola doceniania w miejscu pracy.

1. EWOLUCJA PODEJŚĆ DO MOTYWACJI: OD MODELI 1.0 DO 3.0 W KONTEKŚCIE ŚRODOWISKA VUCA

Aby zrozumieć, czym jest Motywacja 4.0, warto prześledzić, jak na przestrzeni lat zmieniał się rozumienie motywacji do pracy. W rozdziałach pierwszym i drugim zastosowano metodę przeglądu literatury, której celem było ukazanie ewolucji podejść do motywowania – od ujęć instrumentalnych (Motywacja 1.0 i 2.0), przez podejścia autonomiczne (Motywacja 3.0), aż po zintegrowany paradygmat Motywacji 4.0. Omówione etapy odpowiadają dominującym paradygmatom w historii zarządzania i psychologii pracy. Poniżej przedstawiono ich charakterystykę.

1.1 Motywacja 1.0 – potrzeby i przetrwanie

Najwcześniejszym i najbardziej podstawowym poziomem motywacji – Motywacją 1.0 – jest dążenie do zaspokojenia fundamentalnych potrzeb biologicznych i bezpieczeństwa. W tym ujęciu człowiek motywowany jest przede wszystkim chęcią przetrwania. Historycznie, w kontekście pracy oznaczało to, że ludzie podejmowali wysiłek głównie po to, by zdobyć środki na zaspokojenie głodu, schronienia i innych niezbędnych do życia potrzeb. Pracownik ery preindustrialnej był silnie uzależniony od fizycznej konieczności – praca była często wymuszona warunkami żywiołymi, a nie wyborem czy pasją.

Charakterystyczne dla motywacji 1.0 jest działanie pod wpływem strachu przed karą lub głodem oraz naturalna potrzeba uniknięcia dyskomfortu (Rogowska 2021). W skrajnej formie przejawiało się to w systemach pracy przymusowej czy niewolniczej, gdzie jedynym motywatorem była groźba kary fizycznej lub śmierci. W mniej drastycznej formie, na wczesnym etapie rozwoju kapitalizmu, motywacja 1.0 opierała się na obawie przed utratą środków do życia oraz potrzebie zapewnienia podstawowej egzystencji. Nie istniało pojęcie samorealizacji w pracy, a szczęście czy satysfakcja nie były traktowane jako istotne czynniki związane z pracą zarobkową.

1.2 Motywacja 2.0 – bodźce zewnętrzne (kij i marchewka)

Rewolucja przemysłowa i rozwój kapitalizmu wprowadziły bardziej sformalizowane podejście do motywowania pracowników, które można określić jako Motywacja 2.0. To podejście opiera się na bodźcach zewnętrznych, czyli systemie nagród i kar – potocznie zwanym metodą „kija i marchewki”. Założeniem motywacji 2.0 jest przekonanie, że człowiek będzie pracował wydajnie wtedy, gdy zostanie odpowiednio wynagrodzony za pożądane zachowania (premie, podwyżki, bonusy) lub ukarany za zachowania niepożądane (np. nagana, utrata premii, zwolnienie) (Ćwiklicki, 2011).

W okresie uprzemysłowienia i rozwoju dużych przedsiębiorstw nastąpiła profesjonalizacja zarządzania. Frederick Taylor i twórcy naukowej organizacji pracy na początku XX wieku traktowali pracownika jak trybik w maszynie, który należy *kontrolować* i *stymulować* głównie finansowo (Kulesza i inni, 2011, s. 105-117). Przyjmowano, że człowiek jest z natury leniwy i będzie unikał pracy, jeśli nie otrzyma odpowiednich zachęt. W związku z tym płaca akordowa, system norm i premii za wykonanie planu oraz groźba kary za niewydajność stały się standardowymi narzędziami motywacyjnymi.

Takie podejście rzeczywiście potrafiło przynieść krótkoterminową poprawę wyników – pracownicy reagowali na bodźce finansowe zwiększonym wysiłkiem. Jednak szybko dostrzeżono ograniczenia motywacji 2.0. Motywatory zewnętrzne, jak pieniądze, działają często tylko do pewnego momentu i mają charakter krótkotrwały. Przykładowo, jednorazowa nagroda pieniężna może wywołać zadowolenie pracownika, lecz efekt ten gaśnie, jeśli nagrody nie powtarzają się regularnie. Co więcej, wyniki badań empirycznych wskazują, że przyznanie bonusu z dużym opóźnieniem

od momentu osiągnięcia wyniku znacznie osłabia efekt motywacyjny – pracownik nie łączy już nagrody z konkretnym wysiłkiem, który włożył wcześniej. Innymi słowy, nagrody muszą być natychmiastowe i częste, by utrzymać wysoki poziom motywacji zewnętrznej, co w praktyce bywa trudne i kosztowne.

W ramach motywacji 2.0 pojawiły się też pierwsze teorie naukowe wyjaśniające motywowanie pracowników. Przykładowo, teoria X i Y McGregora zwróciła uwagę, że sposób traktowania pracowników (jako leniwych z natury – teoria X, lub samosterownych i odpowiedzialnych – teoria Y) wpływa na styl motywowania (McGregor, 2007). Jednak dopiero kolejne dekady przyniosły zasadniczą zmianę myślenia o tym, co naprawdę napędza ludzi do działania.

1.3 Motywacja 3.0 – motywacja wewnętrzna i rozwój

W drugiej połowie XX wieku, wraz z rozwojem psychologii humanistycznej i pojawieniem się gospodarki opartej na wiedzy, doceniono rolę czynników wewnętrznych w motywowaniu człowieka. Motywacja 3.0 to paradygmat oparty na motywacji wewnętrznej – przekonaniu, że ludzie są naturalnie ciekawi, kreatywni i chcą się rozwijać, a praca może być dla nich źródłem satysfakcji i samorealizacji. W tym podejściu istotną rolę odgrywają autonomia, rozwój kompetencji oraz poczucie sensu i celu w pracy.

Klasyczne teorie psychologiczne ukształtowały drogę temu myśleniu. Abraham Maslow już w 1954 roku postulował, że po zaspokojeniu potrzeb podstawowych (fizjologicznych i bezpieczeństwa) ludzie dążą do zaspokojenia wyższych potrzeb: przynależności, uznania oraz samorealizacji (Kaufman 2018). Frederick Herzberg w swojej dwuczynnikowej teorii motywacji (1959) wykazał, że czynniki takie jak: osiągnięcia, uznanie, ciekawa praca czy możliwość rozwoju (nazywane czynnikami motywującymi) dają prawdziwe zadowolenie i motywację, podczas gdy czynniki higieny (płaca, warunki pracy) jedynie zapobiegają niezadowoleniu, ale same w sobie nie dają trwałego zapału do pracy (Mitsakis, Galanakis, 2022, s. 264-272).

Współcześnie idee te spopularyzował Daniel H. Pink, który opisując motywację 3.0, wskazał trzy filary motywacji wewnętrznej człowieka: autonomię (potrzebę samodzielnego kierowania swoim działaniem), mistrzostwo (dążenie do doskonalenia się w tym, co się robi) oraz cel (poczucie, że to co robimy ma sens i służy czemuś więcej niż tylko zarabianiu pieniędzy (Pink 2009). W swojej pracy *Drive: The Surprising Truth About*

What Motivates Us (2009) autor przekonująco argumentuje, że w przypadku pracy kreatywnej i wymagającej myślenia motywatory finansowe mogą wręcz obniżać efektywność – gdyż nadmierna koncentracja na nagrodzie zewnętrznej ogranicza wewnętrzną motywację i kreatywność.

Coraz więcej firm zaczęło więc wdrażać praktyki oparte na motywacji 3.0: dawać pracownikom większą swobodę w wyborze sposobu realizacji zadań (autonomia), umożliwiać podnoszenie kwalifikacji i zdobywanie nowych umiejętności (rozwój, mistrzostwo) oraz komunikować szerszą misję i wartości organizacji, aby pracownicy mogli identyfikować się z celem swojej pracy. Atmosfera pracy i kultura organizacyjna wspierająca współpracę, zaufanie i docenianie zaczęły być postrzegane jako równie ważne jak wynagrodzenie (Jošanov-Vrgović, 2025).

Na przestrzeni tych etapów – od 1.0 do 3.0 – motywowanie ewoluowało od prostej wymiany „praca za płacę” do bardziej złożonego podejścia uwzględniającego psychologiczne potrzeby pracownika. Motywacja 4.0 wyrasta z fundamentów motywacji wewnętrznej (3.0), lecz idzie o krok dalej, akcentując znaczenie sensu i celu w pracy w obliczu współczesnych wyzwań. Czym jednak dokładnie charakteryzuje się środowisko VUCA, w którym przyszło działać organizacjom, i dlaczego wymusza ono zmianę podejścia do motywowania? Odpowiedzi na te pytania będą zawarte w kolejnych częściach artykułu.

2. ŚRODOWISKO VUCA A WYZWANIA MOTYWACJI W PRACY

W ostatnich latach akronim VUCA stał się synonimem wyzwań, przed jakimi stoją liderzy i pracownicy. Świat VUCA – pełen zmienności, niepewności, złożoności i niejednoznaczności – wpływa na funkcjonowanie organizacji na wiele sposobów. Zrozumienie tych czynników jest kluczowe dla zbudowania skutecznego systemu motywowania 4.0, ponieważ tradycyjne metody nie zawsze zdają egzamin w nowych realiach.

2.1 Charakterystyka świata VUCA

Jak wspomniano uprzednio, skrót VUCA to akronim od Volatility (Zmienność), Uncertainty (Niepewność), Complexity (Złożoność), Ambiguity (Niejednoznaczność). Zmiany zachodzą szybko i często w nieprzewidywalny sposób, stąd zmienność jest jednym z uwarunkowań świata VUCA.

Cykl życia produktów i usług skraca się, pojawiają się nagłe zwroty na rynkach. Dla pracowników oznacza to konieczność ciągłego dostosowywania się do nowych zadań, technologii czy warunków pracy. Stabilność i rutyna – dawniej postrzegane jako atuty – dziś są rzadkością.

Przyszłość jest trudna do przewidzenia, a przeszłe doświadczenia nie zawsze pozwalają prognozować wyniki, co rodzi niepewność funkcjonowania. Firmy i zespoły muszą podejmować decyzje w warunkach braku pełnej informacji. Dla pracowników niepewność oznacza stres związany z brakiem jasnych celów i oczekiwań, a dla menedżerów – trudność w planowaniu długoterminowym.

Problemy, z którymi się stykamy, są złożone, mają wiele wzajemnie powiązanych przyczyn. Proste rozwiązania rzadko bywają skuteczne. W organizacjach przeważają: rozbudowane struktury, globalne łańcuchy dostaw i skomplikowane projekty wymagające interdyscyplinarnej wiedzy. Pracownik musi rozumieć szerszy kontekst swojej pracy i współpracować z wieloma interesariuszami.

Sytuacje, które się pojawiają są niejednoznaczne, mogą być interpretowane na różne sposoby. Brakuje ram czy procedur postępowania – co sprawdzało się wczoraj, dziś może nie działać. Role zawodowe także stają się płynne: zakres obowiązków nie jest sztywno zdefiniowany i często ulega zmianie.

Takie warunki powodują, że pracownicy mogą odczuwać zagubienie, stres oraz spadek motywacji, jeśli organizacja nie dostosuje swoich praktyk zarządzania. Wyzwaniem jest utrzymanie wysokiego zaangażowania zespołu wtedy, gdy ciągłość i przewidywalność zastąpiła permanentna zmiana. Świat VUCA wymaga zatem innego podejścia do motywowania – takiego, które zwiększa poczucie stabilizacji wewnętrznej u pracowników mimo zewnętrznej niestabilności oraz promuje innowacyjność i elastyczność.

2.2 Nowe wymagania wobec motywowania pracowników

W środowisku VUCA skuteczne motywowanie wymaga uwzględnienia kilku kluczowych aspektów. Pierwszym z nich jest zwiększanie klarowności i redefiniowanie celów. Wobec niejednoznaczności otoczenia, ważne jest częste komunikowanie pracownikom dokąd zmierzamy i dlaczego dana praca jest ważna. Nawet jeśli szczegółowe plany się zmieniają, utrzymanie silnego poczucia ogólnego celu i misji firmy pomaga

ludziom odnaleźć sens w codziennych zadaniach. Gdy problemy są złożone i nowe, przydaje się umiejętność przeformułowania wyzwań. Jak zauważają Julia Binder i Michael D. Watkins na łamach Harvard Business Review (2024), aby rozwiązać trudny problem, często trzeba najpierw zmienić sposób jego postrzegania – innymi słowy, przeformułować go (reframe) (Binder, Watkins, 2024). Autorzy proponują pięć kroków podejścia do problemu: poszerzenie perspektywy, wnikliwe zbadanie faktów, „wejście w buty” różnych interesariuszy (empatia), wyniesienie dyskusji na meta-poziom (szersze spojrzenie) oraz wyobrażenie sobie alternatywnych rozwiązań. Takie podejście w praktyce przekłada się na styl zarządzania, w którym zamiast sztywno trzymać się raz ustalonych założeń, lider zachęca zespół do kreatywnego myślenia i wspólnego szukania nowych dróg. Dla pracownika udział w twórczym rozwiązywaniu problemów bywa silnym motywatorem – daje poczucie wpływu i intelektualnego wyzwania.

Kolejnym aspektem jest elastyczność i autonomia. Zmienność wymaga, by pracownicy mieli swobodę szybkiego dostosowywania sposobu działania do aktualnych warunków. Sztywne procedury mogą krępować inicjatywę, dlatego organizacje w świecie VUCA delegują uprawnienia na niższe szczeble i wspierają samodzielność pracowników. Oznacza to, że autonomia – już wcześniej ważna (w motywacji 3.0) – nabiera jeszcze większego znaczenia (Jošanov-Vrgović 2025; Lu, Ou 2025). Pracownik, który ma przestrzeń do podejmowania decyzji i eksperymentowania, czuje się bardziej odpowiedzialny za swoją pracę, a to wzmacnia jego zaangażowanie. Przykładem mogą być metodyki zwinne (Agile) w zarządzaniu projektami, gdzie samoorganizujące się zespoły same planują swoje działania. Taki styl pracy zwiększa poczucie sprawczości – ludzie widzą bezpośredni związek między swoimi decyzjami a rezultatami (Sasmitha i inni 2025).

Kontynuując, równie ważne jest wsparcie w rozwoju kompetencji i uczeniu się. W obliczu wysokiej złożoności zadań, pracownicy muszą stale się uczyć i poszerzać kompetencje. Firma wspierająca motywację 4.0 inwestuje w rozwój ludzi – oferuje szkolenia, coaching, możliwość rotacji stanowisk czy uczestnictwa w innowacyjnych projektach. Perspektywa nabycia nowych umiejętności działa motywująco, bo pracownik czuje, że się rozwija, a przez to zwiększa swoją wartość na rynku pracy (co daje mu także poczucie bezpieczeństwa w niepewnych czasach). Co istotne, tworzenie kultury organizacyjnej, w której *uczenie się na błędach* jest akceptowane, zachęca pracowników do podejmowania inicjatywy bez paraliżującego

strachu przed porażką. W świecie VUCA błędy są nieuniknione, lecz mogą stać się cennymi lekcjami – jeśli organizacja wyciąga z nich wnioski, zamiast wyłącznie karać. Taka kultura uczenia się zwiększa odporność zespołów na przeciwności.

Warte podkreślenia jest również zapewnienie wsparcia emocjonalnego i poczucia bezpieczeństwa. Ciągła niepewność i zmiany mogą rodzić stres i poczucie destabilizacji. Dlatego nowoczesne podejście do motywowania obejmuje dbałość o dobrostan psychiczny pracowników. Liderzy powinni okazywać empatię, komunikować się otwarcie i budować tzw. *psychological safety* – klimat, w którym członkowie zespołu czują, że mogą dzielić się obawami, pomysłami czy przyznać do trudności bez lęku przed negatywnymi konsekwencjami. Troska o samopoczucie ludzi (np. poprzez programy well-being, elastyczny czas pracy, wsparcie w zachowaniu równowagi praca-życie) przekłada się na ich większą lojalność i motywację do pracy (Wang, 2025). Pracownik, który czuje się zaopiekowany przez pracodawcę w trudnych momentach, będzie bardziej skłonny do wysiłku i pozostania w firmie, nawet jeśli otoczenie zewnętrzne jest niespokojne.

Podsumowując, Motywacja 4.0 w środowisku VUCA oznacza budowanie takiego systemu pracy i kultury organizacyjnej, który da pracownikom jasność co do sensu działań przy jednoczesnym umożliwieniu im dużej elastyczności w sposobie realizacji zadań (Pereira i inni, 2025). Motywowanie odbywa się tu poprzez wyznaczanie inspirujących celów zamiast drobiazgowego kontrolowania, poprzez wspólne poszukiwanie rozwiązań zamiast odgórnego narzucania, oraz poprzez wspieranie ludzi w rozwoju i radzeniu sobie ze stresem zamiast wykorzystywania lęku jako narzędzia. Takie podejście tworzy fundamenty zaangażowania, ale by zrozumieć pełen obraz Motywacji 4.0, trzeba jeszcze przyjrzeć się kwestiom sensu pracy, szczęścia oraz doceniania – bo to one nadają kierunek wysiłkom pracowników w niepewnych czasach.

3. MOTYWACJA 4.0 – SENS, DOCENIANIE I ZAANGAŻOWANIE

Motywacja 4.0 skupia się wokół człowieka jako istoty poszukującej sensu oraz relacji, a nie tylko reagującej na bodźce. W świecie VUCA, gdzie warunki zewnętrzne są trudne, to wewnętrzne poczucie celu i emocjonalna więź z pracą stają się głównym napędem działania. W tym rozdziale omówiono trzy centralne filary Motywacji 4.0: poczucie sensu (purpose) po-

wiązane z odczuwaniem szczęścia i spełnienia, zaangażowanie oparte na identyfikacji z celem i wartościami oraz siłę doceniania, czyli rolę uznania i informacji zwrotnej w budowaniu motywacji. Analiza została oparta na metodzie desk research, obejmującej przegląd aktualnej literatury naukowej, raportów oraz koncepcji z zakresu psychologii pracy i zarządzania. Aby lepiej zobrazować zmiany w podejściu do motywowania pracowników, poniżej przedstawiono syntetyczne zestawienie kluczowych cech czterech kolejnych etapów ewolucji motywacji:

Tabela 1. Ewolucja koncepcji motywacji od 1.0 do 4.0

Wersja „Motywacji”	Charakterystyka i główne założenia
Motywacja 1.0	<i>Przetrwanie i potrzeby fizjologiczne.</i> Dominują podstawowe motywatory biologiczne (głód, bezpieczeństwo). Praca wykonywana z konieczności życiowej lub pod presją siły/strachu. Brak znaczenia wyższych potrzeb w kontekście pracy.
Motywacja 2.0	<i>Bodźce zewnętrzne – nagrody i kary.</i> Motywacja oparta na korzyściach materialnych, płacy, premiach oraz unikaniu kar. Człowiek reaguje na system zachęt finansowych („marchewka”) i sankcji („kij”). Skuteczna głównie krótkoterminowo; ryzyko spadku efektu motywacji po ustaniu bodźca.
Motywacja 3.0	<i>Motywacja wewnętrzna – rozwój i satysfakcja.</i> Nacisk na autonomię, możliwość rozwoju, osiągnięcia i uznanie. Praca postrzegana jako źródło samorealizacji i satysfakcji. Ważne czynniki: ciekawość, kreatywność, poczucie znaczenia wykonywanych zadań. Atmosfera zaufania i doceniania sprzyja zaangażowaniu.
Motywacja 4.0	<i>Sens, cel i adaptacyjność w świecie VUCA.</i> Nowy paradygmat dostosowany do dynamicznych zmian. Łączy motywację wewnętrzną z potrzebą większej elastyczności, odporności na stres i poczucia głębszego sensu pracy. Podkreśla się misję i wartości organizacji, wpływ pracy na otoczenie, kulturę ciągłego uczenia się oraz systematyczne docenianie wkładu pracowników.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: R. Czahajda, *Motywacja 4.0, czyli bez drogi na skróty*, EPALE – Elektroniczna platforma na rzecz uczenia się dorosłych w Europie, Europejska Agencja Wykonawcza Ds. Edukacji i Kultury (EACEA), 2020.

3.1 Poczucie sensu pracy a szczęście pracownika

Wybitny psycholog i psychiatra Viktor Frankl, ocalały z Holokaustu twórca logoterapii, podkreślał, że poczucie szczęścia jest w życiu raczej skutkiem ubocznym posiadania sensu, niż celem samym w sobie (Frankl 2018, s. 149). Frankl przekonywał, że nie należy bezpośrednio gonić za szczęściem – zamiast tego trzeba znaleźć znaczenie (sens) w swoim ist-

nieniu, a szczęście *pojawia się samo* jako rezultat realizacji wartościowych celów. W kontekście pracy oznacza to, że pracownicy odczuwają prawdziwe zadowolenie i spełnienie wtedy, gdy widzą głębszy sens w tym, co robią – gdy mają poczucie, że ich praca przyczynia się do czegoś ważnego, że służy nie tylko firmie, ale i szerszej społeczności lub misji (Piwowarski, 2022; 2023).

We współczesnym miejscu pracy coraz częściej mówi się o potrzebie *meaningful work* – pracy dającej poczucie znaczenia. Dla młodszych pokoleń pracowników, np. pokolenia Millennialsów czy Z, czynniki takie jak wartości wyznawane przez firmę, jej wpływ na społeczeństwo, czy środowisko naturalne stały się istotne przy wyborze zatrudnienia. Chcą oni wiedzieć, *po co* wykonują dane zadania i jakie większe dobro z nich wynika. Przykładowo, informatyk może odczuwać większą satysfakcję pracując nad oprogramowaniem medycznym ratującym życie niż nad aplikacją zwiększającą zyski z reklam – nawet jeśli oba zajęcia są podobnie płatne.

Badania potwierdzają, że poczucie celu ma ogromny wpływ na motywację i dobrostan pracowników. W badaniach Dhingra i innych (2021), wydanych pod egidą McKinsey w USA podkreśla się, że doświadczenia pandemii COVID-19 skłoniły ludzi do przewartościowania swojej pracy. Aż ponad dwie trzecie ankietowanych w badaniu pracowników przyznało, że pandemia sprawiła, iż głębiej zastanowili się nad celem swojego życia – a blisko połowa rozważała zmianę rodzaju pracy na taką, która da im większe poczucie sensu. Co istotne, około 70% pracowników stwierdziło, że ich osobisty sens życiowy w dużej mierze definiuje praca, którą wykonują. Innymi słowy, praca nie jest dla nich tylko sposobem zarabiania na rachunki – jest ważnym elementem tożsamości i poczucia własnej wartości (Adler, 2015).

Konsekwencje dla pracodawców są jasne: jeżeli organizacje nie pomogą pracownikom odnaleźć poczucia celu w ramach ich ról, ryzykują utratę talentów na rzecz firm, które to potrafią zapewnić. Ci spośród pracowników, którzy czują, że ich praca jest zgodna z ich wewnętrznym „dlaczego”, są znacznie bardziej zaangażowani, wydajni i lojalni. Mają też wyższy poziom dobrostanu. W badaniach McKinsey (2021) zauważa się, że osoby realizujące swój *purpose* poprzez pracę są: zdrowsze, bardziej odporne psychicznie oraz chętniej pozostają w firmie. Kiedy zaś wartości pracownika i organizacji są zbieżne, pojawia się swoista synergia: rośnie gotowość do dodatkowego wysiłku, do rekomendowania firmy innym i buduje się trwałe zaangażowanie.

Z drugiej strony, brak poczucia sensu prowadzi do wypalenia i frustracji. Pracownik, który nie widzi wartości w swoim wkładzie, będzie wyko-

nywał zadania mechanicznie, bez energii, a przy pierwszej nadarzającej się okazji zmieni pracodawcę na takiego, gdzie jego praca wyda mu się bardziej znacząca. W skrajnych przypadkach ludzie odchodzą z wysokopłatnych posad korporacyjnych, by realizować się np. w organizacjach non-profit, czy we własnych przedsięwzięciach zgodnych z pasją – właśnie po to, by odzyskać sens i radość z pracy.

Rolą liderów w ramach Motywacji 4.0 jest zatem pomóc pracownikom odnaleźć związek między codziennymi obowiązkami a większym obrazem misji firmy oraz ich osobistymi wartościami. Czasem wymaga to po prostu lepszej komunikacji: menedżer powinien objaśniać, jaki wpływ ma praca zespołu na końcowy produkt lub na klienta. Innym razem warto zaangażować pracowników w tworzenie wizji i celów działu, czy organizacji – tak, aby mieli poczucie, że współtworzą coś ważnego. Im silniejsze poczucie sensu, tym większe prawdopodobieństwo, że pojawi się również poczucie szczęścia i spełnienia w pracy (Basińska, Rozkwitalska-Welenc, 2022). Szczęście w tym ujęciu nie oznacza euforii czy braku stresu – raczej głęboką satysfakcję z podążania właściwą drogą zawodową pomimo napotykanych trudności.

3.2 Cel (purpose) i zaangażowanie pracowników

Zaangażowanie pracownika definiuje się jako emocjonalny i intelektualny związek z wykonywaną pracą oraz organizacją. Jest ono efektem wielu czynników, o których była mowa powyżej: poczucia sensu, autonomii, możliwości rozwoju, doceniania, dobrej atmosfery itp. W koncepcji Motywacji 4.0 zaangażowanie nie jest wymuszane zewnętrźnie, lecz wyrasta naturalnie, gdy organizacja zaspokaja kluczowe potrzeby psychologiczne pracowników.

Niestety, globalne badania sugerują, że większość firm ma jeszcze dużo do zrobienia w tym zakresie. Wspomniany Raport Gallupa (2024) „State of the Global Workplace” ujawnia, że tylko 21% pracowników na świecie czuje się zaangażowanych. Oznacza to, że prawie 4 na 5 osób nie wykorzystuje w pełni swojego potencjału i nie jest w pełni oddana temu, co robi. Taki stan rzeczy to olbrzymia *utracona szansa* – według szacunków Gallupa globalna gospodarka traci biliony dolarów z powodu niewykorzystanego zaangażowania pracowników. Gdyby udało się zaangażować wszystkich, światowe PKB mogłoby wzrosnąć o dodatkowe 9%, dzięki wyższej produktywności.

Co więcej, w raporcie stwierdza się także spadek dobrostanu pracowników: odsetek osób, które oceniają jakość swojego życia jako wysoki

(thriving), zmalał do 33%. Istnieje silny związek między zaangażowaniem a dobrostanem – połowa zaangażowanych pracowników równocześnie czuje, że dobrze prosperuje w życiu, podczas gdy wśród niezaangażowanych tylko jedna trzecia może to samo powiedzieć. Innymi słowy, praca i życie osobiste przenikają się: brak satysfakcji z pracy obniża ogólne poczucie szczęścia, co z kolei może przekładać się na słabsze wyniki w pracy – powstaje błędne koło. W interesie zarówno pracodawcy, jak i pracowników jest zatem budowanie wysokiego zaangażowania.

Jak w praktyce Motywacja 4.0 pomaga zwiększyć zaangażowanie? Po pierwsze, przez łączenie indywidualnego celu pracownika z celem organizacji. Jeżeli firma posiada jasno zdefiniowaną misję i wartości (np. „ulepszamy życie ludzi poprzez nasze produkty” albo „tworzymy przyjazne środowisko pracy, gdzie każdy głos się liczy”), to powinna komunikować je często i konkretnie przekładać na działania. Kiedy pracownik widzi, że jego praca jest spójna z tymi wartościami, pojawia się duma z bycia częścią czegoś większego oraz chęć działania na najwyższym poziomie.

Po drugie, zaangażowanie rośnie, gdy pracownik czuje wpływ i sprawczość. Omówione w poprzednim rozdziale zwiększenie autonomii oraz włączanie zespołu w decyzje buduje poczucie odpowiedzialności za wspólny sukces (Lu, Ou, 2025). Pracownik zaangażowany mówi „to *moja* firma/projekt, zależy mi, aby się powiodło”, w przeciwieństwie do pracownika obojętnego, który ogranicza się do myślenia „to tylko praca – odbędę swoje i wychodzę”.

Po trzecie, ogromny wpływ ma styl przywództwa. Menedżerowie w podejściu 4.0 pełnią rolę *coachów i mentorów* bardziej niż nadzorców. Zamiast tylko wymagać i rozliczać z zadań, starają się wspierać pracowników, usuwać przeszkody z ich drogi, pytać o opinie. Taki partnerski styl zarządzania zwiększa zaufanie w zespole (Padilha, 2025). Kiedy ludzie ufają swoim liderom – wierzą, że ci mają na uwadze ich dobro i rozwój – są bardziej skłonni angażować się w 100%.

Na koniec warto zauważyć, że wysoki poziom zaangażowania przekłada się na konkretne korzyści: lepszą jakość pracy, mniejszą absencję, niższą fluktuację kadr i wyższą innowacyjność. Zaangażowani pracownicy chętniej proponują usprawnienia, dbają o klienta i pozostają lojalni wobec firmy nawet w trudnych okresach. W świecie VUCA, gdzie zmiana jest jedyną stałą, posiadanie zmotywowanego, elastycznego zespołu staje się przewagą konkurencyjną. Motywacja 4.0 wskazuje drogę, jak tę przewagę osiągnąć – poprzez humanistyczne podejście do ludzi i danie im powodów, by chcieli z siebie dawać jak najwięcej. Jednym z najprostszych, a czę-

sto zaniedbywanych sposobów na to jest docenianie pracowników, o czym traktuje kolejna sekcja.

3.3 Siła doceniania – rola uznania i feedbacku

Każdy człowiek pragnie czuć się doceniony – to jedna z podstawowych potrzeb psychologicznych, związana z poczuciem własnej wartości. W kontekście pracy docenianie oznacza uznanie wysiłku, osiągnięć lub postawy pracownika przez przełożonych i współpracowników. Może przybierać formę pochwały ustnej, podziękowania wysłanego e-mailem, wyróżnienia na forum firmy, drobnej nagrody rzeczowej czy nawet po prostu szczerego „dziękuję, dobra robota”. Choć wydaje się to oczywiste, praktyka pokazuje, że w wielu firmach brakuje kultury regularnego doceniania. Spośród najnowszych badań warto przytoczyć Global Culture Report (2025), O.C. Tanner Institute oraz Polski HRM Institute w ramach inicjatywy „Siła Doceniania” (2021).

I tak, Polski HRM Institute w ramach inicjatywy „Siła Doceniania” (2021) przeprowadził badania dotyczące znaczenia uznania w pracy. Z raportu wynika, że niemal 99% pracowników twierdzi, iż bycie docenianym w pracy jest dla nich ważne – niezależnie od płci, wieku czy branży. Mimo to tylko 54% badanych respondentów uważa, że faktycznie czują się docenieni przez swojego pracodawcę. Innymi słowy, prawie połowa pracowników nie doświadcza uznania na co dzień. To poważny sygnał alarmowy dla firm: czy stać nas na to, by tak wielu ludzi czuło się niewidzialnymi trybikami? Jak podkreśla HRM Institute, *niedoceniany pracownik nie czuje się związany z firmą i nie ma motywacji, żeby pracować jak najlepiej*. Brak uznania nie tylko osłabia więź z pracodawcą, ale również obniża motywację i chęć do pełnego angażowania się w pracę.

Istotne są również wyniki dotyczące różnic pokoleniowych i kultury feedbacku (Sukmawati i inni, 2025). Z wspomnianego wyżej raportu wynika, że poczucie bycia docenianym spada wraz z wiekiem – w grupie młodych pracowników (do 29 lat) 67% czuje się docenianych, podczas gdy w grupie powyżej 50 lat już tylko 41%. Może to wskazywać, że młodsze pokolenia głośniejszy artykułują potrzebę uznania i oczekują częstszego feedbacku, podczas gdy starsi być może przywykli do jego braku (choć nadal go potrzebują). Badanie wykazało też, że radość w pracy jest ważna dla 98% osób, lecz tylko nieliczni doświadczenia jej regularnie – a przecież jednym z czynników budujących radość jest właśnie pozytywna informacja zwrotna i świętowanie sukcesów, nawet drobnych.

W ramach Motywacji 4.0 docenianie pełni rolę potężnego, ale pozytywnego motywatora zewnętrznego, który jednocześnie wzmacnia motywację wewnętrzną. Gdy przełożony chwali pracownika za dobrze wykonane zadanie, nie tylko daje mu chwilową satysfakcję (co jest motywujące tu i teraz), ale też buduje jego wewnętrzne przekonanie o własnej kompetencji i wartości. Pracownik myśli: „skoro mnie docenili, to znaczy, że moja praca ma sens i że jestem w tym dobry” – a to napędza do dalszego wysiłku, rozwoju i podejmowania inicjatywy. Docenianie zaspokaja potrzebę uznania i osiągnięć (o której mówił Herzberg czy Maslow), będąc tym samym pomostem między motywacją zewnętrzną a wewnętrzną.

W praktyce organizacje mogą wzmacniać kulturę doceniania na wiele sposobów (Global Culture Report, 2025). Najważniejsze jest jednak, by stało się to elementem codziennych nawyków menedżerskich. Pochwała, czy podziękowanie nic nie kosztują, a mają ogromną siłę. Należy tylko pamiętać, że docenienie powinno być szczere, konkretne i proporcjonalne. Pracownicy łatwo wyczuwają fałsz – ogólne frazesy typu „dobrze się spisujecie, róbcie tak dalej” powtarzane automatycznie nie przynoszą efektu. Znacznie lepiej działa szczegółowa informacja: np. „Marku, świetnie przygotowałeś dzisiejszą prezentację dla klienta, zrobiłeś na nich duże wrażenie – dziękuję, to ważne dla naszego zespołu”. Taka pochwała zajmuje 10 sekund, a potrafi na długo podnieść morale pracownika.

W kulturze Motywacji 4.0 docenianie nie płynie tylko z góry na dół – zachęca się również do wzajemnego uznania w zespole. Koledzy mogą sobie nawzajem dziękować za pomoc, dzielić się pozytywnym feedbackiem. Niektóre firmy wprowadzają proste programy typu „pracownik miesiąca” wybierany przez współpracowników lub systemy zgłaszania kolegów do pochwały przy cotygodniowych spotkaniach. Chodzi o to, aby świętować sukcesy (nawet małe) i wzmacniać pozytywne postawy. W ten sposób ludzie czują, że ich wysiłki są zauważane na bieżąco, a nie dopiero przy corocznej ocenie.

Co więcej, naturalnym efektem kultury doceniania jest również wzmocnienie więzi społecznych w miejscu pracy. Gdy pracownicy dostają pozytywny feedback, rośnie ich zaufanie do przełożonych, ale także wzajemna sympatia i chęć współpracy. Tworzy się środowisko, w którym ludzie cieszą się z sukcesów innych, zamiast rywalizować w toksyczny sposób. To sprzyja współdzieleniu wiedzy, pomocy koleżeńskiej i ogólnie lepszej atmosferze – a te czynniki z kolei znowu wspierają motywację wewnętrzną. Widać tu więc efekt spirali: docenianie rodzi zaangażowanie i lojalność, co przekłada się na lepsze wyniki, za które znowu można pracowników docenić.

Podsumowując, „siła doceniania” jest nie do przecenienia. Nawet w czasach kryzysu czy ograniczonych budżetów na podwyżki, firmy zawsze dysponują tym „darmowym” narzędziem motywowania jakim jest uznanie. W świecie VUCA, gdzie tak wiele czynników negatywnie wpływa na psychikę i poczucie bezpieczeństwa ludzi, pozytywna informacja zwrotna pełni rolę swoistego *emocjonalnego wynagrodzenia*. Pracownik, który usłyszał, że jego praca jest wartościowa, kończy dzień w lepszym nastroju i z większą chęcią przychodzi jutro – a to właśnie buduje Motywację 4.0 w praktyce.

PODSUMOWANIE

W świecie VUCA organizacje, które chcą przetrwać i rozwijać się, muszą świadomie budować kulturę wysokiego zaangażowania. Oznacza to m.in. inwestycję w ludzi – nie tylko materialną, ale i emocjonalną. Liderzy powinni komunikować jasno dokąd zmierzają i po co, ale też słuchać swoich zespołów i okazywać empatię. Dbanie o dobrostan pracowników to już nie bonus, lecz konieczność: wypalony, zestresowany pracownik nie będzie kreatywny ani produktywny. Z kolei pracownik zmotywowany, który czuje się szczęśliwy i spełniony, potrafi góry przenosić – co wprost przekłada się na przewagę konkurencyjną firmy.

W artykule szczegółowo przedstawiono, na czym polega nowy paradygmat motywowania pracowników – Motywacja 4.0 – oraz wyjaśniono, dlaczego jest on niezbędny w warunkach świata VUCA. Artykuł oferuje nie tylko teoretyczne ujęcie problemu, ale również praktyczne wskazówki, jak wdrażać skuteczne strategie motywacyjne w organizacjach. Dzięki analizie psychologicznych podstaw motywacji, omówieniu empirycznych danych (m.in. z badań Gallupa, McKinsey’a, O.C. Tanner) oraz osadzeniu tematu w kontekście zmieniającego się środowiska pracy, uargumentowano, że Motywacja 4.0 jest odpowiedzią na aktualne potrzeby zarówno pracowników, jak i pracodawców. Na podstawie przedstawionej analizy można skonstatować, że cel artykułu został zrealizowany.

Na zakończenie, psychologia pracy w świecie VUCA sugeruje, że jedyną stałą rzeczą jest zmiana. Dlatego system motywacyjny również musi być żywy i adaptacyjny. Firmy powinny regularnie badać puls zaangażowania, pytać pracowników, co jest dla nich ważne i reagować na te informacje. Kluczowe jest ciągłe uczenie się i doskonalenie podejścia – dokładnie tak, jak wymaga tego VUCA. Motywacja 4.0 nie jest zbiorem sztywnych

reguł, lecz raczej pewną filozofią zarządzania opartą na humanistycznych wartościach i zaufaniu do potencjału ludzi. Realizując ją, organizacje mogą nie tylko poprawić swoje wyniki finansowe, ale też stać się miejscami, w których pracownicy odnajdują sens i szczęście – a to prawdopodobnie największa nagroda w zmiennym i niepewnym świecie.

BIBLIOGRAFIA

1. Adler D., *Tożsamość i indywidualność jednostki na tle współczesnych koncepcji zarządzania organizacją*, [w:] Synowiec A. (red.), „Wyzwania naukowców we współczesnym świecie”, Częstochowa: Omnibus, 2015, s. 199-207.
2. Basińska B., Rozkwitalska-Welenc M., *Psychological capital and happiness at work: The mediating role of employee thriving in multinational corporations*, „Current Psychology”, 2022, 41. 10.1007/s12144-019-00598-y.
3. Binder J., Watkins M.D., *To Solve a Tough Problem, Reframe It*, Harvard Business Review, 2024.
4. Czahajda, *Motywacja 4.0, czyli bez drogi na skróty*, EPAL - Elektroniczna platforma na rzecz uczenia się dorosłych w Europie, Europejska Agencja Wykonawcza ds. Edukacji i Kultury (EACEA), Bruksela, 2020, <https://epale.ec.europa.eu/en/node/163611>.
5. Ćwiklicki M., *Współczesne oblicza taylorizmu*. [w:] *Rozwój koncepcji i metod zarządzania*, Red.: J. Czekaj, M. Lisiński, Kraków: Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie; 2011.
6. Dhingra N., Samo A., Schaninger B., Schrimper M., *Help Your Employees Find Purpose – or Watch Them Leave*, New York: McKinsey & Company, 2021.
7. Frankl V.E., *Człowiek w poszukiwaniu sensu*, Warszawa: Wyd. Czarna Owca, 2022.
8. Gallup, *State of the Global Workplace*, Raport Gallupa, Waszyngton: D.C., 2024, <https://healthyworkcompany.com/wp-content/uploads/2024/08/state-of-the-global-workplace-2024-key-insights.pdf>.
9. *Global Culture Report 2025*, O.C., Tanner Institute, <https://www.occ-tanner.com/global-culture-report-executive-summary/2025>.
10. Herzberg F., Mausner B., Snyderman B.B., *The motivation to work*, New York: Wiley, 1959. <https://doi.org/10.4324/9781315124827>.
11. HRM Institute, *Raport 2008. „Siła Doceniania”*, Warszawa: HRM Institute, 2025, <https://siladoceniania.pl/raport-sila-doceniania/>.

12. Jošanov-Vrgović I., *From Motivation To Realization the Power of Human Potential in a Vuca World*, Sivas Cumhuriyet University, International Multidisciplinary Scientific Research Congress, July 04-06, 2025 / Sivas, Türkiye, full text book, 2025, volume 3.
13. Juchnowicz M., Kinowska H., *Zarządzanie kapitałem ludzkim w warunkach niepewności. Wyzwania i implikacje*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2023, <https://www.pwe.com.pl/ksiazki/zasoby-ludzkie/zarządzanie-kapitałem-ludzkim-w-warunkach-niepewności-wyzwania-i-implikacje,p451652241>.
14. Kaufman S.B., *Transcend: The New Science of Self-Actualization*, New York: Wydawnictwo Tarcher Perigee, 2018.
15. Kulesza M.G., Weaver P.Q., Friedman S., Frederick W., *Taylor's presence in 21st century management accounting systems and work process theories*, [w:] "Journal of Business and Management", 2011, 17(1), s. 105-117, <https://doi.org/10.1504/JBM.2011.141194>.
16. Lu X. i Ou R., *The Impact of Job Autonomy on Job Thriving and Its Boundary Conditions*, [w:] "International Journal of Organizational Leadership", t. 14, nr 1, 2025, s. 139-155. DOI: 10.33844/ijol.2025.60453.
17. McGregor D., *Humanistyczne oblicze przedsiębiorstwa*, przeł. A. Moraska, Warszawa: PWN, 2007.
18. Mitsakis M., Galanakis M., *An Empirical Examination of Herzberg's Theory in the 21st Century Workplace*, Psychology, 2022, 13(2), 264-272, <https://doi.org/10.4236/psych.2022.132015>.
19. Padilha R., *The leader must also sit on the balcony: a reflection on meta-competent leadership*, Available at SSRN, 2025: <https://ssrn.com/abstract=5497393> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5497393>.
20. Pereira E.F., Miswanto M., Biyanto F., Siregar B., Soares, A.R.C., Pereira F.M., *The Role of Meaningful Work and Employee Well-being on Employee Experience: Moderation by Employee Autonomy – Literature Review*, "International Journal of Islamic Business and Management Review", 4(2), 138-155, <https://doi.org/10.54099/ijibmr.v4i2.1182>.
21. Pink D.H., *Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us*, New York: Riverhead Books, 2009.
22. Piwowarski T., *Eklektyzm organizacyjny*. [w:] „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie”, 2023, nr 19, 231-259, <https://doi.org/10.15678/ZNWSEI.2023.19.12>.
23. Piwowarski T., *Ewolucja budżetowania w niepewnych czasach, czyli od czerwieni do fioleto*, [w:] „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Eko-

- nomii i Informatyki w Krakowie", 2022, 18, s. 145-170, <https://doi.org/10.15678/ZNWSEI.2022.18.09>.
24. Rogowska D., *Motywacja pracownicza w świetle wybranych perspektyw teoretycznych. Szkic problematyki*, [w:] „Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy”, 2021, nr 39(2), s. 49-64, DOI: 10.5604/01.3001.0014.9222.
25. Sasmita Y., Aditya K., Purnamasari S., Nor N.A.M., *Transformational Leadership and Organizational Agility in the Era of Industry 4.0*, Journal of Economics and Management, 2025, 3(2), 61-67, <https://doi.org/10.70716/ecom.v3i2.250>.
26. Sidor-Rządkowska M., *VUCA or BANI? – The challenges of human capital management in post(?)pandemic times*, [w:] „Zeszyty Naukowe. Organizacja i Zarządzanie / Politechnika Śląska”, 2022, z. 159, s. 393-402, DOI: <https://doi.org/10.29119/1641-3466.2022.159.31>.
27. Sukmawati Seri Suriani, Abdul Karim, Lukman Setiawan, Muhammad Kafrawi Yunus, *Building sustainable human resource work meaning: A case study of Generation Z*, [w:] “International Journal of management and Sustainability”, Conscentia Beam, 2025, vol. 14(3), pages 787-802, <https://ideas.repec.org/a/pkp/ijomas/v14y2025i3p-787-802id4367.html>.
28. Wang Z., *What we know about rewards*, In Rethinking Motivation and Reward Management (pp. 48-65). Edward Elgar Publishing, 2025, DOI: <https://doi.org/10.4337/9781035339167.00009>.

SPIS TABEL

Tabela 1. Ewolucja koncepcji motywacji od 1.0 do 4.0.

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Globalny odsetek pracowników zaangażowanych w pracę na świecie (2024).



Atiya Fatima
MEng,
European Research University, Czech
Republic
e-mail: atiyafatima1421@gmail.com
ORCID: 0009-0003-4374-7622

Tomasz Czapran
Assoc. Prof., Ph.D., Eng.,
European Research University, Czech
Republic
e-mail: tomasz.czapran@eruni.org
Assoc. Prof., Ph.D., Eng.,
University of London RTC, United Kingdom
e-mail: tomasz.czapran@london.ac.uk
dr hab. inż., prof. WSEI
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
e-mail: tczapran@wsei.edu.pl
ORCID: 0000-0002-2246-5760

THE IMPACT OF E-COMMERCE AND DIGITAL MARKETS ON EUROPEAN ECONOMIC GROWTH: A COMPARATIVE ANALYSIS OF GERMANY AND THE CZECH REPUBLIC

WPŁYW HANDLU ELEKTRONICZNEGO I RYNKÓW CYFROWYCH NA
WZROST GOSPODARCZY W EUROPIE: ANALIZA PORÓWNAWCZA
NIEMIEC I CZECH

Keywords: *E-commerce, Economic Growth, Digital Transformation, Czech Republic, Germany, Comparative Analysis.*

Słowa kluczowe: *handel elektroniczny, wzrost gospodarczy, transformacja cyfrowa, Czechy, Niemcy, analiza porównawcza.*

JEL Classification: L81, F43, M15, M21

Abstract:

This article investigates the relationships between e-commerce, digital markets, and economic growth in the European Union, focusing on a comparative analysis of Germany (Western Europe) and the Czech Republic (Eastern Europe) from 2015 to 2024. Utilizing Eurostat data and a comparative case study analysis, the study finds that the Czech Republic, representing an emergent Eastern European digital economy model, achieved a higher average GDP growth rate (2.2%) compared to Germany (0.78%), despite lower absolute digital maturity. The results suggest that institutional flexibility, stable e-commerce adoption, and an export-oriented focus can be key drivers of growth in the digital age, challenging traditional narratives of an East-West "digital divide". The article contributes to the digital economy literature by highlighting the divergent pathways of digital transformation within Europe.

Streszczenie:

Artykuł podejmuje analizę zależności między handlem elektronicznym, rynkami cyfrowymi a dynamiką wzrostu gospodarczego w Unii Europejskiej, ze szczególnym uwzględnieniem porównania Niemiec (Europa Zachodnia) i Czech (Europa Wschodnia) w latach 2015–2024. Wykorzystując dane Eurostatu oraz metodę analizy porównawczej studiów przypadków, badanie wskazuje, że Czechy – reprezentujące wschodnioeuropejski, wschodzący model gospodarki cyfrowej – osiągnęły wyższą średnią stopę wzrostu PKB (2,2%) niż Niemcy (0,78%), mimo niższego poziomu absolutnej dojrzałości cyfrowej. Wyniki sugerują, że elastyczność instytucjonalna, stabilne tempo adopcji handlu elektronicznego oraz orientacja eksportowa mogą stanowić kluczowe czynniki wzrostu w erze cyfrowej, podważając jednocześnie tradycyjne narracje dotyczące „cyfrowego podziału” między Wschodem a Zachodem Europy. Artykuł wnosi istotny wkład do literatury poświęconej gospodarce cyfrowej, podkreślając zróżnicowane ścieżki transformacji cyfrowej na kontynencie europejskim.

1. INTRODUCTION

Economic growth in the European Union (EU) is increasingly shaped by digitalization, particularly through the expansion of e-commerce and digital markets¹. These technologies redefine trade, productivity, and business innovation, yet their impact is not uniform across member states. Significant disparities in digital infrastructure, policy readiness, and market maturity persist between Western and Eastern Europe². This study investigates how e-commerce and digital markets influence economic growth, focusing on a comparative analysis between Germany, a mature digital economy in Western Europe, and the Czech Republic, a dynamic emerging digital market in Eastern Europe.

The research problem centres on understanding the divergent economic outcomes of digital transformation across the EU's regional divide. While Western Europe often leads in digital innovation, emerging economies in the East may possess unique advantages in agility and adoption³. This article aims to: 1) Compare the economic performance (GDP growth) of Germany and the Czech Republic in the context of digital market development; 2) Analyze the relationship between e-commerce adoption, export performance, and economic growth in each country; and 3) Discuss the policy implications of these divergent growth trajectories for EU digital strategy.

The contribution of this research is twofold. First, it provides empirical evidence challenging the conventional narrative of a simple East-West digital divide, suggesting that institutional and strategic factors are critical mediators of digital economic success. Second, it offers a nuanced comparative framework for analyzing digital growth models within a unified regulatory environment like the EU.

The article is structured as follows: Section 2 outlines the theoretical framework; Section 3 describes the research design and methodology; Section 4 presents and discusses the results; and the conclusion summarizes key findings and implications.

¹) European Commission, *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022*, Brussels: European Commission, 2022.

²) Eurofound, *Employment Impact of Digitalisation*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2018.

³) OECD, *Enhancing the Contributions of SMEs in a Digitalised Economy*, OECD Publishing, Paris 2019.

2. THEORETICAL FRAMEWORK

The theoretical foundation of this study is anchored in endogenous growth theory and the Solow growth model. Endogenous growth theory posits that economic growth is generated from within a system as a direct result of internal processes, such as investments in human capital, innovation, and knowledge.⁴

In the digital context, e-commerce platforms and AI-driven markets are modern manifestations of these internal forces, acting as catalysts for productivity gains, market expansion, and innovation⁵. The Solow growth model, while exogenous in its treatment of technology, provides a crucial lens for understanding how technological progress—such as digitalization—shifts the production function, leading to a higher steady-state level of output and capital per worker⁶. Digital technologies can be viewed as a form of total factor productivity (TFP) enhancement that mitigates diminishing returns to capital⁷.

Previous literature establishes strong links between technology spillovers, export performance, and economic growth^{8,9}. However, a gap exists in comparative regional analyses within the EU that account for differing stages of digital maturity. This study addresses this gap by exploring the following research questions, derived from the theoretical framework:

RQ1: Do emerging digital economies in Eastern Europe exhibit stronger GDP growth performance compared to mature digital economies in Western Europe, and if so, to what extent?

RQ2: What is the nature of the relationship between e-commerce development, export performance, and economic growth, and in what ways is this relationship moderated by institutional factors and digital market saturation?

⁴ Romer P.M., *Endogenous Technological Change*, "Journal of Political Economy", 1990, nr 98 (5), pp. S71-S102.

⁵ Brynjolfsson E., Hu Y., Rahman M.S., *Competing in the Age of Omnichannel Retailing*, "MIT Sloan Management Review", 2011, nr 52 (4), pp. 23-29.

⁶ Solow R.M., *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, "The Quarterly Journal of Economics", 70(1)/1956, pp. 65-94.

⁷ Solow R.M., *Technical Change and the Aggregate Production Function*, "The Review of Economics and Statistics", 1957, nr 39 (3), pp. 312-320.

⁸ Liu X., Buck T., *Innovation performance and channels for international technology spillovers*, "Research Policy", 1957, nr 39 (3), pp. 355-366.

⁹ Gökmenoğlu K.K., Apinran M.O., Taşpınar N., Ahmad M., *Examining the impact of high technology exports on economic growth*, "Economic Research-Ekonomska Istraživanja", 2018 nr 31(1), pp. 1441-1455.

RQ3: How has the post-COVID-19 economic recovery highlighted structural differences in digital resilience between Eastern and Western European economic models?

2.1 Literature Review and Digital Economy Development Models

The digital transformation literature presents competing paradigms regarding the relationship between technological adoption and economic performance across different development stages. Schumpeter's concept of creative destruction¹⁰ provides a foundational understanding of how digital technologies disrupt traditional business models while creating new growth opportunities.

Recent empirical studies suggest that the benefits of digitalization are not uniformly distributed across economies, with emerging markets often demonstrating higher growth elasticity to digital investments compared to mature economies¹¹.

The "digital leapfrogging" hypothesis, extensively studied in the context of mobile banking in Africa¹², suggests that countries with less developed traditional infrastructure can bypass intermediate technological stages and adopt more advanced digital solutions directly. This phenomenon may partially explain the superior performance of Eastern European economies in digital adoption and subsequent growth outcomes. Carlsson and Stankiewicz¹³ emphasize the role of technological systems and institutional complementarities in determining the success of digital transformation initiatives.

Furthermore, the concept of "digital divide" has evolved from simple access-based metrics to more nuanced measures of digital capability and utilization effectiveness¹⁴. Porter and Heppelmann¹⁵ argue that the com-

¹⁰ Schumpeter J.A., *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper & Brothers, New York 1942.

¹¹ Bukht R., Heeks R., *Defining, Conceptualising and Measuring the Digital Economy*, "Development Informatics Working Paper Series", No. 68, University of Manchester, Manchester 2017, pp. 1-24.

¹² Mbiti I., Weil D.N., *Mobile banking: The impact of M-Pesa in Kenya*, "American Economic Journal: Applied Economics", 2011, nr 3(3), pp. 137-158.

¹³ Carlsson B., Stankiewicz R., *On the nature, function and composition of technological systems*, "Journal of Evolutionary Economics", 1991, nr 1(2), pp. 93-118.

¹⁴ van Dijk J., *The Digital Divide*, Polity Press, Cambridge 2020.

¹⁵ Porter M.E., Heppelmann J.E., *How smart, connected products are transforming competition*, "Harvard Business Review", 2014, nr 92(11), pp. 64-88

petitive advantage in the digital age stems not merely from technology adoption but from the strategic integration of digital tools with existing business processes and export strategies. This perspective aligns with the resource-based view of the firm, suggesting that digital capabilities become valuable only when they are rare, inimitable, and organizationally embedded¹⁶.

The institutional economics literature highlights the importance of regulatory flexibility and policy coherence in digital transformation success¹⁷. North's institutional theory¹⁸ provides insights into how formal and informal institutions shape the effectiveness of technological adoption. Recent studies on European digital markets suggest that countries with more agile regulatory frameworks and lower bureaucratic complexity achieve better outcomes from digital investments¹⁹.

Export-oriented growth models in the digital context represent a relatively new area of research. Traditional trade theories, such as the Heckscher-Ohlin model, require substantial modification to account for the role of digital platforms, e-commerce infrastructure, and virtual services trade²⁰.

The "servicification" of manufacturing through digital technologies creates new export opportunities, particularly for smaller economies that can leverage digital platforms to access global markets more efficiently²¹.

3. Research Design and Methodology

This research employs a comparative case study design²² to analyze the digital-economic trajectories of Germany and the Czech Republic from 2015

¹⁶ Barney J., *Firm resources and sustained competitive advantage*, "Journal of Management", 1991, nr 17 (1), pp. 99-120.

¹⁷ Williamson O.E., *The new institutional economics*, "Journal of Economic Literature", 2000, nr 38(3), pp. 595-613.

¹⁸ North D.C., *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press, Cambridge 1990.

¹⁹ Belloc M., Nicita A., Sepe S.M., *Regulation and business innovation: A cross-country analysis*, "Journal of Economic Policy Reform", 2016, nr 19 (3), pp. 221-243.

²⁰ Baldwin R., *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*, Harvard University Press, Cambridge 2016

²¹ Lodefalk M., *The role of services for manufacturing firm exports*, "Review of World Economics", 2014, nr 150 (1), pp. 59-82.

²² Yin R.K., *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, 6th ed., SAGE Publications, Thousand Oaks 2018.

to 2024. This approach is suited for examining complex, context-dependent phenomena like digital transformation within their real-life settings²³.

Data for this study were sourced exclusively from Eurostat, ensuring standardization and comparability. The analyzed variables include:

- Real GDP Growth Rate (%) (tec00115): The primary dependent variable.
- E-commerce Sales (% of enterprises) (isoc_ec_eseln2): A proxy for digital market adoption.
- Exports (million €) (nama_10_exi): An indicator of global economic integration.
- Lagged GDP: Used to assess growth momentum.

The methodological approach was based on descriptive time-series analysis and comparative statistics. The analysis focused on calculating average annual growth rates, identifying trends, and comparing performance across pre-COVID (2015–2019) and post-COVID (2020–2024) periods. Correlation analysis was used to explore relationships between variables. The study prioritizes transparency and interpretability over complex econometric modeling, which was limited by data availability.

Limitations include the focus on two cases, which affects generalizability, and the use of enterprise-level e-commerce data, which may not capture the full spectrum of digitalization. The descriptive methodology identifies correlations but cannot firmly establish causality.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Comparative Performance Overview

The analysis reveals a significant performance divergence between the two economies (Table 1). The Czech Republic achieved an average annual GDP growth rate of 2.2%, nearly three times higher than Germany's 0.78% over the 2015–2024 period. This challenges the initial hypothesis that more digitally mature economies would inherently generate stronger growth. The Czech economy also demonstrated greater resilience, recovering from the COVID-19 contraction with a 9.3 percentage point swing in GDP growth.

²³) Gerring J., *Case Study Research: Principles and Practices*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge 2017.

Table 1. Descriptive Statistics and Comparative Performance (2015–2024)

Variable	Czech Republic	Germany
Avg. GDP Growth (%)	2.2	0.78
GDP Growth Volatility	3.1	2.41
Avg. E-commerce Sales (%)	26.4	22.94
Export Growth (2015–2024)	+62%	+37% (approx.)
COVID-19 Impact (2020)	-5.3%	-4.1%

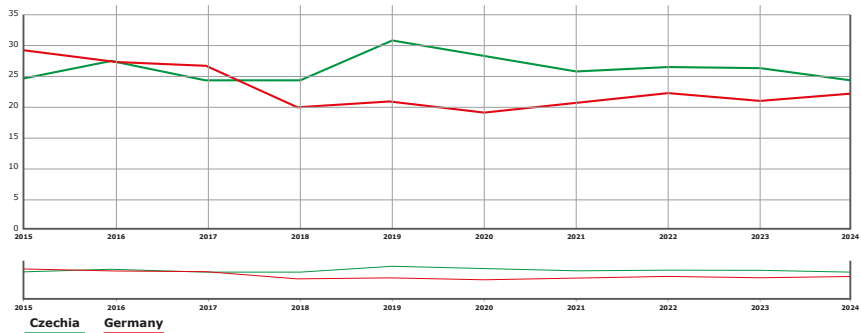
Source: Authors’ analysis based on Eurostat data²⁴.

4.2 E-commerce and Export Dynamics

Contrary to expectations, the Czech Republic maintained a stable and slightly higher level of e-commerce adoption (avg. 26.4% of enterprises) compared to Germany (avg. 22.94%). More strikingly, Czech export value grew by 62% over the decade, compared to an approximate 37% increase in Germany, indicating a robust integration of digital tools with export-oriented growth. Figure 1 illustrates the stable trajectory of e-commerce adoption in the Czech Republic compared to the more volatile and declining trend in Germany post-2018.

²⁴⁾ Eurostat (2024), Real GDP growth rate – volume, Percentage change on previous year [tec00115], European Commission, Luxembourg. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tec00115/default/table?lang=en> [Accessed: November 2024].

Figure 1. E-commerce Sales (% of Enterprises) in Germany and the Czech Republic (2015–2024)



Source: Eurostat [Tec00115]²⁵.

4.3 Discussion of Findings

The results strongly support P1, indicating that emerging digital economies can outperform mature ones. The Czech Republic’s success appears rooted in institutional flexibility, strategic coherence in digital-trade integration, and earlier market stabilization, allowing it to leverage digitalization for sustained growth effectively.

The positive correlation between e-commerce stability, export growth, and GDP performance supports P2. However, the German case shows that high absolute export volume does not automatically translate to higher growth if not coupled with dynamic digital market adoption. This suggests that the relationship is indeed moderated by factors like market saturation and institutional agility.

The divergent recovery paths post-COVID-19 support P3. The Czech Republic’s rapid rebound highlights a model with higher digital-economic resilience. In contrast, Germany’s slower recovery, coupled with a decline in e-commerce adoption during the pandemic, points to structural rigidities and a potential lag in harnessing digital tools for crisis adaptation.

²⁵ Eurostat (2024), E-commerce sales, Percentage of enterprises [isoc_ec_eseln2], European Commission, Luxembourg. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ec_eseln2/default/table?lang=en [Accessed: November 2024].

These findings align with Baldwin and Venables²⁶, who argue that technological adoption must be matched by institutional change to yield productivity gains. The Czech case exemplifies this synergy, while the German case illustrates the challenges of organizational inertia described by Acemoglu and Restrepo²⁷. The results also reflect the "productivity paradox"²⁸, where the benefits of digitalization are realized with a lag and are contingent on complementary investments and restructuring.

4.4 Sectoral Analysis and Digital Transformation Pathways

To provide deeper insights into the mechanisms driving the observed performance differences between Germany and the Czech Republic, a sectoral analysis reveals distinct digital transformation pathways that contribute to overall economic outcomes.

Manufacturing and Industry 4.0 Implementation

To provide deeper insights into the mechanisms driving the observed performance differences between Germany and the Czech Republic, a sectoral analysis reveals distinct digital transformation pathways that contribute to overall economic outcomes.

Germany's manufacturing sector, while globally competitive, faces challenges in digital transformation due to legacy system integration complexities and high switching costs²⁹.

The country's Industrie 4.0 initiative, launched in 2011, represents a comprehensive approach to manufacturing digitalization but has encountered

²⁶) Baldwin R., Venables A.J., *Regional economic integration*, in: *Handbook of International Economics*, Vol. 3, Amsterdam: Elsevier, 1995, pp. 1597-1644.

²⁷) Acemoglu D., Restrepo P., *The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand*, "Cambridge Journal of Regions, Economy and Society", 2020, nr 13(1), pp. 25-35.

²⁸) Brynjolfsson E., McAfee A., *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York: W.W. Norton&Company, 2014.

²⁹) Kagermann H., Hellbig J., Hellinger A., Wahlster W., *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, National Academy of Science and Engineering, Frankfurt 2013, <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>.

implementation delays due to cybersecurity concerns, workforce retraining needs, and coordination challenges across complex supply chains³⁰.

In contrast, the Czech Republic's manufacturing sector, dominated by automotive and electronics assembly, has benefited from greenfield digital investments by multinational corporations. The absence of extensive legacy infrastructure has facilitated more rapid adoption of automated systems, IoT integration, and digital supply chain management tools³¹. Czech manufacturing exports have increasingly incorporated digital services components, contributing to higher value-added production and improved export performance.

Services Sector Digitalization

The services sector presents the most striking differences between the two economies. Germany's financial services, logistics, and professional services sectors, while sophisticated, are constrained by complex regulatory requirements and established market structures that slow digital innovation adoption³². The German financial sector's cautious approach to fintech integration, driven by strict regulatory compliance requirements, contrasts sharply with the more agile approach observed in Eastern European markets³³.

Czech service sectors, particularly in financial technology, e-government, and digital logistics, have demonstrated remarkable agility. The country's early adoption of digital payment systems, streamlined e-government services, and integrated digital logistics platforms has created efficiency gains that translate directly into export competitiveness³⁴. The Czech Republic's position as a regional hub for shared services centers has been enhanced by strategic investments in digital infrastructure and English-language capabilities.

³⁰) Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R., Blum M., Bleider M., Millack A., Schröter M., *Industrie 4.0-Readiness*, VDMA, Cologne 2015.

³¹) Novotný M., Procházka D., *Digital transformation in Czech manufacturing: Evidence from automotive and electronics sectors*, "Technology in Society", 62/2020, pp. 101285.

³²) Bock C., Huber A., Jarchow S., *Growth factors of research-intensive SMEs in Germany*, "Journal of Small Business and Enterprise Development", 25(3)/2018, pp. 441-464.

³³) Dorfleitner G., Hornuf L., Schmitt M., Weber M., *FinTech in Germany*, Springer, Berlin 2017.

³⁴) Novák J., Purmenský K., *E-government development in the Czech Republic*, "Information Polity", 2017, nr 22 (2-3), pp. 125-142.

Small and Medium Enterprise (SME) Digital Adoption

SME digital adoption patterns reveal fundamental differences in entrepreneurial ecosystems. German SMEs, while technologically sophisticated in traditional manufacturing processes, often lag in e-commerce adoption due to concerns about data protection compliance, complex tax regulations for cross-border e-commerce, and preference for traditional B2B relationship management³⁵.

Czech SMEs have embraced e-commerce platforms more readily, leveraging EU single market access through digital channels. Government initiatives promoting SME digitalization, combined with lower regulatory complexity and access to EU structural funds, have accelerated digital adoption among smaller enterprises³⁶. This has created a more dynamic export ecosystem where SMEs contribute significantly to overall export growth through digital market participation.

4.5 Policy Implications and Future Research

Policy implications are significant. For Eastern European member states, the focus should be on maintaining institutional flexibility and strategic focus on digital exports. For Western economies like Germany, policy should aim to reduce regulatory complexity and foster innovation in digital services. EU-wide policies, like the Digital Decade, must allow for differentiated strategies that accommodate varying national starting points and strengths.

The study's limitations outline a clear agenda for future research. Expanding the comparative analysis to include more EU countries would enhance generalizability. Employing longitudinal panel data and causal econometric techniques would help establish causality. Furthermore, qualitative research into the institutional and policy drivers behind the Czech success story could provide valuable transferable insights.

³⁵ Müller J.M., Buliga O., Voigt K.I., *Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0*, "Technological Forecasting and Social Change", 2018, nr 132, pp. 2-17.

³⁶ Špaček M., Vacík E., *Company characteristics and SME digitalization level: The case of Czech Republic*, "Trends Economics and Management", 2018, nr 12 (31), pp. 24-36.

5. CONCLUSION

This study demonstrates that the impact of e-commerce and digital markets on economic growth in Europe is not homogeneous. Through a comparative analysis of Germany and the Czech Republic, it reveals that emerging digital economies in Eastern Europe can achieve superior growth performance by leveraging institutional flexibility, stable digital adoption, and export-oriented strategies. The Czech Republic's higher average GDP growth (2.2% vs. 0.78%) despite a lower absolute level of digital maturity challenges simplistic narratives of a digital divide and underscores the importance of strategic and institutional factors in harnessing the digital economy's potential. The findings suggest that the EU's digital future will be shaped by its ability to foster diverse, context-specific pathways to digital transformation rather than pursuing a one-size-fits-all approach.

REFERENCES

1. *European Commission, Digital Economy and Society Index (DESI)*, Brussels 2022, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>.
2. *Eurofound, Employment Impact of Digitalisation*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2018. DOI (PDF): 10.2806/090974.
3. *OECD, Enhancing the Contributions of SMEs in a Digitalised Economy*, OECD Publishing, Paris 2019. DOI: 10.1787/bdb9256a-en.
4. Romer P.M., *Endogenous Technological Change*, *Journal of Political Economy*, 98(5)/1990, pp. S71-S102. DOI: 10.1086/261725.
5. Brynjolfsson E., Hu Y., Rahman M.S., *Competing in the Age of Omnichannel Retailing*, *MIT Sloan Management Review*, 52(4)/2011, pp. 23-29, <https://sloanreview.mit.edu/article/competing-in-the-age-of-omnichannel-retailing/>. DOI: 10.2307/1884513.
6. Solow R.M., *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, *The Quarterly Journal of Economics*, 1956, nr 70(1), pp. 65-94.
7. Whelan K., *Intermediate Macroeconomics: Capital Accumulation and Economic Growth*, *Lecture Notes 2020*, <https://www.karlwhelan.com/Macro2/Whelan-Lecture-Notes.pdf>.
8. Liu X., Buck T., *Innovation performance and channels for international technology spillovers*, *Research Policy*, 2007, nr 36 (3), pp. 355-366.

9. Gökmenoğlu K.K., Apinran M.O., Taşpınar N., Ahmad M., *Examining the impact of high technology exports on economic growth*, [w:] "Economic Research – Ekonomska Istraživanja", 2018, nr 31(1), pp. 1441-1455. DOI: 10.1016/j.respol.2006.12.003.
10. Schumpeter J.A., *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper & Brothers, 1942. DOI (eBook edition): 10.4324/9780203202050.
11. Bukht R., Heeks R., *Defining, conceptualising and measuring the digital economy*, Development Informatics Working Paper Series, 2017, No 68, DOI: 10.2139/ssrn.3431732.
12. Mbiti I., Weil D.N., *Mobile banking: The impact of M-Pesa in Kenya*, American Economic Journal: Applied Economics, 2011, nr 3 (3), pp. 137-158, DOI: 10.3386/w17129 (NBER Working Paper).
13. Carlsson B., Stankiewicz R., *On the nature, function and composition of technological systems*, "Journal of Evolutionary Economics", 1991, nr 1(2), pp. 93-118. DOI: 10.1007/BF01224915.
14. van Dijk J., *The Digital Divide*, Polity Press, Cambridge: Polity Press, 2020. DOI: 10.1515/commun-2020-0026.
15. Porter M.E., Heppelmann J.E., *How smart, connected products are transforming competition*, "Harvard Business Review", 2014, nr 92 (11), pp. 64-88. <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>.
16. Barney J., *Firm resources and sustained competitive advantage*, Journal of Management, 1991, nr 17(1), pp. 99-120. DOI: 10.1177/014920639101700108.
17. Williamson O.E., *The new institutional economics*, Journal of Economic Literature, 38(3)/2000, pp. 595-613.
18. North D.C., *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press, Cambridge: Cambridge University Press, 1990. DOI: 10.1017/CBO9780511808678
19. Paunov C., Rollo V., *Has the internet fostered inclusive innovation in the developing world?*, World Development, 2016, nr 78, pp. 587-609. DOI: 10.1016/j.worlddev.2015.10.029.
20. Baldwin R., *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*, Harvard University Press, Cambridge: Harvard University Press, 2016. DOI: 10.4159/9780674972667.
21. Lodefalk M., *The role of services for manufacturing firm exports*, Review of World Economics, 2014, nr 150 (1), pp. 59-82. DOI: 10.1007/s10290-013-0171-4.

22. Yin R.K., *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, 6th ed., SAGE Publications, Thousand Oaks 2018.
23. Gerring J., *Case Study Research: Principles and Practices*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge: University Press, 2017. DOI: 10.1017/9781316824273.
24. Eurostat, *Real GDP growth rate – volume*, dataset code: tec00115, accessed: December 2024, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tec00115/default/table>.
25. Eurostat, *E-commerce sales*, dataset code: isoc_ec_eseln2, accessed: December 2024, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_ec_eseln2/default/table.
26. Baldwin R., Venables A.J., *Regional economic integration*, in: *Handbook of International Economics*, Vol. 3, Amsterdam: Elsevier, 1995, pp. 1597-1644. DOI: 10.1016/S1573-4404(05)80005-7.
27. Acemoglu D., Restrepo P., *The Wrong Kind of AI? Artificial Intelligence and the Future of Labor Demand*, "Cambridge Journal of Regions Economy and Society", 2020, nr 13 (1), pp. 25-35, DOI: 10.1093/cjres/rsz022.
28. Brynjolfsson E., McAfee A., *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, New York: W.W. Norton & Company, 2014, <https://wwnorton.com/books/The-Second-Machine-Age/>.
29. Kagermann H., Helbig J., Hellinger A., Wahlster W., *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, National Academy of Science and Engineering, Frankfurt 2013, <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/>.
30. Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R., Blum M., Bleider M., Millack A., Schröter M., *Industrie 4.0-Readiness*, VDMA, Cologne 2015, <https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Industrie-4.0-Readiness-english.pdf>.
31. Zeman J., Kozák V., *Digital transformation in Czech manufacturing*, Prague Economic Papers, 2017, nr 26 (4), pp. 423-440. DOI: 10.18267/j.pap.626.
32. Bock C., Huber A., Jarchow S., *Growth factors of research-intensive SMEs in Germany*, Journal of Small Business and Enterprise Development, 2018, nr 5(3), pp. 441-464. DOI: 10.1108/JSBED-02-2017-0073
33. Dorfleitner G., Hornuf L., Schmitt M., Weber M., *FinTech in Germany*, Springer, Berlin 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-54666-7.

34. Novák J., Purmenský K., *E-government development in the Czech Republic*, Information Polity, 2017, nr 22(2-3), pp. 125-142. DOI: 10.3233/IP-170408.
35. Müller J.M., Buliga O., Voigt K.I., *Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0*, Technological Forecasting and Social Change, 2018, nr 132, pp. 2-17. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.12.019.
36. Špaček M., Vacík E., *Company characteristics and SME digitalization level: The case of Czech Republic*, Trends Economics and Management, 2018, nr 12 (31), pp. 24-36. DOI: 10.13164/trends.2018.31.24.



Anna Daszczyńska-Ciborowska
dr
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
email: adaszczynska-ciborowska@wsei.edu.pl
ORCID: 0000-0001-8965-776X

SZTUCZNA INTELIGENCJA A PRAWO PRACY – WYZWANIA I RYZYKA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LABOR LAW – CHALLENGES AND RISKS

Słowa kluczowe: prawo pracy, sztuczna inteligencja, dyskryminacja, równe traktowanie.

Keywords: labor law, remote work, artificial intelligence, discrimination, equal treatment.

JEL Classification: J81

Abstrakt

Tematem publikacji jest omówienie wybranych wyzwań związanych z korzystaniem przez pracodawcę w procesie pracy z systemów sztucznej inteligencji. Omówione zostaną obowiązki pracodawcy w zakresie ochrony danych osobowych oraz zasady równego traktowania i niedyskryminacji pracowników. Pracodawca korzystający w procesie pracy z systemów sztucznej inteligencji, winien wdrożyć procedury, gwarantujące realizację przez niego powyższych obowiązków.

Summary

This publication discusses selected challenges and risks associated with employers' use of artificial intelligence systems in the workplace. Employers' obligations regarding personal data protection and the principles of equal

treatment and non-discrimination will be discussed. Employers using artificial intelligence systems in their work should implement procedures to ensure compliance with these obligations.

1. WSTĘP

Obowiązująca ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy¹ (dalej: kodeks pracy) nie zawiera przepisów wprost regulujących zastosowanie sztucznej inteligencji (dalej: AI) w zakładzie pracy. Wszystkie podmioty zatrudniające pracowników muszą wszakże stosować się do przepisów „Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/1689 z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie ustanowienia zharmonizowanych przepisów dotyczących sztucznej inteligencji oraz zmiany Rozporządzeń (WE) nr 300/2008, (UE) nr 167/2013, (UE) nr 168/2013, (UE) 2018/858, (UE) 2018/1139 i (UE) 2019/2144 oraz Dyrektyw 2014/90/UE, (UE) 2016/797 i (UE) 2020/1828 (Akt w sprawie sztucznej inteligencji, dalej: AI Act)”². W takich okolicznościach rodzi się szereg pytań, wśród których kluczowe jest, jakie obowiązki spoczywają na pracodawcy korzystającego z narzędzi AI wobec pracowników lub w procesie pracy oraz jakie wyzwania i ryzyka są z tym związane. Poniższa analiza dotyczyć będzie wybranych obowiązków, tj. ochrony danych osobowych pracowników i osób, których dane przetwarzane są w procesie pracy oraz realizowania przez pracodawcę obowiązku przeciwdziałania dyskryminacji w środowisku pracy.

2. SYSTEMY AI WYSOKIEGO RYZYKA

Celem rozporządzenia AI Act jest ustanowienie jednolitych ram prawnych w zakresie rozwoju i wykorzystywania sztucznej inteligencji zgodnie z wartościami Unii. Korzystanie z narzędzi AI ma służyć realizacji szeregu nadrzędnych celów interesu publicznego, takich jak wysoki poziom ochrony zdrowia, bezpieczeństwa i praw podstawowych³. Jednocześnie sztuczna inteligencja może być źródłem ryzyka i szkody dla interesu publicznego i godności ludzkiej, wolności, równości, demokracji i praworządności oraz

¹) Tekst jednolity Dz. U. z 2022, poz. 1510.

²) Dz.Urz.U.E.L z 2024 r. str. 1689.

³) AI Act, Preambuła, pkt 1.

dla innych praw człowieka, takich jak prawo do niedyskryminacji, ochrony danych i prywatności. Tym samym instytucje Unii Europejskiej wprowadzając rozporządzenie AI Act są zainteresowane rozwojem wyłącznie bezpiecznej, wiarygodnej i etycznej sztucznej inteligencji⁴.

AI Act wprowadza klasyfikację systemów AI oraz mechanizmy mające chronić użytkowników. Celem jest przede wszystkim zapewnienie bezpieczeństwa i rzetelności systemów bazujących na sztucznej inteligencji – AI Act ma chronić prawa podstawowe, demokrację, praworządność i środowisko przed systemami sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka⁵.

Punktem wyjścia jest sama definicja „sztucznej inteligencji”, która będzie determinować, czy przepisy rozporządzenia będą miały zastosowanie w odniesieniu do danego systemu. System AI został zdefiniowany jako *system maszynowy, zaprojektowany do działania z różnym poziomem autonomii, który może po wdrożeniu wykazywać zdolność adaptacji i który – do wyraźnych lub dorozumianych celów – wnioskuje, jak generować na podstawie danych wejściowych wyniki, takie jak predykcje, treści, zalecenia lub decyzje, które mogą wpływać na środowisko fizyczne lub wirtualne*⁶.

Część pojęć zastosowanych w definicji ma charakter nieostry i w praktyce będą prawdopodobnie powstawały wątpliwości, czy dany system można już uznać za system AI. Z drugiej strony AI Act miał być neutralny technologicznie, co oznacza, że jego zastosowanie będzie możliwe również w przyszłości, pomimo dalszego rozwoju technologicznego.

AI Act definiuje cztery poziomy ryzyka: nieakceptowalne, wysokie, ograniczone, oraz minimalne. Podział ten stanowi w zasadzie rdzeń AI Act, który ma za zadanie stworzyć akceptowalne podstawy do funkcjonowania systemów AI charakteryzujących się wysokim stopniem ryzyka. Natomiast systemy AI zaliczane do kategorii ryzyka nieakceptowalnego są co do zasady całkowicie zakazane⁷.

Systemów AI o nieakceptowalnym poziomie ryzyka zasadniczo nie można stosować, i tak zgodnie z AI Act: „zakazuje się następujących praktyk w zakresie sztucznej inteligencji:

- a) wprowadzania do obrotu, oddawania do użytku lub wykorzystywania systemu sztucznej inteligencji, który stosuje techniki podprogowe będące poza świadomością danej osoby w celu istotnego zniekształ-

⁴) AI Act, Preambuła, pkt 2-7.

⁵) AI Act, Preambuła, pkt 5.

⁶) Art. 3 pkt 1 AI Act.

⁷) AI Act Preambuła pkt 46.

- cenia zachowania tej osoby w sposób, który powoduje lub może powodować u niej lub u innej osoby szkodę fizyczną lub psychiczną;
- b) wprowadzania do obrotu, oddawania do użytku lub wykorzystywania systemu sztucznej inteligencji, który wykorzystuje dowolne słabości określonej grupy osób ze względu na ich wiek, niepełnosprawność ruchową lub zaburzenie psychiczne w celu istotnego zniekształcenia zachowania osoby należącej do tej grupy w sposób, który powoduje lub może powodować u tej osoby lub u innej osoby szkodę fizyczną lub psychiczną;
 - c) wprowadzania do obrotu, oddawania do użytku lub wykorzystywania systemów sztucznej inteligencji przez organy publiczne lub w ich imieniu na potrzeby oceny lub klasyfikacji wiarygodności osób fizycznych prowadzonej przez określony czas na podstawie ich zachowania społecznego lub znanych bądź przewidywanych cech osobistych lub cech osobowości, kiedy to punktowa ocena społeczna prowadzi do jednego lub obu z następujących skutków:
 - i) krzywdzącego lub niekorzystnego traktowania niektórych osób fizycznych lub całych ich grup w kontekstach społecznych, które nie są związane z kontekstami, w których pierwotnie wygenerowano lub zgromadzono dane;
 - ii) krzywdzącego lub niekorzystnego traktowania niektórych osób fizycznych lub całych ich grup, które jest nieuzasadnione lub nieproporcjonalne do ich zachowania społecznego lub jego wagi;
 - d) wykorzystywania systemów zdalnej identyfikacji biometrycznej „w czasie rzeczywistym” w przestrzeni publicznej do celów egzekwowania prawa, chyba że i w zakresie, w jakim takie wykorzystanie jest absolutnie niezbędne do jednego z następujących celów:
 - i) ukierunkowanego poszukiwania konkretnych potencjalnych ofiar przestępstw, w tym zaginionych dzieci;
 - ii) zapobiegnięcia konkretnemu, poważnemu i bezpośredniemu zagrożeniu życia lub bezpieczeństwa fizycznego osób fizycznych lub atakowi terrorystycznemu;
 - iii) wykrywania, lokalizowania, identyfikowania lub ścigania sprawcy przestępstwa lub podejrzanego o popełnienie przestępstwa”⁸.

W myśl AI Act: „Za systemy sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka AI Act uznaje systemy:

⁸⁾ Art. 5 ust. 1 AI Act.

1. przeznaczone do identyfikacji biometrycznej osób fizycznych, w tym także w czasie rzeczywistym,
2. przeznaczone do zarządzania infrastrukturą krytyczną, np. obsługi ruchu drogowego czy zaopatrzenia w wodę,
3. wykorzystywane w kształceniu i szkolnictwie, w tym przeznaczone do prowadzenia rekrutacji oraz oceny uczniów,
4. przeznaczone do zatrudniania i zarządzania pracownikami, w tym np. systemy przeznaczone do rekrutacji pracowników lub wyboru osób fizycznych, w szczególności w przypadku informowania o wakatach, selekcji lub filtrowania podań o pracę, oceny kandydatów w trakcie rozmów kwalifikacyjnych lub testów; systemy sztucznej inteligencji przeznaczone do wykorzystania w celu podejmowania decyzji o awansie i rozwiązywaniu stosunku pracy, przydzielania zadań oraz monitorowania i oceny wydajności i zachowania osób pozostających w takich stosunkach;
5. wykorzystywane w celu udzielenia dostępu do usług prywatnych lub usług i świadczeń publicznych oraz korzystania z nich, w tym np. przeznaczone do oceny zdolności kredytowej,
6. przeznaczone do ścigania przestępstw, w tym także przeznaczone do oceny ryzyka popełnienia lub ponownego popełnienia przestępstwa,
7. przeznaczone do zarządzania migracją, azylem i kontrolą graniczną,
8. wykorzystywane w celach związanych ze sprawowaniem wymiaru sprawiedliwości i procesów demokratycznych, w tym np. przeznaczone do analizy stanów faktycznych poszczególnych spraw”⁹.

Zatem za systemy wysokiego ryzyka zostały uznane systemy AI wykorzystywane do zatrudniania i zarządzania pracownikami. Systemy sztucznej inteligencji wykorzystywane w obszarze zatrudnienia i zarządzania pracownikami zostały zaklasyfikowane jako systemy wysokiego ryzyka, ponieważ systemy te mogą w znacznym stopniu wpływać na przyszłe perspektywy zawodowe i źródła utrzymania osób¹⁰. W całym procesie rekrutacji oraz w ramach oceny, awansu lub retencji osób pozostających w umownych stosunkach pracy systemy takie mogą utrzymywać historyczne wzorce dyskryminacji, na przykład wobec kobiet, niektórych grup wiekowych, osób z niepełnosprawnościami lub osób o określonym pochodzeniu rasowym lub etnicznym bądź określonej

⁹) Art. 6 AI Act.

¹⁰) AI Act, Preambuła, pkt 48.

orientacji seksualnej¹¹. Systemy sztucznej inteligencji wykorzystywane do monitorowania wydajności i zachowania tych osób mogą wpływać również na ich prawo do ochrony danych i prywatności.

Tworzenie systemów AI wysokiego ryzyka zostało obwarowane wieloma obostrzeniami. W szczególności, w myśl AI Act systemy te: „należy projektować i opracowywać w taki sposób, aby osoby fizyczne mogły nadzorować ich funkcjonowanie. W tym celu przed wprowadzeniem systemu do obrotu lub jego oddaniem do użytku dostawca systemu powinien określić odpowiednie środki związane z nadzorem ze strony człowieka. W szczególności, w stosownych przypadkach, takie środki powinny gwarantować, że system podlega wbudowanym ograniczeniom operacyjnym, których sam nie jest w stanie obejść, i reaguje na działania człowieka-operatora systemu, oraz że osoby fizyczne, którym powierzono sprawowanie nadzoru ze strony człowieka, posiadają niezbędne kompetencje, przeszkolenie i uprawnienia do pełnienia tej funkcji”¹².

Ponadto, zgodnie z AI Act użytkownicy systemu AI wysokiego ryzyka „powinni być w stanie interpretować wyniki działania systemu i odpowiednio z nich korzystać. W związku z tym do systemów AI wysokiego ryzyka należy dołączać odpowiednią dokumentację i instrukcję obsługi, a w stosownych przypadkach systemy te powinny zawierać zwięzłe i jasne informacje, w tym informacje dotyczące ewentualnego zagrożenia dla praw podstawowych oraz dyskryminacji”¹³.

Systemy sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka „projektuje się i opracowuje się w sposób zapewniający wystarczającą przejrzystość ich działania, umożliwiającą użytkownikom interpretację wyników działania systemu i ich właściwe wykorzystanie”¹⁴.

Systemy sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka projektuje się i opracowuje się w taki sposób, w tym poprzez uwzględnienie odpowiednich narzędzi interfejsu człowiek-maszyna, aby w okresie wykorzystywania systemu sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka mogły je skutecznie nadzorować osoby fizyczne.

W myśl przepisów AI Act, osobom, którym powierzono sprawowanie nadzoru system AI musi umożliwiać, odpowiednio do okoliczności:

¹¹) AI Act, Preambuła, pkt 57.

¹²) Art. 14 ust. 1 AI Act.

¹³) Art. 15 ust. 3 AI Act.

¹⁴) Art. 13 ust. 1 AI Act.

- a) „zrozumienie w pełni możliwości i ograniczeń systemu AI wysokiego ryzyka oraz należyte monitorowanie jego działania, tak aby oznaki anomalii, nieprawidłowego funkcjonowania i nieoczekiwanych wyników działania można było wykrywać i zaradzić im tak szybko, jak to możliwe;
- b) bycie stale świadomym potencjalnej tendencji do automatycznego polegania lub nadmiernego polegania na wyniku działania systemu sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka (tzw. „automation bias”), w szczególności w przypadku systemów sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka wykorzystywanych do udzielania informacji lub zaleceń na potrzeby decyzji podejmowanych przez osoby fizyczne;
- c) podjęcie decyzji, w każdej konkretnej sytuacji, o niekorzystaniu z systemu sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka lub w inny sposób zignorowanie, ręczną zmianę lub odwrócenie wyniku działania systemu sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka;
- d) ingerowanie w działanie systemu sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka lub przerwanie działania systemu za pomocą przycisku „stop” lub podobnej procedury”¹⁵.

AI Act przewiduje także szereg obowiązków dla podmiotów korzystających z systemów AI wysokiego ryzyka, w tym dla pracodawców korzystających z systemów AI do rekrutacji lub zarządzania pracownikami. Po pierwsze, podmioty korzystające z systemów AI wysokiego ryzyka muszą wdrożyć, utrzymywać i dokumentować system zarządzania ryzykiem w odniesieniu do systemów sztucznej inteligencji wysokiego ryzyka¹⁶.

Użytkownicy systemów AI wysokiego ryzyka zobowiązani są użytkować takie systemy zgodnie z dołączoną do nich instrukcją obsługi. Użytkownicy systemów AI wysokiego ryzyka nadzorują ponadto działanie takiego systemu w oparciu o instrukcję obsługi. Użytkownicy zgłaszają również dostawcy lub dystrybutorowi wszelkie stwierdzone przez siebie poważne incydenty lub wszelkie przypadki nieprawidłowego działania i zaprzestają użytkowania systemu sztucznej inteligencji¹⁷.

Systemy AI w środowisku pracy mogą być wykorzystywane w szczególności:

- a) w procedurze rekrutacji – są to w szczególności systemy analizujące CV i listy motywacyjne pracowników, oceniające kwalifikacje kandydatów czy przeprowadzające rozmowy kwalifikacyjne;

¹⁵⁾ Art. 14 ust. 4 AI Act.

¹⁶⁾ Art. 9 ust. 1 AI Act.

¹⁷⁾ Art. 73 AI Act.

- a) w celu zarządzania pracą i jej organizacją – system AI może monitorować efektywność, planować grafiki oraz czas pracy, a nawet wykrywać potencjalne sytuacje konfliktowe;
- b) w celu nadzorowania i oceny pracy – systemy mogą analizować dane dotyczące realizowania celów, wydajności, obecności bądź nieobecności w pracy;
- c) w celu automatyzacji zadań – zastępowania pracowników w rutynowych czynnościach lub wspomagania ich decyzji¹⁸.

Przed wykorzystaniem w miejscu pracy systemu AI wysokiego ryzyka pracodawcy będą musieli poinformować przedstawicieli pracowników i pracowników, których to dotyczy, że będzie w stosunku do nich wykonywany system AI wysokiego ryzyka¹⁹.

3. WYZWANIA I RYZYKA PRAWNE DLA PRACODAWCÓW

3.1. Wykorzystywanie systemów AI a ochrona danych osobowych

Wszystkie podmioty przetwarzające dane osobowe w ramach profesjonalnej działalności mają obowiązek przestrzegania „Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych (Ogólne Rozporządzenie o Ochronie Danych, dalej: RODO)”²⁰. Rozporządzenie to stosowane jest bezpośrednio, ono dla swej skuteczności nie wymaga wydania jakichkolwiek aktów prawa krajowego. RODO chroni dane osobowe osób fizycznych, zatem pracowników, lecz także innych osób fizycznych, których dane osobowe gromadzi i przetwarza pracodawca²¹. Chodzi w szczególności o ochronę danych osobowych kontrahentów czy klientów – osób fizycznych prowadzących jednoosobową działalność gospodarczą lub reprezentujących jednostki organizacyjne, np. spółki prawa handlowego.

¹⁸⁾ M. Lesiuk, *Sztuczna inteligencja a prawo pracy – znaczenie dla pracodawców*, 2025, www.orlikpartners.com.

¹⁹⁾ AI Act, Preambuła, pkt 92.

²⁰⁾ Dz. Urz.UE.L nr 119 str. 1.

²¹⁾ Art. 1 ust. 1 RODO

Pracodawcy wykorzystujący w procesie pracy systemy AI, w dalszym ciągu są administratorami gromadzonych przez nich danych osobowych i ponoszą odpowiedzialność za ich przetwarzanie zgodnie z przepisami²². Pracodawcy korzystający z systemów AI, wraz z wejściem w życie AI Act powinni zatem uaktualnić obowiązujące u nich polityki bezpieczeństwa danych i uwzględnić w nich dodatkowe zabezpieczenia, procedury i obowiązki pracownicze w związku z korzystaniem w procesie pracy z systemów AI.

Każde przetwarzanie danych osobowych wymaga podstawy prawnej oraz zachowania zabezpieczeń przewidzianych przez RODO²³. W szczególności gdy mamy do czynienia z ujawnianiem danych. Do ujawnienia danych osobowych dochodzi, gdy pracownik wprowadza do narzędzi AI dane osobowe klientów czy kontrahentów, pochodzące z wewnętrznych dokumentów pracodawcy. Jeśli jednak taki dokument zawiera dane osobowe, które nie zostały uprzednio poddane skutecznej anonimizacji lub pseudonimizacji, możemy mieć do czynienia z przetwarzaniem danych osobowych z naruszeniem podstawowych zasad RODO a to przede wszystkim zasady legalności, minimalizacji danych oraz integralności i poufności.²⁴ Dlatego też pracodawcy powinni zwrócić szczególną uwagę na to, czy pracownicy korzystają podczas pracy z jakichkolwiek narzędzi AI oraz w przypadku uzyskania odpowiedzi twierdzącej, wprowadzić procedury korzystania z tych narzędzi, gwarantujące zgodność przetwarzania danych osobowych z RODO.

Z drugiej strony, jeśli pracodawca korzysta z systemów AI do celów zarządzania pracownikami, np. wspomagających proces oceny pracownika lub podejmowanie decyzji o rozwiązaniu z pracownikiem współpracy, powinien pamiętać o wprowadzeniu procedur gwarantujących zgodność z przepisami RODO takich czynności.

Podejmowanie decyzji przez system AI – np. o wypowiedzeniu pracownikowi umowy o pracę lub przyznaniu premii – bez udziału człowieka może być sprzeczne z art. 22 ust. 1 RODO, który przyznaje pracownikowi prawo do zakwestionowania decyzji opartej wyłącznie na automatycznym przetwarzaniu²⁵.

²²) Art. 4 pkt 7 RODO.

²³) Art. 6 ust. 1 RODO.

²⁴) Art. 5 ust. 1 RODO.

²⁵) Art. 22 ust. 1 RODO.

3.2. Wykorzystywanie systemów AI a dyskryminacja

Dyskryminacją w rozumieniu kodeksu pracy jest traktowanie pracownika z jednej lub z kilku przyczyn wskazanych w art. 18^{3a} § 1 k.p., tzw. „kryteria niedozwolone” – płeć, wiek, niepełnosprawność, rasę, religię, narodowość, przekonania polityczne, przynależność związkową, pochodzenie etniczne, wyznanie, orientację seksualną, zatrudnienie na czas określony lub nieokreślony, zatrudnienie w pełnym lub w niepełnym wymiarze czasu pracy - mniej korzystnie niż innych pracowników w porównywalnej sytuacji.

Orzecznictwo sądowe uznaje za dyskryminujące okoliczności, które dotyczą osoby pracownika, a nie wykonywanej przez niego pracy i które nie mają oparcia w odrębnościach związanych z obowiązkami pracownika, sposobem ich wykonania, czy też kwalifikacjami pracownika²⁶.

Zgodnie z przepisami kodeksu pracy, dyskryminacja występuje wówczas, gdy: „jej skutkiem jest :

- odmowa nawiązania lub rozwiązanie stosunku pracy,
- niekorzystne ukształtowanie wynagrodzenia za pracę lub innych warunków zatrudnienia albo pominięcie przy awansowaniu lub przyznawaniu innych świadczeń związanych z pracą,
- pominięcie przy typowaniu do udziału w szkoleniach podnoszących kwalifikacje zawodowe. Wówczas na pracodawcy ciąży obowiązek udowodnienia, że kierował się obiektywnymi powodami, a do dyskryminacji nie doszło”²⁷.

Kodeks pracy rozróżnia dwa rodzaje dyskryminacji. Dyskryminacją bezpośrednią jest „różnicowanie sytuacji prawnej pracownika lub kandydata na pracownika, z uwagi na kilka lub jedno niedozwolone kryterium, powodujące, że pracownik jest lub mógłby być traktowany w porównywalnej sytuacji mniej korzystnie niż inni pracownicy” np. gdy pracodawca odmówi zatrudnienia tylko dlatego, że jest osobą innego wyznania.

Natomiast dyskryminacja pośrednia jest trudniej dostrzegalna, najczęściej nie widać jej na pierwszy rzut oka. Ma miejsce wtedy, gdy „na skutek pozornie neutralnego kryterium powstają dysproporcje bądź niekorzystne

²⁶ Por. Wyrok Sądu Najwyższego z dnia 4.6.2008 r., II PK 292/07, Legalis; z dnia 7.12.2011 r., II PK 77/11, Legalis; z 18.4.2012 r., II PK 196/11, Legalis; z 6.4.2017 r., III PK 100/16 Legalis.

²⁷ Art. 18^{3b} § 1 Kodeksu pracy.

położenie pracowników z powodu niedozwolonego kryterium – płci, wieku, religii” itd²⁸.

Dopuszczalne jest zatem różnicowanie sytuacji pracowników ze względu na ilość i jakość wykonywanej pracy, zakres obowiązków, kwalifikacje, doświadczenie. Innymi słowy ze względu na cechy, które dotyczą pracy, a nie osoby samego pracownika²⁹.

W drodze sprecyzowanego ustawowo wyjątku, kodeks pracy stanowi, że: „zasady równego traktowania w zatrudnieniu nie naruszają działania, proporcjonalne do osiągnięcia zgodnego z prawem celu różnicowania sytuacji pracownika, polegające na:

- 1) niezatrudnianiu pracownika z jednej lub kilku przyczyn stanowiących tzw. kryteria niedozwolone, jeżeli rodzaj pracy lub warunki jej wykonywania powodują, że przyczyna lub przyczyny wymienione w tym przepisie są rzeczywistym i decydującym wymaganiem zawodowym stawianym pracownikowi;
- 2) wypowiedzeniu pracownikowi warunków zatrudnienia w zakresie wymiaru czasu pracy, jeżeli jest to uzasadnione przyczynami niedotyczącymi pracowników;
- 3) stosowaniu środków, które różnicują sytuację prawną pracownika, ze względu na ochronę rodzicielstwa lub niepełnosprawność;
- 4) stosowaniu kryterium stażu pracy przy ustalaniu warunków zatrudnienia i zwalniania pracowników, zasad wynagradzania i awansowania oraz dostępu do szkolenia w celu podnoszenia kwalifikacji zawodowych, co uzasadnia odmienne traktowanie pracowników ze względu na wiek”³⁰.

To pracodawca odpowiada za przestrzeganie zasady równego traktowania w jego zakładzie pracy oraz gwarantuje brak dyskryminacji pracowników³¹. Pracodawca nie może przenieść tego zobowiązania i tej odpowiedzialności na inny podmiot. Zatem, jeśli pracodawca korzysta do celów zarządzania pracownikami z systemów AI, odpowiedzialny jest za wyniki pracy tych systemów, ponieważ korzystanie z nich nie zwalnia go z obowiązku przestrzegania w stosunku do pracowników zasady równego traktowania i zapewnienia środowiska pracy wolnego od dyskryminacji.

²⁸) Art. 18^{3a} § 3 i 4 Kodeksu pracy.

²⁹) Art. 18^{3b} § 1 Kodeksu pracy.

³⁰) Art. 18^{3b} § 2 Kodeksu pracy.

³¹) Art. 94 pkt 2b Kodeksu pracy.

4. PODSUMOWANIE

Polski kodeks pracy obecnie nie zawiera przepisów dotyczących używania AI, jednak z czasem zapewne należy spodziewać się zmian, zgodnych z wytycznymi przekazanymi w przepisach AI Act. Systemy AI, zwłaszcza te stosowane w procesie rekrutacji, ocenianiu pracowników czy organizowaniu czasu pracy lub zabezpieczaniu mienia pracodawcy, należy traktować jako systemy wysokiego ryzyka i wdrożyć w nich nadzór przez odpowiednio przeszkolone osoby. Pracownicy nadzorujący te systemy są zobowiązani do przestrzegania przepisów o ochronie danych osobowych. Podobnie systemy te, co odzwierciedlają przepisy AI Act dotyczące obowiązków producentów, winny zostać zaprojektowane w taki sposób, by ich działanie umożliwiało przestrzeganie przepisów RODO. Systemy AI mogą utrzymywać nierówne traktowanie i dyskryminację ze względu na posiadaną cechę taką jak: wiek, niepełnosprawność i inne, nie dotyczące pracy, cechy³². Dlatego też pracodawcy powinni stale monitorować działanie systemów AI pod tym kątem, aby zapobiegać takim zjawiskom. Kluczowe jest inwestowanie w szkolenia dla pracowników, aby przygotować ich do pracy z systemami AI. Pracodawcy mają obowiązek poinformowania pracowników o wykorzystywaniu systemów AI w procesie pracy, zwłaszcza jeśli są to systemy wysokiego ryzyka.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Świętnicki T., Jakubik M., *Ochrona danych osobowych w stosunku pracy*, „Roczniki Administracji i Prawa”, nr XXI, 2021. DOI 10.5604/01.3001.0015.6405.
2. Pisarczyk Ł., *Prawo pracy wobec rozwoju technologicznego. Zmierzch czy nowa odłona ochrony pracujących?* „Praca i Zabezpieczenie Społeczne”, nr 7/2025. DOI 10.33226/0032-6186.2025.7.2
3. Nizioł K., *Zautomatyzowane podejmowanie decyzji, w tym profilowanie, w procesie rekrutacji pracowników*, „Praca i Zabezpieczenie Społeczne”, nr 3/2025. DOI 10.33226/0032-6186.2025.3.7.

³²⁾ AI Act, Preambuła, pkt 31.



Anna Dereń

dr

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: aderen@wsei.edu.pl

ORCID: 0000-0001-7825-8341

Patrycja Kudela

lic.

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: Patrycja.Kudela@microsoft.wsei.edu.pl

WPŁYW PROGRAMU „POLSKI ŁAD” NA OBCIĄŻENIE MIKROPRZEDSIĘBIORCY PODATKIEM DOCHODOWYM OD OSÓB FIZYCZNYCH ORAZ SKŁADKĄ NA UBEZPIECZENIE ZDROWOTNE

IMPACT OF THE "POLISH DEAL" PROGRAMME ON THE BURDEN
OF MICRO-ENTREPRENEURS WITH PERSONAL INCOME TAX AND
HEALTH INSURANCE CONTRIBUTION

Słowa kluczowe: Polski Ład, podatek dochodowy, składka zdrowotna.

Key words: the Polish Deal, personal income tax, health insurance contribution.

JEL Classification: H24, H25, M21

Streszczenie

W artykule podjęto rozważania o wpływie przepisów Polskiego Ładu na obciążenia mikroprzedsiębiorcy podatkiem dochodowym od osób fizycznych oraz składką na ubezpieczenie zdrowotne. Ustalono wysokość omawianych danin w latach 2021–2024 w ujęciu nominalnym oraz określono

ich udział w dochodach (przychodach) na podstawie danych pozyskanych z jednoosobowej działalności gospodarczej. Analizą objęto mikroprzedsiębiorcę, który w badanym okresie został objęty szerokim zakresem zmian podatkowo-składkowych, co w połączeniu z niepewnością gospodarczą stanowiło duże wyzwanie w zakresie wyboru optymalnej formy opodatkowania. Odczyt obciążeń zastosowanej formy opodatkowania według przepisów obowiązujących w danym roku porównano z wynikami symulacji w wariancie utrzymania w latach 2022–2024 regulacji sprzed 1 stycznia 2022 roku. Wyniki analizy porównawczej wskazują, że zmiany podatkowo-składkowe spowodowały spadek sumy obciążeń przy zastosowaniu opodatkowania na zasadach ogólnych według skali podatkowej. Za determinanty rezultatów uznaje się zarówno kształtowanie prawa przez państwo, jak również zindywidualizowane aspekty działalności gospodarczej i czynniki kształtujące sytuację podatkową przedsiębiorcy.

Abstract

The article discusses the impact of the *Polski Ład* (Polish Deal) regulations on the burden of personal income tax and health insurance contributions borne by a micro-entrepreneur. The amounts of these levies for the years 2021–2024 were determined in nominal terms, and their share in income (revenues) was calculated on the basis of data obtained from a sole proprietorship. The analysis covered a micro-entrepreneur who, during the examined period, was subject to a wide range of tax and contribution-related changes which, combined with economic uncertainty, posed a considerable challenge in terms of selecting the optimal form of taxation. The burden resulting from the applied form of taxation, under the regulations in force in a given year, was compared with the outcomes of a simulation based on the assumption that the pre-1 January 2022 rules had remained in place for the years 2022–2024. The results of the comparative analysis indicate that the tax and contribution reforms led to a reduction in the total burden under general taxation rules based on the progressive tax scale. The determinants of these outcomes include both the legislative framework shaped by the state and the individualized characteristics of business activity, as well as the factors influencing the taxpayer's fiscal situation.

WSTĘP

Zmiana systemu podatkowego oraz systemu ubezpieczenia zdrowotnego w projekcie ustawy dotyczącej programu gospodarczo-społecznego *Polski Ład* uzasadniona została koniecznością „stworzenia przyjaznego i sprawiedliwego systemu podatkowego, który pozwoli Polsce na zajęcie dominującej pozycji w wyścigu o inwestycje, będącego efektem procesu zmiany globalnych łańcuchów dostaw”¹. Nowelizację regulacji dotyczących danin publicznych od dochodów argumentowano słuszością ponoszenia przez obywateli sprawiedliwych obciążeń, czyli w wysokości adekwatnej do zdolności podatkowej². Całokształt zmian podatkowych szacowano za korzystny lub neutralny dla blisko 90% podatników, lecz z czasem w przestrzeni publicznej rozwinął się pogląd, że *Polski Ład* szczególnie zmienił sytuację podatkowo-składkową przedsiębiorców.

Niniejszy artykuł prezentuje rozważania zmierzające do określenia wpływu nowelizującego programu *Polski Ład* na wysokość ponoszonych obciążeń z tytułu podatku dochodowego i składki na ubezpieczenie zdrowotne w latach 2021–2024 w przypadku mikroprzedsiębiorcy stosującego opodatkowanie na zasadach ogólnych według skali podatkowej. Celem niniejszego opracowania jest dostarczenie wiedzy na temat obciążeń podatkowo-składkowych oraz zidentyfikowanie obszarów systemu prawnego i powiązanych z nim czynników, które determinują sytuację mikroprzedsiębiorców. Część teoretyczna skoncentrowana jest wokół omówienia metod obciążeń podatkowoskładkowych z tytułu prowadzenia działalności gospodarczej oraz przedstawia regulacje prawne w tym zakresie na przestrzeni lat 2021–2024. Część badawcza zorientowana jest na przeprowadzenie analizy porównawczej oraz ocenę wpływu zmian prawnych na wysokość omawianych obciążeń.

Podstawę rozważań stanowi analiza aktów prawnych, publikacji naukowych oraz raportów instytucji państwowych, jak również odniesienie do oficjalnych treści dydaktycznych zamieszczonych na stronach internetowych ministerstw.

Pierwsza część opracowania syntezuje podstawowe informacje związane z zagadnieniem obciążeń podatkowo-składkowych w działalności

¹ Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, *Rządowy projekt ustawy o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób fizycznych, ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych oraz niektórych innych ustaw*, Warszawa 2021, Druk nr 1532, s. 261.

² Gomułowicz A., *Zasada sprawiedliwości podatkowej*, Warszawa: Dom Wydawniczy ABC, 2001, s. 27.

gospodarczej. W drugiej części zamieszczono omówienie najistotniejszych, z punktu widzenia realizacji celu opracowania, regulacji z zakresu podatku dochodowego i składek na ubezpieczenie zdrowotne obowiązujących w trakcie badanych lat. Zwieńczenie artykułu stanowi wielowątkowa analiza porównawcza obciążeń w każdej z trzech form opodatkowania dochodów (przychodów) działalności gospodarczej. Kryterium oceny wpływu zmian na sytuację przedsiębiorców określono przez pryzmat porównania rzeczywistego opodatkowania w latach 2021–2024 z symulacją opodatkowania według przepisów obowiązujących przed *Polskim Ładem*. Metodę badawczą stanowiła analiza porównawcza udziału obciążeń w ogóle dochodów (przychodów). W nawiązaniu do rezultatów analizy, omówiono istotne obszary wpływu *Polskiego Ładu*, a w podsumowaniu zawarto syntezę wniosków oraz konkluzję końcową.

OBCIĄŻENIA PODATKOWO-SKŁADKOWE DZIAŁALNOŚCI GOSPODARCZEJ

W polskim systemie prawnym obowiązuje konstytucyjna zasada społecznej gospodarki rynkowej³, która traktuje o elementarnym prawie do wolności, w tym do wolności gospodarczej. Regulacje w zakresie podejmowania, wykonywania i zakończenia działalności na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w tym prawa i obowiązki przedsiębiorców oraz zadania organów władzy publicznej zawiera ustawa *Prawo przedsiębiorców*⁴ stanowiąca jeden z aktów prawnych tworzących tzw. „konstytucję biznesu”⁵.

³ Art. 20 *Konstytucji Rzeczypospolitej Polskiej* z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz. U. z 1997 r., Nr 78, poz. 483 z późn. zm.) [dalej: *Konstytucja RP*].

⁴ Art. 1 ustawy z dnia 6 marca 2018 r. – *Prawo przedsiębiorców* (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 236) [dalej: *Prawo przedsiębiorców*].

⁵ Zbiór ustaw skierowanych do parlamentu został w uzasadnieniu określony przez wnioskodawcę „konstytucją biznesu”: ustawa z dnia 6 marca 2018 r. *Prawo przedsiębiorców* (Dz. U. z 2018 r. poz. 646 z późn. zm.); ustawa z dnia 6 marca 2018 r. o Centralnej Ewidencji i Informacji o Działalności Gospodarczej i Punkcie Informacji dla Przedsiębiorcy (Dz. U. z 2018 r. poz. 647 z późn. zm.); ustawa z dnia 6 marca 2018 r. o Rzeczniku Małych i Średnich Przedsiębiorców (Dz. U. z 2018 r. poz. 648 z późn. zm.); ustawa z dnia 6 marca 2018 r. o zasadach uczestnictwa przedsiębiorców zagranicznych i innych osób zagranicznych w obrocie gospodarczym na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej (Dz. U. z 2018 r. poz. 649 z późn. zm.); ustawa z dnia 6 marca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – *Prawo przedsiębiorców* oraz inne ustawy dotyczące działalności gospodarczej (Dz. U. z 2018 r. poz. 650 z późn. zm.).

Omawiana ustawa definiuje działalność gospodarczą jako zorganizowaną działalność zarobkową, wykonywaną we własnym imieniu i w sposób ciągły⁶. W myśl tej ustawy podejmowanie, wykonywanie i zakończenie działalności jest w Polsce wolne dla każdego na równych prawach, z zachowaniem warunków określonych przepisami prawa. Oznacza to, że przedsiębiorca ma możliwość podejmowania działań w myśl zasady „co nie jest prawem zabronione, jest dozwolone”⁷, a także kieruje się zasadami⁸: uczciwej konkurencji, poszanowania dobrych obyczajów oraz słusznym interesów innych przedsiębiorców i konsumentów, a także poszanowania oraz ochrony praw i wolności człowieka.

W ustawie *Prawo przedsiębiorców* zdefiniowano również pojęcie przedsiębiorcy⁹, którym jest osoba fizyczna, osoba prawna lub jednostka organizacyjna niebędąca osobą prawną, której odrębna ustawa przyznaje zdolność prawną, wykonująca działalność gospodarczą. Z kolei w ramach definicji legalnych stosuje się pojęcie mikroprzedsiębiorcy¹⁰, za którego uznaje się przedsiębiorcę zatrudniającego średniorocznie mniej niż 10 pracowników oraz nieprzekraczającego dwóch milionów euro rocznego obrotu netto lub sumy aktywów bilansu. Mianem przedsiębiorców określa się także wspólników spółki cywilnej w zakresie wykonywanej przez nich działalności gospodarczej, a za oddzielną grupę uznaje się przedsiębiorców zagranicznych. Ustawodawca kształtuje tym samym formy prawne prowadzenia działalności, spośród których możemy wyróżnić podstawowy podział na: jednoosobową działalność gospodarczą osoby fizycznej (dalej j.d.g.) oraz spółkę określonego typu.

W świetle przepisów podatkowych podstawową cechą działalności gospodarczej jest jej zarobkowy charakter¹¹ rozumiany jako dążenie do osiągnięcia, w związku z działalnością i w jej efekcie, nadwyżki przychodów nad kosztami. Uzyskane przysporzenie majątkowe określa się jako do-

⁶) Ibidem, art. 3.

⁷) Ibidem, art. 8.

⁸) Ibidem, art. 9.

⁹) Art. 4 ustawy *Prawo przedsiębiorców*.

¹⁰) Ibidem, art. 7 ust. 1 pkt 1.

¹¹) Komierzyńska-Orlińska E., *Komentarz do art. 3* [w:] Bielecki L., Gola J., Horubski K., Kocińska K., Żywicka A., Komierzyńska-Orlińska E., *Komentarz do ustawy – Prawo przedsiębiorców* [w:] Wierzbowski M. (red.), *Konstytucja biznesu. Komentarz*, Warszawa 2019. Por. – stanowisko SN stwierdzające, że kryterium dochodowości nie jest koniecznym wyróżnikiem działalności gospodarczej – Uchwała Sądu Najwyższego z 30.11.1992 r., III CZP 134/92, OSNCP 1993/5, poz. 79.

chód¹², który zgodnie z regulacją ustawy p.d.o.f. podlega opodatkowaniu¹³. Podatek bowiem stanowi daninę, która w ujęciu ekonomicznym opiera się na pobieraniu przez państwo (współcześnie w formie pieniężnej) efektów działalności gospodarczej innych podmiotów¹⁴. Zgodnie z art. 9 ust. 1 ustawy p.d.o.f. „opodatkowaniu podatkiem dochodowym podlegają wszelkiego rodzaju dochody”, lecz podkreślenia wymaga równocześnie fakt, że w istocie obowiązkiem podatkowym objęte są wszelkie czynności faktyczne lub prawne zmierzające do osiągania dochodów przez osoby fizyczne, z wyjątkiem zwolnionych z opodatkowania¹⁵. Na potrzeby ustalenia zakresu przedmiotowego podatku istotna jest zatem identyfikacja zwolnień uregulowanych w rozdziale 3 ustawy p.d.o.f. oraz odliczeń i zmniejszeń określonych w rozdziale 6 tej ustawy. Ulgi i preferencje podatkowe realizują bowiem pozafiskalną funkcję stymulacyjną i stają się tym samym instrumentami umożliwiającymi poprawę sytuacji podatników, a także wywierają wpływ na ich działania¹⁶.

Osoby fizyczne prowadzące działalność w formie j.d.g. obciążane są również zobowiązaniami o charakterze pozapodatkowym, spośród których jako najważniejsze ze względu na powszechność i kosztowność należy wskazać składki na ubezpieczenie społeczne i zdrowotne. Z uwagi na badane w niniejszym opracowaniu konsekwencje wejścia w życie od 1 stycznia 2022 roku pakietu *Polski Ład* na wyszczególnienie zasługuje obowiązkowa składka na ubezpieczenie zdrowotne¹⁷, która stała się znacznym ciężarem przedsiębiorców¹⁸. Szczególnie dyskusyjne stało się zagadnienie równości w powszechnym ubezpieczeniu zdrowotnym w świetle zróżnicowania

¹² Art. 9 ust. 2 ustawy z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1128) [dalej: ustawa p.d.o.f. 2021] oraz (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 2467 z późn. zm.) [dalej: ustawa p.d.o.f.].

¹³ Ibidem art. 9 ust. 1.

¹⁴ Mastalski R., *Prawo podatkowe* (wyd. 13), C.H.Beck, Warszawa 2023, s. 4.

¹⁵ Mastalski R., op. cit, s. 289.

¹⁶ Ciuman K., *Ulgi a preferencje podatkowe w podatkach dochodowych w Polsce*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, 2018, nr (974), s. 169.

¹⁷ Art. 66 ustawy z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 1285) [dalej: ustawa ś.o.z. 2021] oraz (t.j. Dz. U. z 2022 r., poz. 2561 z późn. zm.) [dalej: ustawa ś.o.z.].

¹⁸ Skargi przedsiębiorców na niekorzystne zasady rozliczania składki zdrowotnej wynikające z przepisów *Polskiego Ładu* stały się przedmiotem interwencji Rzecznika Praw Obywatelskich; por. Biuletyn Informacji Publicznej RPO, *Składka zdrowotna a przedsiębiorcy – kolejny problem z Polskim Ładem. Odpowiedź MZ na interwencję Rzecznika*, 2023 <https://bip.brpo.gov.pl/pl/content/rpo-polski-lad-przedsiębiorcy-składka-zdrowotna-mf-odpowiedz> (data dostępu: 22.08.2025).

stopy składki osób prowadzących działalność pozarolniczą ze względu na formę opodatkowania podatkiem dochodowym¹⁹, czy pogłębiająca się dysproporcja w obciążeniu składką zdrowotną rolników prowadzących działy specjalne²⁰, a innymi ubezpieczonymi opłacającymi składki. W debacie publicznej porusza się również kwestię ugruntowania podatkowego charakteru składki zdrowotnej²¹ wskutek zlikwidowania odliczenia od podatku dochodowego zapłaconej składki zdrowotnej.

METODYKA USTALANIA OBCIĄŻEŃ Z TYTUŁU PODATKU DOCHODOWEGO OD OSÓB FIZYCZNYCH

Konieczność ustalenia podatku dochodowego uwarunkowana jest zaistnieniem obowiązku podatkowego, przez który rozumie się „wynikającą z ustaw podatkowych nieskonkretyzowaną powinność przymusowego świadczenia pieniężnego w związku z zaistnieniem zdarzenia określonego w tych ustawach”²². W zakresie podatku dochodowego od osób fizycznych ustawa definiuje nieograniczony oraz ograniczony obowiązek podatkowy. W pierwszym przypadku opodatkowaniu podlegają wszystkie dochody (przychody) osób fizycznych zamieszkujących terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, bez względu na miejsce położenia źródeł przychodów²³. Natomiast ograniczonemu obowiązkowi podatkowemu podlegają dochody (przychody) osiągane na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej przez osoby fizyczne, które nie posiadają w tym kraju ośrodka interesów życiowych lub przebywają na jego terytorium do 183 dni²⁴. W kontekście obowiąz-

¹⁹) Art. 79a ustawy ś.o.z. w nawiązaniu do art. 79.

²⁰) Art. 80 ust. 1a i art. 84a ustawy ś.o.z. w kontekście art. 79; por. Antonów K., *Równość i solidarność w powszechnym ubezpieczeniu zdrowotnym na tle zmian w finansowaniu opieki zdrowotnej od dnia 1 stycznia 2022 r.*, „Roczniki Administracji i Prawa”, 2022, XXII z. 3, s. 463-465.

²¹) W regulacjach do końca 2021 roku podatnik-ubezpieczony pokrywał składkę zdrowotną w wymiarze 9% podstawy i uzyskiwał możliwość odliczenia znacznej jej części (ponad 85%) od podatku, co skutkowało realnym obciążeniem na poziomie 1,25% podstawy jej wymiaru. Już w ówczesnym stanie prawnym uznawano składkę zdrowotną za *quasi*-podatek. Por. Lach D. E., *Zasada równego dostępu do świadczeń opieki zdrowotnej*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2011, s. 309-310, 335 oraz Lenio P., *Publicznoprawne źródła finansowania ochrony zdrowia*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa 2018, s. 302-309.

²²) Art. 4 ustawy z dnia 29 sierpnia 1997 r. – Ordynacja podatkowa (t.j. Dz. U. z 2025 r. poz. 111) [dalej: *Ordynacja podatkowa*].

²³) Art. 3 ustawy p.d.o.f.

²⁴) Ibidem art. 1a-2b.

ku podatkowego należy również uwzględnić umowy w sprawie unikania podwójnego opodatkowania, których stroną jest Rzeczpospolita Polska²⁵.

Przychody osób fizycznych osiągnięte z pozarolniczej działalności gospodarczej są powszechnie opodatkowane na zasadach ogólnych według skali podatkowej określonej w art. 27 ustawy p.d.o.f. (dalej: skala podatkowa), chyba że podatnik oświadczy o zastosowaniu opodatkowania w formie ryczałtu od przychodów ewidencjonowanych lub wybierze opodatkowanie podatkiem liniowym regulowanym w art. 30 c ustawy p.d.o.f. W procedurze opodatkowania skalą podatkową uwzględnia się przychody ze źródeł określonych w rozdziale 2 ustawy p.d.o.f. oraz koszty ich uzyskania uregulowane w rozdziale 4 tej ustawy. Z kolei ze względu na zwolnienia przedmiotowe od podatku wolne są środki uzyskane z tytułów wymienionych w rozdziale 3 ustawy p.d.o.f., w tym limitowane do kwoty 85 528 zł przychody podatnika uprawnionego do ulgi dla rodzin 4+. Ponadto do dochodów podlegających opodatkowaniu zastosowanie ma kwota wolna od podatku, która w 2021 roku wynosiła 8 000 zł, a od 2022 roku wzrosła ponad trzykrotnie do poziomu 30 000 zł.

Co do zasady małżonkowie podlegają odrębnemu opodatkowaniu, lecz w przypadku małżonków pozostających w związku małżeńskim i we wspólności majątkowej możliwe jest opodatkowanie łącznie na wspólny wniosek wyrażony w zeznaniu rocznym²⁶. Podatek małżonków ustalany jest jako podwójna wysokość podatku obliczonego od połowy łącznych dochodów małżonków, który stanowi sumę przychodów każdego z nich, po uprzednim zastosowaniu dla każdego małżonka odrębnie odliczeń²⁷. W ramach wspólnego opodatkowania małżonkowie korzystają zatem z kwoty wolnej w podwójnej wysokości. W przypadku, gdy chociażby jeden z małżonków osiągnął przychody i/lub poniósł koszty uzyskania przychodów, w zakresie których stosuje się przepisy ustawy o zryczałtowanym podatku dochodowym²⁸ lub art. 30c ustawy p.d.o.f, nie ma możliwości złożenia wspólnego zeznania podatkowego²⁹.

Przedsiębiorcy podlegający opodatkowaniu skalą podatkową obowiązani są do prowadzenia podatkowej księgi przychodów i rozchodów dla

²⁵) Ibidem art. 4a.

²⁶) Ibidem art. 6.

²⁷) Ibidem art. 6 ust. 2.

²⁸) Ustawa z dnia 20 listopada 1998 r. o zryczałtowanym podatku dochodowym od niektórych przychodów osiąganych przez osoby fizyczne (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1193) [dalej: ustawa z.p.d. 2021] oraz (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 2540 z późn. zm.) [dalej: ustawa z.p.d.].

²⁹) Art. 6 ust. 8 ustawy p.d.o.f.

celu ustalenia dochodu (straty), podstawy opodatkowania i wysokości należnego podatku za rok podatkowy. Z ustalonego dochodu³⁰ podatnicy mogą odliczyć m.in: kwoty składek zapłaconych w roku podatkowym bezpośrednio na własne ubezpieczenie społeczne podatnika oraz osób z nim współpracujących³¹, jeżeli nie zostały zaliczone do kosztów uzyskania przychodu oraz nie zostały zwrócone podatnikowi w jakiejkolwiek formie³². Odliczeniu od dochodu mogą również podlegać przekazane darowizny na cele określone w przepisach do limitu 6% dochodu³³, jak również wydatki na cele rehabilitacyjne³⁴ oraz wydatki na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego³⁵, czy wydatki z tytułu użytkowania sieci Internet do wysokości 760 zł³⁶. Zastosowanie ma również zwiększenie lub zmniejszenie podstawy obliczenia podatku lub straty w ramach ulgi na złe długi³⁷.

Obliczona kwota stanowi ostateczną podstawę obliczenia podatku, od której pobiera się podatek dochodowy według skali podatkowej. Do końca 2021 roku od obliczonego podatku odejmowano kwotę zmniejszającą podatek uzależnioną od przedziału podstawy obliczenia podatku, a następnie stosowano stawkę opodatkowania według progu podatkowego³⁸. Poprzez ustawę *Polski Ład 1.0*³⁹ ustanowiono nową granicę I progu oraz uchylono przepisy w zakresie obliczenia kwoty zmniejszającej podatek zastępując ją jednolitą kwotą, która stanowi iloraz stawki podatkowej i kwoty wolnej od podatku⁴⁰. Natomiast ustawą *Polski Ład 2.0*⁴¹ wprowadzono zmianę stawek podatkowych⁴². W tabelach 1 oraz 2 zaprezentowano dane dotyczące obliczenia podatku

³⁰) Ibidem art. 24 ust. 2.

³¹) Ibidem art. 26 ust. 1 pkt 2.

³²) Ibidem art. 26 ust. 13a.

³³) Ibidem art. 26 ust. 1 pkt 9 oraz ust. 5.

³⁴) Ibidem art. 26 ust. 1 pkt 6.

³⁵) Ibidem art. 26h.

³⁶) Ibidem art. 26 ust. 1 pkt 6a.

³⁷) Ibidem art. 26i.

³⁸) Art. 27 ust. 1-1a ustawy p.d.o.f. 2021.

³⁹) Ustawa z dnia 29 października 2021 r. o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób fizycznych, ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2021 r. poz. 2105) [dalej: ustawa *Polski Ład 1.0*].

⁴⁰) Ibidem art. 1 pkt 47.

⁴¹) Ustawa z dnia 9 czerwca 2022 r. o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób fizycznych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2022 r. poz. 1265) [dalej: ustawa *Polski Ład 2.0*].

⁴²) Ibidem art. 1 pkt 13.

w roku podatkowym 2021, a w Tabeli 3 przedstawiono regulacje dla lat 2022–2024.

Obliczony podatek dochodowy za 2021 rok podlegał obniżeniu o kwotę zapłaconych w roku podatkowym składek na ubezpieczenie zdrowotne w części nieprzekraczającej 7,75% podstawy wymiaru tej składki⁴³. Wskutek zmian, w latach 2022–2024 w ramach opodatkowania skalą podatkową nie stosuje się odliczenia zapłaconych składek na ubezpieczenie zdrowotne.

Tabela 1. Skala podatkowa w roku podatkowym 2021

Podstawa obliczenia podatku [zł]		Podatek [zł]	
ponad	do		
	85 528	17%	minus kwota zmniejszająca podatek
85 528		14 539,76 + 32% nadwyżki ponad 85 528	

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 27 ustawy p.d.o.f. 2021.

Tabela 2. Obliczenie kwoty zmniejszającej podatek w roku podatkowym 2021

Podstawa obliczenia podatku [zł]		Obliczenie kwoty zmniejszającej podatek [zł]
ponad	do	
0	8 000	1 360
8 000	13 000	$1\,360 - (834,88 \times (\text{podstawa obliczenia podatku} - 8\,000) : 5\,000)$
13 000	85 528	525,12
85 528	127 000	$525,12 - (525,12 \times (\text{podstawa obliczenia podatku} - 85\,528) : 41\,472)$

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 27 ustawy p.d.o.f. 2021.

⁴³⁾ Art. 27b ust. 2 ustawy p.d.o.f. 2021.

Tabela 3. Skala podatkowa w latach podatkowych 2022–2024

Podstawa obliczenia podatku [zł]		Podatek [zł]
ponad	do	
	120 000	12% minus kwota zmniejszająca podatek 3 600
120 000		10 800 + 32% nadwyżki ponad 120 000

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 27 ustawy p.d.o.f.

Tabela 4. Odliczenie w ramach ulgi prorodzinnej w latach podatkowych 2021–2024

Ilość dzieci w stosunku do których wykonywano władzę rodzicielską	Odliczenie za miesiąc kalendarzowy [zł]
Jedno małoletnie dziecko	92,67, jeżeli dochody podatnika (pozostającego przez cały rok w związku małżeńskim) i jego małżonka nie przekroczyły w roku podatkowym 1112,04
Dwoje małoletnich dzieci	92,67 na każde dziecko
Troje i więcej małoletnich dzieci	92,67 na pierwsze i drugie dziecko; 166,67 na trzecie dziecko; 225,00 na czwarte i każde kolejne dziecko

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 27f ustawy p.d.o.f.

Uprawnieni podatnicy mają prawo odliczyć od podatku kwotę ulgi prorodzinnej, która uzależniona jest od ilości dzieci i ilości miesięcy wykonywania wobec nich władzy rodzicielskiej⁴⁴ (Tab. 4). Jeżeli kwota przysługującego odliczenia jest wyższa od kwoty podatku, podatnikowi przysługuje dodatkowy zwrot różnicy, który nie może przekroczyć kwoty składek na ubezpieczenia społeczne oraz zdrowotne.

W zeznaniu o wysokości osiągniętego dochodu (poniesionej straty) w roku podatkowym na formularzu PIT-36 dla opodatkowania skalą podatkową wykazuje się obliczony podatek i kwoty uregulowanych zaliczek

⁴⁴) Art. 27f ustawy p.d.o.f.

w trakcie roku podatkowego. Podatnicy są obowiązani złożyć deklarację w terminie od 15 lutego do 30 kwietnia roku następującego po roku podatkowym⁴⁵.

Odrębne obciążenie o charakterze podatkowym dla osób fizycznych stanowi danina solidarnościowa w wysokości 4% nadwyżki ponad 1 000 000 zł sumy przychodów podlegających opodatkowaniu. Do 30 kwietnia roku kalendarzowego składa się deklarację w tym zakresie oraz uiszcza daninę.

METODYKA USTALANIA OBCIĄŻEŃ Z TYTUŁU SKŁADKI NA UBEZPIECZENIE ZDROWOTNE

Osoby prowadzące pozarolniczą działalność gospodarczą oraz osoby z nimi współpracujące⁴⁶ spełniające warunki do objęcia ubezpieczeniami społecznymi podlegają równocześnie obowiązkowi ubezpieczenia zdrowotnego⁴⁷. Dla tej grupy ubezpieczonych podstawę wymiaru składki na ubezpieczenie zdrowotne do końca 2021 roku stanowiła zadeklarowana kwota, nie niższa jednak niż 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego włącznie z wypłatami z zysku, ogłaszanego przez Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego⁴⁸ (Tab. 5). Składka na ubezpieczenie zdrowotne stanowiła 9% podstawy wymiaru⁴⁹ i obowiązywała od 1 stycznia do 31 grudnia danego roku.

⁴⁵) Ibidem art. 45.

⁴⁶) Zob. definicja osoby współpracującej w art. 8 ust. 11 ustawy z dnia 13 października 1998 r. o systemie ubezpieczeń społecznych (t.j. Dz. U. z 2025 r. poz. 350).

⁴⁷) Art. 66 ust. 1 pkt 1-1a ustawy ś.o.z.

⁴⁸) Art. 81 ust. 2 ustawy ś.o.z. 2021.

⁴⁹) Ibidem art. 79 ust. 1.

Tabela 5. Kwota miesięcznej składki na ubezpieczenie zdrowotne przedsiębiorców i osób współpracujących w 2021 roku

Okres obowiązywania	Minimalna podstawa składki zdrowotnej	Minimalna miesięczna składka [zł]
01.01.2021–31.12.2021	Zadeklarowana kwota, nie niższa niż 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku, ogłoszonego przez Prezesa GUS	381,81

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 79 ust. 1, art. 82 ust. 2 ustawy ś.o.z. 2021 oraz obwieszczenie Prezesa GUS za 2020 rok⁵⁰.

Od 1 stycznia 2022 r. w zakresie składki zdrowotnej osób współpracujących stosuje się natomiast odrębne przepisy (Tab. 6), które w okresie od stycznia do czerwca 2022 roku za podstawę wymiaru składki podawały 100% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia. Wskutek nowelizacji od lipca 2022 roku podstawę stanowi 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia.

Tabela 6. Kwota miesięcznej składki na ubezpieczenie zdrowotne osoby współpracującej w latach 2022–2023

Okres obowiązywania	Minimalna podstawa składki zdrowotnej	Minimalna miesięczna składka [zł]
01.01.2022–30.06.2022	Kwota 100% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku, ogłoszonego przez Prezesa GUS	559,89
01.07.2022–31.12.2022	Kwota odpowiadająca 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku, ogłoszonego przez Prezesa GUS	419,92

⁵⁰⁾ Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 21 stycznia 2021 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2020 r.

01.01.2023– 31.12.2023	Kwota odpowiadająca 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku, ogłoszonego przez Prezesa GUS	470,20
01.01.2024– 31.12.2024	Kwota odpowiadająca 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku, ogłoszonego przez Prezesa GUS	524,33

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 15 pkt 6 lit. b ustawy Polski Ład 1.0, art. 10 pkt 6 lit. n ustawy Polski Ład 2.0 oraz obwieszczenia Prezesa GUS za lata: 2021⁵¹, 2022⁵² oraz 2023⁵³.

Od 2022 roku podstawa wymiaru składki przedsiębiorców ustalana jest w stosunku rocznym według stosowanej formy opłacania podatku dochodowego. W przypadku opodatkowania skalą podatkową podstawę wymiaru składki stanowi dochód z działalności gospodarczej będący różnicą między osiągniętymi przychodami a kosztami ich uzyskania, pomniejszony o kwotę opłaconych w tym roku składek na ubezpieczenia społeczne, które nie zostały zaliczone do kosztów. Wyłączeniu podlegają przychody niepodlegające opodatkowaniu podatkiem dochodowym inne niż określone w art. 21 ust. 1 pkt 63a, 63b, 152-154. Tym samym przychody wyodrębnione w ramach m.in. ulgi dla rodzin 4+, mimo zwolnienia z opodatkowania, stanowią podstawę wymiaru składki na ubezpieczenia zdrowotne. Podstawa nie może być niższa niż iloczyn miesięcy podlegania ubezpieczeniu zdrowotnemu w roku kalendarzowym, za który uzyskany był dochód i minimalnego wynagrodzenia obowiązującego w pierwszym dniu roku składkowego⁵⁴. Ustalona w ten sposób podstawa obowiązuje w roku składkowym, czyli okresie od 1 lutego danego roku do 31 stycznia

⁵¹) Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 21 stycznia 2022 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2021 r. [dalej: obwieszczenie Prezesa GUS za 2021 rok].

⁵²) Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 20 stycznia 2023 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2022 r. [dalej: obwieszczenie Prezesa GUS za 2022 rok].

⁵³) Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 21 stycznia 2024 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2023 r. [dalej: obwieszczenie Prezesa GUS za 2023 rok].

⁵⁴) Ibidem art. 81 ust. 2b.

następnego roku⁵⁵. Za styczeń 2022 roku podstawę składki stanowiła kwota ustalona według zasad obowiązujących do 31 grudnia 2021 roku⁵⁶.

Za każdy miesiąc podlegania ubezpieczeniu wpłaca się składkę od miesięcznej podstawy wymiaru, która stanowi dochód z działalności gospodarczej uzyskany w miesiącu poprzedzającym miesiąc, za który opłacana jest składka. Dochód za pierwszy miesiąc podlegania ubezpieczeniu w roku składkowym jest ustalany jako różnica między osiągniętymi przychodami a poniesionymi kosztami uzyskania tych przychodów oraz pomniejszany jest o kwotę składek na ubezpieczenia społeczne opłacone w tym miesiącu. Dochód za kolejne miesiące ustala się jako różnicę między sumą przychodów osiągniętych od początku roku i sumą kosztów uzyskania tych przychodów poniesionych od początku roku, który pomniejsza się o sumę dochodów ustalonych za miesiące poprzedzające i o różnicę między sumą składek na ubezpieczenia społeczne zapłaconych od początku roku, a sumą składek odliczonych w poprzednich miesiącach⁵⁷.

Składka na ubezpieczenie zdrowotne osób prowadzących działalność pozarolniczą opłacających podatek według skali podatkowej wynosi 9% podstawy wymiaru składki, lecz należna składka miesięczna nie może być niższa niż 9% minimalnego wynagrodzenia obowiązującego w pierwszym dniu roku składkowego (Tab. 7-8). Równocześnie składka obliczana od rocznej podstawy musi wynosić co najmniej iloczyn liczby miesięcy podlegania ubezpieczeniu w roku składkowym i minimalnego wynagrodzenia obowiązującego w pierwszym dniu tego roku składkowego.

Tabela 7. Kwota składki na ubezpieczenia zdrowotne za styczeń 2022 roku – opodatkowanie skalą podatkową

Okres obowiązywania	Minimalna podstawa składki zdrowotnej	Minimalna miesięczna składka [zł]
01.01.2022–31.01.2022	Zadeklarowana kwota, nie niższa niż 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku, ogłoszonego przez GUS	419,92

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 79 ustawy Polski Ład 1.0.

⁵⁵) Ibidem art. 81 ust. 2.

⁵⁶) Art. 79 ustawy Polski Ład 1.0.

⁵⁷) Art. 81 ust. 2c ustawy ś.o.z.

Tabela 8. Kwota minimalnej miesięcznej składki na ubezpieczenie zdrowotne w latach 2022–2023 – opodatkowanie skalą podatkową

Okres obowiązywania	Minimalna podstawa składki zdrowotnej	Minimalna miesięczna składka [zł]
01.02.2022–31.01.2023	9% minimalnego wynagrodzenia obowiązującego w pierwszym dniu roku składkowego	270,90
01.02.2023–31.01.2024		314,10
01.02.2024–31.01.2025		381,78

Źródło: opracowanie własne na podstawie art. 79a oraz art. 82 ustawy ś.o.z. oraz rozporządzenia⁵⁸.

ANALIZA OBCIĄŻEŃ PODATKOWO-SKŁADKOWYCH MIKROPRZEDSIĘBIORCY W LATACH 2021–2024

W ramach pakietu *Polski Ład* zmianie uległy liczne przepisy kształtujące warunki prowadzenia działalności gospodarczej w Polsce, w tym regulacje zawarte w ustawie p.d.o.f. oraz ś.o.z. Powszechną dyskusją w przestrzeni publicznej stały się zagadnienia związane z weryfikowaniem obciążeń podatkowo-składkowych celem ograniczenia ich wpływu na kształtowanie rezultatów aktywności gospodarczej⁵⁹. Aspekt ten przyczynił się do prze-

⁵⁸) Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 września 2021 r. w sprawie wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2022 r. (Dz.U. z 2021 r. poz. 1690); Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 13 września 2022 r. w sprawie wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2023 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 1952); Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 września 2023 r. w sprawie wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2024 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 1893)

⁵⁹) W badaniu inFakt Indeks za 2022 rok, w badanej grupie 301 przedsiębiorców ponad połowa wskazała za najbardziej znaczące utrudnienia ze strony państwa: wysokość składek ZUS oraz często zmieniające się przepisy. W ocenie sprawiedliwości *Polskiego Ładu* 60% badanych odpowiedziało „zdecydowanie nie” oraz 20% „raczej nie”. Celem zabezpieczenia ciągłości działania wskazywano m.in. optymalizację podatkową (20%). Por. Agencja badawcza Smartscope na zlecenie inFakt, *Badanie Polskiej Przedsiębiorczości w 2022 r. inFakt Indeks*, 2023, <https://www.infakt.pl/infakt-indeks/> (data dostępu: 22.08.2025).

przewodzenia niniejszej analizy porównawczej obciążenia mikroprzedsiębiorcy podatkiem dochodowym od osób fizycznych oraz składką na ubezpieczenie zdrowotne mikroprzedsiębiorców.

W ramach badania pozyskano dane o rzeczywistych przychodach, kosztach uzyskania przychodów oraz sytuacji podatnika kształtującej opodatkowanie dochodów (przychodów). Pozyskane dane posłużyły przeprowadzeniu porównania rzeczywistego kształtowania się obciążeń mikroprzedsiębiorcy w latach 2021–2024 z symulacją utrzymania przepisów obowiązujących przed wprowadzeniem *Polskiego Ładu*. Wpływ zmian oceniono porównując wskaźnik procentowy informujący o udziale obciążeń podatkowo-składkowych w sumie dochodów. Obniżenie udziału danin stanowiło zjawisko korzystne z perspektywy przedsiębiorcy i oceniane było jako pozytywny efekt nowelizacji przepisów. Ponadto wykonano obliczenia obciążeń w przypadku wyboru alternatywnych form opodatkowania w obowiązującym porządku prawnym.

Przedsiębiorca prowadzi działalność gospodarczą w przeważającej części w zakresie usług specjalistycznego sprzątania. Istotne informacje kształtujące opodatkowanie przedstawiono w Tabeli 9, a na ich podstawie zaobserwowano, że dochód z działalności gospodarczej rokrocznie wzrastał: w 2022 r. o ok. 198% r/r, w 2023 r. o ok. 38% r/r, a w 2024 r. o 78% r/r.

Tabela 9. Dane dotyczące sytuacji podatkowej przedsiębiorcy oraz małżonka będącego osobą współpracującą

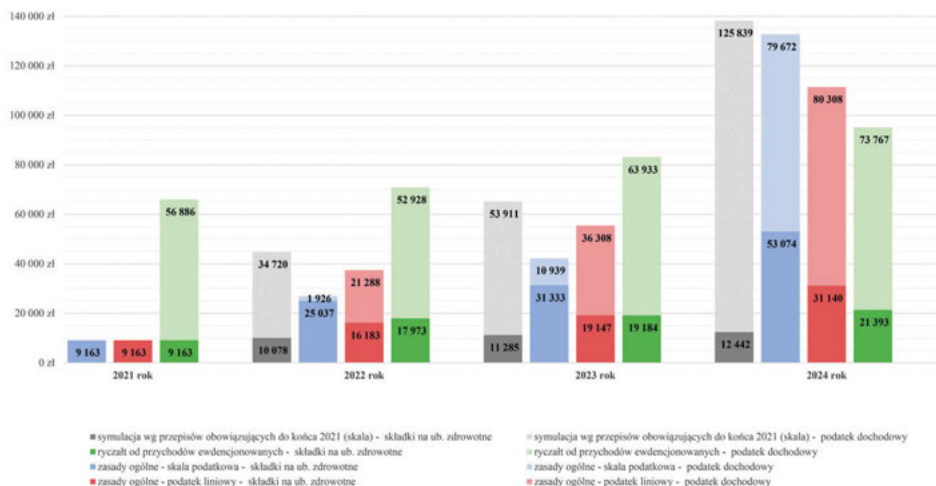
Lp.	Wyszczególnienie	2021 rok	2022 rok	2023 rok	2024 rok
1	Przychody z działalności gospodarczej	847 748,91 zł	729 236,22 zł	869 414,12 zł	994 854,79 zł
2	Koszty uzyskania przychodów	772 768,50 zł	506 067,75 zł	560 362,38 zł	444 178,64 zł
3	Dochód z działalności gospodarczej (1-2)	74 980,41 zł	223 168,47 zł	309 051,74 zł	550 676,15 zł

4	Przychody z innych źródeł małżonka (zasiłki)	9 669,60 zł	27 639,48 zł	13 563,85 zł	8 839,74 zł
5	Prawo do ulgi dla rodzin 4+ podatnika (art.21ust.1pkt153)	nie dotyczy	tak, w pełnym wymiarze 85 528 zł	tak, w pełnym wymiarze 85 528 zł	tak, w pełnym wymiarze 85 528 zł
6	Prawo do ulgi dla rodzin 4+ małżonka (art.21ust.1pkt153)	nie dotyczy	19 018,48 zł	6 000,39 zł	0,00 zł
7	Prawo do ulgi prorodzinnej (art. 27f ustawy p.d.o.f.)	troje dzieci w pełnym wymiarze 4 224,12 zł	troje dzieci w pełnym wymiarze 4 224,12 zł oraz za czwarte dziecko 10 miesięcy 2 250,00 zł	czworo dzieci w pełnym wymiarze 6 924,12 zł	czworo dzieci w pełnym wymiarze 6 924,12 zł
8	Prawo do ulgi na realizację przeds. termomodernizacyjnego	tak, odliczono 49 034,93 zł (do limitu)	tak, odliczono 3 349,76 zł (pozostała kwota)	brak	brak

Źródło: opracowanie własne.

Zastosowane opodatkowanie skalą podatkową doprowadziło do poniesienia w ujęciu nominalnym najniższych obciążeń podatkowo-składkowych w latach 2021–2023, co prezentuje wykres 1. Jest to rezultat m.in. wspólnego rozliczenia z małżonkiem będącym osobą współpracującą, co umożliwiło odliczenie od dochodu zapłaconych z tego tytułu składek na ubezpieczenie społeczne. Ponadto wykorzystano ulgę na realizację przedsięwzięcia termomodernizacyjnego oraz ulgę na dzieci, a od 2022 r., w którym urodziło się czwarte dziecko, zastosowano ulgę dla rodzin 4+. Na rozliczenie przedsiębiorcy korzystnie wpłynęło również obniżenie stawki podatkowej, zwiększenie kwoty wolnej od podatku oraz podwyższenie granicy I progu podatkowego.

Wykres 1. Nominalne ujęcie rzeczywistych i symulowanych obciążeń mikroprzedsiębiorcy w latach 2021–2024 z podziałem na formy opodatkowania (w zaokrągleniu do zł)



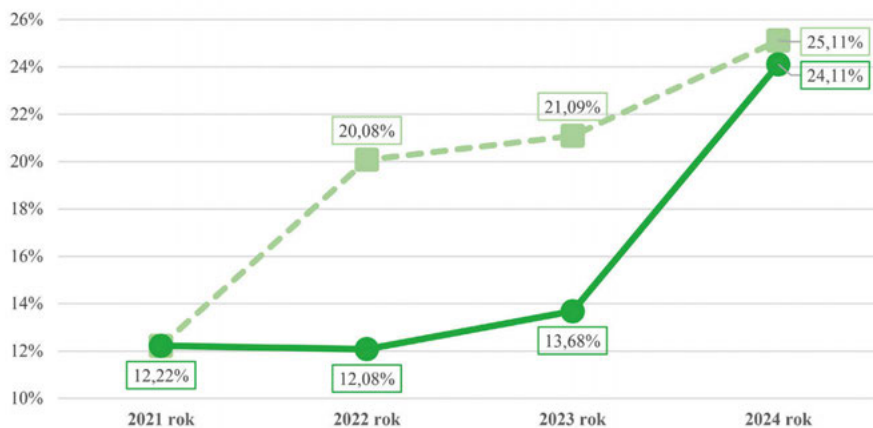
Źródło: opracowanie własne.

Z kolei w 2024 r., na tle alternatywnych form opodatkowania, obciążenia w ujęciu nominalnym osiągnęły najwyższy poziom. Podjęta przez przedsiębiorcę decyzja o kontynuowaniu opodatkowania skalą podatkową wynikała z analizy wskazującej tę formę opodatkowania za korzystną do poziomu ok. 435 tys. zł dochodu. Wskutek pomyślnej koniunktury na rynku usług specjalistycznego sprzątania i optymalizacji ponoszonych kosztów, wynik z działalności znacząco przekroczył przewidywania, co przy zastosowaniu skali podatkowej doprowadziło do większego uszczuplenia rezultatów działalności gospodarczej niż w przypadku ryczałtu lub podatku liniowego.

Analizę rezultatów programu *Polski Ład* w zakresie opodatkowania i oskładkowania przeprowadzono w oparciu o dane zaprezentowane na wykresie 2. W strukturze dochodu w 2021 r. obciążenia podatkowo-składkowe przedsiębiorcy oraz osoby współpracującej stanowiły 12,22%, a po zmianie przepisów w 2022 roku udział obciążeń spadł o 0,14 pp. do 12,08%. W 2023 roku wzrósł o 1,60 pp. r/r do poziomu 13,68%, rosnąc nadal w 2024 r. do poziomu 24,11%. Natomiast analiza symulowanych obciążeń według przepisów sprzed *Polskiego Ładu* wykazała w badanym okresie

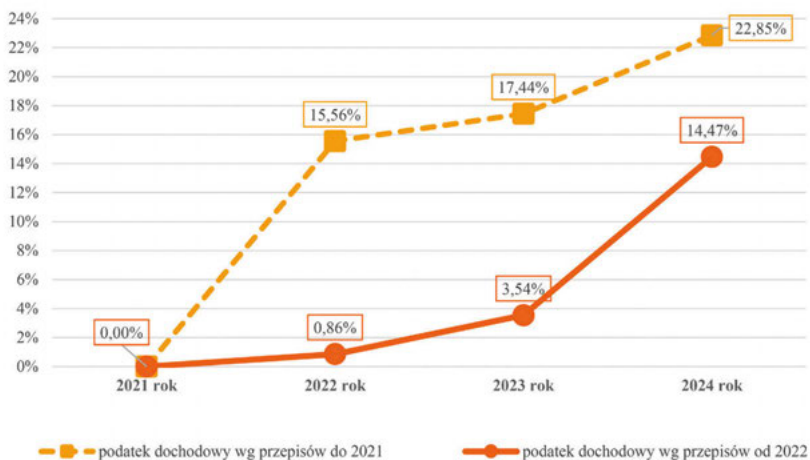
większy udział obciążeń w dochodzie z działalności gospodarczej – odpowiednio o 8,00 pp. w 2022 r., o 7,41 pp. w 2023 r. oraz 1,00 pp. w 2024 r.

Wykres 2. Udział sumy obciążeń podatkowo-składkowych w dochodzie z działalności gospodarczej

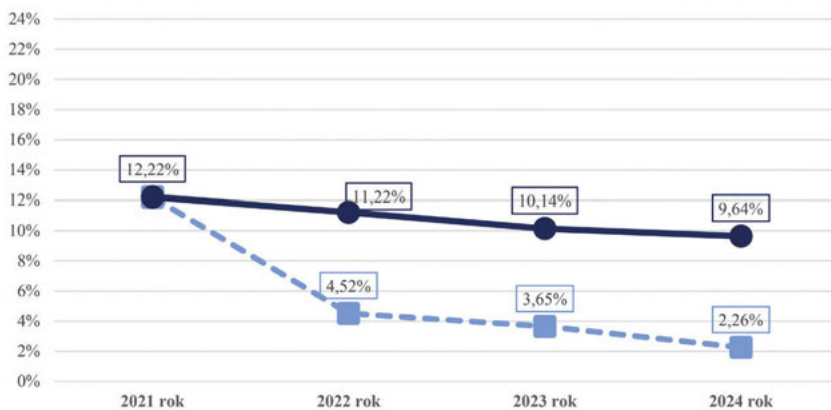


Źródło: opracowanie własne.

Pogłębiona analiza zaprezentowana na wykresie 3 prowadzi do konstatacji, że zmniejszenie udziału obciążeń w dochodzie zostało ukształtowane przez zmniejszenie zobowiązań podatkowych. Zjawisko to było przede wszystkim skutkiem rozszerzenia ulg i zwolnień podatkowych, wprowadzenia niższej stawki podatkowej oraz podwyższenia kwoty wolnej od podatku. Zastosowane w 2024 r. najmniej optymalne ówczesnie opodatkowanie również nie zmieniło tendencji, w której podatek ustalony w obowiązującym porządku prawnym stanowił mniejsze obciążenie niż ustalony według „starych” przepisów.

Wykres 3. Udział obciążeń z tytułu podatku dochodowego w dochodzie z działalności gospodarczej

Źródło: opracowanie własne.

Wykres 4. Udział obciążeń z tytułu składki zdrowotnej w dochodzie z działalności gospodarczej

Źródło: opracowanie własne.

Analiza w zakresie składki zdrowotnej, zaprezentowana na wykresie 4, wskazuje, że udział rzeczywistych zobowiązań składkowych uległ zwiększeniu w porównaniu z wynikami symulacji według przepisów obowiązujących do końca 2021 r. Zjawisko to wynika z kluczowych założeń nowelizacji, zgodnie z którą podstawa wymiaru składki zdrowotnej od 1 stycznia 2022 r. uzależniona jest od osiąganego dochodu. Wcześniejsze regulacje przewidywały ryczałtową składkę, według zadeklarowanej kwoty, którą z reguły ustalano na równi z minimalną podstawą wynoszącą 75% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw w czwartym kwartale roku poprzedniego, włącznie z wypłatami z zysku.

Z powyższej analizy wynika zatem, że wprowadzone zmiany w zakresie podatku dochodowego od osób fizycznych oraz składek na ubezpieczenie zdrowotne były w całokształcie korzystne dla przedsiębiorcy objętego badaniem, przy czym pozytywny wpływ regulacji kształtujących opodatkowanie został ograniczony przez nowelizację składki na ubezpieczenie zdrowotne.

ZAKOŃCZENIE

Zaprezentowane rozważania prowadzą do wniosku, że wysokość obciążeń mikroprzedsiębiorców podatkiem i składkami determinują aspekty uzależnione od przedsiębiorcy oraz czynniki kształtowane przez prawodawcę. W ramach pierwszej grupy wyszczególnia się:

1. zmiany w wysokości przychodów/dochodów z działalności wynikające z ryzyka gospodarczego;
2. specyfikę prowadzonej działalności pod względem występowania kosztów;
3. wysokość dochodu w odniesieniu do progów podatkowych;
4. wystąpienie dochodów z innych źródeł;
5. istnienie wspólności majątkowej w małżeństwie i kształtowanie się dochodów małżonka pod kątem korzyści ze wspólnego rozliczenia podatku;
6. prawo do ulg, w tym szczególnie do ulg prorodzinnych;
7. posiadaną wiedzę o obowiązujących przepisach;
8. śledzenie zapowiadanych i wprowadzanych zmian przepisów;
9. podejmowanie działań optymalizujących wpływ nowelizacji na sytuację majątkową.

W świetle programu *Polski Ład* do drugiej grupy zalicza się obowiązujące w państwie regulacje prawne:

1. określenie stawek podatkowych;
2. wyznaczenie granicy progów podatkowych;
3. określenie wysokości kwoty wolnej od podatku;
4. nowelizowanie regulacji w zakresie podstawy wymiaru składek na ubezpieczenie zdrowotne uzależnionej od dochodów (przychodów) w danej formie opodatkowania;
5. ograniczenie lub zlikwidowanie prawa do odliczeń podatkowych w zakresie zapłaconych składek na ubezpieczenie zdrowotne;
6. wprowadzenie ulg, w tym zwłaszcza ulg prorodzinnych;
7. określenie terminu wejścia w życie ustaw i aktów wykonawczych w sposób umożliwiający przygotowanie do ich stosowania.

Powyższe determinanty stanowią przegląd podstawowych założeń wynikających z przeprowadzonego badania, które po rozszerzeniu badań o kolejne podmioty mogłoby doprowadzić do sformułowania dodatkowych aspektów zasługujących na uwzględnienie podczas analizy sytuacji podatkowo-składkowej danego przedsiębiorcy w warunkach *Polskiego Ładu*.

BIBLIOGRAFIA

Pozycje książkowe i artykuły

1. Antonów K., *Równość i solidarność w powszechnym ubezpieczeniu zdrowotnym na tle zmian w finansowaniu opieki zdrowotnej od dnia 1 stycznia 2022 r.*, „Roczniki Administracji i Prawa”, 2022, XXII z. 3, s. 457-476. DOI: 10.5604/01.3001.0016.2485.
2. Ciuman K., *Ulg i preferencje podatkowe w podatkach dochodowych w Polsce*, [w:] „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie”, 2018, nr 2 (974), s. 27-32. DOI: 10.15678/znuek.2018.0974.0210.
3. Gomułowicz A., *Zasada sprawiedliwości podatkowej*, Warszawa: Dom Wydawniczy ABC, 2001.
4. Komierzyńska-Orlińska E., *Komentarz do art. 3* [w:] Bielecki L., Gola J., Horubski K., Kokocińska K., Żywicka A., Komierzyńska-Orlińska E., *Komentarz do ustawy – Prawo przedsiębiorców* [w:] Wierzbowski M. (red.), *Konstytucja biznesu. Komentarz*, Warszawa: Wydawnictwo Wolters Kluwer Polska, 2019.

5. Lach D. E., *Zasada równego dostępu do świadczeń opieki zdrowotnej*, Warszawa: Wolters Kluwer Polska, 2011.
6. Lenio P., *Publicznoprawne źródła finansowania ochrony zdrowia*, Warszawa: Wolters Kluwer Polska, 2018.
7. Mastalski R., *Prawo podatkowe* (wyd. 13), Warszawa: C.H.Beck, 2023.

Akty prawne

1. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz. U. z 1997 r., Nr 78, poz. 483 z późn. zm.)
2. Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 21 stycznia 2021 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2020 r.
3. Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 21 stycznia 2022 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2021 r.
4. Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 20 stycznia 2023 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2022 r.
5. Obwieszczenie Prezesa Głównego Urzędu Statystycznego z dnia 21 stycznia 2024 r. w sprawie przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w czwartym kwartale 2023 r.
6. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 września 2021 r. w sprawie wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2022 r. (Dz.U. z 2021 r. poz. 1690).
7. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 13 września 2022 r. w sprawie wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2023 r. (Dz. U. z 2022 r. poz. 1952).
8. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 września 2023 r. w sprawie wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2024 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 1893).

9. Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, *Rządowy projekt ustawy o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób fizycznych, ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych oraz niektórych innych ustaw*, Warszawa 2021, Druk nr 1532.
10. Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1128).
11. Ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 2467 z późn. zm.).
12. Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. – *Ordynacja podatkowa* (t.j. Dz. U. z 2025 r. poz. 111).
13. Ustawa z dnia 13 października 1998 r. o systemie ubezpieczeń społecznych (t.j. Dz. U. z 2025 r. poz. 350).
14. Ustawa z dnia 20 listopada 1998 r. o zryczałtowanym podatku dochodowym od niektórych przychodów osiąganych przez osoby fizyczne (t.j. Dz. U. z 2021 r. poz. 1193).
15. Ustawa z dnia 20 listopada 1998 r. o zryczałtowanym podatku dochodowym od niektórych przychodów osiąganych przez osoby fizyczne (t.j. Dz. U. z 2022 r. poz. 2540 z późn. zm.).
16. Ustawa z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych (t.j. Dz. U. z 2021 r., poz. 1285).
17. Ustawa z dnia 27 sierpnia 2004 r. o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych (t.j. Dz. U. z 2022 r., poz. 2561 z późn. zm.).
18. Ustawa z dnia 6 marca 2018 r. – *Prawo przedsiębiorców* (t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 236).
19. Ustawa z dnia 29 października 2021 r. o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób fizycznych, ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2021 r. poz. 2105).
20. Ustawa z dnia 9 czerwca 2022 r. o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób fizycznych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2022 r. poz. 1265).

Orzecznictwo

Uchwała Sądu Najwyższego z 30.11.1992 r., III CZP 134/92, OSNCP 1993/5, poz. 79.

Źródła internetowe

1. Agencja badawcza Smartscope na zlecenie inFakt, *Badanie Polskiej Przedsiębiorczości w 2022 r. inFakt Indeks*, 2023, <https://www.infakt.pl/infakt-indeks/>.
2. Biuletyn Informacji Publicznej RPO, *Składka zdrowotna a przedsiębiorcy – kolejny problem z Polskim Ładem. Odpowiedź MZ na interwencję Rzecznika*, 2023, <https://bip.brpo.gov.pl/pl/content/rpo-polski-lad-przedsiębiorcy-skladka-zdrowotna-mf-odpowiedz>.



Zbigniew Handzel

dr inż., prof. WSEI
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
e-mail: zhandzel@wsei.edu.pl
ORCID: 0000-0003-1470-6592

Piotr Górski

mgr inż.
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
e-mail: pgorski@wsei.edu.pl
ORCID: 0009-0003-6736-9750

DYNAMICZNY PLANISTA PROCESÓW CPU DLA SYSTEMÓW LINUX

DYNAMIC CPU PROCESS SCHEDULER FOR LINUX SYSTEMS

Słowa kluczowe: planista procesów CPU, jądro Linux, BPF.

Keywords: CPU process scheduler, Linux kernel, BPF.

JEL Classification: 032, 033

Streszczenie

Niniejszy artykuł dotyczy niezwykle interesującego zagadnienia, jakim z pewnością jest planista procesów CPU, będący najważniejszą z procedur planujących wieloprogramowego systemu operacyjnego, która odpowiada za wybieranie procesów z kolejki gotowych do działania. Planista procesów CPU jest uaktywniany w chwilach, gdy proces zwalnia procesor z powodu oczekiwania na operację wejścia-wyjścia, czy też w wyniku przerw. W każdym przypadku planista procesów CPU musi bardzo szybko podejmować decyzje o przydziale, aby zachowana była właściwa proporcja między czasem angażowania procesora przez system i przez procesy użyt-

kowe¹. Autorzy postanowili poświęcić więcej uwagi problematyce planisty procesów CPU systemów Linuxowych. Planista procesów CPU to jedna z fundamentalnych części jądra Linux i jako takowa bardzo rzadko podlega zmianom, co stanowi pewne ograniczenia dla systemów spod znaku „Pingwina”. Rozwiązaniem była możliwość używania zewnętrznych planistów CPU, niewchodzących do tak zwanego upstreamu (głównego nurtu rozwoju kernela). Korzystanie z zewnętrznych schedulerów CPU niesie jednak ze sobą pewne komplikacje, o których opowiedzą autorzy niniejszego artykułu. Głównym celem autorów będzie jednak przedstawienie projektu, który zmienił całkowicie bieg historii w tematyce zarządzania procesami CPU i uczynił to łatwiejsze niż kiedykolwiek. Projekt ten został nazwany sched-ext (pełna nazwa: BPF extensible scheduler class) i to właśnie on będzie tematem przewodnim niniejszej publikacji.

Abstract

This article deals with the extremely interesting topic of the CPU process scheduler, which is the most important of the scheduling procedures in a multiprogramming operating system, responsible for selecting processes from the ready queue. The CPU scheduler is activated when a process slows down the processor due to waiting for input/output operations or as a result of interrupts. In each case, the CPU scheduler must make very quick allocation decisions to maintain the correct balance between the time the processor is engaged by the system and by user processes. The authors decided to devote more attention to the issue of the CPU scheduler in Linux systems.

The CPU scheduler is one of the fundamental parts of the Linux kernel and, as such, is very rarely subject to change, which imposes certain limitations on ‘Penguin’ systems. The solution was to use external CPU schedulers that are not part of the so-called upstream (mainstream kernel development). However, the use of external CPU schedulers brings with it certain complications, which the authors of this article will discuss. The main goal of the authors, however, will be to present a project that has completely changed the course of history in the field of CPU process management and made it easier than ever. This project is called sched-ext (full name: BPF extensible scheduler class) and it will be the main topic of this publication.

¹⁾ <https://encyklopedia.interia.pl/informatyka/news-planista-procesora,nId,2089134> (data odczytu: 29.07.2025).

WPROWADZENIE

Planista procesów CPU to jedna z fundamentalnych części jądra Linux i jako takowa bardzo rzadko podlega zmianom, a w ostatnich latach tylko raz doszło do zmiany domyślnego planisty. Historycznie warte odnotowania są następujące schedulery CPU:

- $O(n)$ scheduler używany od 2.4 do 2.6,
- $O(1)$ scheduler używany od 2.6.0 do 2.6.32,
- CFS scheduler używany od kernela 2.6.32 do 6.6 (od 2007 do 2023 roku!),
- EEVDF scheduler używany od kernela 6.6 aż do teraz (w czasie przygotowywania niniejszej publikacji stabilnym kernelem jest 6.15 i zgodnie z wiedzą autorów, nie ma planów, by w najbliższym czasie doszło do zmiany)².

Oprócz tego można było używać zewnętrznych planistów CPU, niewchodzących do tak zwanego upstreamu (głównego nurtu rozwoju kernela). Wśród nich można wymienić między innymi:

- BFS (autor: Con Kolivas), aktualnie nierozwijany,
- MUQSS, następca BFS tego samego autora, aktualnie nierozwijany,
- BMQ oraz PDS wchodzące w skład Projekt C, aktywnie rozwijane, autorstwa Alfreda Chen³,
- BORE scheduler (będący w istocie nakładką najpierw na CFS a potem EEVDF) autorstwa Masahito Suzuki, aktualnie rozwijany⁴, domyślny kernel w CachyOS Linux⁵, projekcie który współtworzy jeden z autorów publikacji.

Korzystanie z zewnętrznych schedulerów CPU niesie jednak ze sobą pewne komplikacje. Po pierwsze, należy przygotować specjalny kernel, skompilować go, zainstalować a następnie uruchomić ponownie system operacyjny. Dodatkowo, zewnętrzne schedulery (takie jak PDS/BMQ) poprzez ograniczone wsparcie dla takich usług, jak cgroups mogą niezbyt dobrze sprawdzać się w zadaniach typowo administracyjnych, takich jak np. konteneryzacja oprogramowania. BMQ/PDS sprawdzają się za to lepiej w zastosowaniach typowo desktopowych, takich jak gry czy multimedia.

² <https://github.com/torvalds/linux/commit/5e963f2bd4654a202a8a05aa3a86cb0300b10e6c> (data odczytu: 22.07.2025).

³ <https://gitlab.com/alfredchen/linux-prjc> (data odczytu: 22.07.2025).

⁴ <https://github.com/firelzrd/bore-scheduler> (data odczytu: 22.07.2025).

⁵ <https://github.com/CachyOS/linux-cachyos?tab=readme-ov-file#scheduler-support> (data odczytu: 22.07.2025).

Użytkownik ma zatem dostęp do dwóch różnych planistów CPU w swoim systemie operacyjnym i może wybierać odpowiedni pod aktualne zapotrzebowanie. Jednakże konieczność ciągłego restartu komputera jest wyjątkowo mało wygodna i z tego powodu niewielu użytkowników decydowało się na korzystanie z takiego rozwiązania. Dodatkowo taki kernel należało najczęściej przygotować samodzielnie, co w przypadku posiadania nieco starszego sprzętu mogło trwać bardzo długo (nawet kilka godzin), co skutecznie odstraszało użytkowników. Na szczęście dla branży IT pojawił się projekt, który zmienił całkowicie bieg historii w tematyce zarządzania procesami CPU i uczynił to łatwiejsze niż kiedykolwiek. Projekt ten został nazwany sched-ext (pełna nazwa: BPF extensible scheduler class) i jak już wspomniano, przedstawienie tego rozwiązania będzie głównym tematem niniejszej publikacji.

1. DYNAMICZNY SCHEDULING – ZARYS PROJEKTU

Idea dynamicznej zmiany planisty CPU – czyli takiej bez konieczności restartu maszyny nie jest niczym nowym. Po raz pierwszy temat ten poruszył Con Kolivas w 2004 roku⁶, a więc jeszcze przed zaimplementowaniem CFS. Niestety, był to jak na ówczesne czasy zbyt nowatorski projekt i 20 lat temu nie zdecydowano się na zaimplementowanie takiego rozwiązania. Na szerszą skalę pomysł ten wypłynął ponownie w 2022 roku⁷ za sprawą firmy Meta i zatrudnionego tam programisty kernela Tejuna Heo. Projekt był innowacyjny i bardzo śmiały w swoich założeniach⁸. Mianowicie, kernel miałby zawierać szkielet, który umożliwiałby zmianę schedulera w locie, bez potrzeby restartu systemu. Jeden z autorów niniejszej publikacji – Piotr Górski – brał udział w testowaniu i implementowaniu tego projektu od 2023 roku i miał okazję śledzić pełny rozwój, od listy mailingowej aż do włączenia sched-ext do kodu jądra Linux w 2024 roku. Niestety, pierwsze wizje projektu były dalekie od ideału. Kod planistów miał być na sztywno włączony do kodu kernela tak, że każda zmiana w kodzie planisty powodowałaby konieczność przebudowania całego jądra⁹. Ta idea została

⁶ <https://lore.kernel.org/all/4183A602.7090403@kolivas.org/> (data odczytu: 22.07.2025).

⁷ <https://lore.kernel.org/lkml/20221130082313.3241517-1-tj@kernel.org/> (data odczytu: 22.07.2025).

⁸ <https://sched-ext.com/docs/OVERVIEW> (data odczytu: 22.07.2025).

⁹ <https://github.com/CachyOS/linux-cachyos/commit/d0b3ccc889bcb4b74c05a0b0d-47ca6d6f9b87409#diff-2dbca71619652861a5b39b6d8c77f7277d977a8643444f052b->

całkowicie zarzucona i wyparta przez nowy, znacznie lepszy mechanizm implementacji oparty na dwóch poziomach:

- szkielet w kernelu, który obsługuje pracę schedulerów,
- schedulery rozwijane w oddzielnym repozytorium¹⁰.

Zmiana ta, dokonana jeszcze w 2023 roku¹¹ znacząco ułatwiła nie tylko rozwój schedulerów, ale budowanie całego projektu. Dzięki temu, że od teraz użytkownik musiał skompilować tylko i wyłącznie zestaw planistów CPU, a nie cały kod kernela, czas został zredukowany wielokrotnie i nawet na słabszych komputerach zajmowało to około 20 minut zamiast kilku godzin. Projekt ten wzbudził zainteresowanie innych korporacji. Oprócz Meta w rozwój schedulerów zaangażowali się także programiści związani z takimi firmami jak Igalia¹² czy NVidia¹³. Głównym założeniem projektu stało się stwierdzenie: *„Nie można zadowolić wszystkich domyślnymi ustawieniami. Zmieniając coś w jednym miejscu domyślnego planisty, wprowadzamy progres w jednym aspekcie natomiast w kilku innych miejscach pojawi się regresja. Zamiast tego, umożliwimy przełączenie na odpowiedni model planisty w zależności od zapotrzebowania”*.

Każdy planista otrzymał możliwość zmiany domyślnych ustawień poprzez zmianę parametrów. Poniżej zostanie zaprezentowany przykład możliwych do zmiany flag i ustawień.

de11e62438f6f6R844-R858 (data odczytu: 22.07.2025).

¹⁰⁾ <https://github.com/sched-ext/scx> (data odczytu: 22.07.2025).

¹¹⁾ <https://github.com/sched-ext/scx/commit/68b6d37800451cb200fd9ee5a70862835d1f5315> (data odczytu: 22.07.2025).

¹²⁾ <https://blogs.igalia.com/changwoo/sched-ext-a-bpf-extensible-scheduler-class-part-1/> (data odczytu: 22.07.2025).

¹³⁾ <https://www.phoronix.com/news/NVIDIA-Talks-Up-Sched-Ext> (data odczytu: 22.07.2025).

Rysunek 1. Przykładowy zestaw ustawień schedulera scx_rustland

```

[scx at cachyos ~] $ cd /
$ ./scx_rustland.cores
scx_rustland: user-space scheduler written to Rust

scx_rustland is designed to prioritize interactive workloads over background CPU-intensive workloads. For this reason the typical use case of this scheduler involves low-latency interactive applications, such as gaming, video conferencing and live streaming.

scx_rustland is also designed to be an "easy to read" template that can be used by any developer to quickly experiment more complex scheduling policies fully implemented in Rust.

The scheduler is based on scx_rustland_core, which implements the low level sched-ext functionalities.

The scheduling policy implemented in user-space is a based on a deadline, evaluated as following:

deadline = vruntime + exec_runtime

where, vruntime reflects the task's total runtime scaled by weight (ensuring fairness), while exec_runtime accounts the CPU time used since the last sleep (capturing responsiveness). Tasks are then dispatched from the lowest to the highest deadline.

This approach favors latency-sensitive tasks: those that frequently sleep will accumulate less exec_runtime, resulting in earlier deadlines. In contrast, CPU-intensive tasks that don't sleep accumulate a larger exec_runtime and thus get scheduled later.

All the tasks are stored in a BTreeSet (TaskTree), using the deadline as the ordering key. Once the order of execution is determined all tasks are sent back to the BPF counterpart (scx_rustland_core) to be dispatched.

The BPF dispatcher is completely agnostic of the particular scheduling policy implemented in user-space. For this reason developers that are willing to use this scheduler to experiment scheduling policies should be able to simply modify the Rust component, without having to deal with any internal kernel / BPF details.

=== Freshnessouting ===
- Reduce the time slice (option -s) if you experience lag or cracking audio.
Usage: scx_rustland (OPTIONS)

[Options]
-s, --slice-size <SLICE_SIZE>
    Scheduling slice duration in microseconds
    [default: 20000]
-S, --slice-size <SLICE_SIZE>
    Scheduling runtime slice duration in microseconds
    [default: 2000]
-l, --noisolcpus
    If set, per-CPU tasks are dispatched directly to their only eligible CPU. This can help enforce affinity-based isolation for better performance
-m, --mwait
    If specified, only tasks which have their scheduling policy set to SCHED_EXT using sched_setscheduler(2) are switched. Otherwise, all tasks are switched
--exit-dump-size <EXIT_DUMP_SIZE>
    Exit debug dump buffer length. 0 indicates default
    [default: 0]
-v, --verbose
    Enable verbose output, including libbpf details. Moreover, BPF scheduling events will be reported in traces (e.g., /sys/kernel/tracing/trace_pipe)
--stats <STATS>
    Enable stats monitoring with the specified interval
--monitor <MONITORING>
    How to stats monitoring made with the specified interval. Scheduler is not launched
--help-opts
    Show descriptions for statistics
-v, --version
    Print scheduler version and exit
-h, --help
    Print help (see a summary with '-h')
[scx at cachyos ~] $ cd /

```

Źródło: opracowanie własne.

Poprzez zmianę takich ustawień można całkowicie zmienić model działania planisty, osiągając różne rezultaty. Projekt jest w stałym rozwoju i aktualnie można wyróżnić następujące modele planistów CPU¹⁴:

- **scx_bpfland (autor: Andrea Righi, Nvidia):**

Nadaje priorytet interaktywnym obciążeniom. Wysoce elastyczny i łatwy do dostosowania. Przy podejmowaniu decyzji o tym, które rdzenie mają być używane, bierze pod uwagę ich układ pamięci podręcznej i które rdzenie współdzielą tę samą pamięć podręczną L2/L3, co prowadzi do mniejszej liczby pominięć pamięci podręcznej = większej wydajności. Przypadki użycia:

- gry,
- praca przy multimediami i audio,
- zastosowania serwerowe.

- **scx_flash (autor: Andrea Righi, Nvidia):**

Harmonogram, który koncentruje się na zapewnieniu sprawiedliwości między zadaniami i przewidywalności wydajności. Ten scheduler

¹⁴) <https://wiki.cachyos.org/configuration/sched-ext/> (data odczytu: 22.07.2025).

został wprowadzony jako zamiennik trybu „lowlatency” w `scx_bpf` i na poziomie kodu zachowuje daleko idącą zgodność. Przypadki użycia:

- obciążenia wrażliwe na opóźnienia, takie jak multimedia lub przetwarzanie dźwięku w czasie rzeczywistym,
 - potrzeba szybkości reakcji w sytuacjach nadmiernego obciążenia.
- **scx_lavd (autor: Changwoo Min, Igalia):**
- LAVD to nowy algorytm szeregowania, który jest wciąż w fazie rozwoju. Jest on motywowany obciążeniami w grach, które są krytyczne pod względem opóźnień i intensywnej komunikacji. Jego celem jest zminimalizowanie skoków opóźnień przy jednoczesnym utrzymaniu ogólnej dobrej przepustowości i sprawiedliwym wykorzystaniu czasu procesora między zadaniami. LAVD jest przygotowywany z myślą o konsoli Steam Deck i zapewnia wyjątkowo ciekawy mechanizm, warty szczegółowego omówienia¹⁵. Zawiera on rozbudowaną obsługę rdzeni małych oraz rdzeni dużych, dostępnych zarówno w procesorach Intela od 12 generacji jak i ARM¹⁶. Domyślny mechanizm „autopilot” zapewnia inteligentne zarządzanie energią, które w zamyśle ma znacząco wydłużyć pracę na baterii. Działa to następująco:
- w przypadku pracy o niskim zużyciu zasobów (np. praca przy dokumentach tekstowych) automatycznie zostanie ustawiony tryb energooszczędny,
 - w przypadku pracy o średnim zużyciu zasobów (np. słuchanie muzyki, granie w prostą grę) zostanie ustawiony tryb zbalansowany,
 - w przypadku pracy o znacznym zużyciu zasobów (np. granie w grę AAA) zostanie ustawiony tryb wydajnościowy¹⁷.
- **scx_rusty (autor: David Vernet, Meta):**
- Rusty oferuje szeroki zakres funkcji, które zwiększają jego możliwości, zapewniając większą elastyczność w różnych przypadkach użycia. Jest to pierwszy domyślny scheduler w projekcie, niemniej to zostanie omówione w dalszej części publikacji, w części dotyczącej implementacji projektu w systemie CachyOS (która to implementacja została przyjęta jako powszechnie obowiązująca w systemie Linux).

¹⁵ https://lpc.events/event/18/contributions/1713/attachments/1425/3058/scx_lavd-lpc-mc-24.pdf (data odczytu: 22.07.2025).

¹⁶ Tamże.

¹⁷ Tamże.

- **scx_p2dq (autor: Daniel Hodges, Meta):**

Prosty harmonogram równoważenia obciążenia „pick 2” z wielowarstwowym kolejkowaniem. Harmonogram obsługuje wszystkie decyzje dotyczące planowania w BPF, a komponent przestrzeni użytkownika służy jedynie do raportowania metryk i niektórych integracji z innymi podsystemami, takimi jak zarządzanie energią. p2dq może działać dobrze w różnych obciążeniach, w tym w obciążeniach interaktywnych, takich jak: gry, komputery stacjonarne, przetwarzanie wsadowe i aplikacje serwerowe. Wymagane jest dostrojenie p2dq dla każdego przypadku użycia.

Planistę p2dq można również rozszerzyć w celu utworzenia innych schedulerów. Jednym z przykładów jest scx_chaos, który jest harmonogramem, który może wprowadzać entropię do systemu poprzez planowanie. Planista p2dq wykorzystuje areny BPF dla wielu części harmonogramu, w tym świadomości topologii, śledzenia stanu zadań i kolejkowania zadań.

Istnieją także takie schedulery, jak: scx_rustland, scx_chaos, scx_mistosis czy scx_tickless, jednakże w porównaniu do wyżej wymienionych znajdują się na zdecydowanie niższym etapie rozwoju i ich opis nie jest konieczny do zaprezentowania pełnej możliwości projektu.

2. IMPLEMENTACJA

Początkowo sched-ext nie miał zaimplementowanej metody zarządzania schedulerami. Aby wystartować dowolnego planistę należało po prostu wpisać jego nazwę w linii komand z uprawnieniami roota. Takie rozwiązanie miało szereg wad:

- nie było intuicyjne,
- uniemożliwiało autostart usługi,
- wyłączenie konsoli powodowało przerwanie działania usługi.

Przed biorącym udział w projekcie jednym z autorów niniejszej publikacji stało zadanie wyboru metody implementacji. Po długich i żmudnych testach wybór padł na zaimplementowanie schedulerów jako usług zarządzanych przez systemd.

Głównymi powodami wybrania tejże metody były:

- systemd jest domyślnym demonem zarządzającym usługami systemu Linux, wspieranym przez takie firmy jak: Canonical, Oracle, SUSE, Red Hat,

- możliwość autostartu schedulera wraz ze startem systemu,
- możliwość zarządzania logami i wydzielenia odpowiedniej przestrzeni, niezależnej od głównego dziennika systemowego, co znacząco ułatwia debugowanie usługi.

Na początku 2024 roku została wprowadzona wstępna obsługa¹⁸. Jednakże zawierała wtedy istotne wady:

- każdy scheduler miał oddzielny serwis, co byłoby kłopotliwe w utrzymaniu,
- brak obsługi logów.

Problem z logami został rozwiązany niedługo później¹⁹ poprzez dodanie oddzielnej przestrzeni z logami. Drugim problemem, jak już zostało nadmienione, była kwestia ilości serwisów, która mogłaby powodować konsternację zarówno wśród administratorów jak i użytkowników. Rozwiązanie okazało się dość proste: serwis systemd umożliwia osadzenie pliku z konfiguracją, którą tenże serwis będzie w stanie odczytać²⁰. Plik w lokalizacji `/etc/default/scx` zawierał wstępną konfigurację z ustawionym domyślnym planistą. Początkowo był to `scx_rusty`, jednak w kolejnych iteracjach projektu następowały zmiany. Wyżej wspomniany scheduler został zastąpiony przez inne; pierwotnie był to `scx_bpfland`²¹ a następnie `scx_flash`²². Zespół sched-ext na podstawie bieżących testów oraz tempa rozwoju stara się monitorować wyniki poszczególnych planistów i na tej podstawie co jakiś czas następuje zmiana sugerowanego rozwiązania; tak aby w danej chwili użytkownik dostawał najbardziej optymalne rozwiązanie na początku przygody ze sched-ext. Jedną z ciekawszych opcji `scx.service` jest możliwość tymczasowego nadpisania zmiennych systemowych²³, które znikną zaraz po ponownym uruchomieniu komputera. Jest to bardzo wygodne przy testowaniu tymczasowych ustawień.

Rozwiązanie to zostało zaaprobowane przez twórców sched-ext, a jeden z autorów niniejszego artykułu – Piotr Górski, miał zaszczyt zaprezen-

¹⁸ <https://github.com/sched-ext/scx/commit/d618a06d92e69850b42c271f04ba90c2464c7783> (data odczytu: 22.07.2025).

¹⁹ <https://github.com/sched-ext/scx/commit/1abd319caaaa89341c49876a70e78221e8193ef6> (data odczytu: 22.07.2025).

²⁰ Tamże.

²¹ <https://github.com/sched-ext/scx/commit/3f0fcc319c220798e0e26392863be3951c3a5709> (data odczytu: 22.07.2025).

²² <https://github.com/sched-ext/scx/commit/c25ecbba4f75f83e03acf2267a93eb0b071a4388> (data odczytu: 22.07.2025).

²³ <https://github.com/sched-ext/scx/commit/66dea6262be278fa833ee7f2a02834ce192724cb> (data odczytu: 22.07.2025).

tować je we Wiedniu na konferencji Linux Plumbers Conference²⁴, gdzie wraz z kolegą z zespołu CachyOS (Peter Jung) mieli możliwość zaprezentować postępy w implementacji sched-ext²⁵.

- `scx_loader` / `scxctl` / `scx-manager`

Niemniej, warto podkreślić, że implementacja poprzez `systemd` nie jest jedyną metodą opracowaną przez CachyOS. Drugą z nich jest `scx_loader`²⁶, którego autorem jest inny z założycieli CachyOS, Vladislav Nepogodin. Jest to narzędzie, które działa jako program ładujący i zarządzający strukturą sched-ext przy użyciu interfejsu D-Bus. Migracja z `scx.service` do `scx_loader.service` jest niezwykle prosta²⁷ i ogranicza się do zmiany ustawień w pliku konfiguracyjnym²⁸. W porównaniu do `scx.service` rozwiązanie bazujące na `scx_loader` ma zarówno zalety jak i wady.

Zalety:

- możliwość korzystania z profili²⁹ o ile dany scheduler je wspiera,
- bardziej rozbudowane opcje konfiguracji.

Wady:

- dostępne są wyłącznie schedulery napisane w języku Rust.

Z `scx_loader` nierozzerwalnie związane jest narzędzie `scxctl`, którego autorem jest Joe Maple. Powstało najpierw jako niezależne narzędzie³⁰, by następnie stać się częścią projektu³¹ w momencie kiedy wspomniany Joe Maple dołączył do zespołu³² i zaprezentował wyniki swojej pracy. Narzędzie `scxctl` nie potrzebuje żadnej konfiguracji do działania i służy do dynamicznego ładowania/nadpisywania/zmieniania schedulerów za pomocą jednej komendy, bez żadnej konfiguracji. Wyłączenie terminala nie spowoduje również przerwania pracy schedulera.

²⁴ <https://lpc.events/event/18/contributions/1667/> (data odczytu: 22.07.2025).

²⁵ <https://lpc.events/event/18/contributions/1873/> (data odczytu: 22.07.2025).

²⁶ https://github.com/sched-ext/scx/tree/main/rust/scx_loader (data odczytu: 22.07.2025).

²⁷ https://wiki.cachyos.org/configuration/sched-ext/#transitioning-from-scxservice-to-scx_loader-a-comprehensive-guide (data odczytu: 22.07.2025).

²⁸ https://github.com/sched-ext/scx/blob/main/services/scx_loader.toml (data odczytu: 22.07.2025).

²⁹ https://github.com/sched-ext/scx/blob/main/rust/scx_loader/configuration.md (data odczytu: 22.07.2025).

³⁰ <https://github.com/frap129/scxctl> (data odczytu: 22.07.2025).

³¹ <https://github.com/sched-ext/scx/tree/main/tools/scxctl> (data odczytu: 22.07.2025).

³² <https://github.com/sched-ext/scx/commit/5f999aa10d2ab984b303fae71d1f5eb5813480a2> (data odczytu: 22.07.2025).

Rysunek 2. Przykład działania scxctl

```

lucjan at cachyos ~ 12:09:42
> scxctl start -s bpfland
started bpfland in Auto mode
lucjan at cachyos ~ 12:10:01
> systemctl status scx_loader.service
● scx_loader.service - DBUS on-demand loader of sched-ext schedulers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/scx_loader.service; disabled; preset: disabled)
   Active: active (running) since Tue 2025-07-22 12:10:01 CEST; 4s ago
  Invocation: 66a672a35b5414baf92d08ead1c5c37
    Main PID: 54411 (scx_loader)
      Tasks: 22 (limit: 37393)
     Memory: 26.1M (peak: 38.4M)
        CPU: 75ms
    CGroup: /system.slice/scx_loader.service
            └─54411 /usr/bin/scx_loader
               └─54438 scx_bpfland

lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54411]: [INFO]: Got event to start scheduler!
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54411]: [INFO]: starting scx_bpfland command
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] NUMA nodes: 1
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] Disabling NUMA optimizations
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] scx_bpfland 1.0.14-g62f577dc-dirty x86_64-unknown-linux-gnu SMT on
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] scheduler flags: 0x36
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] primary CPU domain = 0xffff
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] cpufreq performance level: max
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] SMT sibling CPUs: [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]
lp 22 12:10:01 cachyos scx_loader[54438]: 12:10:01 [INFO] L3 cache ID 0: sibling CPUs: [0, 8, 1, 9, 2, 10, 3, 11, 4, 12, 5, 13, 6, 14, 7, 15]
lucjan at cachyos ~ 12:10:06
> scxctl switch -s flash
switched to Flash in Auto mode
lucjan at cachyos ~ 12:10:12
> systemctl status scx_loader.service
● scx_loader.service - DBUS on-demand loader of sched-ext schedulers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/scx_loader.service; disabled; preset: disabled)
   Active: active (running) since Tue 2025-07-22 12:10:01 CEST; 13s ago
  Invocation: 66a672a35b5414baf92d08ead1c5c37
    Main PID: 54411 (scx_loader)
      Tasks: 22 (limit: 37393)
     Memory: 39.6M (peak: 41.1M)
        CPU: 17ms
    CGroup: /system.slice/scx_loader.service
            └─54411 /usr/bin/scx_loader
               └─54585 scx_flash

lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] scx_flash 1.0.12-g62f577dc-dirty x86_64-unknown-linux-gnu SMT on
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] scheduler options: scx_flash
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] setting idle qos to 32 us
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] NUMA nodes: 1
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] Disabling NUMA optimizations
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] scheduler flags: 0x36
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] primary CPU domain = 0xffff
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] cpufreq performance level: max
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] SMT sibling CPUs: [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]
lp 22 12:10:13 cachyos scx_loader[54585]: 12:10:13 [INFO] L3 cache ID 0: sibling CPUs: [0, 8, 1, 9, 2, 10, 3, 11, 4, 12, 5, 13, 6, 14, 7, 15]
lucjan at cachyos ~ 12:10:14
> |

```

Źródło: opracowanie własne.

Vladislav Nepogodin, twórca `scx_loader` opracował również uniwersalny interfejs graficzny dla `sched-ext` o nazwie `scx-manager`³³, który przeznaczony jest zwłaszcza dla początkujących użytkowników, obawiających się używać narzędzi konsolowych.

Jest to proste narzędzie graficzne, które umożliwia:

- wyłączenie `sched-ext`,
- wybranie planisty z listy dostępnych, co implikuje:
 - wybór profili, o ile są dostępne,
 - wybór dodatkowych parametrów.

Narzędzie wyświetla również aktualnie działającego planistę.

³³) <https://github.com/CachyOS/scx-manager> (data odczytu: 22.07.2025).

Rysunek 3. Okno scx-managera



Źródło: opracowanie własne.

– schedctl

Autorem tego rozwiązania³⁴ jest Alessio Biancalana, developer związany z firmą SUSE. Firma ta posiada bardzo restrykcyjne zasady używania dbus, z którego korzysta scx_loader³⁵. Rozwiązanie schedctl bazuje więc na konteneryzacji³⁶, przez co planista CPU działa w wyizolowanej przestrzeni i wykazuje mniejszą podatność na potencjalne zagrożenia. Niestety, wciąż jest w fazie rozwoju i aktualnie jest możliwość skorzystania z wyłącznie trzech schedulerów: scx_rusty, scx_rustland oraz scx_bpfland³⁷.

3. BENCHMARK I DZIAŁANIE

Autorzy publikacji przeprowadzili krótki test, w którym porównali następujące rozwiązania:

³⁴) <https://github.com/schedkit/schedctl> (data odczytu: 22.07.2025).

³⁵) https://en.opensuse.org/openSUSE:Package_security_guidelines (data odczytu: 22.07.2025).

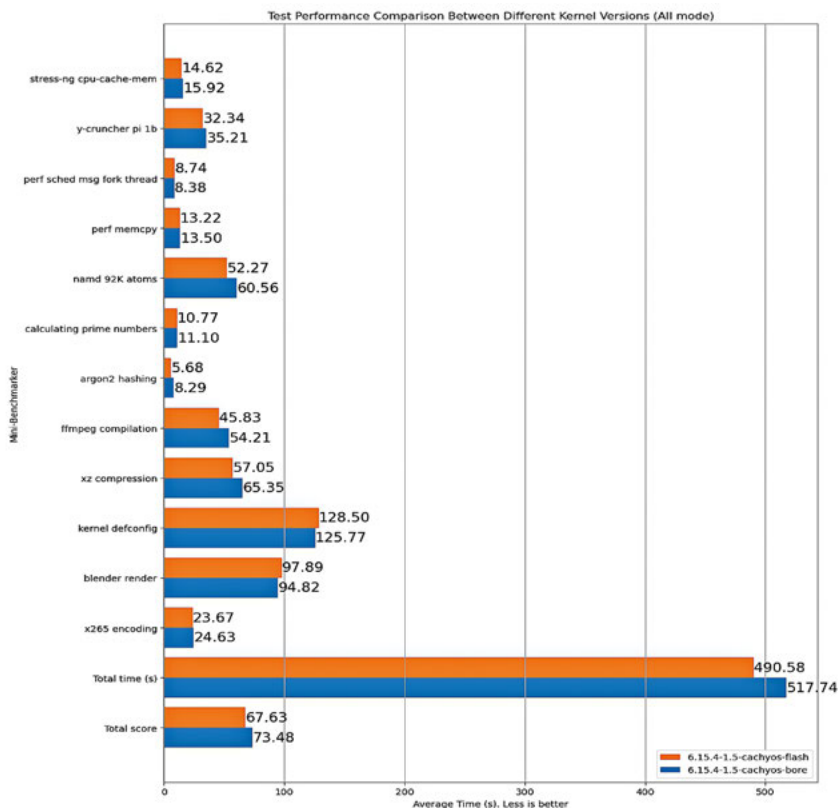
³⁶) <https://www.slideshare.net/slideshow/linux-schedulers-for-fun-and-profit-with-schedkit/281056295> (data odczytu: 22.07.2025).

³⁷) <https://github.com/schedkit/schedctl/blob/main/internal/schedulers/schedulers.go> (data odczytu: 22.07.2025).

- BORE scheduler³⁸, domyślny planista w CachyOS³⁹,
- scx_flash, domyślny scheduler w sched-ext⁴⁰.

Do przeprowadzenia testu wydajnościowego zostało użyte narzędzie CachyOS Benchmark⁴¹. Narzędzie to służy do przeprowadzania stress-testów oraz testów porównawczych. Poniżej znajdują się wyniki.

Rysunek 4. Wynik testu porównawczego



Źródło: opracowanie własne.

³⁸ <https://github.com/firelzd/bore-scheduler> (data odczytu: 22.07.2025).

³⁹ <https://github.com/CachyOS/linux-cachyos?tab=readme-ov-file#scheduler-support> (data odczytu: 22.07.2025).

⁴⁰ <https://github.com/sched-ext/scx/commit/c25ecbba4f75f83e03acf2267a93eb0b071a4388> (data odczytu: 22.07.2025).

⁴¹ <https://github.com/CachyOS/cachyos-benchmark> (data odczytu: 22.07.2025).

Niższy wynik jest uznawany za lepszy, zatem w tym wypadku scx_flash okazał się dość zdecydowanym wygranym. Tym niemniej, warto pamiętać o tym, że sam wynik testu to nie wszystko, bo ważne jest również zachowanie schedulera. Ogromnym plusem scx_flash jest model jego działania. Nawet podczas bardzo dużego obciążenia, system zachowuje się stabilnie i użytkownik nie jest w stanie odczuć 100% obciążenia wszystkich rdzeni.

PODSUMOWANIE

Dynamiczne zarządzanie procesami w systemie operacyjnym to wciąż bardzo świeże i rozwojowe zagadnienie. Mogą zatem zdarzyć się sytuacje, w których domyślny planista CPU osiągnie lepszy rezultat całościowy, co jednak nie będzie to umniejszało sched-ext. Wręcz przeciwnie, sched-ext w żadnym wypadku nie jest przedstawiany jako ogólny następca klasycznego zarządzania procesami CPU, a jako jego rozwinięcie i alternatywa do wykorzystania w bardzo szczególnych zastosowaniach. Zastosowania te mają bardzo szeroki zakres – musimy dokonać innego wyboru jeśli zależy nam na gamingu, innego jeśli zależy na pracy serwerowej, a jeszcze innego jeśli potrzebujemy pracować na dużym obciążeniu. Zważając na wspomniane wcześniej hasło przewodnie projektu: „Nie można zadowolić wszystkich domyślnymi ustawieniami. Zmieniając coś w jednym miejscu domyślnego planisty, wprowadzamy progres w jednym aspekcie natomiast w kilku innych miejscach pojawi się regresja. Zamiast tego, umożliwimy przełączenie na odpowiedni model planisty w zależności od zapotrzebowania” – nie jest możliwe jednoznaczne wskazanie, który scheduler jest najlepszy, gdyż żaden z nich nie został w tym celu zaprojektowany. Poszczególne rozwiązania mają się uzupełniać, a użytkownik ma dokonać wyboru w zależności od aktualnych potrzeb. Autorzy niniejszego artykułu uważają, że wdrożenie sched-ext do kodu kernela Linux to jedna z najważniejszych zmian ostatniej dekady. Przed twórcami sched-ext stoi teraz wiele wyzwań, gdyż oczekiwania użytkowników są ogromne. Autorzy wierzą również, że jest to dopiero początek nowoczesnego zarządzania pracą procesora a sched-ext stanowi istotny kamień milowy w tej długiej drodze do uzyskania możliwie jak najlepszego efektu.

BIBLIOGRAFIA

1. https://www.cs.put.poznan.pl/dwawrzyniak/PPW/06_szereg_opis.pdf.
2. <https://github.com/torvalds/linux/commit/5e963f2bd4654a202a8a05aa3a86cb0300b10e6c>.
3. <https://gitlab.com/alfredchen/linux-prjc>.
4. <https://github.com/firelzd/bore-scheduler>.
5. <https://github.com/CachyOS/linux-cachyos?tab=readme-ov-file#scheduler-support>.
6. <https://lore.kernel.org/r/4183A602.7090403@kolivas.org/>.
7. <https://lore.kernel.org/lkml/20221130082313.3241517-1-tj@kernel.org/>.
8. <https://sched-ext.com/docs/OVERVIEW>.
9. <https://github.com/CachyOS/linuxcachyos/commit/d0b3ccc889bcb4b74c05a0b0d47ca6d6f9b87409#diff-2dbca71619652861a5b39b6d8c77f7277d977a8643444f052bde11e62438f6f6R844-R858>.
10. <https://github.com/sched-ext/scx>.
11. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/68b6d37800451cb200fd9ee5a70862835d1f5315>.
12. <https://blogs.igalia.com/changwoo/sched-ext-a-bpf-extensible-scheduler-class-part-1/>.
13. <https://www.phoronix.com/news/NVIDIA-Talks-Up-Sched-Ext>
14. <https://wiki.cachyos.org/configuration/sched-ext/>.
15. https://lpc.events/event/18/contributions/1713/attachments/1425/3058/scx_lavd-lpc-mc-24.pdf.
16. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/d618a06d92e69850b42c271f04ba90c2464c7783>.
17. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/1abd319caaaa89341c49876a70e78221e8193ef6>.
18. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/3f0fcc319c220798e0e26392863be3951c3a5709>.
19. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/c25ecbba4f75f83e03acf2267a93eb0b071a4388>.
20. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/66dea6262be278fa833ee7f2a02834ce192724cb>.
21. <https://lpc.events/event/18/contributions/1667/>.
22. <https://lpc.events/event/18/contributions/1873/>.
23. https://github.com/sched-ext/scx/tree/main/rust/scx_loader.
24. https://wiki.cachyos.org/configuration/sched-ext/#transitioning-from-scxservice-toscx_loader-a-comprehensive-guide.

25. https://github.com/sched-ext/scx/blob/main/services/scx_loader.toml.
26. https://github.com/sched-ext/scx/blob/main/rust/scx_loader/configuration.md.
27. <https://github.com/frap129/scxctl>.
28. <https://github.com/sched-ext/scx/tree/main/tools/scxctl>.
29. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/5f999aa10d2ab984b303fae71d1f5eb5813480a2>.
30. <https://github.com/CachyOS/scx-manager>.
31. <https://github.com/schedkit/schedctl>.
32. https://en.opensuse.org/openSUSE:Package_security_guidelines.
33. <https://www.slideshare.net/slideshow/linux-schedulers-for-fun-and-profit-withschedkit/281056295>.
34. <https://github.com/schedkit/schedctl/blob/main/internal/schedulers/schedulers.go>.
35. <https://github.com/firelzd/bore-scheduler>.
36. <https://github.com/CachyOS/linux-cachyos?tab=readme-ov-file#scheduler-support>.
37. <https://github.com/sched-ext/scx/commit/c25ecbba4f75f83e03acf2267a93eb0b071a4388>.
38. <https://github.com/CachyOS/cachyos-benchmark>.



Gabriela Malik
dr
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
e-mail: gmalik@wsei.edu.pl
ORCID: 0000-0002-7804-9037

ANALIZA RYZYKA CENOWEGO WYBRANYCH PRODUKTÓW ROLNYCH NA PODSTAWIE ROZKŁADÓW EKSTREMALNYCH

PRICE RISK ANALYSIS OF SELECTED AGRICULTURAL COMMODITIES BASED ON EXTREME VALUE DISTRIBUTIONS

Słowa kluczowe: wartości ekstremalne, kontrakty terminowe, produkty rolne, Chicago Mercantile Exchange (CME), teoria wartości ekstremalnych, rozkład ogonów, metoda największej wiarygodności, analiza ryzyka cenowego.

Key words: extreme values, futures contracts, agricultural commodities, Chicago Mercantile Exchange (CME), extreme value theory, tail distribution, maximum likelihood estimation, price risk analysis.

JEL Classification: C10, Q13

Abstrakt

Celem niniejszego artykułu jest analiza zachowania skrajnych wartości ekstremalnych cen kontraktów terminowych notowanych na giełdzie towarowej Chicago Mercantile Exchange (CME). Przedmiotem badania są trzy kluczowe produkty rolne: kukurydza, soja oraz pszenica,

a horyzont czasowy analizy obejmuje lata 1987–2022, co pozwala na uwzględnienie długoterminowych zmian i trendów rynkowych. Artykuł podejmuje również zagadnienie identyfikacji typu uogólnionej dystrybuanty rozkładu wartości ekstremalnych oraz ocenę precyzji dopasowania modelu do danych empirycznych. W ramach realizacji tego celu zaprezentowano statystyki opisowe oraz wyniki testów normalności stóp zwrotu dla wybranych produktów rolnych, uzupełnione ich graficzną ilustracją. Parametry rozkładów ogonów zmiennych losowych, reprezentujących ceny poszczególnych kontraktów terminowych, zostały oszacowane metodą największej wiarygodności w oparciu o podejście blokowe. Dopasowanie uogólnionych rozkładów wartości ekstremalnych do danych empirycznych oceniono przy wykorzystaniu wykresów kwantylowych, umożliwiających wizualną weryfikację zgodności modelu z obserwacjami.

Summary

The primary objective of this article is to analyze the behavior of extreme tail values in the prices of futures contracts traded on the Chicago Mercantile Exchange (CME). The study focuses on three major agricultural commodities: corn, soybeans, and wheat. The time frame of the analysis spans the years 1987 to 2022, allowing for the consideration of long-term market trends and structural changes. The article also addresses the identification of the appropriate type of generalized extreme value (GEV) distribution and the evaluation of model fit accuracy to empirical data. To achieve this, the study presents descriptive statistics and normality test results for the returns of the selected commodities, accompanied by graphical representations. The tail distribution parameters of the random variables representing the futures prices were estimated using the maximum likelihood method within the block maxima framework. The goodness of fit for the GEV distribution to the empirical tails was assessed with the use of quantile-quantile plots, enabling a visual verification of the model's adequacy.

WSTĘP

W procesach decyzyjnych, jak i w wielu dyscyplinach naukowych, badanie zależności wartości ekstremalnych ma doniosłe znaczenie. W wielu sytuacjach właściwa identyfikacja zależności umożliwia uniknięcie podjęcia błędnych decyzji inwestycyjnych. Badanie zależności między

ekstremalnymi cenami produktów rolnych ma kluczowe znaczenie w procesie analizy struktury zależności, szczególnie wówczas, kiedy istotne jest modelowanie zależności pomiędzy zachowaniem maksymalnych i minimalnych wartości analizowanych obserwacji. Zależności dla skrajnie małych lub skrajnie dużych wartości mogą charakteryzować się różnymi cechami, aniżeli te wyznaczone na podstawie całej próby. Przyczyną wahań cen produktów rolnych są na przykład kryzysy finansowe, wojny, spekulacje na rynkach, ale i również susze, pożary, deszcze czy nawet kłeski urodzaju. Z tego powodu odmiennosc zachowania cen w okresach ekstremalnych zmian, czyli nietypowych i rzadko obserwowalnych wydarzeń na rynkach, wymaga baczego monitorowania, ponieważ, w procesie inwestowania na rynkach terminowych, może doprowadzić do ponadprzeciętnych strat lub zysków.

Teoria wartości ekstremalnych (ang. EVT – *Extreme Value Theory*) służy do opisanego zachowania granicznych własności wartości ekstremalnych. Polega ona na analizie ogonów rozkładów, które stanowią zaledwie niewielką część całego badanego rozkładu. Jej celem nie jest opisanie zwykłego zachowania stochastycznych zjawisk, ale nietypowych i rzadko obserwowanych wydarzeń. Teoria wartości ekstremalnych ma szerokie zastosowanie wszędzie tam, gdzie szczególnie istotne jest modelowanie zależności pomiędzy zachowaniem maksymalnych i minimalnych wartości analizowanych obserwacji. Obszary naukowe, w których teoria ta odegrała znaczącą rolę to m.in. hydrologia czy meteorologia [zob. A.C. Davison, R.L. Smith, 1990; R.W. Katz, M.B. Parlange, P. Naveau, 2002; M. El Rafei, S. Sherwood, J. Evans, A. Dowdy, F. Ji, 2023], ubezpieczenia [por. A.J. McNeil, 1999; W. Cao, Z. Zhang, 2021; J.V. França Carvalho, L.H. Alves Oliveira, 2024] oraz finanse [zob. J. Danielsson, C.G. de Vries, 1997; A.J. McNeil, 1997; P. Embrechts, S. Resnick, G. Samorodnitsky, 1999; R. Gencay, F. Selcuk, 2004; F. Maruyama, 2023; M.K. Metwane, D. Maposa, 2023; J. Lee, M. de Carvalho, A. Rua, J. Avila, 2024].

Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie statystycznych własności rozkładu cen produktów rolnych notowanych na giełdzie towarowej w Chicago, przeprowadzenie analizy zachowania granicznych wartości ekstremalnych cen kontraktów terminowych oraz określenie rodzaju uogólnionej dystrybucyjności rozkładu wartości ekstremalnych, a także ocena dokładności doboru modelu do danych empirycznych.

Artykuł został podzielony na sześć części. W części drugiej przedstawiono charakterystykę próby badawczej. Część trzecia zawiera statystyczne własności rozkładu cen produktów rolnych na rynku terminowym.

Zaprezentowano w niej statystyki opisowe i wyniki testów normalności stóp zwrotu badanych produktów rolnych oraz ich ilustrację graficzną. Metodyka badania wartości ekstremalnych wraz z różnymi rodzajami typów rozkładów wartości ekstremalnych znajduje się w części czwartej. Rozdział piąty obejmuje zestawienie i omówienie wyników wykonanych badań empirycznych. Z kolei ostaną, szóstą część, stanowi przegląd najważniejszych wniosków sformułowanych w toku przeprowadzonego badania.

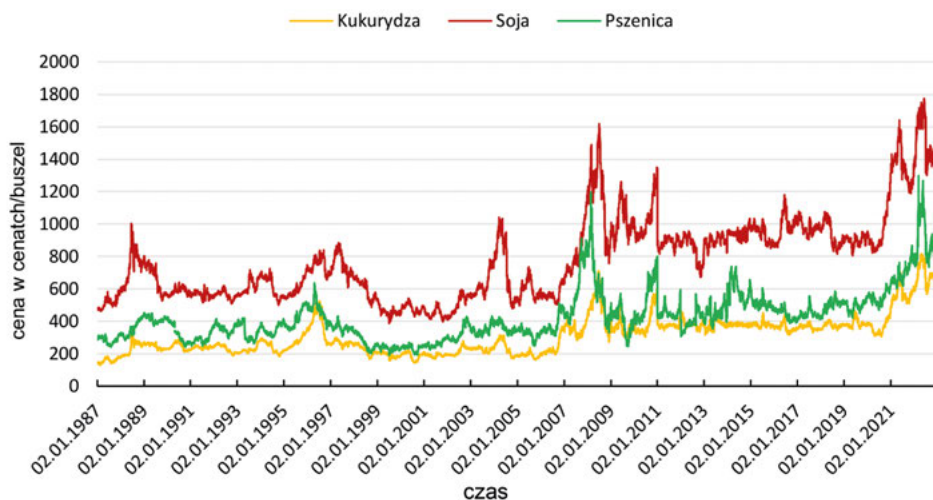
1. OPIS PRÓBY BADAWCZEJ

Źródłem danych wykorzystanych do analizy w części empirycznej pracy jest giełda towarowa w Chicago tj. Chicago Mercantile Exchange (CME). „Próbę badawczą tworzą dzienne notowania nominalnych cen kontraktów terminowych dla trzech produktów rolnych, tj. kukurydzy, pszenicy oraz soi. Wartość kontraktu wyrażona jest ceną buszla¹ jednostki transakcyjnej odpowiedniego towaru w dolarach amerykańskich. Dane obejmują cenę zamknięcia kontraktu o najkrótszym terminie wygaśnięcia, tak aby szereg notowań można było traktować jako cenę terminową o najkrótszym możliwym terminie realizacji. Wybór produktów był uzasadniony znaczeniem dla obrotu na rynku terminowym oraz dostępnością odpowiednio długich szeregów czasowych. Dane empiryczne pochodzą z lat 1987–2022, a pojedynczy szereg czasowy liczy 9 090 obserwacji. Zostały one skontrolowane pod względem ewentualnych nieciągłości i błędów. Aby zminimalizować oddziaływanie arbitralnych ingerencji na uzyskane wyniki nie zastosowano żadnych procedur korygowania, czy też uzupełniania danych empirycznych”².

Na Rys. 1.1 zaprezentowano zachowanie się cen badanych produktów rolnych w analizowanym okresie czasu.

¹) Buszel – „miara objętości (pojemności) materiałów sypkich używana w krajach anglosaskich (najczęściej w handlu zbożem). Rozróżnia się buszel angielski równy 8 galonom angielskim (36,369 litra) oraz buszel amerykański równoważny 8 galonom amerykańskim dla produktów sypkich, czyli 9,309 galonom amerykańskim (dla płynów 35,238 litra). W przypadku zbóż definicje te są dodatkowo zróżnicowane, np. 1 buszel pszenicy lub soi to 60 funtów, czyli 27,22 kg, zaś 1 buszel kukurydzy równy jest 56 funtom, czyli 25,40 kg” (źródło: <http://finansopedia.forsal.pl>).

²) Malik G., *Zależności długookresowe stóp zwrotu cen kontraktów terminowych na produkty rolne*, Zeszyty Naukowe nr 12 Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie, Kraków 2016, s. 177.

Rysunek 1.1. Dienne zmiany cen kontraktów terminowych na kukurydzę, soję oraz pszenicę notowane na giełdzie towarowej w Chicago

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CME.

„Wyraźnie widać, że w połowie 2008 roku nastąpił gwałtowny wzrost cen każdego z produktów rolnych, w szczególności zaś soi, dla której maksymalna cena osiągnęła pułap 1618,5 centa za buszel, podczas gdy maksymalne ceny odpowiednio pszenicy i kukurydzy kształtowały się na poziomie 1195 oraz 711 centów za buszel. Bezpośrednią przyczyną tak wyraźnego wzrostu cen badanych produktów rolnych był ujawniający się już kryzys finansowy w USA, za którego początek uznaje się wrzesień 2008 roku, kiedy nastąpił upadek amerykańskiego banku inwestycyjnego Lehman Brothers. Wzrost cen analizowanych produktów rolnych można zaobserwować również w 2010 roku. Nie był on już tak gwałtowny jak 2 lata wcześniej, a główną jego przyczyną była susza i pożary, które dotknęły Rosję”³. Jednak najbardziej spektakularny wzrost cen badanych produktów rolnych można zaobserwować w roku 2022, kiedy to cena soi kształtowała się na poziomie 1772,2 centa za buszel, a pszenicy i kukurydzy odpowiednio 1299,9 i 816,5 centa za buszel. Ten znaczący wzrost cen produktów rolnych na światowych rynkach spowodowany był i jest nadal, choć w nieco mniejszym stopniu, rosyjską agresją na Ukrainę.

³) Ibidem, s. 178.

2. STATYSTYCZNE WŁASNOŚCI ROZKŁADU CEN PRODUKTÓW ROLNYCH NA RYNKU TERMINOWYM

„Szeregi cen instrumentów finansowych należą do grupy procesów niestacjonarnych, dlatego też, w celu przeprowadzenia analizy statystycznej pomiędzy cenami produktów rolnych, w oparciu o szeregi cen wyznaczone zostałyienne ciągłe stopy zwrotu. Zastosowanie logarytmicznych stóp zwrotu ma tutaj znaczenie dla własności badanych szeregów, ponieważ jak wiadomo logarytmowanie, jako jedna z transformacji Box-Coxa, stabilizuje wariancję szeregu.

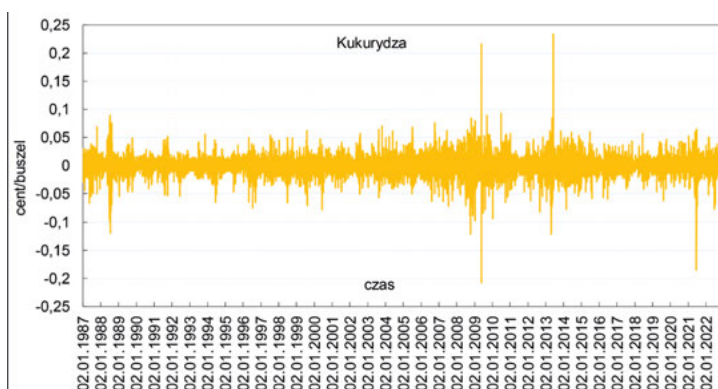
Zatem na podstawie dziennych cen zamknięcia zostały obliczone logarytmiczne stopy zwrotu dla poszczególnych produktów rolnych, zgodnie ze wzorem zaprezentowanym poniżej:

$$R_t = \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right),$$

gdzie X_t oznacza wartość kontraktu terminowego w dniu t ⁴.

Na rysunkach 2.1.-2.4. zaprezentowano ilustracje graficzne dziennych stóp zwrotu dla kontraktów terminowych na kukurydzę, soję oraz pszenicę notowane na giełdzie towarowej w Chicago w analizowanym okresie czasu, tj. w latach 1987–2022.

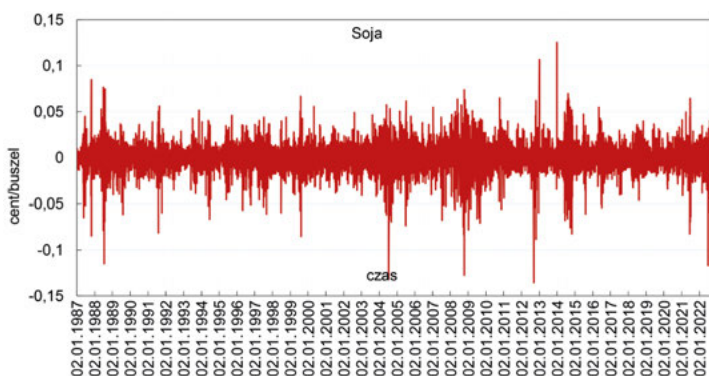
Rysunek 2.1. Dienne stopy zwrotu kontraktów terminowych na kukurydzę notowane na giełdzie towarowej w Chicago



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CME.

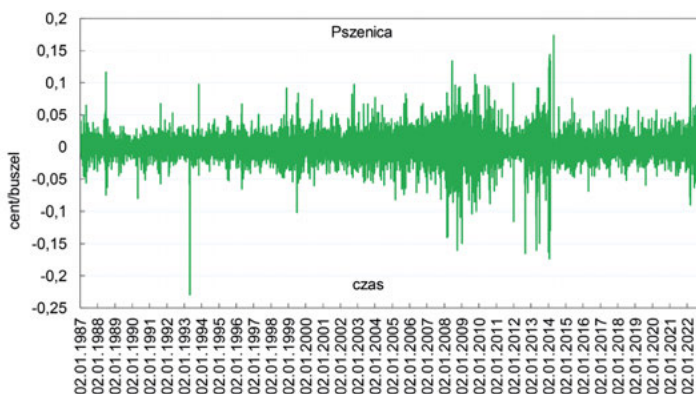
⁴) Malik G., op. cit., s. 178.

Rysunek 2.2. Dienne stopy zwrotu kontraktów terminowych na soję notowane na giełdzie towarowej w Chicago



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CME.

Rysunek 2.3. Dienne stopy zwrotu kontraktów terminowych na pszenicę notowane na giełdzie towarowej w Chicago



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CME.

„Analizując wykresy przedawnione na rysunkach 2.1.-2.3. można zauważyć bardzo dużą zmienność stóp zwrotu kontraktów terminowych na poszczególne produkty rolne oraz występowanie pojedynczych obserwacji, które charakteryzują się wielkościami znacznie odbiegającymi od średniej. Dodatkowo dostrzegalne są oznaki niewielkiej asymetrii w przypadku stóp zwrotu kontraktów terminowych na soję i pszenicę, gdzie więcej obserwacji odchyła się in minus. Ponadto, na rysunkach wyraźnie

widoczne są okresy skupiania się wyższych wartości stóp zwrotu i okresy, kiedy obok siebie koncentrują się stosunkowo niskie wartości, co z kolei świadczy o występowaniu zgrupowań wariancji⁵⁾.

Celem przeprowadzenia wnikliwej analizy danych empirycznych w tabeli nr 2.1 zostały zaprezentowane podstawowe statystyki opisowe dla stóp zwrotu badanych produktów rolnych. Ostatnie dwa wiersze Tabeli zawierają wyniki testowania normalności, przy zastosowaniu testów Shapiro-Wilka oraz Jarque-Bera.

Tabela 2.1. Statystyki opisowe i wyniki testów normalności dziennych stóp zwrotu badanych produktów rolnych

	Kukurydza	Soja	Pszenvica
Minimum	-0,207	-0,135	-0,229
Kwartył 1.	-0,008	-0,007	-0,011
Mediana	0,000	0,000	0,000
Średnia	0,000	0,000	0,000
Odchylenie standardowe	0,017	0,015	0,021
Kwartył 3.	0,009	0,008	0,011
Maksimum	0,233	0,125	0,173
Rozstęp	0,441	0,261	0,403
Skośność	-0,152	-0,555	-0,271
Kurtoza	12,066	6,643	7,502954
Test Shapiro-Wilka	0,942 (0,000)	0,968 (0,000)	0,956 (0,000)
Test Jarque-Bera ($\times 10^{-3}$)	34,553 (0,000)	5,874 (0,000)	21,661 (0,000)

* W nawiasach okrągłych podano wartości prawdopodobieństwa krytycznego (p-value).

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CME.

⁵⁾ Malik G., op. cit., s. 180.

„Jak pokazują wyniki zaprezentowane w Tabeli nr 2.1. dla każdego z badanych produktów rolnych średnie dzienne stopy zwrotu są bliskie zeru, czego oczywiście należało się spodziewać. Porównanie wartości minimalnej i maksymalnej odpowiednio z kwartylem pierwszym i trzecim jednoznacznie wskazuje na silną tendencję do występowania skrajnych wartości, szczególnie po ujemnej stronie rozkładu stóp zwrotu”⁶.

Minimalna dzienna stopa zwrotu zawiera się w przedziale od -22,9% dla pszenicy do -13,5% w przypadku soi. Natomiast największa maksymalna stopa zwrotu osiągnięta została dla kukurydzy i wynosi 23,3%, najniższa zaś dla soi i kształtuje się na poziomie 12,5%. Odchylenie standardowe przyjmuje niewielkie wartości i waha się od liczby 0,015 w przypadku soi do liczby 0,021 dla pszenicy. Ponieważ wartość odchylenia jest większa od średniej, można na tej podstawie stwierdzić, że dzienne stopy zwrotu poszczególnych produktów rolnych charakteryzują się wysoką zmiennością. Z kolei nieznacznie ujemna wartość współczynnika skośności oraz dość duża kurtoza potwierdzają powszechnie znany fakt w literaturze przedmiotu, dotyczący słabej przydatności rozkładu normalnego do opisu stóp zwrotu. Wskazują ponadto na niewielką asymetrię lewostronną badanych szeregów. Dla każdego z produktów rolnych badane rozkłady empiryczne stóp zwrotu wykazują cechy istotnie odbiegające od normalności, co znalazło odzwierciedlenie w odrzuceniu hipotez zerowych o zgodności rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym w wypadku obu wykorzystywanych testów normalności przy bardzo rygorystycznym poziomie istotności [zob. G. Malik, 2016].

Warto w tym miejscu podkreślić, że już w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku wykazano, że rozkład normalny cechuje się słabą przydatnością do opisu empirycznego rozkładu cen oraz stóp zwrotu na rynkach terminowych. Zarówno Fama [zob. E. Fama, 1965], jak i również Clark [zob. P. Clark, 1973] zaprezentowali w swoich pracach istotne dowody pokazujące dysonans pomiędzy tym, co obserwowalne, a tym, co postulował rozkład normalny. Podobnie Mandelbrot [zob. B. Mandelbrot, 1963] w odniesieniu do rynku terminowego produktów rolnych, analizując ceny bawełny potwierdził, że nie mogą być one opisane za pomocą rozkładu normalnego.

Pomimo że odrzucenie hipotezy o normalności jest faktem, co do którego istnieje konsensus w literaturze przedmiotu, ciągle otwartą wydaje

⁶) Ibidem., s. 180.

się kwestia wyboru najlepszego rozkładu w miejsce zdyskredytowanego, zarówno w kontekście rynków finansowych, jak i rynków terminowych, rozkładu normalnego. Deng i in. [zob. S. Deng, W. Jiang, Z. Xia, 2002], a także Jin [zob. H.J.Jin, 2007] podkreślają znaczenie rodziny rozkładów α -stabilnych w kontekście zastosowania ich do opisu cen produktów notowanych na giełdach towarowych. W literaturze światowej zostało również pokazane szerokie wykorzystanie skalowanego rozkładu t -Studenta do opisu stóp zwrotu [por. m.in. P.D. Praetz, 1972; R. Blattberg i N. Gonedes, 1974; J.B. Gray i D.W. French, 1990; A. Peiro, 1994; F.M. Aparicio i J.Estrada, 2001; D.S. Broca, 2002; C. Dritsaki, 2019]. Do podobnych wniosków dochodzi także Malik [zob. G. Malik, 2011] analizując rozkłady cen produktów rolnych notowanych na giełdzie towarowej w Chicago.

3. TEORIA WARTOŚCI EKSTREMALNYCH – RODZAJE ROZKŁADÓW

Klasyczne podejście służące do modelowania wartości ekstremalnych oparte jest na modelu bloków maksymalnych (ang. *block maxima*). Metoda ta stosowana jest w przypadku obszernej liczby obserwacji, które zostały wybrane z dużej próby. Modelowanie zachowania wartości ekstremalnych niezależnych zmiennych losowych o identycznym rozkładzie prawdopodobieństw polega w praktyce na wykorzystaniu maksimów lub minimów obserwacji w ustalonych blokach czasowych. Bloki te zostają wyznaczone za pomocą rozłącznych przedziałów czasu o jednakowej długości, najczęściej są to miesiące, kwartały lub lata [zob. A.J. McNeil, 1999].

Niech $X_1, X_2, \dots, X_n$ będą niezależnymi zmiennymi losowymi o jednakowym rozkładzie z dystrybuantą F . Przyjmijmy następujące oznaczenie: $M_n = \max\{X_1, \dots, X_n\}$. Rozpatrywane zmienne losowe $X_1, X_2, \dots, X_n$ mogą reprezentować różne charakterystyki meteorologiczne i hydrologiczne (np. stan wody na rzekach, dzienne stężenie ozonu, średnią dzienną temperaturę, itp.), ale mogą to być również zmienne finansowe (np. ceny lub stopy zwrotu różnych instrumentów finansowych). Teoria wartości ekstremalnych zostanie przedstawiona dla przypadku osiągania wartości maksymalnych dla ustalonych bloków czasowych. Aby otrzymać analogiczną teorię dla wartości minimalnych należy wykorzystać prostą relację, mianowicie: $\max\{X_1, \dots, X_n\} = -\min\{-X_1, \dots, -X_n\}$.

Niech zatem istnieją ciągi: $a_n > 0$ oraz b_n takie, że dla pewnej dystrybuanty G zachodzi następujący związek:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\frac{M_n - b_n}{a_n} \leq z\right) = G(z), \quad (3.1)$$

Wówczas dystrybuanta G przyjmuje jedną z trzech zaprezentowanych poniżej postaci:

– Gumbel

$$G(z) = \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{z-b}{a}\right)\right]\right\}, \quad -\infty < z < \infty, \quad (3.2)$$

– Frecht

$$G(z) = \begin{cases} 0, & z \leq b \\ \exp\left\{-\left(\frac{z-b}{a}\right)^{-\alpha}\right\}, & z > b' \end{cases} \quad (3.3)$$

– Weibull

$$G(z) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[\left(\frac{z-b}{a}\right)^\alpha\right]\right\}, & z < b \\ 1, & z \geq b \end{cases}, \quad (3.4)$$

gdzie a , b oraz $\alpha > 0$ to parametry.

Istnieją zatem trzy różne typy rozkładów wartości ekstremalnych, przy czym rozkład opisany za pomocą funkcji dystrybuanty Gumbela jest określany często jako typ I, który skupiony jest na całej prostej i charakteryzuje się lekkimi ogonami. Z kolei rozkład Frechta reprezentuje typ II, posiada ciężkie ogony i skupiony jest na pewnej półprostej (c, ∞) , gdzie $c \in \mathbb{R}$. Natomiast rozkład Weibulla, nazywany rozkładem typu III, określony jest na półprostej $(-\infty, c)$ przy czym $c \in \mathbb{R}$, oraz posiada ograniczenie dla górnego ogona.

W literaturze przedmiotu dystrybuanty określone za pomocą wzorów nazywane są dystrybuantami rozkładu wartości ekstremalnych. Można je zapisać w postaci zbiorczej, za pomocą jednej rodziny dystrybuant, która nazywana jest uogólnioną dystrybuantą rozkładu wartości ekstremalnych (ang. GEV – *generalized extreme value distribution*) [por. S. Coles, 2001, s. 45-58]. Otrzymujemy wówczas następujący uogólniony przepis:

$$G(z) = \begin{cases} \exp\left\{-\left[1 + \xi\left(\frac{z - \mu}{\sigma}\right)\right]_+^{-1/\xi}\right\}, & \xi \neq 0 \\ \exp\left\{-\exp\left[-\left(\frac{z - b}{a}\right)\right]\right\}, & \xi = 0 \end{cases}, \quad (3.5)$$

gdzie:

$x_+ = \max\{x, 0\}$,

μ – parametr położenia, $\mu \in \mathbb{R}$,

σ – parametr skali, $\sigma > 0$,

ξ – parametr kształtu, $\xi \in \mathbb{R}$.

Uzyskana wartość parametru kształtu ξ decyduje o tym, która z dystrybuant wartości ekstremalnych powinna być wzięta pod uwagę w kolejnym kroku analizy. I tak oto:

- $\xi > 0$ odpowiada rozkładowi Frechta, przy czym $\xi = \frac{1}{\alpha}$,
- $\xi < 0$ odpowiada rozkładowi Weibulla, przy czym $\xi = -\frac{1}{\alpha}$,
- $\xi = 0$ odpowiada rozkładowi Gumbela.

4. ROZKŁADY WARTOŚCI EKSTREMALNYCH CEN PRODUKTÓW ROLNYCH NOTOWANYCH NA RYNKU TERMINOWYM

W celu przeprowadzenia analizy zachowania granicznych wartości ekstremalnych cen kontraktów terminowych oraz określenia rodzaju uogólnionej dystrybuanty rozkładu wartości ekstremalnych zbadane zostały dzienne stopy zwrotu wybranych produktów rolnych, tj.: kukurydzy, soi oraz pszenicy, uzyskane na podstawie wzoru (3.1) zaprezentowanego w rozdziale III niniejszego artykułu. Parametry rozkładu ogonów zmiennych losowych, opisujących wartości poszczególnych kontraktów terminowych, zostały oszacowane metodą największej wiarygodności z wykorzystaniem metody blokowej. Obserwacje zostały podzielone na 303 podokresy, które długością odpowiadają kolejnym miesiącom. Wyniki estymacji parametrów uogólnionej dystrybuanty rozkładu wartości ekstremalnych dla poszczególnych produktów rolnych wraz z błędami średnimi ich szacunku podanymi w nawiasach zostały zaprezentowane w tabeli poniżej.

Tabela 4.1. Wyniki estymacji parametrów uogólnionej dystrybuanty rozkładu wartości ekstremalnych dla kukurydzy, soi oraz pszenicy

Produkty rolne	Lewy ogon			Prawy ogon		
	μ	δ	ξ	μ	δ	ξ
Kukurydza	0,027 (0,001)	0,014 (0,001)	0,187 (0,034)	0,025 (0,001)	0,013 (0,001)	0,271 (0,042)
Soja	0,031 (0,001)	0,013 (0,002)	0,192 (0,045)	0,025 (0,001)	0,014 (0,002)	0,157 (0,044)
Pszenica	0,052 (0,002)	0,019 (0,001)	0,271 (0,073)	0,033 (0,002)	0,017 (0,001)	0,273 (0,044)

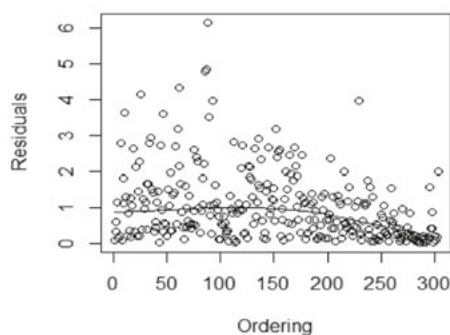
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z CME.

Analizując wyniki zamieszczone w Tabeli 4.1. można zauważyć, że parametr kształtu ξ uogólnionej dystrybuanty rozkładu wartości ekstremalnych badanych dziennych stóp zwrotu kontraktów terminowych jest dodatni, co odpowiada rozkładowi Frechta i świadczy o grubych ogonach rozkładów rozważanych produktów rolnych. Wszystkie otrzymane parametry są statystycznie istotne dla przyjętego poziomu istotności 0,05.

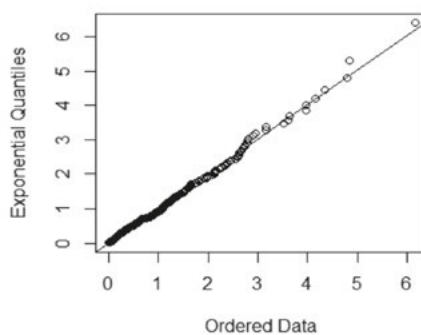
Kolejny krok przeprowadzonego badania ma na celu dokonanie oceny dokładności doboru modelu do danych empirycznych. Ponieważ w analizie przeprowadzonej powyżej uogólniona dystrybuanta rozkładu wartości ekstremalnych została dopasowana tylko do ogona rozkładu, zastosowanie tak popularnych testów zgodności jak np. test Kołmogorowa czy test Andersona-Darlinga nie jest wskazane [por. A. Weron, R. Weron, 2021]. Podobnie, bardzo popularny i zarazem najstarszy test stosowany w literaturze przedmiotu, mianowicie test zgodności χ^2 , również nie znajduje zastosowania w analizie dobroci dopasowania wartości ekstremalnych. Główną przyczyną braku możliwości zastosowania tego testu jest niespełnianie podstawowego założenia mówiącego o tym, że badane obserwacje powinny pochodzić z dużej próby wylosowanej w sposób niezależny [zob. A. Zeliaś, 2000, s. 280]. Dlatego też, aby ocenić dopasowanie rozkładu w obszarze ogona, wykonane zostaną testy graficzne. Dość popularny i rekomendowany w literaturze przedmiotu jest zaproponowany w 1984 roku przez A.C. Davisona test zgodności oparty na residuach [zob. A.C. Davison, 1984; A.C. Davison i R.L. Smith, 1990]. Ocenę dopasowania uogólnionej dystrybuanty wartości ekstremalnych dla ogonów rozkładów empirycznych przeprowadza się na podstawie wykresów kwantylowych odpowiednich rozkładów. Ułożenie punktów w linii prostej świadczy wówczas o dobroci dopasowania badane-

go rozkładu, natomiast wklęsłe odchylenia od linii prostej są oznaką ciężkich ogonów. Aby ocenić dobroć dopasowania uogólnionej dystrybucyjności rozkładu wartości ekstremalnych dla każdego z badanych produktów rolnych na rysunkach 4.1.-4.6. zaprezentowane zostały dwa różne typy wykresów reszt, tj. wykres rozrzutu reszt oraz wykres kwantylowy.

Rysunek 4.1. Wykres rozrzutu reszt [Rys. a] i wykres kwantylowy [Rys. b] dla kukurydzy (prawy ogon)



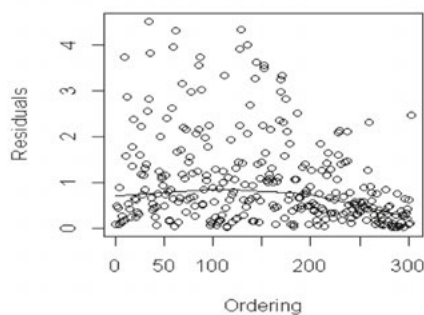
a)



b)

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Rysunek 4.2. Wykres rozrzutu reszt [Rys. a] i wykres kwantylowy [Rys. b] dla kukurydzy (lewy ogon)



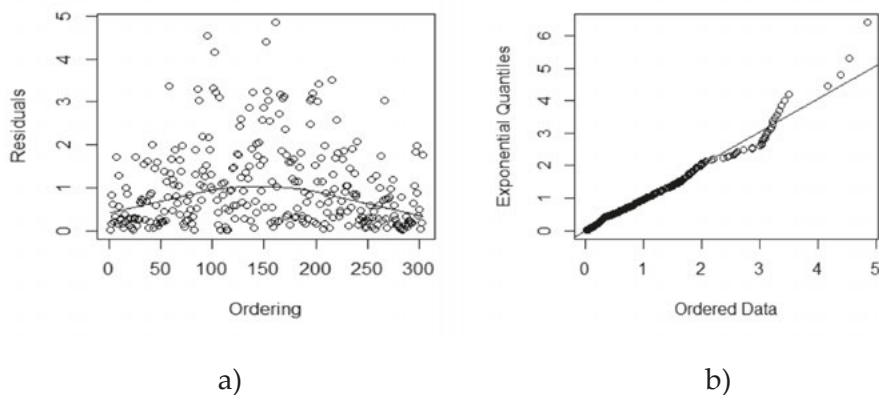
a)



b)

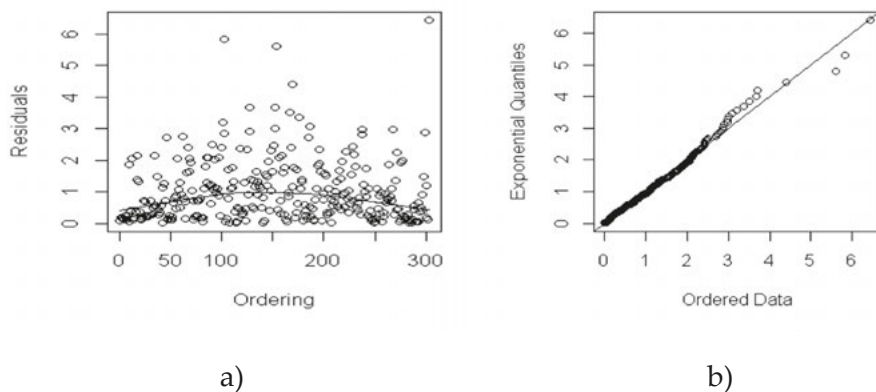
Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Rysunek 4.3. Wykres rozrzutu reszt [Rys. a] i wykres kwantylowy [Rys. b] dla soi (prawy ogon)



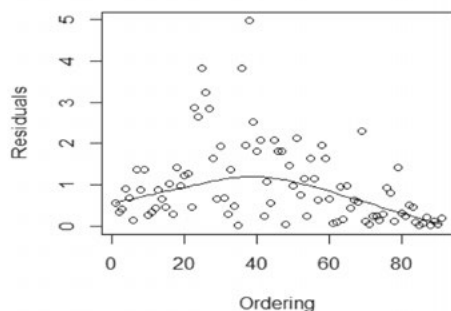
Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Rysunek 4.4. Wykres rozrzutu reszt [Rys. a] i wykres kwantylowy [Rys. b] dla soi (lewy ogon)



Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Rysunek 4.5. Wykres rozrzutu reszt [Rys. a] i wykres kwantylowy [Rys. b] dla pszenicy (prawy ogon)



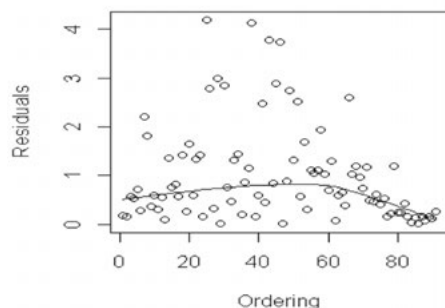
a)



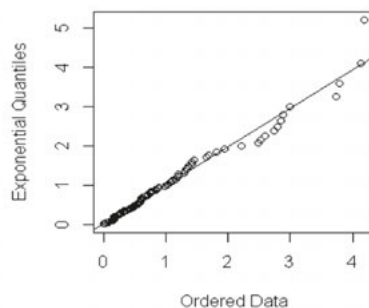
b)

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Rysunek 4.6. Wykres rozrzutu reszt [Rys. a] i wykres kwantylowy [Rys. b] dla pszenicy (lewy ogon)



a)



b)

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Na podstawie wykresów kwantylowych zaprezentowanych na rysunkach 4.1.-4.6. można stwierdzić, że test oparty na residuach nie daje podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o zgodności rozkładu uogólnionej dystrybucji wartości ekstremalnych z ogonami rozkładu empirycznego dla każdego z badanych produktów rolnych.

5. WNIOSKI

W niniejszym artykule autorka starała się zaprezentować statystyczne własności rozkładu cen kontraktów terminowych na produkty rolne, mianowicie: kukurydzy, soi i pszenicy, notowanych na giełdzie towarowej w Chicago. Szczególny akcent został położony na modelowanie wartości ekstremalnych omawianych kontraktów terminowych na produkty rolne w oparciu o modele bloków maksymalnych.

Na podstawie przeprowadzonych badań empirycznych można dokonać spostrzeżenia o występowaniu ciężkich ogonów rozkładów cen produktów rolnych. Autorka zauważa jednak, że brak jest przesłanek do stwierdzenia występowania asymetrii lewego względem prawego ogona, jak to często ma miejsce w przypadku innych instrumentów finansowych, szczególnie akcji, gdzie prawdopodobieństwo poniesienia dużej straty przewyższa niekiedy prawdopodobieństwo otrzymania dużych zysków. Obserwacja ta jest jednak całkowicie zgodna z oczekiwaniami. Należy bowiem pamiętać, że w przypadku kontraktów terminowych, lub ogólnie praw pochodnych, utożsamianie lewej strony rozkładu ze stratami, zaś prawej z zyskami, nie znajduje przekonującego uzasadnienia. Ostatecznie to rodzaj pozycji inwestora (krótka lub długa) przesądza o tym, czy wzrost ceny jest zyskiem czy stratą finansową.

Warto również podkreślić, że test oparty na residuach nie dał podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o zgodności rozkładu uogólnionej dys-trybuan-ty wartości ekstremalnych z ogonami rozkładu empirycznego dla każdego z badanych produktów rolnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Aparicio F.M., Estrada J., *Empirical distribution of stock returns: European securities markets 1990–1995*, [w:] "The European Journal of Finance", 2001, vol. 7, p.1-21.
2. Blattberg R., Gonedes N., *A comparison of the stable and student distributions as statistical models for stock prices*, [w:] "Journal of Business", 1974, vol. 47, p. 244-280.
3. Broca D.S., (2002), *The distribution of Indian Stock Returns: a tale of two tails*, [w:] "Decision", 2002, vol. 29, p. 131-137.
4. Cao W., Zhang Z., *New extreme value theory for maxima of maxima*, [w:] "Statistical Theory and Related Fields", 2021, vol. 5(3), p. 232-252.

5. Carvalho J.V.F., Oliveira L.H.A., *We are Living on the Edge: Managing Extreme-Severity Claims Using Extreme Value* [w:] "Theory", 2023, vol. 21 (3), p. 1-22.
6. Clark P., *A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices*, [w:] "Econometrica", 1973, vol. 41, p. 135-155.
7. Coles S., *An introduction to statistical modeling of extreme values*, London: Springer, 2001.
8. Danielsson J., de Vries C.G., *Tail index estimation with very high frequency data*, [w:] "Journal of Empirical Finance", 1997, vol. 4, p. 241-257.
9. Davison A.C., *Modelling excesses over high thresholds, with an application*, [in:] *Statistical extremes and applications*, J. de Oliveira (eds.), D. Reidel, p. 461-482.
10. Davison A.C., Smith R.L., *Models for exceedances over high threshold*, [w:] "Journal of Royal Statistic Society", 1990, vol. 52(3), p. 393-442.
11. Deng S., Jiang W., Xia Z., *Alternative statistical specifications of commodity price distribution with fat tail*, [w:] "Advanced Modeling and Optimization", 2002, vol. 4, p. 1-8.
12. Embrechts P., Resnick S., Samorodnitsky G., *Extreme value theory as a risk management tool*, [w:] "North American Actuary Journal", 1999, vol. 3, p. 30-41. DOI: 10.1080/10920277.1999.10595797.
13. Fama E., *The behavior of stock market prices*, [w:] "Journal of Business", 1965, vol. 38, p. 34-105. DOI: 10.1086/294743.
14. Gencay R., Selcuk F., *Extreme value theory and value at risk: relative performance in emerging markets*, *International Journal of Forecasting*, 2004, vol. 20, p. 287-303. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2003.09.005.
15. Gray J.B., French D.W., *Empirical comparisons of distributional model for stock index prices*, [w:] "Journal of Business Finance and Accounting", 1990, vol. 17, p. 451-459. DOI: 10.1111/j.1468-5957.1990.tb01197.x.
16. Jin H.J., *Heavy-tailed behavior of commodity price distribution and optimal hedging demand*, [w:] "The Journal of Risk and Insurance", 2007, vol. 74, p. 863-881. DOI: 10.1111/j.1539-6975.2007.00238.x.
17. Katz R.W., Parlange M.B., Naveau P., *Statistics of extremes in hydrology*, [w:] "Advances in Water Resources", 2002, vol. 25, p. 1287-1304. DOI: 10.1016/S0309-1708(02)00056-8.
18. Lee J., de Carvalho M., Rua A., Avila J., *Bayesian smoothing for time-varying extremal dependence*, [w:] "Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics", 2024, vol. 73(2), p. 1-17. DOI: 10.1093/jrssc/qlae002.
19. Malik G., *Statystyczne własności rozkładu cen produktów rolnych na rynku terminowym na przykładzie giełdy towarowej w Chicago* [w:] Na-

- uka i gospodarka w dobie destabilizacji, Praca zbiorowa pod redakcją naukową: J. Teczek, J. Czekaj, B. Mikuła & R. Oczkowska, Kraków: Biuro Projektu Nauka i Gospodarka, 2011, s. 81-92.
20. Malik G., *Zależności długookresowe stóp zwrotu cen kontraktów terminowych na produkty rolne*, [w:] „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Ekonomii i Informatyki w Krakowie”, 2016 nr 12, s. 175-190.
 21. Mandelbrot B., *The variation of certain speculative prices*, [w:] “Journal of Business”, 1963, vol. 36, p. 394-419. DOI: 10.1086/294632 (Journal of Business, 1963) [scispace.com].
 22. Maruyama F., *Analysis of the USD/JPY and EUR/JPY Exchange Rates Using Multifractal Analysis and Extreme Value Theory*, [w:] “Journal of Applied Mathematics and Physics”, 2023, vol. 11, p. 2816-2827. DOI: 10.4236/jamp.2023.1112186.
 23. McNeil A.J., *Estimating the tails of loss severity distributions using extreme value theory*, [w:] “Astin Bulletin”, 1997, vol. 27(2), p. 117-137. DOI: 10.2143/AST.27.2.519201.
 24. McNeil A.J., *Extreme value theory for risk managers*, [in:] “Internal Modeling and CAD II”, Risk Publication, 1999, p. 93-113. DOI:
 25. Metwane M.K., Maposa D., *Extreme Value Theory Modelling of the Behaviour of Johannesburg Stock Exchange Financial Market Data*, [w:] “International Journal of Financial Studies”, 2023, vol. 11, p. 1-27. DOI: 10.3390/ijfs11010027 [scirp.org].
 26. Peiro A., *International evidence on the distribution of stock returns*, [w:] “Applied Financial Economics”, 1994, vol. 4, p. 431-439. DOI: 10.1080/096031094334918.
 27. Praetz P.D., *The distribution of share price changes*, [w:] “Journal of Business”, 1972, vol. 45, p. 49-55. DOI: 10.1086/295972.
 28. Rafei M.El, Sherwood S., Evans J., Dowdy A., Ji F., *Biases in Estimating Long-Term Recurrence Intervals of Extreme Events Due To Regionalized Sampling*, [w:] “Geophysical Research Letters”, 2023, vol. 50 (15), p. 1-9. DOI: 10.1029/2023GL103456.
 29. Weron A., Weron R., *Inżynieria finansowa*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2021.
 30. Zeliaś A., *Metody Statystyczne*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2000.



Jolanta Maroń
dr
Collegium Medicum UJ
e-mail: jolanta.maron.100@gmail.com
ORCID: 0009-0007-3733-6535

POLAND AS A STRATEGIC LOGISTICS HUB ON THE NEW SILK ROAD

POLSKA JAKO STRATEGICZNY WĘZŁ LOGISTYCZNY NA NOWYM JEDWABNYM SZLAKU

Key words: *New Silk Road, Poland, China, logistics.*

Słowa kluczowe: *Nowy Jedwabny Szlak, Polska, Chiny, logistyka.*

JEL Classification: F15, L91, O18, R42, F10

Streszczenie

Celem opracowania jest analiza współczesnych wyzwań i perspektyw transportu i logistyki pomiędzy Chinami a Polską, ze szczególnym uwzględnieniem przewozów ponadnormatywnych i roli Polski jako kluczowego ogniwa Nowego Jedwabnego Szlaku. Artykuł koncentruje się na Polsce, która dzięki swojemu położeniu geograficznemu zyskuje na znaczeniu jako kluczowy węzeł logistyczny w ramach Inicjatywy Pasa i Szlaku (BRI). Usytuowana pomiędzy Wschodem a Zachodem, pełni funkcję ważnego mostu łączącego Azję z Europą, co sprzyja rozwojowi transportu i logistyki. Polska stanowi centralny punkt wielu korytarzy transportowych, a jej rola w handlu międzynarodowym, szczególnie z Chinami, znacząco rośnie. W artykule omówiono rozwój infrastruktury transportowej, w tym połączeń kolejowych i morskich, oraz plany rozwoju centrów logistycznych w Polsce. Poruszono również wyzwania związane z procedurami celnymi oraz współpracą międzynarodową mającą na celu uproszczenie

formalności i poprawę efektywności logistycznej. Przyszłość Polski jako kluczowego ogniwa w globalnym łańcuchu dostaw zależy od dalszych inwestycji w infrastrukturę,

Abstract

The aim of the study is to analyze contemporary challenges and prospects of transport and logistics between China and Poland, with particular emphasis on oversize transport and Poland's role as a key link on the New Silk Road. The article focuses on Poland, which, thanks to its geographical location, is gaining importance as a key logistics hub within the Belt and Road Initiative (BRI). Situated between the East and the West, it acts as an important bridge connecting Asia with Europe, which is conducive to the development of transport and logistics. Poland is a central point for many transport corridors, and its role in international trade, especially with China, is growing significantly. The article discusses the development of transport infrastructure, including rail and sea connections, and plans for the development of logistics centers in Poland. Challenges related to customs procedures and international cooperation aimed at simplifying formalities and improving logistics efficiency are also discussed. The future of Poland as a key node in the global supply chain depends on further investments in infrastructure, the development of intermodal transport, and the improvement of customs and administrative processes.

INTRODUCTION

China is a growing economic and manufacturing power that is trying to find attractive markets for its products, including in Europe. As part of the Belt and Road Initiative (BRI), numerous infrastructure projects are being developed to improve connections between Asia and Europe, and one of their important elements is the so-called New Silk Road. Poland, due to its purchasing power, is not a prominent target market for China, but in terms of logistics, it is attractively located on the way to richer and more developed European economies such as Germany or France. Thanks to the development of transport and logistics, Poland can use its location, not only in developing trade relations with China, but also in becoming a significant hub on a European scale [Kalinowska, 2011]. Poland has a strategic location in the center of continental Europe, neighboring: Russia, Lithuania, Belarus, Ukraine, Slovakia, the Czech Republic,

and Germany. Poland is a transit country for the main transport corridors between Asia and Europe [Doński-Lesiuk 2022]. Economic relations between China and Poland have been revived since President Bronisław Komorowski signed a strategic partnership agreement with China in 2011. Transport and logistics between China and Poland are more than just infrastructure. They are also advanced technologies, supply chain optimization, and international cooperation that support the economic development of both countries. The dynamic development of these areas is a foundation for further trade expansion, contributing to the growth of Poland as a key logistics partner of China in Europe [Bachulska 2017].

Oversize transport, also known as out-of-gauge or heavy haulage, involves the transportation of cargo that exceeds standard dimensions and/or weight limits. Its importance is growing in China-Poland logistics, especially for goods such as wind power plant components, large construction machinery, or industrial infrastructure modules. Oversize transport requires detailed planning—from permits and pilot escorts to the coordination of various transport modes (rail, road, sometimes inland waterways). Polish terminals, especially in Małaszewicze, are increasingly handling this type of cargo, and the development of infrastructure dedicated to oversize transport has become one of the investment priorities [Jakubowski, 2020].

It is also important to note the obstacles facing oversize transport, including infrastructural limitations (bridge clearance, condition of local roads), complex administrative procedures, and the need for coordination at borders. Both on the Chinese and Polish sides, logistics operators and local authorities are working to simplify these procedures and adapt routes and terminals for oversize cargo handling.

KEY CONNECTION POINTS

Poland and China are working to strengthen their logistics links, primarily through the development of transport infrastructure and trade agreements [Klepacki, 2021]. Poland is investing in transport infrastructure, including road and rail networks, to increase connectivity with China. The development of efficient transport links is crucial to facilitating the flow of goods between the two countries.

BELT AND ROAD INITIATIVE (BRI)

Poland has expressed interest in participating in China's BRI, a global infrastructure development strategy. The initiative aims to improve trade connectivity between China and various countries, including Europe. The Belt and Road Initiative [Chen & Li 2021], also known as the New Silk Road, is a global infrastructure and economic project launched by China in 2013 by President Xi Jinping. The initiative aims to strengthen trade, investment, and infrastructure links between China and the rest of the world, building on the historic Silk Road that connected China with Europe and the Middle East [Jakimowicz 2017].

This initiative focuses on two main aspects: the Silk Road Economic Belt and the 21st Century Maritime Silk Road. The first of these aims to connect China with Central Asia, the Middle East, Russia and Europe. For this purpose, land connections such as rail and road networks are being created. The 21st Century Maritime Silk Road focuses, as the name suggests, on the development of sea routes. It focuses on ports and infrastructure in Southeast Asia, East Africa, and Europe.

The main goals of this initiative are [Szymańska & Wielechowski 2019]:

1. Infrastructure development,
2. Facilitating international trade,
3. Strengthening cooperation with participating countries in many fields,
4. Diversification of routes.

The initiative has been joined by 150 countries and international organizations from: Asia, Europe, Africa, and Latin America. The participants include both developing and developed countries. Poland has also joined the initiative and, as a country located at the crossroads of important trade routes, it plays an important role in the BRI. The rail terminal in Małaszewicze is one of the key points in the transport of goods between China and Europe. Poland plays a strategic role in the BRI, mainly due to its geographical location as a gateway to Central and Western Europe. It is an important point on the transport map connecting Asia with Europe, which has a positive impact on the development of the economy, infrastructure, and international relations [Antonowicz, 2023].

TRADE RELATIONS

Trade relations between Poland and China have been developing dynamically since the 1990s, and after Poland joined the European Union in 2004, they gained even greater importance. Currently, China is one of Poland's most important economic partners in Asia, and Poland plays a key role in China's relations with the entire Central and Eastern Europe [McCaleb, 2021]. Poland and China are working to expand their trade relations. They are developing dynamically, offering both great opportunities and challenges [Kolodko 2017]. This includes not only the exchange of goods, but also cooperation in various sectors, such as technology and innovation. Currently, Poland cooperates with China not only within the previously mentioned BRI, but also within the 16+1 format. This initiative is a cooperation of 16 European countries with China, which supports the development of infrastructure projects, cooperation in trade and investment, as well as political and cultural dialogue [Andrzejczak 2023].

Table 1. Oversize Transports on the China-Poland Route in 2023

Type of cargo	Number of shipments	Average weight [tons]	Mode of transport	Main routes
Industrial machinery	112	45	rail-road	Xi'an – Małaszewicze – Łódź
Wind turbine parts	48	on32	road	Shanghai – Gdańsk – Poznań
Construction modules	67	28	intermodal	Chongqing – Gdańsk – Wrocław

Source: own study.

Ensuring smooth logistics connections also includes addressing customs and regulatory issues. Both countries can work on simplifying and harmonizing procedures to facilitate trade. In order to fully exploit the potential of trade cooperation between Poland and China, it is necessary to simplify customs and administrative procedures. Complex formalities, as well as differences in regulations and lengthy customs clearance processes, can lead to delays and increased logistics costs, thus reducing trade profits.

Streamlining customs and other regulations would allow for faster flow of goods, reducing bureaucracy and improving the efficiency of the entire supply chain. Introducing uniform standards and digitalizing customs processes, along with mutual recognition of certificates and trade documents, could significantly increase the competitiveness of Polish and Chinese companies on international markets. The simplification of procedures would also support increased investment and the creation of new business opportunities for companies operating in the transport and logistics sector.

An important thread of this study is the analysis of oversize transport (out-of-gauge or heavy haulage) between China and Poland. Despite the growing importance of this segment, it is often marginalized in the literature, even though oversize transport presents significant infrastructural and procedural challenges. It requires special approaches in route planning, customs clearance, and international cooperation.

IMPORTANT MEANS OF TRANSPORT

Freight train connections between China and Poland have developed dynamically in recent years. In December 2012, the Chengdu-Łódź rail link was inaugurated, making Łódź an important hub that connects China with various European destinations. The expansion continued in October 2013, when another rail connection between the two countries was launched. After a journey of 14 days, the first freight train from China reached Warsaw, operating under the name SU-MENG-EU. On November 21, 2019, DCT Gdańsk introduced the first regular Euro China Train service, which now runs from Xi'an in China, passing through the Adampol Małaszewicze land terminal and arriving at the DCT container terminal in the Port of Gdańsk. Rail container transport from China to Poland has proven to be cost-competitive, a result of flexible and well-adapted logistics planning. Furthermore, rail transport is perceived as a reliable and safe mode of shipping, unaffected by current geopolitical conflicts, thus ensuring stable supply chains [Gan, 2022].

Sea transport also plays a crucial role in the movement of cargo between China and Poland. Goods shipped from the eastern coast of China to Western Europe typically spend about 35 to 40 days at sea. The coastal city of Gdańsk is increasingly recognized for its potential to become a major logistics hub, as evidenced by the growing volume of container shipments handled at its port. Over recent years, the Port of Gdańsk has experienced a significant increase in transshipment, underlining its expanding role

in European logistics. Notably, in 2021, the port achieved a record throughput of 53.2 million tons of cargo, marking an 11% increase compared to the previous year and the highest figure in its history.

Road transport is another vital component of Poland's logistics network with China. In November 2018, the first TIR truck shipment from China to Europe successfully completed its 7,000-kilometer journey, entering Kazakhstan at the Khorgos border and traveling through Russia and Belarus to reach Poland in just 13 days. The efficiency of this mode, both in terms of travel time and cost, makes it a strong competitor to air and rail transport. The increasing emphasis on expanding e-commerce across Europe has drawn Chinese companies to invest in Polish logistics connections, and further Chinese investment in logistics services in Poland is expected to grow in the coming years.

LOGISTICS CENTERS IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE

Countries such as Poland, due to their central location in Europe, serve as important logistics centers. Cities such as Warsaw, Wrocław, and Łódź have well-developed transport infrastructure and logistics facilities that facilitate the flow of goods. There is another logistics center of great importance for the trade connection between China and Poland. On every Chinese logistics map of Eurasia, Małaszewicze is placed as one of the most important nodes [Bartosiewicz and Szterlik 2020]. The international situation after the outbreak of the war in Ukraine did not discourage Chinese companies from launching container trains to Europe via Małaszewicze. Małaszewicze is the most important route for the Chinese, and it is necessary to prepare the infrastructure to improve transshipment and adapt it to modern technologies. Both countries are examining the possibility of establishing logistics centers to improve the flow of goods. These centers can serve as strategic points for storing, processing, and distributing products. Bartosz Zakrzewski writes about their potential development:

Despite trade difficulties of a political nature, transshipment at the border railway station reached 7 million tons of cargo per year. The excellent geographical location of Małaszewicze, unfortunately reinforced by the limitation of international transport with Ukraine via the Żurawica-Medyka station in the zone of communication corridor no. 4, currently results in increased interest of large logistics companies in the border infrastructure of this area. A terminal capable of handling 100 thousand containers (TEU) per year, belonging to a Czech operator, was built.

PKP Cargo purchased a 30 ha plot of land in the Free Customs Zone WOC Małaszewicze-Terespol in order to create a comprehensive infrastructure supporting transport in relations with the Far East. Talks with Chinese partners allow us to hope that Małaszewicze will become an important element of the so-called Silk Road – a large, strategic Euro-Asian project supported by the Chinese authorities [Zakrzewski 2016].

As the author of the text predicts, Polish logistics centers have their future in cooperation with China. The current situation, despite certain difficulties, offers many promising projects. Zakrzewski notes that the key to potential development is to raise the standards of road infrastructure in the eastern part of Poland. The creation of new logistics centers alone will not be sufficient to use the full potential of this region.

The economic analysis of freight transport between China and Poland must take into account the specific cost structures and efficiency indicators characteristic of rail, sea, and road transport, as these modes constitute the main arteries of the Sino-Polish logistics corridor.

COST STRUCTURES

Rail transport stands out for its balanced ratio of operational cost to delivery speed. The primary cost components include infrastructure access fees, locomotive and wagon leasing or depreciation, fuel (or electricity), labor, terminal handling charges, and border crossing fees. According to recent operational practices, the rail transport of containers from China to Poland, particularly via the Chengdu-Łódź and Xi'an-Gdańsk routes, is competitive largely due to flexible route planning and high cargo consolidation, which optimize train utilization. Cost per container decreases with increased train load and frequency. Additional expenses are related to transshipment at border terminals (e.g., gauge change at Małaszewicze), as well as customs clearance procedures. While geopolitical tensions may affect route selection, they do not significantly increase direct costs, as rail remains less exposed to sudden price fluctuations than road or sea transport.

Sea transport is generally the most cost-effective option in terms of unit price per ton-kilometer, especially for bulk and high-volume shipments. Key cost components include: bunker fuel, port charges, vessel operation and maintenance, insurance, and handling fees at ports of origin and destination. The Port of Gdańsk has registered an 11% year-on-year increase in

cargo throughput, indicating growing economies of scale and improving cost efficiency. However, sea transport is associated with longer delivery times (35-40 days from China to Europe), which may result in higher inventory holding costs for shippers.

Road transport, while offering the greatest flexibility, is typically the most expensive per ton-kilometer for long-distance trans-Eurasian shipments. Its cost structure is dominated by fuel, driver wages, tolls, vehicle maintenance, insurance, and administrative permits, especially for oversize cargo. The recent success of TIR truck shipments covering 7,000 kilometers in just 13 days demonstrates the speed advantage, but the economic feasibility is highly dependent on full vehicle utilization, regulatory restrictions, and infrastructure conditions across transit countries.

EFFICIENCY INDICATORS

For each mode, efficiency can be assessed using key performance indicators such as average transit time, cost per container, capacity utilization, and punctuality rate. Rail transport currently achieves average transit times of 14 days from China to Poland, with high reliability and stable supply chains, making it attractive for time-sensitive goods. Sea transport, despite lower costs, offers less predictability due to possible port congestion and weather-related delays. Road transport achieves the shortest transit times but is less scalable and more susceptible to delays at borders.

COMPARATIVE ECONOMIC ASSESSMENT

Comparing the three main modes, rail is often the preferred solution for balanced shipments that prioritize both time and cost. Sea transport remains unrivaled for large-scale, low-value cargo where cost minimization is the overriding goal. Road transport, including for oversize shipments, is justified when delivery speed or last-mile flexibility is critical, or when cargo characteristics (e.g., out-of-gauge dimensions) preclude the use of standard intermodal units.

DEVELOPMENT OPPORTUNITIES

Poland can enhance its transportation and logistics capabilities, making the flow of goods between China and Poland more efficient and smoother, in particular, through the following measures:

1. Investing in infrastructure.

Poland should continue to invest in and modernize its transport infrastructure, including roads, railways, and ports. It is particularly important to support the development of infrastructure in eastern Poland to facilitate transport to and from the borders with Belarus and Ukraine, which are key transit points in trade with China. Modern intermodal terminals, i.e., platforms enabling transshipment, connected to TEN-T transport corridors, can raise the standard and speed of handling goods [Brona & Kruk 2012].

2. Promoting intermodal transport.

Intermodal transport is one that combines rail, road, and sea transport, allowing for more efficient management of the flow of goods. Poland should develop a network of intermodal terminals, as well as deal with logistics projects that facilitate fast transshipment between different means of transport. These actions may include the introduction of uniform operational standards, raising the standard of warehouse infrastructure, and digitalization of logistics processes, which will reduce downtime and costs [Choroś-Mrozowska 2019].

3. Making e-commerce logistics easier.

The focus should be on developing efficient logistics solutions to support cross-border e-commerce between Poland and China. The dynamic development of e-commerce between Poland and China requires efficient logistics solutions. Investing in the development of distribution centers and warehouses supporting e-commerce will ensure fast order processing and delivery. It is also important to streamline customs procedures through automation and digitalization, which will shorten the clearance time of goods and reduce operating costs for companies [Wiewiór 2021].

4. Promoting technology integration.

Adopt and invest in logistics technologies such as IoT, blockchain, and data analytics to increase visibility, traceability, and overall efficiency in the supply chain. These technologies support real-time monitoring of shipments, giving the possibility of better logistics control and reducing the risk of delays. Investments in the digitali-

zation of logistics processes and warehouse automation contribute to increasing the efficiency and competitiveness of Poland as a logistics hub [Wolek 2018].

5. Cooperation within the Belt and Road Initiative (BRI).

Engaging in regular dialogues between countries, along with Poland's active participation in the BRI, can bring benefits in the form of access to new markets and increase the country's importance as a major transport hub in Europe. Regular dialogues with China and other countries participating in the BRI will improve transport and logistics policies, supporting the development of integrated transport corridors and facilitating trade.

In the highly specialized market of oversize transport, competition is driven by several key factors that go beyond the basic provision of transport services. One of the most important ways companies compete is through investment in modern, specialized equipment capable of handling heavy and non-standard cargo. This includes extendable trailers, modular platforms, cranes, and escort vehicles, all of which are essential for the safe and efficient movement of oversize loads. The ability to offer tailored transport solutions-such as designing optimal routes, arranging for special permits, and managing pilot car escorts-provides companies with a significant competitive advantage.

Another crucial aspect is the development of strong relationships with local authorities and border agencies. Navigating the complex regulatory environment for oversize shipments requires not only deep expertise but also established connections that can help expedite permits and border crossings. Companies that are able to streamline administrative processes and minimize delays are better positioned to attract clients with time-sensitive cargo.

Moreover, technology and digitalization play an increasing role in market competition. Leading operators utilize advanced route planning software, real-time cargo monitoring systems, and digital document management platforms to enhance transparency, safety, and reliability. Providing customers with the ability to track their shipments and access documentation online builds trust and adds value to the service.

Finally, many companies compete by offering comprehensive, door-to-door logistics solutions that include not just transportation, but also warehousing, customs clearance, and value-added services such as cargo insurance and risk assessment. In such a demanding market, flexibility, reliability, and the capacity to manage highly complex projects are the hallmarks of the most competitive players.

A comprehensive analysis of China-Poland freight transport from the Polish perspective reveals a set of unique opportunities and challenges that are often underrepresented in broader, internationally focused studies. Poland's geographical position as a gateway to the European Union gives it a strategic advantage, enabling the country to play a pivotal role in the New Silk Road and the Belt and Road Initiative. The development and modernization of key border terminals – such as Małaszewicze – not only facilitate efficient transit of Chinese goods into the EU but also have substantial local and national economic impacts, including job creation, regional development, and increased tax revenues.

From the Polish point of view, logistical investments are not solely about accommodating growing East-West trade volumes. They also serve as a catalyst for domestic innovation and capacity building within the logistics sector. Polish transport and logistics companies face the dual challenge of meeting international service standards while simultaneously navigating national administrative and regulatory frameworks. The Polish government's efforts to streamline customs procedures, invest in intermodal infrastructure, and foster the digitalization of logistics processes demonstrate a commitment to strengthening Poland's role as a regional logistics leader.

However, the Polish perspective also highlights certain vulnerabilities, such as dependence on geopolitical stability in Eastern Europe and the need for continuous infrastructure modernization. Moreover, there is a strategic imperative to balance the benefits of transit trade with the development of value-added services and domestic supply chains [Pendrakowska, 2018].

SUMMARY

Transport and logistics cooperation between Poland and China plays an important role in the global supply chain, and in particular, the developing Belt and Road Initiative (BRI) should be noted, which aims to deepen trade relations between Asia and Europe. Poland, due to its geographical location, connects the East with the West. This means that Poland is playing an increasingly important role as a transit hub, facilitating the flow of goods on a large scale.

This is associated with numerous development opportunities that can contribute to strengthening its position as one of the important logistics centers in Europe. However, this potential requires consistent actions,

including further investments in transport infrastructure, such as modernization of the rail network, development of intermodal terminals, and smoothing of customs processes. We should also not forget about openness to international dialogue, which serves to build lasting trade relations and allows for effective adaptation to changing reality. By combining investment in infrastructure with active diplomatic and economic cooperation, Poland will be able to fully develop and become one of the most important elements of the global supply network.

Oversize transport is currently one of the most important segments in the expanding logistics exchange between China and Poland. The growing number of infrastructure investments (e.g., wind farms, factories) necessitates the intensification of oversize shipments. Proper modernization of infrastructure, digitalization of procedures, and effective cooperation between border and logistics authorities are key factors for the further development of this sector. Thanks to its geographical location, Poland has the chance not only to be a transit country but also to become a center for oversize transport services for the entire Central and Eastern Europe.

REFERENCES

1. Andrzejczak B., *Motives and barriers to the development of logistics networks in the SME sector in Poland in the years 2019–2020*, [w:] "Materials Management and Logistics", 2023, 75(1), p. 51-57. DOI: 10.33226/1231-2037.2023.1.6.
2. Antonowicz M., Jarzębowski S., Guzmán Rivera A., *The development of railway infrastructure in Poland on freight routes between China and the European Union*, [w:] "Material Economy and Logistics", 2023, 4, p. 15-28. DOI: 10.33226/1231-2037.2023.4.2.
3. Bachulska A., *China, Poland, and the Belt and Road Initiative – the Future of Chinese Engagement in Central and Eastern Europe*, [w:] "Geopolitica Web".
4. Bartosiewicz A., Szterlik P., *New Silk Road – An Opportunity for the Development of Rail Container Transport in Poland?* [w:] "New Eastern Policy", 2020, 24(1), p. 9-28.
5. Brdulak H., Brdulak A., *Challenges and threats faced in 2020 by international logistics companies operating on the Polish market*, [w:] "Sustainability", 2021, 13(1), p. 359, <https://doi.org/10.3390/su13010359>.

6. Brona P., Kruk R., *Intermodal terminals along the East-West railway transport routes – current state and development directions*, [w:] "Scientific and Technical Papers of the Association of Communication Engineers and Technicians in Krakow", "Conference Materials" 2012, 99(3), p. 35-47.
7. Chen Z., Li X., *Economic impact of transportation infrastructure investment under the Belt and Road Initiative*, [w:] "Asia Europe Journal", 2021, 19(1), p. 131-159. DOI: 10.1007/s10308-021-00617-3
8. Choroś-Mrozowska D., *The Chinese belt and road initiative from the Polish perspective*, [w:] "Comparative Economic Research. Central and Eastern Europe", 2019, 22(2), p. 39-53. DOI: 10.2478/cer-2019-0011.
9. Doński-Lesiuk J., *Geopolitical changes in Central and Eastern Europe after February 24, 2022 – a logistics perspective*, [w:] "Gospodarka Materiałowa i Logistyka", 2022, 6, p. 20-28.
10. Gan K., *Polish-Chinese Relations in the Framework of Belt and Road Initiative: Perspectives and Problems*, [w:] "Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv" [w:] Philosophy, 2022, 2(7), p. 19-21. DOI: 10.17721/2523-4064.2022/7-3/11.
11. Jakimowicz R., *The New Silk Road and the Growth of the Position of Central and Eastern European Countries towards Russia and China*, [w:] "New Eastern Policy", 2017, 12(1), p. 27-46.
12. Jakubowski A., Komornicki T., Kowalczyk K., Miszczuk A., *Poland as a hub of the Silk Road Economic Belt: is the narrative of opportunity supported by developments on the ground?*, [w:] "Asia Europe Journal", 2020, 18(3), p. 367-396. DOI: 10.1007/s10308-020-00571-6.
13. Kalinowska I., *Polish-Chinese economic cooperation after Poland's accession to the European Union*, [w:] "Gospodarka w Praktyce i Teorii", 2011, 28(1), p. 24-35. DOI: 10.18778/1429-3730.28.03.
14. Klepacki B. (red.), *Logistyka*, Warszawa: Wydawnictwo CeDeWu, 2021.
15. Kolodko G.W., *Will China Save the World*, Roubini EconoMonitor, 2017, <https://www.thestreet.com/economonitor/asia/will-china-save-the-world> [accessed: 21.02.2025].
16. Komornicki T., Goliszek S., *New transport infrastructure and regional development of Central and Eastern Europe, Sustainability: "Science Practice and Policy"*, 2023, 15(6), 5263, <https://doi.org/10.3390/su15065263>.
17. McCaleb A., *Economic Relations between Poland and China in the Belt and Road Era*, [in:] A.M. Kowalski, M.A. Weresa (eds.), "Poland Com-

- petitiveness Report 2021, Bilateral economic cooperation and competitive advantages", 2021, p. 264-290.
18. Pendrakowska P., *Poland's perspective on the Belt and Road Initiative*, [w:] "Journal of Contemporary East Asia Studies", 2018, 7(2), p. 190-206. DOI: 10.1080/24761028.2018.1552491.
 19. Szymańska E.J., Wielechowski M., *The New Silk Road Importance for Polish-Chinese Trade Relations*, [w:] "Scientific Journal of Warsaw University of Life Sciences. Economics and Organization of Logistics", 2019, 4(3), p. 99-109. DOI: 10.22630/EIOL.2019.4.3.27.
 20. Wołek M., *Sustainable mobility planning in Poland*, [w:] "Transport Economics and Logistics", 2018, 76, p. 13-22. DOI: 10.26881/etil.2018.76.01.
 21. Zakrzewski B., *Potential logistics centers of Eastern Poland in the international transport corridor*, No 2, Buses: technology, operation transport systems, 2016, 17(4), p. 115-119. DOI: 10.18276/ptl.2016.34-21.



Anna Stolińska

dr, prof. WSEI
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
e-mail: astolinska@wsei.edu.pl
ORCID: 0000-0003-0979-011X

Jakub Rodzaj

inż.
Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)
e-mail: Jakub.Rodzaj@microsoft.wsei.edu.pl

PROJEKTOWANIE INKLUZYWNE W GAMEDEVIE – ANALIZA ROZWIĄZAŃ WSPIERAJĄCYCH GRACZY Z NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIAMI

INCLUSIVE DESIGN IN GAME DEVELOPMENT: AN ANALYSIS OF
SOLUTIONS SUPPORTING PLAYERS WITH DISABILITIES

Słowa kluczowe: projektowanie inkluzywne, dostępność gier komputerowych, niepełnosprawność wzrokowa, niepełnosprawność ruchowa, interakcja człowiek-komputer, mechaniki gier, wytyczne WCAG.

Keywords: inclusive design, game accessibility, visual impairment, motor impairment, human-computer interaction, game mechanics, WCAG guidelines.

JEL Classification: O35

Abstrakt

Celem artykułu jest analiza współczesnych rozwiązań projektowych zwiększających dostępność gier komputerowych dla osób z niepełnosprawnościami, ze szczególnym uwzględnieniem mechanik wspierających graczy z dysfunkcjami ruchowymi i wzrokowymi. Autorzy skupiają się na praktykach zgodnych z ideą projektowania inkluzywnego, analizu-

jąc wybrane przykłady wdrożeń z wykorzystaniem jakościowej metody eksperckiej. W artykule omówiono takie aspekty dostępności jak: elastyczność sterowania, automatyzacja działań, dostosowanie interfejsu wizualnego i dźwiękowego oraz zgodność z wytycznymi WCAG 2.2 i Xbox Accessibility Guidelines. Przedstawiono również konkretne rozwiązania zastosowane w wybranych grach komercyjnych, stanowiące przykłady dobrych praktyk projektowych. Artykuł podkreśla znaczenie dostępności jako czynnika zwiększającego jakość doświadczenia graczy oraz wskazuje, że projektowanie inkluzywne może stanowić istotną wartość zarówno z perspektywy społecznej, jak i rynkowej.

Summary

The aim of this article is to analyze contemporary design solutions that enhance the accessibility of video games for players with disabilities, with particular emphasis on mechanics supporting individuals with motor and visual impairments. The authors focus on practices aligned with the principles of inclusive design, using a qualitative expert-based approach to examine selected examples of implemented accessibility features. The article discusses key aspects such as control flexibility, action automation, customization of visual and auditory interfaces, and compliance with WCAG 2.2 and Xbox Accessibility Guidelines. It also presents case studies of commercial games that illustrate good practices in accessible game development. The article highlights the role of accessibility in improving user experience and argues that inclusive design can provide substantial value from both a social and market-oriented perspective.

1. WPROWADZENIE

Przemysł gier komputerowych jest jednym z najszybciej rosnących sektorów rozrywki globalnej, który w ostatnich latach wkroczył w fazę szczególnie dynamicznego rozwoju. Zarówno raport WIPO [1], jak i najnowsze dane Newzoo [2] wskazują wartość rynku gier na poziomie ok. 187,7 mld USD. Zgodnie z ostatnimi szacunkami [3,4], 3,3 miliarda osób na świecie gra w gry komputerowe — co odpowiada ponad 40% populacji Ziemi. Tak szeroki zasięg sprawia, że gry komputerowe nie tylko pełnią funkcję rozrywkową, ale także kształtują nowe wzorce uczestnictwa społecznego i mogą pełnić istotną rolę w poprawie jakości życia. Granice wiekowe, płeć czy kultura nie ograniczają tej aktywności — jest ona dobrze rozpoznana i społecznie zaakcepto-

wana. Co istotne, najnowsze badania empiryczne [5] wskazują, że regularne granie może faktycznie poprawiać samopoczucie, redukując napięcie psychiczne i zwiększając satysfakcję z życia. To szczególnie istotne w kontekście osób z niepełnosprawnościami, które często doświadczają wykluczenia społecznego i ograniczonego dostępu do form aktywności wspierających dobrostan. Ponadto przegląd literatury M. Kowala i in. [6] dowodzi, że gry mogą wspierać umiejętności społeczne, poznawcze i pozytywnie wpływać na regulację emocji, stanowiąc łatwo dostępne wsparcie psychologiczne bez stygmatyzacji. Potencjał wspierający, jaki niosą gry komputerowe, nabiera szczególnego znaczenia w świetle rosnącej liczby osób z niepełnosprawnościami, których obecnie na świecie jest co najmniej 1,3 miliarda [7, 8]. Oznacza to, że co szósta osoba na Ziemi żyje z różnymi barierami, a to z kolei pokazuje, że stan niepełnosprawności nie jest marginalny, a uwzględnienie potrzeb tej grupy użytkowników staje się nie tylko kwestią etyczną, lecz także funkcjonalną. Tak duża skala zjawiska unaocznia, że inkluzja jest rozsądnym działaniem rynkowym. Wykluczenie tej grupy z cyfrowej rozrywki, w tym z gier komputerowych, oznacza więc zmarnowany potencjał – nie tylko prozdrowotny, społeczny, ale i ekonomiczny.

Mimo deklarowanej powszechności, gry komputerowe wciąż nie są dostępne dla wszystkich – a wiele osób napotyka bariery które uniemożliwiają im pełne korzystanie z tej formy aktywności. Yuan, Folmer i Harris Jr. [9] oszacowali dla USA, że około 2% populacji nie może grać w ogóle, a kolejne 9% doświadcza znacznych ograniczeń jakości rozgrywki, mimo potencjału graczy. Pomimo daty publikacji (2010), ta analiza jest wciąż cytowana jako najbardziej rzetelny, empiryczny fundament dla twierdzenia o wykluczeniu projektowym w gamingu. Z kolei brytyjskie badanie Scope przeprowadzone w 2020 roku pokazuje, że 66% osób z niepełnosprawnościami napotyka problemy, a 40% zakupiło gry, których nie mogli później używać z powodu złych rozwiązań dostępnościowych [10].

W odpowiedzi na przedstawione wyzwania, niniejszy artykuł podejmuje próbę oceny, na ile współczesne praktyki projektowe odpowiadają na potrzeby graczy z niepełnosprawnościami. Autorzy koncentrują się na rozwiązaniach wspierających użytkowników z ograniczeniami w zakresie motoryki, wzroku, słuchu oraz funkcji poznawczych, analizując zarówno zastosowane mechaniki gry, jak i interfejsy użytkownika. W artykule przedstawiono wyniki analizy heurystycznej i porównawczej, ze szczególnym uwzględnieniem zgodności rozwiązań z ideą projektowania inkluzywnego oraz wytycznymi WCAG 2.2, elastyczności sterowania i zastosowania wielokanałowych form komunikacji wizualnej i dźwiękowej.

Podstawę opracowania stanowi analiza przeprowadzona w ramach pracy dyplomowej współautora, przygotowanej pod kierunkiem dr Anny Stolińskiej w Wyższej Szkole Ekonomii i Informatyki w Krakowie. [11].

2. WPŁYW NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI NA KORZYSTANIE Z GIER KOMPUTEROWYCH

W literaturze oraz praktyce branżowej istnieje konsensus, że zapewnienie dostępności musi być wbudowane w cały cykl produkcyjny gier, od momentu konceptualizacji aż po marketing i utrzymanie produkcji. IGDA (International Game Developers Association), największa na świecie organizacja non-profit zrzeszająca profesjonalistów z branży gier komputerowych, jednoznacznie zaznacza, że działania związane z dostępnością są najbardziej efektywne, gdy rozpoczynają się już w fazie pre-produkcji, zanim rozpocznie się kodowanie lub tworzenie assetów. Pominięcie tej integracji często prowadzi do kosztownych poprawek i osłabionej jakości doświadczenia dla użytkowników z niepełnosprawnościami [12]. Frameworki projektowe, takie jak opisany przez Cezarotto i współautorów [13], wspierają zespoły w ocenie problemów związanych z dostępnością, równością i różnorodnością już na etapie projektowania mechaniki, interfejsu i narracji. Westin argumentuje, że edukacja w zakresie dostępności w programach nauczania dla game designerów i programistów jest kluczowa — ponieważ brak tej wiedzy we wczesnym etapie edukacji skutkuje niedostosowanymi praktykami w całym cyklu produkcyjnym [14]. Darvishinia i Goodson z kolei podkreślają konieczność uwzględniania reprezentacji i feedbacku od użytkowników z niepełnosprawnościami już w fazie konceptualizacji i marketingu — co stanowi integralny element inkluzywnego game design [15].

Uwzględnienie dostępności w całym cyklu życia gry – od koncepcji po wdrożenie – nie jest działaniem symbolicznym, lecz odpowiedzią na rzeczywiste potrzeby użytkowników, którzy codziennie stykają się z barierami technologicznymi, projektowymi i funkcjonalnymi. Aby lepiej zrozumieć, na czym te ograniczenia polegają, warto przyjrzeć się konkretnym problemom, z którymi mierzą się osoby z różnymi rodzajami niepełnosprawności podczas korzystania z gier komputerowych.

Bariera motoryczna utrudnia obsługę urządzeń wejściowych, takich jak klawiatura, mysz, kontroler czy ekran dotykowy. Problem ten dotyczy osób z porażeniem mózgowym, ograniczeniami ruchowymi kończyn, chorobami neurodegeneracyjnymi lub po amputacjach, które powodują

trudności w wykonywaniu szybkich, precyzyjnych lub skoordynowanych ruchów – zwłaszcza wymagających zaangażowania obu rąk. Wśród rekomendowanych rozwiązań wymienia się m.in. możliwość pełnego remapowania przycisków, wsparcie dla alternatywnych metod sterowania (takich jak przełączniki, joysticki jedno-przyciskowe, sterowanie głosowe) oraz funkcje automatyzujące wybrane sekwencje (np. auto-run, czy auto-fire). Zgodność tych funkcji z wytycznymi dostępności jest przedmiotem oceny w ramach Microsoft Game Accessibility Testing Guidelines – otwartego zestawu dobrych praktyk opracowanego przez Microsoft [16].

Problemy ze wzrokiem obejmują zarówno całkowitą ślepotę, jak i częściowe ograniczenia, takie jak zaburzenie postrzegania barw (daltonizm), niska ostrość widzenia, czy nadwrażliwość na światło. Dla tej grupy użytkowników kluczowe znaczenie mają skalowalne interfejsy, dostępność komunikatów dźwiękowych, teksturowanie elementów interaktywnych oraz opcjonalne tryby wysokiego kontrastu. Brak alternatywnych form prezentacji informacji wizualnej (np. sygnałów dźwiękowych w miejsce błysków lub kolorowych ikon) może całkowicie wykluczyć gracza z rozgrywki. Zgodnie z WCAG 2.2 [17] oraz wytycznymi organizacji takich jak na przykład IGDA [12], zaleca się implementację trybów daltonistycznych, możliwość zmiany wielkości czcionki, a także czytelność komunikatów interfejsu niezależnie od koloru. W szczególności warto rozważyć modyfikację sygnalizacji istotnych zdarzeń w grze – przykładem może być dodanie wypukłych kolców na modelu rękawicy, której ataku gracz nie jest w stanie sparować.

W niniejszym artykule skoncentrowano się na opisanych powyżej barierach związanych z niepełnosprawnościami w zakresie motoryki i wzroku, warto jednak wspomnieć o problemach dotyczących osób z niepełnosprawnościami słuchowymi lub poznawczymi.

Osoby z częściowym lub całkowitym ubytkiem słuchu napotykają **barierę w dostępie do informacji dźwiękowej** – takich jak ostrzeżenia, sygnały kontekstowe czy komunikaty dialogowe. Do kluczowych rozwiązań należą konfigurowalne napisy (z możliwością zmiany rozmiaru, koloru, kontrastu i tła), wizualne wskaźniki dźwięku (np. ikony pokazujące kierunek strzału lub obecność przeciwnika), a w niektórych grach także wsparcie dla mowy migowej.

Barьеры poznawcze dotyczą użytkowników z zaburzeniami uwagi, trudnościami językowymi, dysleksją, spektrum autyzmu czy PTSD (Post-Traumatic Stress Disorder, zespół stresu pourazowego). Dla tej grupy graczy kluczowe są czytelność struktury gry, możliwość regulowania tempa rozgrywki, uproszczone interfejsy oraz czytelne komunikaty. Osoby z tego typu trud-

nościami mogą odczuwać przeciążenie poznawcze w grach wymagających szybkiego przetwarzania informacji lub wykonywania złożonych sekwencji. Skutecznymi strategiami projektowymi są: opcje pauzowania i spowalniania gry, zrozumiałe samouczki, prosty język, piktogramy wspierające treści tekstowe oraz możliwość indywidualnego ustawienia poziomu trudności. Tego rodzaju podejście jest zgodne zarówno z WCAG 2.2, jak i praktykami projektowania inkluzywnego w środowiskach interaktywnych [18].

3. METODY BADAWCZE

Celem artykułu jest analiza współczesnych rozwiązań projektowych zwiększających dostępność gier komputerowych dla osób z niepełnosprawnościami, ze szczególnym uwzględnieniem mechanik wspierających graczy z dysfunkcjami ruchowymi i wzrokowymi. Cel ten realizowany jest poprzez jakościową analizę wybranych funkcji dostępności zaimplementowanych w konkretnych grach komputerowych [11].

Analiza ma charakter ekspercki i opiera się na przeglądzie przykładów funkcjonujących już w praktyce, a nie na testach użytkowników. Uwzględniono zarówno produkcje wysokobudżetowe (AAA), jak i wybrane tytuły niezależne, aby uchwycić różnorodność podejść do projektowania inkluzywnego w zależności od dostępnych zasobów, stylu gry i przyjętej filozofii twórców.

Przedmiotem analizy są konkretne rozwiązania technologiczne i projektowe, takie jak: automatyzacja sterowania (Auto Mode), uproszczone sekwencje QTE, tryby wysokiego kontrastu, dostosowanie warstwy dźwiękowej oraz przestrzenne efekty audio wspomagające orientację w grze. Wskazane funkcje są omówione w kontekście ich wpływu na użyteczność i przystępność rozgrywki dla osób z ograniczeniami percepcyjnymi i motorycznymi.

4. ANALIZA DOSTĘPNYCH ROZWIĄZAŃ PROBLEMU NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI RUCHOWEJ I WZROKOWEJ

Niepełnosprawność ruchowa

Jednym z kluczowych rozwiązań wspierających dostępność gier dla osób z niepełnosprawnościami motorycznymi jest możliwość konfigurowania sterowania poprzez tzw. **mapowanie przycisków**. Mechanizm ten umożli-

liwia użytkownikowi samodzielne przypisanie funkcji gry do wybranych elementów interfejsu sterującego, niezależnie od jego rodzaju. W zaawansowanych implementacjach obejmuje to nie tylko zmianę układu przycisków na tradycyjnych kontrolerach, takich jak klawiatura czy gamepad, lecz także dostosowanie sterowania do urządzeń alternatywnych – joysticków jedno-przyciskowych, przełączników, kontrolerów nożnych czy systemów śledzenia ruchu.

Rozwiązanie to znacząco zwiększa elastyczność interakcji z grą, umożliwiając graczom dostosowanie schematów sterowania do ich indywidualnych możliwości fizycznych. Ma to szczególne znaczenie w przypadku osób z ograniczonym zakresem ruchu, osłabioną siłą mięśniową, porażeniem kończyn lub trudnościami w wykonywaniu precyzyjnych i szybkich ruchów. Dzięki możliwościom personalizacji użytkownicy mogą nie tylko zredukować liczbę używanych przycisków, ale także zoptymalizować ich rozmieszczenie w sposób, który umożliwia obsługę gry jedną ręką lub z użyciem wyłącznie wybranego urządzenia wspomagającego.

Wprowadzenie takiej funkcjonalności, choć relatywnie niewielkiej z perspektywy projektowej, może stanowić istotną różnicę między pełną partycypacją w rozgrywce a całkowitym wykluczeniem użytkownika z doświadczenia gry. W literaturze i praktykach branżowych podkreśla się, że elastyczność systemu sterowania jest jednym z najważniejszych elementów inkluzywnego designu w kontekście ograniczeń motorycznych [19].

Wśród rozwiązań wspierających dostępność gier dla osób z niepełnosprawnościami motorycznymi istotne miejsce zajmuje **możliwość regulacji czułości urządzeń wejściowych**. Dotyczy to m.in. analogowych drążków kontrolerów, myszek komputerowych oraz parametrów reakcji klawiatury. Funkcja ta pozwala użytkownikom dostosować dynamikę i precyzję sterowania do własnych możliwości fizycznych oraz preferencji w zakresie interakcji z grą.

Dla graczy z ograniczoną sprawnością manualną, w tym z zaburzeniami koordynacji lub precyzji ruchu, zbyt wysoka czułość kontrolera może powodować trudności w utrzymaniu kontroli nad postacią lub kamerą – prowadząc do frustracji i obniżonego komfortu rozgrywki. Zmniejszenie tej czułości umożliwia bardziej płynne i przewidywalne ruchy, co ułatwia korzystanie z interfejsu. Z kolei osoby z ograniczonym zakresem ruchu – np. z powodu porażenia lub usztywnień – mogą skorzystać na podwyższonej czułości, która kompensuje niewielką amplitudę gestów, umożliwiając bardziej efektywne sterowanie.

Regulacja czułości nie tylko wspiera osoby z niepełnosprawnościami, lecz także przyczynia się do ogólnej poprawy jakości doświadczenia użyt-

kownika. Pozwala bowiem graczom o zróżnicowanych kompetencjach dopasować sterowanie do swoich przyzwyczajeń i stylu gry. Możliwość modyfikacji parametrów wejściowych wspiera zarówno adaptację początkujących użytkowników, jak i precyzyjne dostrojenie mechanik przez zaawansowanych graczy. Tym samym personalizacja czułości interfejsu pełni podwójną funkcję: narzędzia włączającego oraz elementu optymalizującego doświadczenie rozgrywki dla szerokiego spektrum odbiorców.

Kolejnym kluczowym elementem wspierającym dostępność gier dla osób z niepełnosprawnościami motorycznymi jest **możliwość indywidualnego dostosowania poziomu trudności rozgrywki**. Personalizacja tego aspektu umożliwia graczom modyfikację wybranych parametrów gry, takich jak: wytrzymałość przeciwników, siła ich ataków, tempo rozwoju wydarzeń czy dostępność zasobów. Tego rodzaju elastyczność pozwala dostosować dynamikę i intensywność rozgrywki do indywidualnych predyspozycji użytkownika, co istotnie wpływa na jego komfort i zaangażowanie.

Standardowe ustawienia poziomu trudności mogą stanowić istotną barierę dla graczy z ograniczoną sprawnością ruchową, zwłaszcza w produkcjach wymagających szybkiego czasu reakcji, precyzyjnych manipulacji kontrolerem lub długotrwałego utrzymania uwagi. Umożliwienie redukcji intensywności przeciwników, ich liczby czy zadawanych obrażeń pozwala na doświadczenie pełnej narracji i mechaniki gry bez konieczności rezygnacji z zabawy z powodu fizycznych ograniczeń. Jednocześnie system ten daje możliwość zwiększenia poziomu trudności dla graczy bardziej zaawansowanych, którzy poszukują większego wyzwania.

Mechanizmy skalowania trudności nie tylko wspierają graczy z niepełnosprawnościami, ale stanowią również narzędzie uniwersalnego projektowania – poprawiając inkluzywność gier i dostosowując je do szerokiego spektrum użytkowników. W efekcie gry stają się bardziej przystępne i egalitarne, umożliwiając graczom o różnych poziomach sprawności fizycznej i doświadczeniu znalezienie satysfakcjonującego i adekwatnego do własnych możliwości trybu rozgrywki.

Jednym z rozwiązań zwiększających dostępność gier dla osób z ograniczoną sprawnością motoryczną jest **zastosowanie mechaniki automatycznego namierzania przeciwnika** (Auto-Lock-On). Funkcja ta umożliwia automatyczne ustawienie kamery w kierunku aktualnie wybranego celu, eliminując konieczność ręcznego sterowania perspektywą podczas rozgrywki. Dzięki temu gracze mogą skoncentrować się na interakcji z mechanikami walki, bez konieczności równoczesnego zarządzania widokiem, co może być szczególnie trudne w dynamicznych grach akcji czy Soulslike.

Mechanizm Auto-Lock-On znacząco redukuje zarówno obciążenie poznawcze, jak i fizyczne, co ma kluczowe znaczenie dla użytkowników z ograniczeniami w zakresie mobilności, koordynacji wzrokowo-ruchowej lub szybkości reakcji. Zastosowanie tego typu funkcjonalności zwiększa płynność rozgrywki i umożliwia bardziej samodzielne uczestnictwo w sekwencjach bojowych, które w standardowych warunkach mogłyby być zbyt wymagające.

Choć mechanika ta występuje już w wielu komercyjnych tytułach, jej potencjał inkluzywny wciąż pozostaje niedostatecznie wykorzystywany. Poprawna implementacja Auto-Lock-On jako standardowego elementu projektowego w grach skierowanych do szerokiego grona odbiorców mogłaby istotnie podnieść poziom dostępności i wspierać równość w dostępie do doświadczeń interaktywnych.

Kolejnym rozwiązaniem wspierającym dostępność gier komputerowych, szczególnie dla osób z ograniczeniami motorycznymi, jest **funkcja automatyzacji sekwencji działań**, znana jako Auto Mode. Mechanika ta umożliwia przypisanie szeregu czynności do pojedynczego przycisku, co znacząco upraszcza interakcję z grą. Zamiast konieczności wykonywania wielu następujących po sobie operacji lub długiego przytrzymywania klawiszy, gracz może uruchomić całą sekwencję za pomocą pojedynczego kliknięcia.

Rozwiązanie to znajduje szczególne zastosowanie w grach akcji i strzelankach, gdzie precyzja i szybkość reakcji odgrywają kluczową rolę. Przykładowo, w wielu produkcjach tryb automatycznego celowania pozwala zredukować liczbę wymaganych interakcji, co czyni sterowanie bardziej ergonomiczne i dostępne dla osób z ograniczoną siłą mięśniową, koordynacją ruchową czy problemami z utrzymaniem nacisku.

Implementacja funkcji Auto Mode nie tylko zmniejsza barierę wejścia dla graczy z niepełnosprawnościami, ale również podnosi ogólny komfort rozgrywki, umożliwiając większą personalizację interfejsu i eliminując zbędne obciążenia motoryczne. W konsekwencji mechanika ta przyczynia się do budowania bardziej inkluzywnego środowiska gamingowego.

Mechanika tzw. Quick Time Events (QTE), polegająca na **konieczności szybkiego reagowania poprzez naciśnięcie odpowiednich przycisków w krótkim czasie**, stanowi poważne wyzwanie dla graczy z niepełnosprawnościami motorycznymi lub poznawczymi. Wymagana precyzja, szybkość reakcji oraz konieczność wykonywania wielokrotnych kliknięć w ściśle określonym czasie może uniemożliwiać skuteczne uczestnictwo w rozgrywce.

W odpowiedzi na te ograniczenia, pierwsi producenci gier wdrażają opcje upraszczania lub całkowitego eliminowania QTE. Ułatwienia te mogą przyjmować różne formy, takie jak: redukcja liczby wymaganych

przycisków, zastąpienie wielokrotnego naciskania pojedynczym kliknięciem, wydłużenie czasu reakcji lub całkowite wyłączenie sekwencji QTE w ustawieniach dostępności.

Co istotne, z tego typu udogodnień korzystają nie tylko osoby z niepełnosprawnościami, ale również gracze preferujący bardziej narracyjny lub spokojny styl gry, unikający stresujących elementów wymagających szybkiej koordynacji. W efekcie elastyczne podejście do implementacji QTE przyczynia się do zwiększenia dostępności i komfortu rozgrywki dla szerszego grona użytkowników, wspierając ideę projektowania inkluzywnego.

Niepełnosprawność wzrokowa

W kontekście projektowania gier z myślą o osobach z niepełnosprawnościami wzrokowymi kluczowe znaczenie ma **odpowiednie oznaczanie istotnych elementów interfejsu użytkownika**, takich jak HUD (ang. Heads-Up Display) czy komponenty graficzne UI. Ich forma i sposób prezentacji powinny umożliwiać szybkie rozpoznanie i bezproblemową identyfikację niezależnie od rodzaju deficytów wzrokowych. Zamiast polegać wyłącznie na kolorach jako nośnikach informacji — co może wykluczać osoby z różnymi formami daltonizmu — zaleca się stosowanie redundantnych metod oznaczania, takich jak wyraźne i jednoznaczne ikony [16, 17].

Aby zapewnić funkcjonalność i czytelność w warunkach dynamicznej rozgrywki, ikony te powinny być nie tylko intuicyjne semantycznie, ale również projektowane z uwzględnieniem odpowiedniego kontrastu względem tła. Wysoki kontrast graficzny zapobiega ich wizualnemu zlewaniu się z otoczeniem, co mogłoby prowadzić do dezorientacji lub spadku efektywności poznawczej gracza [16]. Dotyczy to również elementów mapy — takich jak punkty orientacyjne (Points of Interest, POI), czy lokacje — które powinny być oznaczane za pomocą symboli jednoznacznych, wyraźnych i natychmiast rozpoznawalnych [17].

Zastosowanie powyższych zasad zwiększa dostępność wizualną interfejsu, wspomaga procesy orientacyjne oraz pozwala graczom lepiej zrozumieć strukturę i logikę świata przedstawionego — niezależnie od poziomu sprawności wzrokowej i doświadczenia w grach. Takie podejście przekłada się nie tylko na wyższy komfort użytkowania, ale również na większą inkluzyjność i równość dostępu do treści cyfrowych.

Jednym ze skutecznych sposobów zwiększania dostępności gier komputerowych dla osób z niepełnosprawnościami wzrokowymi, w szczególności

dla graczy z zaburzeniami percepcji barw, jest **implementacja rozbudowanych opcji indywidualnego dostosowywania kolorystyki** elementów gry. Umożliwienie użytkownikom modyfikacji domyślnych barw interfejsu, obiektów czy oznaczeń w przestrzeni gry pozwala nie tylko na lepsze dopasowanie ich do osobistych preferencji, ale także na skuteczne zredukowanie barier percepcyjnych. Takie rozwiązania mogą obejmować m.in. możliwość zamiany koloru postaci przeciwników, sojuszników, interaktywnych przedmiotów czy znaczników na mapie na barwy lepiej kontrastujące i bardziej czytelne w kontekście konkretnego typu daltonizmu. Przykładowo, element oznaczony kolorem czerwonym może zostać zastąpiony zielonym, żółtym lub innym, bardziej dostrzegalnym dla danego użytkownika. Warto również uwzględnić dodatkowe wskaźniki, takie jak tekstury, wzory czy gradienty, które ułatwiają rozróżnienie obiektów niezależnie od ich koloru. Tego rodzaju funkcje wspierają nie tylko graczy z zaburzeniami widzenia barw, ale także poprawiają komfort rozgrywki w trudnych warunkach oświetleniowych lub przy niższej jakości sprzętu. Co więcej, pozwalają na spersonalizowanie estetyki gry, dzięki czemu użytkownik może dostosować jej wygląd do swoich upodobań. Działania te mają istotny wpływ na zwiększenie inkluzywności i poczucia satysfakcji z gry, a także stanowią dowód na to, że projektanci biorą pod uwagę różnorodne potrzeby graczy.

Jednym ze sposobów na zwiększenie rozpoznawalności kluczowych elementów interfejsu jest umożliwienie graczom **nakładania na nie wzorów graficznych** – takich jak paski, kropki czy inne geometryczne oznaczenia. Tego typu rozwiązania poprawiają nie tylko przejrzystość interfejsu, ale również wspierają graczy z różnorodnymi potrzebami percepcyjnymi, oferując im większą kontrolę nad sposobem, w jaki odbierają środowisko gry. W efekcie rozgrywka staje się bardziej inkluzywna, ponieważ uwzględnia zróżnicowane zdolności użytkowników i pozwala każdemu lepiej dostosować interfejs do własnych preferencji, co przekłada się na wyższy poziom satysfakcji i poczucie komfortu.

Zapewnienie odpowiedniej skalowalności interfejsu użytkownika jest kluczowe dla dostępności gier. Niezależnie od typu urządzenia, rozdzielczości czy proporcji ekranu, elementy takie jak: tekst, wskaźniki i HUD muszą pozostać czytelne dla wszystkich użytkowników, w tym osób z wadami wzroku. Brak możliwości dostosowania wielkości tych elementów może prowadzić do dezorientacji i utrudniać rozgrywkę.

Wprowadzenie opcji dostosowywania interfejsu powinno być traktowane nie jako dodatek, lecz jako standard – korzystają z nich nie tylko osoby z niepełnosprawnościami, ale wszyscy użytkownicy, których sprzęt (np.

duży telewizor, mały monitor, nietypowa rozdzielczość) wpływa na sposób odbioru gry. Uniwersalność i elastyczność interfejsu wpływa więc nie tylko na inkluzywność, ale i na jakość całego doświadczenia użytkownika.

Dobór odpowiedniego kroju pisma ma istotne znaczenie dla dostępności gier. Choć fonty stylizowane – na przykład gotyckie, odręczne czy futurystyczne – mogą wzbogacać estetykę i klimat gry, często utrudniają odczyt nawet osobom bez dysfunkcji wzroku. Utrudnienia w odbiorze tekstu mogą skutkować niezrozumieniem fabuły, pominięciem istotnych wskazówek lub frustracją w trakcie dialogów. Nie oznacza to jednak, że projektanci powinni całkowicie rezygnować z dekoracyjnych fontów.

Możliwość regulacji tła oraz poziomu kontrastu to kolejne istotne rozwiązanie wspierające dostępność gier wideo. W produkcjach o szybkim tempie akcji, takich jak strzelanki czy gry walki, intensywne, ruchome i kolorowe tła mogą wprowadzić wzbogacać estetykę gry i zwiększać immersję, ale równocześnie utrudniają percepcję kluczowych elementów rozgrywki. Jest to szczególnie uciążliwe dla osób z zaburzeniami wzroku, nadwrażliwością sensoryczną lub trudnościami w koncentracji.

Zastosowanie funkcji takich jak: możliwość ustawienia statycznego tła, zmiana jego koloru na neutralny lub całkowite wyłączenie zbędnych efektów wizualnych – pozwoliłoby na dostosowanie rozgrywki do szerokiego zakresu indywidualnych potrzeb. Uwzględnienie tych opcji powinno stać się standardem projektowym, ponieważ znacznie zwiększają one inkluzywność gier, a jednocześnie nie wpływają negatywnie na doświadczenie graczy niemających trudności percepcyjnych.

Istotnym elementem wpływającym na dostępność gier komputerowych jest **projektowanie warstwy dźwiękowej** w sposób, który wspiera orientację i interakcję gracza z otoczeniem. Dźwięk, poza funkcją budowania immersji, może pełnić także kluczową rolę informacyjną, umożliwiając rozpoznawanie zdarzeń w grze bez konieczności ciągłego skupiania wzroku na ekranie. Każde ważne zdarzenie – takie jak: atak przeciwnika, przeładowanie broni czy aktywacja pułapki – powinno być sygnalizowane wyraźnym, unikalnym efektem dźwiękowym. Przykładowo, głośne okrzyki („GRANAT!”) wydawane przez przeciwników przed rzutem granatem umożliwiają graczowi szybką reakcję, nawet jeśli nie zauważył ruchu wizualnie. Takie podejście zwiększa przejrzystość rozgrywki, dostarczając komunikatów w sposób redundantny – zarówno wizualnie, jak i dźwiękowo – co jest zgodne z zasadą projektowania uniwersalnego.

Dźwięk może również wspierać pełne doświadczenie rozgrywki u osób z poważnymi ograniczeniami wzrokowymi, a nawet całkowicie niewido-

mych. W grach typu bijatyka – gdzie poruszanie się ogranicza się zazwyczaj do dwóch kierunków – dobrze zaprojektowane efekty audio (np. kroki przeciwnika, kierunkowe brzmienie ciosów, dźwięki związane z pozycją postaci) umożliwiają graczowi orientację przestrzenną i podejmowanie adekwatnych decyzji bez wsparcia wizualnego. Warstwa dźwiękowa staje się w takich przypadkach nośnikiem nie tylko atmosfery, ale również informacji krytycznych dla przebiegu rozgrywki.

Wdrażanie opisanych powyżej funkcji odbywa się w zróżnicowany sposób, w zależności od specyfiki gry i filozofii projektowej. W kolejnej części zaprezentowano wybrane przykłady gier, które skutecznie zastosowały opisane rozwiązania w praktyce.

Przykłady wdrożeń dostępności w grach komercyjnych

W poprzednich częściach artykułu omówiono główne bariery, z jakimi mierzą się gracze z niepełnosprawnościami oraz rozwiązania projektowe umożliwiające im pełniejsze uczestnictwo w rozgrywce. Niniejszy rozdział prezentuje konkretne przykłady wdrożeń dostępności w grach komercyjnych, ilustrujące praktyczne zastosowanie zasad projektowania inkluzywnego w różnych segmentach rynku – od tytułów wysokobudżetowych (AAA) po gry niezależne.

Wybrane przypadki zostały uporządkowane według rodzaju wspieranej niepełnosprawności, co pozwala na lepszą czytelność i umożliwia bezpośrednie powiązanie zastosowanych rozwiązań z wcześniej zidentyfikowanymi barierami. Analiza skupia się na tych mechanikach, które zostały wdrożone w sposób funkcjonalny, innowacyjny lub szczególnie skuteczny z perspektywy użytkownika.

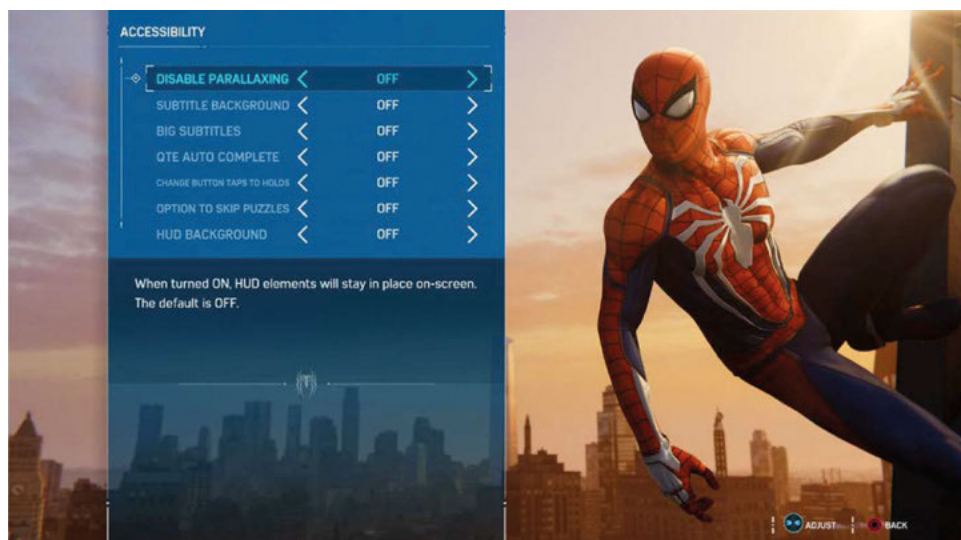
Prezentowane przykłady pokazują, że projektowanie inkluzywne nie jest działaniem marginalnym ani fakultatywnym – przeciwnie, może być z powodzeniem integrowane z głównym nurtem projektowym i stanowić realne wsparcie dla zróżnicowanej społeczności graczy.

Osoby z niepełnosprawnościami motorycznymi często napotykają trudności w obsłudze standardowych urządzeń wejściowych, takich jak: klawiatura, mysz czy kontroler. Wymagania związane z precyzją, szybkością reakcji oraz koniecznością wykonywania skomplikowanych sekwencji ruchów mogą znacząco ograniczać możliwość uczestnictwa w rozgrywce. Dlatego gry, które wdrażają elastyczne, konfigurowalne mechaniki sterowania, stanowią istotny postęp w kierunku inkluzywności.

Jednym z najczęściej wskazywanych przykładów dobrej praktyki jest gra *Celeste*. Oprócz standardowych opcji remapowania przycisków, oferuje ona możliwość regulacji tempa gry oraz liczby dostępnych skoków postaci, co pozwala na precyzyjne dopasowanie poziomu trudności do indywidualnych możliwości gracza. Co istotne, funkcje te zaprojektowano w sposób niedyskryminujący – nie wpływają one negatywnie na postrzeganie „prawdziwości” doświadczenia gry przez innych użytkowników.

Kolejnym przykładem jest *Marvel’s Spider-Man 2*, w której gracze mogą uprościć lub całkowicie wyłączyć sekwencje typu Quick Time Events (QTE). Zamiast konieczności wielokrotnego, szybkiego naciskania przycisków, użytkownik może wybrać opcję ich przytrzymywania (Rysunek 1). Redukuje to obciążenie fizyczne i pozwala na płynniejsze sterowanie nawet w dynamicznych scenach akcji.

Rysunek 1. Marvel’s Spider-Man



Źródło: opracowanie własne (zrzut ekranu).

Również gra *The Last of Us Part II* wprowadziła szereg funkcji wspierających graczy z ograniczeniami motorycznymi, w tym automatyzację działań (Auto Mode), skalowalny poziom trudności oraz zaawansowane opcje sterowania jedną ręką. Takie podejście pokazuje, że dostępność może

być zintegrowana z projektowaniem gry bez konieczności kompromisów estetycznych czy narracyjnych.

Projektowanie gier z myślą o graczach z **niepełnosprawnościami wzrokowymi** wymaga zastosowania rozwiązań, które umożliwiają rozpoznawanie kluczowych elementów interfejsu, przestrzeni gry oraz zdarzeń fabularnych niezależnie od percepcji barw, ostrości widzenia czy zdolności śledzenia dynamicznych obrazów. W praktyce oznacza to implementację wysokiego kontrastu, redundancji wizualno-dźwiękowej, skalowalności interfejsu i symbolicznego oznaczania informacji.

Tytułem często przywoływanym jako modelowy przykład wdrożenia tych zasad jest *The Last of Us Part II*. Gra oferuje tzw. tryb wysokiego kontrastu, w którym tło zostaje wyszarzone, a najważniejsze elementy – postacie, przeciwnicy i obiekty interaktywne – oznaczone są kolorami o dużej czytelności, np. niebieskim, czerwonym, żółtym (Rysunek 2). Takie podejście znacząco poprawia orientację w przestrzeni gry, zmniejsza zmęczenie wzrokowe i pozwala graczom z różnymi deficytami widzenia na pełniejsze uczestnictwo w rozgrywce.

Rysunek 2. The Last of Us Part II

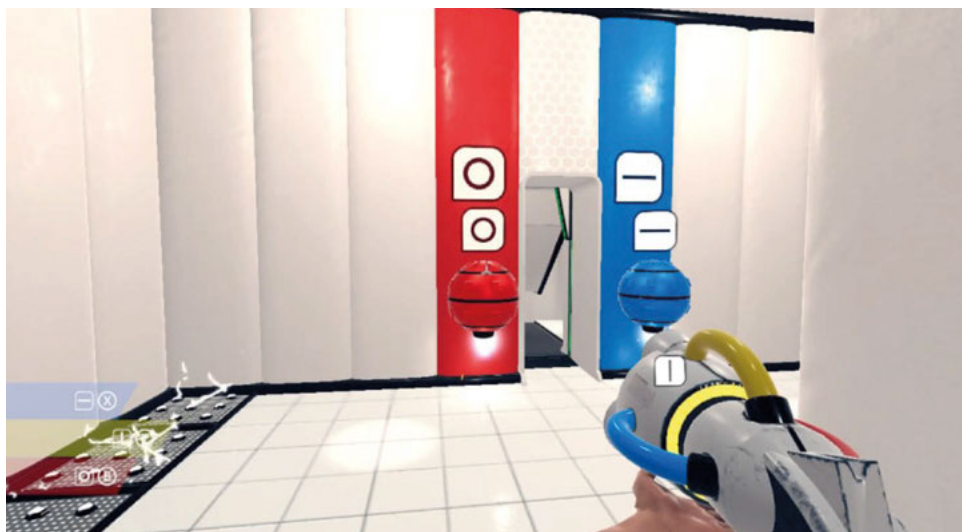


Źródło: opracowanie własne (zrzut ekranu).

Przykład *Borderlands: The Pre-Sequel* pokazuje, jak skalowalność interfejsu może wpływać na komfort graczy – poprzez możliwość regulacji rozmiaru tekstu i elementów HUD-u. Dzięki temu osoby z osłabionym wzrokiem mogą dostosować ekran do swoich potrzeb bez ingerencji w głębsze mechanizmy gry.

Z kolei *ChromaGun* wdrożył interesujące rozwiązanie polegające na oznaczaniu kolorów za pomocą symboli geometrycznych (Rysunek 3). Każdej barwie przypisany został określony kształt (np. linia pionowa, okrąg, linia pozioma), co pozwala użytkownikom z zaburzeniami widzenia barw na niezależną od koloru identyfikację obiektów. Jest to przykład zastosowania strategii redundancji semantycznej, która wzmacnia uniwersalność interfejsu wizualnego i eliminuje barierę związaną z percepcją koloru jako jedyne nośnika informacji.

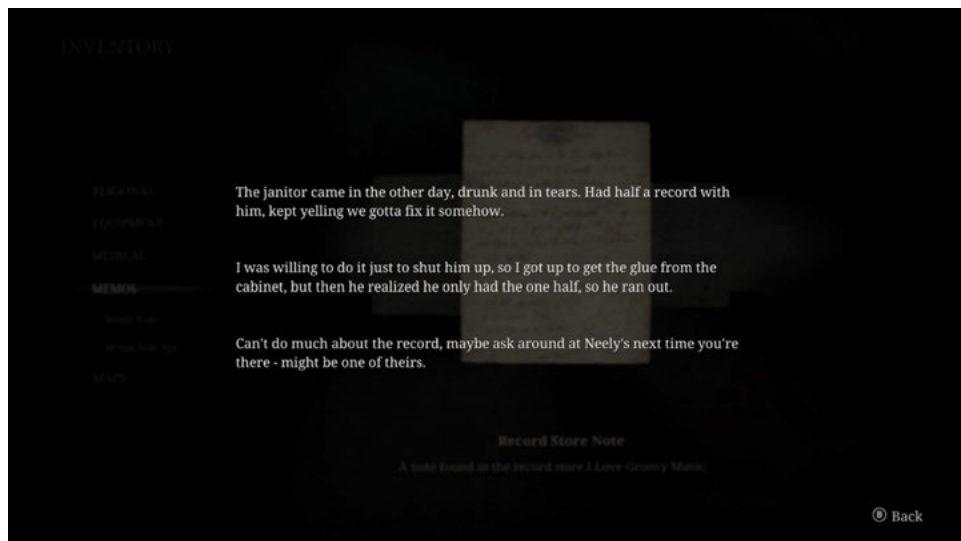
Rysunek 3. ChromaGun



Źródło: opracowanie własne (zrzut ekranu).

W *Silent Hill 2* natomiast zastosowano mechanizm umożliwiający przełączenie odręcznego, stylizowanego pisma na prosty, czytelny font systemowy (Rysunek 4). Choć rozwiązanie to może wydawać się niewielkim ułatwieniem, ma istotne znaczenie dla osób z dysleksją, ograniczoną ostrością widzenia lub trudnościami w przetwarzaniu bodźców wizualnych. Zastosowanie tej funkcji zwiększa dostępność narracyjnych elementów gry, wspierając komfort odbioru tekstu i jego zrozumiałość.

Rysunek 4. Silent Hill 2



Źródło: opracowanie własne (zrzut ekranu).

Wśród tytułów, które zasługują na szczególną uwagę ze względu na innowacyjne rozwiązania zwiększające dostępność, wymienić należy także gry, które nie zostały jeszcze powszechnie uznane za standard, lecz oferują wyjątkowo przemyślane funkcjonalności. Przykładem takiego podejścia jest *Mortal Kombat X*, w którym wdrożono zaawansowany system dźwięków przestrzennych wspomagających orientację w środowisku gry. Dzięki sygnałom audio przypisanym do pozycji interaktywnych obiektów gracz niewidomy może precyzyjnie określić ich położenie – dźwięki emitowane w lewym lub prawym kanale informują o lokalizacji przedmiotu względem postaci gracza. Rozwiązanie to umożliwiło osobom z całkowitą utratą wzroku pełnoprawne uczestnictwo w rozgrywce, włącznie z udziałem w profesjonalnych turniejach, co stanowi dowód na skuteczność zastosowanej mechaniki dźwiękowej [20].

Warto również przywołać *Half-Life 2*, który – pomimo daty wydania przypadającej na 2004 rok – pozostaje wzorcowym przykładem zastosowania dźwięku jako nośnika informacji. W grze tej śmierć przeciwnika sygnalizowana jest charakterystycznym efektem audio, umożliwiającym graczowi natychmiastową ocenę sytuacji, nawet wówczas, gdy nie obserwuje on bezpośrednio sceny walki. Tego typu sygnały redukują konieczność nieustannego śledzenia ekranu, co może być szczególnie pomocne dla osób z ograniczoną percepcją wzrokową [21].

Przedstawione przykłady pokazują, że dostępność w grach komputerowych może być realizowana na wiele sposobów – zarówno poprzez kompleksowe systemy wsparcia, jak i drobne, lecz istotne modyfikacje interfejsu. Ich wspólnym mianownikiem jest świadomość projektantów co do różnorodności użytkowników oraz dążenie do stworzenia środowiska gry, które umożliwia pełne uczestnictwo niezależnie od rodzaju ograniczeń funkcjonalnych.

5. PODSUMOWANIE

Projektowanie inkluzywne w gamedevie stanowi dziś nie tylko wyraz etycznej odpowiedzialności, ale również racjonalne działanie projektowe i biznesowe. Przeprowadzona analiza wskazuje, że odpowiednie wdrożenie funkcji dostępności – takich jak personalizacja sterowania, skalowalność interfejsu, alternatywne oznaczenia wizualne i dźwiękowe czy możliwość regulacji poziomu trudności – pozwala znacząco zwiększyć partycypację graczy z niepełnosprawnościami bez obniżania jakości rozgrywki. Co więcej, wiele z tych rozwiązań poprawia ogólny komfort użytkownika, wspierając także graczy pełnosprawnych.

W odpowiedzi na postawione we wprowadzeniu pytanie o adekwatność współczesnych praktyk projektowych względem potrzeb graczy z niepełnosprawnościami, artykuł pokazuje, że istnieją już dobre i skuteczne rozwiązania, jednak nie mają one jeszcze charakteru powszechnego standardu. Ich wdrażanie jest zależne od świadomości projektantów, zasobów studia oraz przyjętej filozofii produkcyjnej. Zidentyfikowane przykłady pokazują, że dostępność może być skutecznie integrowana z głównym nurtem projektowym, pod warunkiem jej uwzględnienia już na etapie wczesnej konceptualizacji i iteracyjnego testowania.

Aby inkluzywność stała się realnym standardem, niezbędne jest również systemowe podejście do edukacji projektantów gier. Westin [14] wskazuje, że brak wiedzy na temat dostępności w programach nauczania skutkuje pomijaniem potrzeb użytkowników z niepełnosprawnościami w całym cyklu produkcyjnym. Z kolei Darvishinia i Goodson [15] podkreślają znaczenie reprezentacji i włączania głosu graczy z niepełnosprawnościami już na etapie projektowania i testowania gier – jako warunku rzeczywistej inkluzywności.

Wnioski te potwierdzają zasadność traktowania projektowania inkluzywnego jako obowiązującego standardu w branży gier. Uwzględnianie

zróżnicowanych potrzeb użytkowników nie tylko zwiększa równość dostępu do cyfrowej rozrywki, ale też otwiera nowe możliwości rozwoju rynku, czyniąc go bardziej sprawiedliwym, elastycznym i odpornym na wykluczenie.

LITERATURA

1. Özalp H. *Heterogeneous development paths to growth and innovation: The evolution of the video game industry across four hubs*. Geneva: World Intellectual Property Organization, 2024. Dostępne pod adresem: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-econstat-wp-84-en-heterogeneous-development-paths-to-growth-and-innovation-the-evolution-of-the-video-game-industry-across-four-hubs.pdf> (data dostępu: 2025.07.30).
2. Newzoo. *Global Games Market Report 2024 – Revenue Estimates and Forecasts*. Amsterdam: Newzoo, 2024. Dostępne pod adresem: <https://newzoo.com/resources/blog/global-games-market-revenue-estimates-and-forecasts-in-2024> (data dostępu: 2025.07.30).
3. *Exploding Topics*. *How Many People Play Video Games in 2024?* [online], 2024. Dostępne pod adresem: <https://explodingtopics.com/blog/number-of-gamers> (data dostępu: 2025.07.30).
4. *TechJury*. *49+ Video Game Statistics You Must Know in 2024*, [online], 2024. Dostępne pod adresem: <https://techjury.net/blog/video-game-statistics> (data dostępu: 2025.07.30).
5. Egami N., Yoneoka D., Miyawaki A., Okubo R., Tsugawa Y. *Causal effects of video gaming on psychological well-being: evidence from a natural experiment*. *Nature Human Behaviour*, 2024. 8(4), s. 702-709. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-024-01948-y>.
6. Kowal M., Conroy E., Ramsbottom N., Smithies T., Toth A., Campbell M. *Gaming Your Mental Health: A Narrative Review on Mitigating Symptoms of Depression and Anxiety Using Commercial Video Games*. *JMIR Serious Games*, 2021. DOI: 10.2196/26575.
7. *World Health Organization*. *Disability and health*. Geneva: WHO, 2023. Dostępne pod adresem: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health> (data dostępu: 2025.07.30).
8. *AbleGamers Foundation*. *How the gaming industry is adapting to the needs of gamers with disabilities*, [online], 2023. Dostępne pod adre-

- sem: <https://ablegamers.org/how-the-gaming-industry-is-adapting/> (data dostępu: 2025.07.30).
9. Yuan B., Folmer E., Harris Jr., F.C. *Game accessibility: a survey*. Universal Access in the Information Society, 2010, 10(1), s. 81-100. Dostępne pod adresem: <https://www.cse.unr.edu/~fredh/papers/journal/29-gaas/paper.pdf> (data dostępu: 2025.07.31).
 10. Scope, *Accessibility in gaming report*, London: Scope, 2020. Dostępne pod adresem: <https://www.scope.org.uk/campaigns/research-policy/accessibility-in-gaming> (data dostępu: 2025.07.31).
 11. Rodzaj J., *Wykorzystanie technologii interaktywnych w celu poprawy dostępności gier komputerowych*, Praca licencjacka napisana pod kierunkiem dr Anny Stolińskiej, Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki w Krakowie, 2025. Praca niepublikowana.
 12. Gittins R.K., *Inclusive Game Design and Development*, 2022. Dostępne pod adresem: <https://igda.org/resources-archive/inclusive-game-design-and-development/> (data dostępu: 2025.07.31).
 13. Cezarotto M., Martinez P., Chamberlin B., *Developing Inclusive Games: Design Frameworks for Accessibility and Diversity*, in: *International IntechOpen*, 2022. Dostępne pod adresem: <https://www.intechopen.com/chapters/84661> (data dostępu: 2025.07.31).
 14. Westin T., *Game accessibility course design modules in higher education*, *Frontiers in Computer Science*, 2024, vol. 6. DOI: <https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1182541>.
 15. Darvishinia N., Goodson T., *Diversity, Representation, and Accessibility Concerns in Game Development*, arXiv preprint, 2024. Dostępne pod adresem: <https://arxiv.org/abs/2407.04892> (data dostępu: 2025.07.31).
 16. Microsoft, *Xbox Accessibility Guidelines (XAGs)*, Redmond: Microsoft 2023. Dostępne pod adresem: <https://learn.microsoft.com/en-us/gaming/accessibility/guidelines> (dostęp: 2025.07.31).
 17. WCAG – *Web Content Accessibility Guidelines 2.2*, 2023. Dostępne pod adresem: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/> (dostęp: 2025.07.31).
 18. Schmalstieg D. and Höllerer T., *Augmented Reality: Principles and Practice*, 2nd edn. Boston: Addison-Wesley, 2021.
 19. Borzyszkowska J.S., *Pracownia Badań, Analiz i Strategii Rozwoju Edukacji*. Centrum Kształcenia Ustawicznego, 2019. Dostępne pod adresem: <https://pracownia.ckubialystok.pl/projektowanie-uniwersalne/> (dostęp: 2025.08.03).

20. Byrd M., *Blind Gamer Beats Sighted Opponent in Mortal Kombat X*, 2015. Dostępne pod adresem: <https://kotaku.com/blind-gamer-beats-sighted-opponent-in-mortal-kombat-x-1713463276> (dostęp: 2025.08.05).
21. Prescott M., *Sound Design in Half-Life 2: A Case Study in Accessible Audio*, Game Accessibility Conference Europe, 2019. Dostępne pod adresem: <https://www.gaconf.com/> (dostęp: 2025.08.03).



Przemysław Stach

dr

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: pstach@wsei.edu.pl

ORCID: 0000-0001-8393-0892

THE FUTURE OF PERFORMANCE MANAGEMENT: A HUMAN-AI HYBRID APPROACH

PRZYSZŁOŚĆ ZARZĄDZANIA EFEKTYWNOŚCIĄ: HYBRYDOWE
PODEJŚCIE CZŁOWIEK-AI

Słowa kluczowe: sztuczna inteligencja, zarządzanie efektywnością, human-AI collaboration.

Keywords: artificial intelligence, performance management, human-AI collaboration.

JEL Classification: M54, O33

Abstract

This literature review examines whether artificial intelligence (AI) augments or replaces human judgment in performance management at the levels of individuals, teams, processes, and organizations, using the theoretical lenses of socio-technical systems, technology acceptance and trust, and bounded rationality.

The aim of this literature review is to examine whether AI augments or replaces human judgment in performance management by applying these perspectives.

Streszczenie

Niniejszy przegląd literatury bada, czy sztuczna inteligencja (AI) wspiera, czy też zastępuje ludzką ocenę w zarządzaniu efektywnością na poziomie osób, zespołów, procesów i całej organizacji, wykorzystując perspektywy:

systemów społeczno-technicznych, akceptacji i zaufania do technologii oraz ograniczonej racjonalności.

Celem artykułu jest zbadanie, czy AI wspiera, czy zastępuje ludzką ocenę w zarządzaniu efektywnością, przy zastosowaniu tych perspektyw.

1. INTRODUCTION

Artificial intelligence (AI) is transforming performance management (PM) from annual, subjective appraisals to continuous, data-driven systems. It automates routine tasks, aggregates large-scale data, and provides real-time analytics to improve efficiency, accuracy, and strategic impact. However, AI also introduces new risks related to bias, transparency, privacy, and trust.

This article reviews whether AI complements or replaces human judgment in PM by integrating three theoretical lenses: socio-technical systems, technology acceptance and trust, and bounded rationality. Methodologically, the study is a narrative literature review that synthesizes evidence on the benefits, risks, fairness, and scalability of AI-supported PM. The review clarifies the conditions under which AI augments human decision-making and provides practical guidelines for responsible implementation, such as human-in-the-loop oversight, explainability, and data governance. Ultimately, it aims to offer a balanced approach to leveraging AI while preserving fairness and trust.

2. CONCEPTUAL FOUNDATIONS AND METHODOLOGY

2.1. Performance Management Reshaped by Artificial Intelligence

Performance management (PM) is now understood as a continuous developmental process that improves organizational performance by developing individuals and teams within an agreed framework of goals, standards, and competence requirements. The field has moved decisively beyond single, annual appraisal events [13],[14].

Contemporary practice emphasizes setting specific and challenging objectives while avoiding excessive quantification. It involves continuous monitoring, timely evidence-based feedback and coaching, and attention to both

results (“what”) and behaviors (“how”), including collaboration, leadership, and learning [5],[12],[13],[14],[63],[76]. Systems align individual and team goals with strategy, are owned by line managers with human resources (HR) in a supporting role, and prioritize fairness, plain language, and transparent processes [13],[14],[76]. Many organizations have moved away from forced rankings and annual ratings toward richer qualitative conversations, reflecting concerns that numerical ratings can trigger threat responses that impede learning [5],[14]. Role clarity is supported by concise role profiles and a small set of flexible priorities, while dashboards and scorecards offer real-time visibility for corrective action [5],[17],[74].

The approach is grounded in evidence-based management and complemented by attention to organizational health as a driver of sustained performance [15],[39]. Artificial intelligence (AI) is reshaping PM, shifting organizations from annual, subjective appraisals to continuous, data-driven systems that improve individual and organizational outcomes [51]. By automating routine tasks and reporting, AI enables managers to focus on interpretation and action, increasing productivity and streamlining workflows [34],[69],[65]. Real-time analytics support continuous feedback, KPI monitoring, and early warnings, while large-scale data aggregation enables more consistent, bias-aware evaluations [45],[28],[20],[9],[65],[51]. Predictive models help anticipate risks, identify high-potential employees, and inform proactive goal-setting, alongside personalized development and AI-supported coaching [45],[28],[69],[51],[68]. At the strategic level, AI guides portfolio choices, refines “smart” KPIs and links performance to R&D productivity and financial outcomes [45],[28],[68],[33],[27]. These advances depend on human-AI collaboration and robust governance to address bias, privacy and transparency, ensuring ethically grounded, context-sensitive decisions [45],[28],[68],[69],[65],[51].

2.2. Theoretical Perspectives on the Value of AI for PM

This article applies three lenses – Socio-Technical Systems (STS), the Technology Acceptance Model (TAM) with Trust in Automation, and Bounded Rationality – to evaluate AI’s role in PM, connecting technology, behavior, and judgment in evaluative decisions.

STS posits that organizational outcomes depend on the joint optimization of social (people, roles) and technical (tools, processes) subsystems [80]. In PM, this lens considers whether AI augments or replaces human judgment and if new workflows adapt rather than simply bolting on new

tools. It also assesses if AI appraisals improve fairness and efficiency or create friction from misalignment.

TAM explains adoption through perceived usefulness and ease of use [23]. Adding Trust in Automation, this lens clarifies how user trust influences whether people accept, ignore, or over-rely on AI outputs [44]. In PM, it explains why HR professionals and managers accept or resist AI-supported evaluations and how perceived legitimacy drives acceptance, especially when AI contradicts human judgment.

Bounded Rationality suggests decisions are made under time and cognitive limits, causing people to rely on heuristics [35]. In PM, managers might use AI as a cognitive aid to handle large datasets and reduce biases (e.g., recency, halo). However, this lens warns that AI can replace human bias with algorithmic bias if training data contains past inequities.

These lenses collectively illuminate the organizational, behavioral, and cognitive dimensions of AI in PM, clarifying when AI complements human judgment versus when it risks displacing it.

2.3. Models of Human-AI Collaboration

Across scholarship and practice, Human-AI collaboration frames AI as augmenting, not replacing, human capabilities in organizational and human resource management (HRM) contexts [57],[59],[45],[71],[82],[83]. This people-centered view aims to boost productivity, creativity, and well-being as humans and AI co-evolve [82]. The Complementary System/Augmentation Model supports knowledge sharing and offloads routine tasks so professionals can focus on strategic, creative, and relational work [52],[19],[25],[49]. Meanwhile, industry Digital Assistant/Co-pilot models automate administrative work, data analysis, and customer queries, freeing talent for higher-value initiatives [24],[62],[69],[51].

For innovation and decision-making, academic models highlight dynamic human-AI interplay (Integrated/Mixed Structure) and employee-centered design (Human-Centered AI) [59],[45],[68]. Consulting frameworks echo this: GenAI enhances creativity and design [49],[25], digital-twin simulations accelerate evaluation and optimization [49], and large language models drive knowledge management and insight generation across structured and unstructured data [49],[19],[52].

Both domains stress Humans-in-the-Loop oversight to ensure accuracy, ethics, and fairness [59],[71],[82],[83], reinforced by gover-

nance – self-regulation, audits, and bias mitigation – to sustain trust [45], [64], [82], [83]. Research notes resistance, algorithmic bias, and integration complexity [59], [69], while consulting calls for organizational rewiring, talent development, process redesign, upskilling, and cultural change [19], [25], [82], [83]. Both advocate partnerships with technology providers, academia, and consortia to build synergistic human-AI capability networks [59], [19], [82]. Collectively, Human-AI collaboration is a multi-layered, dynamic process that integrates advanced technology, human judgment, and responsible governance to deliver sustainable value.

2.4. Methodology

This narrative review covered 2015–2025 and queried Scopus, Web of Science and Google Scholar using combinations of ‘performance management’ AND (‘artificial intelligence’ OR ‘machine learning’ OR ‘algorithmic’) AND (‘fairness’ OR ‘bias’ OR ‘trust’). Inclusion criteria: peer-reviewed articles and reputable industry reports focusing on AI-supported performance management at individual, team, process or organizational levels; exclusion: purely technical papers without managerial relevance. Two-stage screening (title/abstract, then full text) yielded the final corpus. We applied thematic synthesis across four categories (benefits, risks, fairness/ethics, scalability/context) mapped to socio-technical systems, technology acceptance & trust, and bounded rationality.

The author conducted a narrative literature review to synthesize and critically evaluate scholarship on AI-supported PM versus human-only approaches. Unlike systematic reviews, the narrative approach enables interpretive integration of diverse theories and contexts – well suited to a heterogeneous, fast-moving field – and captures both conceptual and emerging empirical work [75]. The literature review focused on peer-reviewed articles and reputable industry reports, emphasizing the last decade. Sources included Scopus, Web of Science, Google Scholar, and targeted searches of practitioner outlets and leading consulting/policy organizations (e.g., World Economic Forum, Deloitte, McKinsey). Applied thematic analysis was inspired by the established frameworks – STS, TAM + Trust, Bounded Rationality – in a search for recurring patterns. The triangulated academic scholarship, industry evidence, and theory enabled the author to synthesize findings across four categories: benefits and performance gains, challenges and risks, fairness and ethical implications, and scalability/adaptability and contextual contingencies.

As a narrative review, this study is interpretive rather than exhaustive, where findings depend on the breadth and quality of available sources. Despite efforts to include diverse perspectives, selection bias may persist. Even so, the approach offers a solid basis for identifying knowledge gaps and guiding future research.

3. CURRENT EVIDENCE ON AI-SUPPORTED PERFORMANCE MANAGEMENT

3.1. Benefits and performance gains

AI streamlines HR by automating repetitive tasks, which allows professionals to focus on strategic work and talent development [45],[69],[40]. This automation enhances operational efficiency, improves productivity [84],[69],[1], and simplifies administrative processes for long-term decision support [34]. Continuous, automated reviews and reporting reduce preparation time and resource needs while maintaining accuracy [28],[66],[51]. Additionally, AI expedites processes and improves the reliability of decisions [84].

AI-driven analytics improve objectivity by aggregating data from multiple sources, which reduces human error and bias [50],[9],[69],[67],[51],[21],[66]. Predefined benchmarks ensure fair evaluations [9], and large-scale data analysis reveals patterns that are often undetectable to humans [69],[45],[51]. Using representative training data and broader datasets further minimizes bias and validates managerial judgments [69],[51].

Predictive and continuous feedback mechanisms provide immediate insights into employee performance and needs, allowing for timely interventions and issue resolution [51],[20],[45],[50],[28]. Predictive analytics identify future performance trends and risks, enabling proactive management [51],[45],[69],[50],[28],[68],[67].

AI supports personalized employee development by aligning goals with capabilities, tailoring learning and feedback, identifying skill gaps, and facilitating personalized career paths [45],[69],[50],[51],[27],[9]. Tools like virtual assistants and chatbots increase responsiveness and engagement, while sentiment analysis helps HR target interventions effectively [69],[27],[9],[68],[51],[67],[45],[50].

AI provides quantitative, evidence-based insights that strengthen key HR functions such as succession planning, tracking employee satisfaction

and turnover, and aligning individual objectives with organizational strategy [45],[69],[51],[73],[9],[68],[50],[28],[66]. This technology also fosters innovation and knowledge sharing [53],[60]. In practice, AI has demonstrated significant gains, including reducing routine processing times from weeks to minutes and generating substantial financial returns, with heavy investors reporting returns on investment exceeding 200% [83],[3],[24].

3.2. Challenges and risks

AI's promise comes with operational and adoption risks centered on trust and system opacity [45],[9],[68],[69],[51],[83]. Black box models hinder uptake in PM [51],[83]. Low trust can suppress engagement and perceived legitimacy of outcomes [83],[69]. Data privacy/security requirements are significant given sensitive employee data [45],[83],[69],[9],[51],[68]. Broader concerns – job displacement, stress, burnout – can further erode trust [69],[83],[50].

3.3. Fairness and ethical implications

Algorithmic bias can reproduce or amplify past inequalities when historical data encode discriminatory patterns. Risks intensify with non-diverse training data [45],[68],[69],[9],[51],[50],[69],[50]. Sensitive areas (e.g., mental-health-related evaluations) require careful design and monitoring [69],[51]. Mitigation demands routine audits, continuous evaluation, and representative datasets [9],[51],[69],[69].

Transparency and accountability are essential. Employees should know how systems operate, what data are used, and how outcomes are derived. Accessible explanations [69],[9],[68],[51],[69] and ethical governance – clear responsibility, oversight, and bias mitigation – underpins long-term trust [69],[82],[51].

3.4. Scalability, adaptability and contextual contingencies

Representative, diverse datasets and ongoing monitoring are prerequisites for scalable, fair PM [69],[51],[9]. Continuous, automated reviews and real-time metrics help organizations adapt quickly as conditions change

[51],[28]. Strategic alignment between organizational goals and individual objectives supports adoption at scale [66]. Integrating AI with knowledge-sharing mechanisms builds sustainable performance strategies across contexts [53].

4. COMPARATIVE ANALYSIS: AI-SUPPORTED VS. HUMAN-ONLY PM

4.1. Benefits and performance gains

AI-augmented leadership significantly improves managerial performance: decisions are made ~58% faster (from 48.2 to 6.5 hours) with 41% higher strategic accuracy (up to 89.7%) and 89.2% forecasting precision [37]. In HRM, supervised models show high predictive accuracy (RF 86.2%, XG-Boost 88.5%, LSTM 89.7%). AI hiring matches or exceeds human quality, improving outcomes and efficiency [78],[43]. AI also drastically cuts task time, like reducing construction risk assessments from 157 to 36 minutes per task [47], and boosts innovation by identifying trends and automating cycles [38]. At scale, modern PM systems process high applicant volumes, accelerate screening and matching, streamline hiring workflows to cut time-to-hire, and enable real-time feedback and early gap detection [36],[70],[16],[77],[11].

4.2. Challenges and risks

Efficiency gains may come with context loss. AI risk matrices can miss sociopolitical and project-specific factors, suffer from "errors of omission" (e.g., financial, regulatory, phasing), offer theoretical mitigations, and rate residual risk too conservatively [47]. Team performance can also lag. In a bomb-defusal simulation, human-human teams outperformed human-AI teams on errors, modules completed, and speed, despite similar perceived performance [42]. Further risks include opacity, privacy, and surveillance. Black box models hinder trust and accountability, while sensitive data access can spur "dark processing" and unproductive "meta work" [8],[18],[55]. Well-being concerns like technostress, fatigue, and redundancy fears also arise, especially with heavy monitoring [18],[4].

4.3. Fairness and ethical implications

AI can reduce reliance on subjective judgments but may amplify historical bias if training data are skewed. Safeguards require representative data plus audits and diagnostics like demographic parity [4],[55],[8],[18]. Evidence also shows fairness gains: AI hiring cut gender disparity, reducing male favoritism from 0.15 to 0.04 SD, and achieving near-parity in top tiers (versus a 6.8-7.73 percentage point male advantage under human evaluations). 95% of personality-based models also met EEOC criteria¹ (no adverse gender impact) [43]. Finally, explainable AI is critical for reinforcing trust and accountability, as employees can understand the evaluation logic [18],[8].

4.4. Scalability, adaptability and contextual contingencies

Adoption depends on organizational capacity. Small and medium-sized businesses (SMEs) may lack expertise and infrastructure, risking vendor dependence, higher costs, and less flexibility [10]. Compute-intensive approaches (e.g., RAG) can limit scalability in constrained settings [30]. Domain context matters – construction risk management benefits from hybrid workflows that add human specificity to rapid AI analyses [47]. Cross-domain studies in logistics and HRM likewise support human-AI hybrids for context-sensitive decisions [29],[6],[41],[22].

Table 2. Summary of literature findings on AI-Supported vs. Human-Only PM

Theme	AI-supported PM	Human-only PM
Benefits & performance gains	Faster, more consistent decisions; predictive analytics and continuous feedback improve reliability and targeting [45] [51] [69].	Leverages rich context and tacit knowledge via ongoing conversations and goal alignment; when well-run, improves outcomes [14] [5] [17].

¹⁾ U.S. Equal Employment Opportunity Commission’s (EEOC) set of guidelines that employers must follow to ensure their employment practices are fair, non-discriminatory, and compliant with federal law.

Challenges & risks	Opacity/black box logic, privacy concerns, and technostress; risk of over-reliance/automation bias without guardrails [57] [51] [69].	Subjectivity, rater inconsistency, and slow, admin-heavy cycles can hinder accuracy and timeliness [13] [14] [5].
Fairness & ethical implications	Can reduce some subjective bias, but may reproduce historical inequities without representative data, audits, and explainability [51] [69] [9] [83] [24].	Vulnerable to rater bias and unequal treatment; fairness improves with transparent criteria and calibration [5] [14].
Scalability/ adaptability & contextual contingencies	Handles high volumes and enables real-time adjustments; constraints for SMEs/infrastructure—hybrids often best where nuance is high [82] [47] [51].	Limited by manager bandwidth and fragmented data; adapts through process reforms but remains labor-intensive [13] [17].

Source: The author.

5. GAPS IN LITERATURE AND FUTURE RESEARCH

5.1 Identified Gaps in Literature

Despite growing interest, there are significant gaps in the research on human-AI collaboration. Much of the existing evidence focuses on short-term gains in efficiency and accuracy, while the long-term effects on performance and the ability of AI to generalize its benefits across different situations remain unclear. For example, while AI can speed up analysis, it often struggles with complex tasks that require nuance, and human-human teams sometimes outperform human-AI teams in these scenarios [37],[47],[42]. This is particularly true in domains with rich context, like construction risk management, where AI can miss critical socio-political or regulatory factors, leading to errors and overly conservative risk assessments [47].

The research on fairness and ethics also presents a mixed picture. While AI can help improve fairness in areas like hiring, it also carries the risk of perpetuating biases from historical data. The lack of transparency in how AI makes decisions (opacity) makes it difficult to ensure accountability. Furthermore, there is not enough evidence on which methods of explaining AI decisions help people understand and make better choices [43],[18],[8]. Other risks, such as privacy breaches and the extra work required to manage AI systems ("meta work"), have been noted, but the effectiveness of common mitigation strategies like obtaining consent or using anonymized data has not been thoroughly evaluated [55],[18].

Adoption of AI is also a challenge, especially for SMEs that may lack the necessary skills and infrastructure. The high cost and complexity of certain AI systems, such as those that require significant computational power, are also under-researched [10],[30]. Additionally, there's a lack of standardized metrics, making it difficult to compare the performance of human-AI teams across different companies or over time [37],[38]. Finally, current guidance on hybrid human-AI teams lacks specific details on how to handle responsibilities, accountability, and escalation for important decisions.

5.2. Potential Research Directions

To address these gaps, future research should focus on a number of key areas. There is need for more long-term studies that compare different workflows – human-only, AI-only, and hybrid – to track a broader range of metrics, including productivity, decision quality, user trust, well-being, and error types [55]. It's crucial to standardize how we report on fairness, using multiple metrics and monitoring for bias over time, especially across different demographic groups. Research should also test different methods for mitigating bias and providing recourse for individuals who feel they have been unfairly treated by an AI system [55].

Researchers should also identify which explanation formats for AI decisions (e.g., explaining a single decision vs. the system as a whole) are most effective at improving human comprehension and decision-making. This work should also link explainability to formal governance and appeals processes [55].

Finally, future research should assess the total cost of owning and maintaining AI systems, explore lightweight alternatives, and compare the effectiveness of simply adding AI to an existing process versus rede-

signing the process from the ground up. It's also important to study the effects of change management and involving employees in the design of new systems on collaboration and autonomy [8]. Ultimately, we need to create better training that helps humans work more effectively with AI, reducing both over-reliance on the AI and an unhelpful aversion to it. All studies should be transparently reported and use multiple methods to link the technical performance of AI to real-world outcomes like fairness, trust, and well-being [42],[43],[18],[8],[55],[47].

6. CONCLUSION

AI-supported performance management (PM) delivers measurable gains in efficiency, accuracy, personalization, and scale, but these benefits are uneven across contexts and can be undermined by bias, opacity, privacy risks, and employee strain. The strongest results arise when AI augments – rather than replaces – human judgment, under transparent governance with representative data and explicit human oversight.

6.1. Synthesis of Key Findings

Across literature and practice, AI accelerates decision cycles, improves consistency, and enables continuous feedback while enhancing prediction and insight generation. At the same time, systems can miss contextual nuance, especially in complex or sensitive settings, and "black box" models impede trust and accountability. Privacy and surveillance concern further affect acceptance and well-being. Evidence on fairness is mixed. AI can reduce some human biases but may reproduce historical inequities without representative data, routine audits, and explainable outputs. Scalability depends on organizational capacity (skills, infrastructure) and compute demands, and domain outcomes vary – hybrid human-AI approaches tend to perform best where context matters.

6.2. Practical Implications for Organizations

To effectively deploy AI in performance management, organizations should prioritize hybrid workflows with a clear division of responsibilities. It's

crucial to define who makes the final decisions, establish clear escalation thresholds, and include human oversight for all high-stakes actions. Simultaneously, AI deployment must be paired with strong data governance. This includes data minimization, securing user consent, and granting access based on roles. It's also essential to conduct regular audits for bias and robustness and to ensure the AI's explainability—so users understand the model's purpose, its limitations, and its reasoning.

Organizations should also invest in readiness through targeted upskilling, effective change management, and transparent communication. A smart approach is to start with small, privacy-preserving pilot projects, especially where resources are limited. It's also important to evaluate the total cost of ownership and energy use.

Finally, to guide continuous improvement, you should standardize key performance metrics—like cycle time, calibration accuracy, fairness, and employee retention—and continuously monitor for trade-offs, such as the balance between speed and quality of context.

REFERENCES

1. Accenture, *New Accenture Research Finds That Companies with AI-Led Processes Outperform Peers*, 2024. Available at: <https://newsroom.accenture.com/news/2024/new-accenture-research-finds-that-companies-with-a-i-led-processes-outperform-peers> (Accessed: 24 May 2024).
2. Adeyemo, A., *The Use of AI in Talent Acquisition and Employee Retention Strategies*, 2025. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/394454364> (Accessed: 17 May 2024).
3. Aguinis, H., *Performance Management for Dummies*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019, <https://www.wiley.com/en-us/Performance+Management+For+Dummies-p-9781119557654>.
4. Al Masaedi T., Alkhalidi M.M., Al Ali, A.A.A., Almaazmi, S.M.G.A., Alami, R., *Artificial Intelligence Augmented Decision Making: Examining the Interplay Between Machine Learning Algorithms and Human Judgment in Organizational Leadership*, [w:] "Journal of Ecohumanism", 2025, 4(1), pp. 4683-4699. DOI:10.62754/joe.v4i1.6364.
5. Alsaif, A.A., Aksoy, M.S., *AI-HRM: Artificial Intelligence in Human Resource Management: A Literature Review*, [w:] "Journal of Computing and Communication", 2023, 2(2), pp. 1-7, https://jocc.journals.ekb.eg/article_307053.html.

6. Altassan, M.A., *AI-powered HRM and ethical leadership: Balancing efficiency and human-centricity*, [w:] "International Journal of Innovative Research and Scientific Studies", 2025, 8(4), pp. 2219-2228. DOI:10.53894/ijirss.v8i4.8358.
7. Alvi, S., *From Automation to Empowerment: Harnessing the Power of AI in Human Resources*, [w:] "International Journal for Multidisciplinary Research", 2024, 6(1). Available at: <https://www.ijfmr.com/research-paper.php?id=12910> (Accessed: 13 August 2025).
8. Antenzio, L., Marquès, P., Bikfalvi, A., *The Dynamic Role of Digital Orientation in Shaping SME Performance*. Conference Proceedings, 2025. DOI:10.7433/SRECP.SP.2025.01.
9. Anuar, A.A., Mohamad, M.T., Mohamad, A.A., *Robo-advisors and AI-driven funds: Catalysts in the dynamic evolution of asset management*, [w:] "The International Journal of Banking and Finance", 2025, 20(2), pp. 60-90. DOI:10.32890/ijbf2025.20.2.4.
10. Armstrong, M., *Armstrong on Reinventing Performance Management: Building a Culture of Continuous Improvement*. London: Kogan Page, 2017.
11. Armstrong, M., *Armstrong's Handbook of Performance Management: An Evidence-Based Guide to Delivering High Performance*. London: Kogan Page, 2018.
12. Armstrong, M., *Performance Management: Key Strategies and Practical Guidelines*. 3rd edn. London: Kogan Page, 2006.
13. Armstrong M. and Taylor S., *Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice*. 13th edn. London: Kogan Page, 2014.
14. Barrera E., Pastuña N., Mesias J., *Development of an integrated labor management system with AI, voice commands, and chatbot for Mega Ferrería Bonilla*, *Revista de Estudios Generales (REG)*, 2025, 4(3), pp. 360-381. DOI:10.70577/reg.v4i3.176.
15. Barth A.L., de Beer W., *Performance Management Success*. Cham: Springer International Publishing, 2018.
16. Bhasin S. and Krishna K., *The integration of artificial intelligence in human resource management for sustainable workplaces: Exploring its impact, opportunities, and ethical challenges*, [w:] "International Journal of Research in Human Resource Management", 2025, 7(2), pp. 1-7. DOI:10.33545/26633213.2025.v7.i2a.316.
17. Boston Consulting Group, *AI-Powered R&D*. 2025, Available at: <https://media-publications.bcg.com/BCG-Executive-Perspectives-AI-Powered-RandD-EP1-14Feb2025.pdf> (Accessed: 24 May 2024).

18. Buck B. and Morrow J., *AI, performance management and engagement: keeping your best their best*, [w:] "Strategic HR Review", 2018, 17(5), pp 261-262.
19. Cantrell S., Duda J., Commisso C., Eaton K., Guziak J., *As human performance takes center stage, are traditional productivity metrics enough?* Deloitte Insights. 2024, Available at: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/talent/human-capital-trends/2024/human-performance-is-the-new-way-to-measure-productivity.html> (Accessed: 16 August 2025).
20. Cawthorpe D., *Leadership constructs and artificial intelligence: Introducing a novel organizational assessment survey*, [w:] "Qeios" 2023, 21 November doi:10.32388/WVGUQE.2.
21. Davis F.D., *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*, [w:] "MIS Quarterly", 1989, 13(3), pp. 319-340. DOI:10.2307/249008.
22. de Bellefonds N., Charanya T., Franke M.R., Apotheker J., Forth P., Grebe M., Luther A., de Laubier R., Lukic V., Martin M., Nopp C., Sassine J., *Where's the value in AI?* Boston Consulting Group, October. Available at: <https://www.bcg.com/publications/2024/wheres-value-in-ai> (Accessed: 16 August 2025).
23. Deloitte, *The convergence of AI technologies and human expertise in pharma R&D*, 2024. Available at: <https://www.deloitte.com/uk/en/Industries/life-sciences-health-care/research/the-convergence-of-ai-technologies-and-human-expertise-in-pharma-r-and-d.html> (Accessed: 20 August 2024).
24. Dhumal S., Pawar V., *The role of technology in transforming leadership management practices*, Multidisciplinary Reviews, 2024, 4(7).DOI: <https://doi.org/10.31893/multirev.2024066>.
25. Efe A., *A Discussion on Problems and Solutions of Innovative Performance Management in the Public Service and Government*, Uluslararası Akademik Yönetim Bilimleri Dergisi, 2023, 9(13), pp. 100-126. DOI: <https://doi.org/10.51947/yonbil.1247897>.
26. Ejjami R., *The Adaptive Human-AI Synergy in Logistics (AHASL) Theory*, [w:] "Journal of Next-Generation Research" 2024, 5.0. (JNGR 5.0), 1(1), pp. 1-15. Available at: www.jngr5.com (Accessed: 18 August 2025). DOI: <https://doi.org/10.70792/jngr5.0.v1i1.12>
27. Fazlollahtabar H., *Human-robot interaction using retrieval-augmented generation and fine-tuning with transformer neural networks in industry 5.0*, Scientific Reports, 2025, 15, Article number: 29233. DOI:10.1038/s41598-025-12742-9.

28. Gudigantala N., Madhavaram S., Bicen, P., *An AI decision-making framework for business value maximization*, *AI Magazine*, 2023, 44(1), pp. 67-84. DOI: <https://doi.org/10.1002/aaai.12076>.
29. Haleem A., Javaid M., Singh R.P., Suman R., *Management 4.0: Concept, applications and advancements*, [w:] "Sustainable Operations and Computers", 2023, 4, pp. 10-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.10.002>.
30. Hernandez J.G.V. and Ortega R.P., *Bounded rationality in decision-making*, [w:] "MOJ Research Review", 2019, 2(6), pp. 280-282. Available at: https://www.researchgate.net/publication/354784802_Bounded_rationality_in_decision-making (Accessed: 16 August 2025).
31. Jain N., Sreerag, *AI and Automation in HR: Transforming Recruitment and Talent Management*, [w:] "Journal of Human Resource Management Studies" 2024, 7(1). DOI: <https://doi.org/10.33545/26633213.2024.v6.i2e.244>.
32. Joshi S., *Leadership in the Age of AI: Review of Quantitative Models and Visualization for Managerial Decision-Making*, 2025, Available at: <https://ssrn.com/abstract=5223882> (Accessed: 23 July 2024).
33. Kalantarinejad R., Ventresca M., Perez-Crespillo A., *Future of Innovation by the Impact of AI* 2024. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4884834 (Accessed: 23 July 2024).
34. Keller S., Schaninger B., *Beyond Performance 2.0: A Proven Approach to Leading Large-Scale Change*. Hoboken, NJ: Wiley 2019.
35. Khamitkar S., Kshirsagar A., *Review paper – Recruitment using AI*, [w:] "International Journal of Scientific Research in Engineering and Management" (IJSREM), 2024, 8(1), pp. 1-6. DOI:10.55041/IJSREM27918.
36. Khan M.I., Parahyanti E., Hussain S., *The Role of Generative AI in Human Resource Management: Enhancing Operational Efficiency, Decision-Making, and Addressing Ethical Challenges*, [w:] "Asian Journal of Logistics Management", 2024, 3(2), pp. 104-125. DOI: <https://doi.org/10.14710/ajlm.2024.24671>.
37. Korentsides J., *Teamwork and Artificial Intelligence (AI): Examining the Effects of Teammate Identity, Deception, and AI Literacy on Team Dynamics and Performance in Human-Human vs. Human-AI Teams*. Doctoral dissertation. Embry-Riddle Aeronautical University, 2025.
38. Kubiak E., Efremova M.I., Baron S., Frasca K.J., *Gender equity in hiring: examining the effectiveness of a personality-based algorithm*, [w:] "Frontiers in Psychology", 2023, 14, pp. 1-12. DOI:10.3389/fpsyg.2023.1219865.

39. Lee J.D. and See K.A., *Trust in automation: Designing for appropriate reliance*, [w:] "Human Factors", 2004, 46 (1), pp. 50-80. DOI:10.1518/hfes.46.1.50_30392.
40. Madanchian M., Taherdoost H., Mohamed N., *AI-Based Human Resource Management Tools and Techniques: A Systematic Literature Review*, [w:] "Procedia Computer Science", 2023, 229, pp. 367-377. DOI:10.1016/j.procs.2023.12.039.
41. Martin H., James J., Chadee A., *Exploring Large Language Model AI Tools in Construction Project Risk Assessment: Chat GPT Limitations in Risk Identification, Mitigation Strategies, and User Experience*, [w:] "Journal of Construction Engineering and Management", 2025. DOI:10.1061/JCEMD4.COENG-16658.
42. McKinsey & Company, *The next innovation revolution – powered by AI*, 2025. Available at: <https://www.mckinsey.com.br/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai> (Accessed: 24 May 2024).
43. Nishar S., *The Role of Artificial Intelligence in Transforming Human Resource Management: A Literature Review*, [w:] "Journal of Artificial Intelligence & Cloud Computing", 2022, SRC/JAICC-167.
44. Nyathani R., *AI in Performance Management: Redefining Performance Appraisals in the Digital Age*, [w:] "Journal of Artificial Intelligence & Cloud Computing", 2023. DOI:10.47363/JAICC/2023(2)134.
45. Olan F., Arakpogun E.O., Suklan J., Nakpodia F., Damij N., Jayawickrama U., *Artificial intelligence and knowledge sharing: An empirical study*, Journal of Business Research, 145, pp. 605-615.
46. Olan F., Arakpogun E.O., Suklan J., Nakpodia F., Damij N., Jayawickrama U., (2022b), *Artificial intelligence and knowledge sharing: Contributing factors to organizational performance*, [w:] "Journal of Business Research", 2022, 145, pp. 605-615.
47. Pasigai M.A., Rachman M., Rasulong I., *Human Capital Management in the Digital and ESG Era: A Systematic Review of Trends, Gaps and Strategic Implications*, [w:] "Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies", 2025, 5(6), pp. 379-397. DOI:10.47760/cognizance.2025.v05i06.031.
48. Pavlou P.A., *Internet of Things – Will Humans be Replaced or Augmented?* [w:] "GfK Marketing Intelligence Review", 2018, 10(2), pp. 42-47.
49. Radaceanu E., *Management, Artificial Intelligence & Robotics*, in *Proceedings of OPTIROB'07 Conference*, Predeal, 2007, 26 May, pp. 181-188.

50. Radaceanu E., *Artificial Intelligence & Robots for Performance Management – Some Methodic Aspects*, IFAC Proceedings Volumes, 2007, 40(14), pp. 181-188.
51. Ramani R., *Artificial Intelligence in Human Resource Management: Advancements and Implications*, [w:] "International Journal for Multidisciplinary Research", 2023, <https://www.ijfmr.com/research-paper.php?id=21444>.
52. Rao, T.V., *Performance Management: Toward Organizational Excellence*, New Delhi: Sage Publications, 2016.
53. Riaz H., *Artificial Intelligence in Employee Performance Evaluation and Its Managerial Implication*, [w:] "Journal of Informatics Education and Research", 2024, 4(1), pp. 1-7. DOI: 10.26881/etil.2018.76.01.
54. Riaz H., *Artificial Intelligence and Performance Measurement System Integration: A Model for Enhancing Employee Performance Evaluation*, [w:] "Journal of Informatics Education and Research", 2024, 4(1), <https://doi.org/10.52783/jier.v4i1.559>.
55. Riaz H., Ghanghas S., *AI-Based Human Resource Management Tools and Techniques: A Systematic Literature Review*, [w:] "Journal of Informatics Education and Research", 2024, 4(1), s. 367-377. DOI:10.1016/j.procs.2023.12.039.
56. Riaz H., Ghanghas S., *Artificial Intelligence in Employee Performance Evaluation and Its Managerial Implication*, [w:] "Journal of Informatics Education and Research", 2024, 4(1), s. 367-377. DOI: 10.1016/j.procs.2023.12.039.
57. Sabil S., Bangkara B.M.A.S.A., Mogeia T., Niswan E., Timotius E., *Identification of HRM Improvement Strategy Using Artificial Intelligence in Modern Economic Development*, [w:] "International Journal of Professional Business Review", 2023, 8(6), pp. 1-14. DOI:10.26668/businessreview/2023.v8i6.1835.
58. Saraswathi T., Karthikeyan M., Balakrishnan C., Nithya T., Maheswari B., Subramanian R.S., *Artificial Intelligence in Human Resource Management: Advancements, Implications and Future Prospects*, [w:] "International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication", 2023, 11(11s), pp. 266-281. DOI: 10.17762/ijritcc.v11i11s.8099.
59. Satish L., *From HR Analytics to Algorithmic Management: A Critical Review of Digital Control in Human Resource Practice*, 2025, SSRN. Paper No. 5370737. DOI: 10.31235/osf.io/nu6p5.
60. Sears J., Smallwood M., (2023), How artificial intelligence can augment a people-centered workforce, EY Insights. Available at: <https://>

- www.ey.com/en_gl/insights/workforce/how-artificial-intelligence-can-augment-a-people-centered-workforce (Accessed: 17 August 2025).
61. Singla A., Sukharevsky A., Berteletti E., Yee L., Chui M., (2025), *Thenext innovation revolution – powered by AI*. McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-powered-by-ai> (Accessed: 17 August 2025).
 62. Smith R., King D., Sidhu R., Skelsey D., *The Effective Change Manager's Handbook: Essential Guidance to the Change Management Body of Knowledge*, London: Kogan Page, 2015.
 63. Snyder, H., *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*, [w:] "Journal of Business Research", 2019, 104, pp. 333-339. DOI:10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
 64. Stach P., *Zarządzanie efektywnością zespołów pracowniczych*. Wydawnictwo WSEI, 2024. DOI:10.60154/Zarządzanieefektywnosciazespolow/2024.
 65. Sujatha G., Gajawada B.T., Maneendra P., Sidhartha S.S., *Jobfitai: Automated skill-based classification and matching of candidates to relevant job openings*, [w:] "Journal of Science Engineering Technology and Management Science", 2025, 2(7S), pp. 98-107. DOI:10.63590/jsetms.2025.v02.i07(S).98-107.
 66. Tripathi M.A., Komatiguntala D., Moorthygari S.L., Dadhabai S., Mishra A., Bommiseti R.K., *Artificial Intelligence-Driven Talent Acquisition Predictive Modelling and Sentiment Analysis for Enhancing Recruitment Efficiency in Human Resource Management*, [w:] "Journal of Machine and Computing", 2025, pp. 1852-1863. DOI:10.53759/7669/jmc202505145.
 67. Walker G.H., Stanton N.A., Salmon P.M., *A review of sociotechnical systems theory: A classic concept for new command and control paradigms*, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 2008, 9(6), pp. 479-499. DOI:10.1080/14639220701635470.
 68. World Economic Forum & Accenture, *AI in Action: Beyond Experimentation to Transform Industry*, Flagship White Paper Series. Geneva: World Economic Forum, 2025.
 69. World Economic Forum & PwC, *Leveraging Generative AI for Job Augmentation and Workforce Productivity: Scenarios, Case Studies and a Framework for Action*. Insight Report. Geneva: World Economic Forum, 2024.

70. Wuisan S.D.S., Sunardjo R.A., Aini Q., Yusuf N.A., Rahardja U., *Integrating Artificial Intelligence in Human Resource Management: A SmartPLS Approach for Entrepreneurial Success*, Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT), 2023, 5(3), pp. 334-345.



Daria Stanaszek

lic.

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)

e-mail: daria.stanaszek1@microsoft.wsei.edu.pl

Katarzyna Strojny

dr

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki
w Krakowie (WSEI)

e-mail: kstrojny@wsei.edu.pl

ORCID: 0000-0001-7818-7192

WORK-LIFE BALANCE W GRUPACH POKOLENIOWYCH X, Y, Z NA PRZYKŁADZIE POLSKI I NORWEGII

WORK-LIFE BALANCE IN GENERATIONAL GROUPS X, Y, Z
ON THE EXAMPLE OF POLAND AND NORWAY

Słowa kluczowe: zarządzanie zasobami ludzkimi, work-life balance, pokolenie X, Y, Z,.

Keywords: human resources management, work-life balance, generations X, Y, Z,

JEL Classification: M54

Streszczenie

Artykuł ma na celu zbadanie i porównanie jak koncepcja równowagi między życiem zawodowym, a prywatnym (work-life balance) jest postrzegana i realizowana przez przedstawicieli pokoleń X, Y, Z w Polsce i w Norwegii. W artykule szczególnie skupiono się na różnicach kulturowych oraz wpływie determinant kulturowych i gospodarczych na work-life balance. Część teoretyczna zawiera charakterystykę omawianego podejścia, modele oraz czynniki kształtujące work-life balance. Rozważania teoretyczne

zostały poparte badaniami własnymi Autorek dotyczącymi work-life balance w Polsce i w Norwegii. W badaniach została wykorzystana ankieta internetowa, a wyniki tej ankiety pozwoliły na przedstawienie wniosków dotyczących postrzegania równowagi między życiem zawodowym a prywatnym w obu analizowanych krajach.

Abstract

This article aims to examine and compare how the concept of work-life balance (WLB) is perceived and implemented by representatives of Generations X, Y, and Z in Poland and Norway. The article focuses on cultural differences and the impact of cultural and economic determinants on WLB. The theoretical section describes the approach, models, and factors shaping WLB. The theoretical considerations are supported by the authors' own research on work-life balance in Poland and Norway. An online survey was used in the study, and the results of this survey allowed for the presentation of conclusions regarding the perception of WLB in both countries.

1. WSTĘP

Każda firma powinna dbać o to, aby zatrudniać i utrzymać jak najlepszych specjalistów. Daje to możliwość sprawnego funkcjonowania i wykorzystywania przewagi konkurencyjnej na rynku. Współcześni pracownicy działów HR stoją przed coraz większymi wyzwaniami. Jednym z nich jest konieczność zarządzania zróżnicowanymi pokoleniowo zasobami ludzkimi. Na rynku pracy obecni są przedstawiciele pokoleń: Baby Boomers, X, Y i Z. Różnorodność ta gwarantuje pracodawcy podejście do wielu spraw z różnych perspektyw, znajdowanie alternatywnych, często nie typowych rozwiązań, co jest pozytywne dla firmy. Sytuacja ta wynika z faktu, że w organizacjach funkcjonują różne i złożone zespoły w odmienny sposób postrzegające wiele problemów i dzisiejszy świat. Z drugiej strony pracodawcy muszą zmierzyć się z odmiennymi oczekiwaniami ze strony swoich pracowników. Przedstawiciele różnych pokoleń mają inne wartości, cele i postawy życiowe. Sytuacja ta ma wymierny wpływ między innymi na relacje i komunikację w zespole, czy tempo i dynamikę pracy zespołu. We współczesnych organizacjach konieczne jest dostrzeżenie tych różnic, wychwycenie preferencji pracowników z różnych pokoleń, tak aby sprawnie, efektywnie i skutecznie zarządzać organizacją.

Jednym z zagadnień, do którego pracownicy podchodzą w odmienny sposób jest work-life balance. Globalizacja, umiędzynarodowienie organizacji, przenikanie się różnych kultur i społeczeństw, a także zmiana oczekiwań sprawiają, że kwestia godzenia obowiązków zawodowych z życiem osobistym staje się coraz bardziej istotna – zarówno dla jednostek, jak i organizacji oraz całych społeczeństw. Temat ten jest istotny nie tylko na gruncie naukowego zarządzania, ale przede wszystkim w praktyce zarządzania. Młodsze pokolenia szczególnie cenią sobie niezależność w pracy, ale również racjonalne zbilansowanie życia zawodowego i prywatnego. Z tego punktu widzenia każdy menadżer chcąc sprawnie zarządzać zasobami ludzkimi w organizacji musi wziąć pod uwagę te zmieniające się potrzeby.

Koncepcja work-life balance zakłada dążenie do znalezienia harmonii między życiem zawodowym a prywatnym. Najistotniejszym jest to, żeby żadna z wymienionych sfer nie dominowała nad drugą. Każdy z nas jako pracownik powinien mieć również czas i energię na rozwój osobisty, rodzinę, realizację własnych pasji. W krajach rozwiniętych koncepcja ta od dawna funkcjonuje na rynku pracy. W Polsce dopiero od niedawna zaczęto wprowadzać rozwiązania sprzyjające lepszemu godzeniu obowiązków zawodowych i obowiązków prywatnych. Nie zmienia to faktu, że z uwagi na potrzeby i postawy sygnalizowane przede wszystkim przez młodszych uczestników rynku pracy work-life balance musi zostać wpisane na stałe jako element zarządzania zasobami ludzkimi.

Celem niniejszego opracowania jest pokazanie w jaki sposób przedstawiciele trzech pokoleń obecnych na rynku pracy tj. pokolenia X, pokolenia Y i pokolenia Z postrzegają i realizują ideę work-life balance. Artykuł dodatkowo uwzględnia kontekst ekonomiczny i kulturowy w Polsce i w Norwegii gdyż analizowane pokolenia w obu krajach kształtowały się w odrębnych uwarunkowaniach społecznych i gospodarczych, co znajduje odzwierciedlenie w postrzeganiu rzeczywistości, stosunku do pracy, obowiązków zawodowych czy koncepcji work-life balance. W opracowaniu na podstawie badań literaturowych zostały zaprezentowane podstawy teoretyczne i koncepcje work-life balance z uwzględnieniem czynników kulturowych i gospodarczych oraz scharakteryzowane pokolenia obecne dziś na rynku pracy. Charakterystyka ta obejmuje nie tylko kwestie związane z pracą, ale również priorytety w życiu osobistym, równowagę między pracą a życiem prywatnym. Cel pracy został zrealizowany na podstawie przeprowadzonych badań własnych Autorek. Respondentami byli przedstawiciele pracowników w Polsce i Norwegii.

2. WORK-LIFE BALANCE W POLSCE I NORWEGII

Koncepcja work life-balance zakłada równowagę pomiędzy życiem zawodowym, a życiem prywatnym. Jest to stan, w którym jednostka może sprostać zarówno wymaganiom zawodowym, jak i osobistym w sposób minimalizujący stres oraz maksymalizujący dobrostan¹. Jest to jednocześnie takie zarządzanie czasem, które pozwala na realizację założonych celów zawodowych bez zaniedbywania życia osobistego oraz społecznego². Work-life balance definiowane jest również jako ogólna ocena stopnia, w jakim jednostki są skuteczne i zadowolone w rolach zawodowych i rodzinnych, zgodnie ze swoimi wartościami życiowymi w danym momencie³. Obecnie koncepcja ta wpisuje się w kanon sprawnego zarządzania zasobami ludzkimi. Wzrost jej znaczenia jest wynikiem przemian społecznych, których jesteśmy świadkami. Rynek pracy uległ feminizacji, a co za tym idzie wzrosła aktywność zawodowa kobiet. Narzuciło to konieczność łączenia obowiązków zawodowych z potrzebami rodziny, co z kolei wymusiło na pracodawcach proponowanie swoim podwładnym bardziej elastycznych form zatrudnienia. Dodatkowo w błyskawicznym tempie rozwijają się nowoczesne technologie umożliwiające alternatywne formy zatrudnienia, a pandemia Covid-19 oraz wymuszone zastosowanie na globalną skalę pracy zdalnej udowodniło, że sprawne funkcjonowanie przedsiębiorstw w takim trybie jest możliwe.

Osoby zarządzające obecnie zasobami ludzkimi zdają sobie sprawę z tego, że zachowanie równowagi między życiem zawodowym, a prywatnym należy do podstawowych determinant wpływających na produktywność pracownika w miejscu pracy oraz standardy życia osobistego⁴.

Równowaga między życiem zawodowym, a prywatnym przynosi korzyści nie tylko pracownikom, ale również organizacjom i całemu społeczeństwu. Firmy, które wspierają work-life balance obserwują większe

¹ Kalliath T., Brough P., *Work-Life Balance: A Review of the Meaning of the Balance Construct*, "Journal of Management & Organization", 2008, vol.14, nr 3, s. 323.

² Juchnowicz M., *Zarządzanie kapitałem ludzkim a work-life balance*, Warszawa: Wydawnictwo Poltext, 2020, s. 58.

³ Greenhaus J.H., Allen T.D., *Work-Family Balance: A Review and Extension of the Literature*, w: Quick J.C., Tetrick L.E. (red.), *Handbook of Occupational Health Psychology*, "American Psychological Association", Washington 2011, s. 165.

⁴ Clutterbuck D., *Równowaga między życiem zawodowym a osobistym*, Kraków: Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004, s. 27.

zaangażowanie, niższą rotację oraz wyższą efektywność pracowników⁵. Stworzenie środowiska pracy, które umożliwi harmonijne łączenie obowiązków zawodowych z życiem prywatnym, prowadzi do zwiększenia motywacji i satysfakcji zatrudnionych, a także do lepszego funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Zachowanie odpowiednich proporcji między tymi dwoma obszarami to dobre zdrowie psychiczne pracownika, wzrost zadowolenia oraz satysfakcji z życia, wzrost poziomu szczęścia, większa zdolność jednostki do realizacji założonych celów. Nierównowaga między tymi dwoma obszarami może wywoływać wiele jednostek chorobowych, w tym: wypalenie zawodowe, stres, depresję. Brak właściwego wyważenia pomiędzy życiem zawodowym, a prywatnym wywołać może również nadciśnienie, problemy ze snem czy osłabienie odporności. Dodatkowo konsekwencją tego może być pogorszenie relacji społecznych oraz rodzinnych. Spadek efektywności zawodowej wyraża się w spadku produktywności oraz dużej ilości popełnianych błędów. Zaburzenia między życiem zawodowym, a prywatnym mogą skutkować również brakiem satysfakcji z życia i chronicznym zmęczeniem.

W kontekście podejścia do harmonii między życiem zawodowym, a prywatnym podstawowego znaczenia nabierają czynniki kulturowe i warunki ekonomiczne w jakich kształtuje się społeczeństwo. Polska jest krajem, w którym zgodnie ze społecznymi normami preferowane są długie godziny pracy, natomiast w Norwegii sytuacja jest odmienna – kultura pracy wspiera czas pracy umożliwiający zaangażowanie pracowników w życie rodzinne i życie społeczne⁶. Wynika to przede wszystkim z odmiennej kultury pracy. Norwegię charakteryzuje większa otwartość, partnerstwo oraz szacunek w relacjach między przełożonym, a podwładnym. Decyzje podejmowane są w sposób kolektywny, a każdy uczestnik zespołu ma realny wpływ na ich kształt. W Polsce struktury organizacyjne w większości firm są bardziej zhierarchizowane, stosunki międzyludzkie przyjmują bardziej formalny charakter, a większość decyzji jest po prostu podejmowanych przez kadrę kierowniczą. Dominującą formą jest tradycyjny styl zarządzania ukierunkowany na autorytet przełożonych. Istnieje presja, by traktować pracę jako podstawowy element życia. W ocenie wie-

⁵) Kossek E.E., *Managing Work-Life Boundaries in the Digital Age*, w: Allen T.D., Eby L.T. (red.), *The Oxford Handbook of Work and Family*, New York: Oxford University Press, 2016, s. 539-548.

⁶) Nordic Council of Ministers, *Work-Life Balance in the Nordic Region*, Copenhagen: Nordisk Ministerråd, 2020, s. 14-16.

lu Polaków sukces wymaga ciężkiej pracy, zaangażowania i wielu poświęceń. Dobry pracownik to przede wszystkim pracownik zaangażowany na rzecz firmy. Zmiana pokoleniowa sprawia, że podejście do pracy zaczyna się zmieniać. Tabela 1 zawiera porównanie kultury organizacyjnej w Polsce i w Norwegii.

Tabela 1. Porównanie kultury organizacyjnej w Polsce i Norwegii w kontekście work-life balance

Czynnik kulturowy	Norwegia	Polska
Dystans władzy	Niski – relacje oparte na partnerstwie	Wysoki – większa hierarchia w pracy
Indywidualizm vs. Kolektywizm	Wysoki indywidualizm – autonomia pracownika	Mieszanka kolektywizmu i indywidualizmu
Elastyczność pracy	Standard – praca hybrydowa i zdalna normą	Stopniowy rozwój – nie we wszystkich branżach
Równość płci	Bardzo wysoka – wspólne dzielenie obowiązków domowych i zawodowych	Wciąż istnieją tradycyjne podziały ról
Godziny pracy	Krótszy tydzień pracy, mało nadgodzin	Długie godziny pracy, częste nadgodziny
Priorytet dla jakości życia	Wysoki – czas wolny jest świętością	Mniejszy, ale rośnie wśród młodszych pokoleń
Podejście do wypoczynku	Oczekiwany i szanowany	Bywa traktowany jako luksus

Źródło: opracowanie własne.

Z danych przedstawionych w Tabeli 1 wynika, że czynniki kulturowe kształtujące społeczeństwo, (w tym podejście do pracy) są diametralnie różne. W Polsce przełożonych i podwładnych nie łączą partnerskie relacje, typowy jest tradycyjny podział ról, akceptowane długie godziny pracy. Natomiast w Norwegii typowe zachowania to przede wszystkim postawie-

nie na indywidualizm pracownika, partnerstwo na linii przełożony – podwładny, a jakość życia prywatnego traktowana jest priorytetowo.

Poziom rozwoju ekonomicznego to kolejny czynnik, który ma istotny wpływ na kształtowanie warunków sprzyjających równowadze między życiem zawodowym, a prywatnym. Norwegia należy do jednych z najbogatszych państw świata. Wysoki poziom rozwoju gospodarczego pozwala na finansowanie przez państwo rozbudowanego systemu opieki społecznej, w tym rozwiązań obejmujących work-life balance. Co więcej rozwiązania promujące work-life balance to standardy wpływające w wymierny sposób na jakość życia pracowników⁷. Z kolei nasz kraj – głównie z przyczyn ekonomicznych – nie może sobie pozwolić na tak szerokie wsparcie inicjatyw promujących równowagę między życiem zawodowym a prywatnym. W ostatnich latach, dzięki konieczności zaimplementowania⁸ dyrektywy work-life balance do polskiego systemu prawnego wprowadzono szereg rozwiązań mających na celu sprawniejsze łączenie życia prywatnego z życiem zawodowym. W 2023 roku został znowelizowany kodeks pracy⁹, zaproponowane zmiany miały przede wszystkim na celu ułatwienie pogodzenia życia prywatnego z życiem zawodowym.

Nowe przepisy wprowadziły:

- Urlop opiekuńczy – przysługuje on pracownikom w wymiarze 5 dni. Przewidziany jest w celu zapewnienia osobistej opieki lub udzielenia wsparcia członkowi rodziny, lub osobie pozostającej we wspólnym gospodarstwie domowym, który wymaga opieki z przyczyn medycznych. Za dni tego urlopu nie przysługuje wynagrodzenie.
- Urlop z powodu siły wyższej – przewidziany jest dla pracownika w przypadku zdarzeń nagłych. Pracownik ma prawo z niego skorzystać w wymiarze 2 dni lub 16 godzin. Urlop ten jest wynagradzany w wysokości 50%.
- Możliwość elastycznego czasu pracy. Dla pracowników wychowujących dziecko do 8 roku życia. Zgodnie z zapisami kodeksowymi pracownica taka może wnioskować o pracę zdalną, ruchomy czas pracy,

⁷ NOU – Norges offentlige utredninger, *Early Childhood Education and Care*, Report No. 6/2021, Norwegian Ministry of Education and Research, Oslo 2021, s. 12-15, <https://www.regjeringen.no/contentassets/1dc7300f5f004cf39e7ae73a50a0f3f2/en-gb/pdfs/nou202120210006000engpdfs.pdf>, [data pobrania 27.07.2025]

⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32019L1158>.

⁹ Tekst jednolity Kodeksu pracy z 2023 r.: <https://eli.gov.pl/api/acts/DU/2023/1465/text/T/D20231465L.pdf>.

indywidualny rozkład czasu pracy, system skróconego tygodnia pracy, system pracy weekendowej.

- Obniżenie wymiaru etatu – pracodawca może rozstrzygnąć ten wniosek uwzględniając potrzeby pracownika oraz organizację pracy w firmie¹⁰.
- Wymiar urlopu rodzicielskiego został wydłużony do 41 tygodni w przypadku urodzenia jednego dziecka oraz 43 tygodni w przypadku urodzenia więcej niż jednego dziecka.
- Wprowadzono 9-tygodniową nieprzenaszalną część urlopu dla każdego z rodziców, co ma na celu zachęcenie ojców do aktywnego udziału w opiece nad dzieckiem¹¹.

Przedstawione zmiany należy odczytać jako zmiany korzystne, jednak warto pamiętać iż kluczową rolę w procesie skuteczności ich implementacji odgrywa świadomość pracodawców i pracowników. Dodatkowo różnice regionalne w Polsce sprawiają, że dostępność tych rozwiązań jest nierównomierna, co znacznie komplikuje ich wdrażanie. Tabela 2 zawiera różnice w polityce work-life balance w Polsce i Norwegii.

Tabela 2. Porównanie polityk work-life balance w Norwegii i Polsce

Obszar polityki	Norwegia	Polska
Urlop rodzicielski	49 tygodni (100% pensji) lub 59 tygodni (80%)	41 tygodni (jedno dziecko), 43 tygodnie (wieloraczkii)
Nieprzenoszalny urlop ojcowski	15 tygodni	9 tygodni
Dofinansowanie opieki nad dziećmi	Publiczne przedszkola dotowa- ne przez państwo	Przedszkola dostępne, ale koszty mogą być wysokie
Godziny pracy	37,5 godziny tygodniowo, elastyczne modele pracy	40 godzin tygodniowo, elastyczność rośnie, ale nadal ograniczona

¹⁰⁾ Biznes.gov.pl, Zmiany w Kodeksie pracy 2023 – work-life balance, 2023, <https://www.biznes.gov.pl/pl/aktualnosci/zmiany-w-kodeksie-pracy-2023>, [data pobrania: 02.07.2025]

¹¹⁾ Infor.pl, Nowelizacja Kodeksu pracy w 2023 roku – uchwalona przez Sejm, 2023, <https://www.infor.pl/prawo/praca/urlopy-pracownicze/5653052>, [data pobrania: 02.07.2025].

Kultura pracy	Priorytet dla work-life balance, brak presji na nadgodziny	Nadal silny etos pracy i nadgodziny, choć młodsze pokolenia oczekują elastyczności
Dostępność pracy zdalnej	Standard w większości branż	Coraz bardziej popularna, ale nie we wszystkich sektorach

Źródło: opracowanie własne.

Porównanie Polski i Norwegii ujawnia różnice w podejściu do równowagi między życiem zawodowym a prywatnym, wynikające z odmiennych uwarunkowań kulturowych i gospodarczych. W Norwegii work-life balance jest integralną częścią polityki publicznej i kultury organizacyjnej, co przekłada się na wysoką jakość życia i efektywność zawodową. W Polsce, choć zauważalny jest postęp w tym zakresie, konieczne są dalsze działania, aby zmniejszyć dystans wobec skandynawskich standardów. Czynniki kulturowe i gospodarcze odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu podejścia do work-life balance. Analiza Polski i Norwegii pokazuje, że sukces w tej dziedzinie wymaga zarówno stabilnego wsparcia instytucjonalnego, jak i odpowiedniego dostosowania kulturowego. Norwegia, dzięki swojej polityce społecznej i kulturze pracy, może stanowić wzór dla Polski w promowaniu rozwiązań wspierających równowagę między życiem zawodowym a prywatnym.

W kontekście elastyczności pracy Norwegia stosuje rozwiązania takie jak: praca zdalna, elastyczne godziny rozpoczęcia pracy, a nawet skrócony tydzień pracy. Dodatkowo, możliwość częściowej pracy z domu jest szeroko dostępna niezależnie od branży¹². W Polsce, mimo że od 2023 roku uregulowano formalnie pracę zdalną, nadal w wielu sektorach jest ona rzadkością i często ogranicza się do stanowisk biurowych¹³.

Pod względem polityk prorodzinnych Norwegia wyprzedza Polskę między innymi w kwestiach infrastruktury, opieki nad dziećmi. System żłobków i przedszkoli jest tam silnie dofinansowany przez państwo, co umożliwia obojgu rodzicom szybki powrót do pracy po urodzeniu dziecka. W Polsce problem dostępności miejsc opieki nad dziećmi oraz kosztów

¹² NOU (Norges offentlige utredninger), *Early Childhood Education and Care*, Oslo: Ministry of Education, 2021, s. 34-36.

¹³ Biznes.gov.pl, *Zmiany w kodeksie pracy 2023*, <https://www.biznes.gov.pl/>, [data pobrania: 13.07.2025].

ich utrzymania nadal jest znaczący, co ogranicza możliwości zawodowe rodziców – szczególnie kobiet.

Tabela 3. Porównanie wybranych aspektów systemu pracy w Polsce i Norwegii

Kryterium	Polska	Norwegia
Tygodniowy czas pracy	40 godzin	37,5 godziny
Urlop rodzicielski	41-43 tygodnie	49-59 tygodni
Urlop ojcowski	2 tygodnie + 9 tygodni nieprzenaszalnych (od 2023)	15 tygodni wyłącznie dla ojca (quota)
Elastyczność pracy	Ograniczona (gł. stanowiska biurowe)	Wysoka, obowiązująca w wielu branżach
Dostęp do żłobków i przedszkoli	Ograniczony, wysoki koszt prywatnej opieki	Rozbudowany system publiczny, dotacje państwowe
Praca zdalna	Uregulowana od 2023, rzadziej stosowana	Standard w wielu firmach i sektorach

Źródło: opracowanie własne.

Z przedstawionych danych jednoznacznie wynika, że Norwegia ma system pracy przyjaźniejszy dla pracownika, umożliwiający mu łączenie życia prywatnego i zawodowego. Jest to nie tylko krótszy wymiar czasu pracy, ale również dłuższe urlopy: macierzyński i rodzicielski. Norweski system pracy pozwala również na wykorzystanie elastyczniejszych form zatrudnienia. Zapewnia również większy dostęp do żłobków i przedszkoli, które są w dużym zakresie dotowane.

3. POKOLENIA X Y Z NA RYNKU PRACY.

Na polskim rynku pracy funkcjonuje obecnie kilka pokoleń. Każde z tych pokoleń oczekuje czegoś innego, gdyż inne są ich priorytety. Pokolenie rozumiane jest jako zbiorowość ludzi urodzonych w zbliżonym czasie, kształtuje się pod wpływem wydarzeń społecznych, ekonomicznych i kulturowych, które wywierają istotny wpływ na sposób myślenia, styl życia oraz podejście do pracy¹⁴.

W literaturze przedmiotu przyjmuje się zazwyczaj podział na pokolenia:

- Baby Boomers (urodzeni 1946–1964),
- Pokolenie X (urodzeni 1965–1980),
- Pokolenie Y, czyli Millenials (urodzeni 1981–1996),
- Pokolenie Z, czyli generacja Z (urodzeni od 1997 roku wzwyż)¹⁵.

Każde z tych pokoleń dorastało w odmiennych realiach społeczno-gospodarczych.

Pokolenie X to pokolenie przełomów, jego przedstawiciele mieli szansę obserwować przemiany, które w konsekwencji doprowadziły do upadku komunizmu w Polsce. Przejście z gospodarki planowanej do gospodarki rynkowej związane było z zawirowaniami ekonomicznymi i dużą niestabilnością otoczenia. Między innymi właśnie w skutek tego, cechą pokolenia X jest pragmatyzm w podejściu do życia oraz pracy. Dodatkowo pokolenie X cechuje przywiązanie i lojalność wobec pracodawcy. Wpływ czynników ekonomicznych znajduje swoje odzwierciedlenie również w realistycznym podejściu do życia, planowaniu finansowym i ostrożnością, w tym w podejmowaniu decyzji ekonomicznych. Typowe dla pokolenia X jest również to, że cenią sobie oni stabilność finansową i zawodową, ale jednocześnie są znani z zaradności i umiejętności radzenia sobie w trudnych życiowych sytuacjach. Chętnie awansują w ramach jednej organizacji. Często są zwolennikami tradycyjnego modelu pracy, z jasnym przydziałem obowiązków. Jednak z uwagi na fakt, że czas ich intensywnej kariery przypadał na okres dużej konkurencji na rynku pracy, są bardzo zaangażowani w sprawy rodzinne, dlatego cenią sobie również czas wolny i możliwość spędzania go z rodziną. Z czasem pokolenie X coraz bardziej docenia rów-

¹⁴ Bławat F., *Zarządzanie zasobami ludzkimi w warunkach zmian pokoleniowych*, Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2019, s. 22.

¹⁵ Paradowska-Szuchta A., *Praca z pokoleniami Y i Z. Wartości, oczekiwania, motywacja*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2020, s. 19.

nowagę między życiem zawodowym, a życiem prywatnym. Wyrazem tego jest poszukiwanie przez X-ów coraz częściej pracodawców zapewniających taką równowagę. Pokolenie Polaków i Norwegów ukształtowane zostało w różnych warunkach ekonomicznych. Norwegowie wychowani zostali w warunkach, w których wiele rozwiązań socjalnych było im danych – urlopy rodzicielskie, elastyczne formy zatrudnienia, zapewnienie rodzicom żłobków, szkół i przedszkoli. W Polsce dopiero od niedawna pojawiła się możliwość korzystania z elastycznej organizacji pracy, a work-life balance przestaje być traktowane jak luksus. Pokolenie X po osiągnięciu względnej stabilizacji, zaczyna dostrzegać wartość zdrowia psychicznego, odpoczynku i relacji międzyludzkich. W obliczu rosnącej świadomości społecznej na temat wypalenia zawodowego i stresu, coraz więcej osób z tej generacji stara się wdrażać rozwiązania, które umożliwiają im bardziej harmonijne funkcjonowanie na co dzień¹⁶. W życiu prywatnym kluczowe znaczenie mają dla nich: rodzina, czas wolny, odpoczynek, a także poczucie równowagi i spełnienia. Wielu przedstawicieli pokolenia X zaczyna obecnie łączyć troskę o swoje zdrowie z potrzebą realizacji pasji i rozwijania zainteresowań poza sferą zawodową, co sprawia, że temat work-life balance staje się dla nich coraz bardziej istotny¹⁷.

Zmiana podejścia do work-life balance związana jest również z tym, że wiele przedstawicieli X-ów pełni obecnie funkcje kierownicze. To właśnie oni odpowiadają za stworzenie kultury organizacji, czy wybór takich strategii, które będą wspierać wdrożenie work-life balance.

Ich doświadczenie zawodowe oraz zdolność do pracy w różnych warunkach stanowią cenny zasób, który przy odpowiednim wsparciu może być wykorzystany w budowaniu zrównoważonego środowiska pracy¹⁸.

Pokolenie Y zostało ukształtowane przez dynamicznie rozwijający się świat cyfrowy. Bez problemów wykorzystują media społecznościowe i nowoczesne technologie w codziennym życiu. Dla tego pokolenia ważne jest wyraźne zarysowanie granic pomiędzy życiem zawodowym, a prywatnym. Cenią sobie możliwość rozwoju oraz pielęgnowania pasji. Millenialsi to generacja wchodząca na rynek pracy w dobie intensywnego rozwoju technologii i globalizacji. Pokolenie Y to osoby niezależne, dlatego często decydują się na prowadzenie własnych działalności gospodarczych.

¹⁶ Łuczak A., *Wypalenie zawodowe – nowoczesne zagrożenie pokolenia X?*, Zeszyty Naukowe WSHiU, 2022, nr 3(23), s. 54-62.

¹⁷ Juchnowicz M., *Zarządzanie kapitałem ludzkim a work-life balance*, Warszawa: Wydawnictwo Poltext, 2020, s. 67-72.

¹⁸ Rybak M., *Spółeczna odpowiedzialność biznesu. Teoria i praktyka*, Warszawa: PWE, 2019, s. 142.

W przypadku gdy pracodawca nie spełnia oczekiwań, pokolenie to jest skłonne do zmiany pracy, ponieważ szybko dostosowuje się do zmian. Pokolenie Y jest pokoleniem ambitnym, dobrze wykształconym, mobilnym, a jednocześnie wymagającym wobec pracodawców. Praca dla tego pokolenia to nie tylko kwestia bezpieczeństwa zatrudnienia oraz wynagrodzenia za pracę. Millenialsi muszą dostrzegać sens swojej pracy. Nie bez znaczenia pozostają: elastyczność pracy, osobisty rozwój i łączenie pracy z pasją¹⁹. Od pracodawców oczekują rozwiązań umożliwiających im realizowanie się zarówno w pracy, jak i poza nią. Elastyczne godziny pracy, możliwość pracy zdalnej, dodatkowe dni wolne, wsparcie w zakresie zdrowia psychicznego czy dostęp do programów wellness to benefity, które często stanowią o atrakcyjności pracodawcy²⁰.

Zmieniają pracę w przypadku gdy oferowane warunki nie zapewniają wystarczającej elastyczności w pracy pozwalającej na łączenie obowiązków zawodowych i prywatnych. Przy wyborze zatrudnienia priorytetowo traktowane są firmy wspierające work life balance.

Do kluczowych wartości i postaw reprezentowanych przez pokolenie Y należą:

- potrzeba sensu i samorealizacji w pracy,
- równorzędne traktowanie życia prywatnego i zawodowego,
- otwartość na nowe technologie i innowacje w organizacji pracy,
- duża wrażliwość na kwestie społeczne i środowiskowe,
- preferencja dla elastycznych form zatrudnienia i autonomii²¹.

Uwzględniając kontekst międzynarodowy w Norwegii pokolenie Y od zawsze korzystało z rozwiniętej infrastruktury państwa opiekuńczego. Od początku kariery zawodowej Millenialsi mogli doświadczać korzyści wynikających z elastycznych modeli pracy, skróconego tygodnia pracy i rozwiniętej polityki prorodzinnej. Pozwalało to na swobodne łączenie zobowiązań zawodowych z życiem rodzinnym. Dzięki temu wiele osób z tej grupy mogło lepiej godzić obowiązki zawodowe z życiem prywatnym i rodziną.

W Polsce natomiast pokolenie Y dorastało w okresie dynamicznych przemian gospodarczych i ekspansji kultury konsumpcyjnej. Ich wejście na rynek pracy przypadło na czas poakcesyjny (po 2004 roku), co wiązało

¹⁹) Bławat F., *op. cit.*, s. 54.

²⁰) Deloitte, *Global 2023 Millennial and Gen Z Survey*, Deloitte Insights, 2023, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/deloitte-2023-genz-millennial-survey.pdf>, [data pobrania: 11.07.2025].

²¹) Juchnowicz M., *op. cit.*, s. 74.

się z dużymi możliwościami, ale też z niepewnością, niestabilnymi formami zatrudnienia i presją na osiągnięcia²². W rezultacie Millenialsi w Polsce są często bardziej sceptyczni wobec tradycyjnych modeli pracy. Dla wielu z nich nadrzędną wartością staje się wolność wyboru i elastyczność – nie chcą być „przywiązani” do biurka ani do jednej ścieżki kariery.

Pokolenie Z to Zoomersi, biegle obsługują technologie cyfrowe i bardzo aktywnie działają w mediach społecznościowych. To pierwsze pokolenie określane mianem „cyfrowych tubylców” – technologiczna biegłość i intuicyjna obsługa narzędzi cyfrowych to dla nich naturalne kompetencje, nabyte już w dzieciństwie²³. Są pokoleniem ceniącym sobie autentyczność i angażującym się w wiele spraw o charakterze społecznym jak np. ochrona środowiska, czy prawa człowieka. Są to również samoświadomi indywidualiści. Stawiają na rozwój zawodowy oraz dążą do samorealizacji. Równowaga między życiem zawodowym, a prywatnym jest dla nich czymś naturalnym, a nie dodatkiem. Dla przedstawicieli tej generacji work-life balance to nie luksus, lecz wymóg podstawowy przy wyborze pracy. Duże znaczenie ma dla nich zdrowie psychiczne i fizyczne, komfort psychiczny czy inkluzywne środowisko pracy, czyli takie, w którym wszyscy jesteśmy słyszani, a różnorodne potrzeby zostają dostrzeżone i zaspokojone.

Pokolenie Z zdecydowanie deklaruje zmianę miejsca zatrudnienia w przypadku gdy organizacja nie oferuje rozwiązań sprzyjających work-life balance²⁴. Pokolenie Z stwierdza również, iż najistotniejszym dla niego jest praca zdalna lub hybrydowa, elastyczne godziny pracy i co istotne faktyczne działania firmy na rzecz zrównoważonego rozwoju²⁵.

W kontekście międzynarodowym warto zauważyć istotne różnice w warunkach startowych pokolenia Z w różnych krajach. W Norwegii młodzi pracownicy mogą od początku swojej kariery korzystać z dobrze rozwiniętych rozwiązań sprzyjających work-life balance, takich jak: krótszy tydzień pracy, zaufaniowa kultura organizacyjna, elastyczność zatrudnienia czy szeroki dostęp do opieki zdrowotnej, w tym wsparcia psychologicz-

²² Rybak M., *Spółeczna odpowiedzialność biznesu. Teoria i praktyka*, Warszawa: PWE, 2019, s. 102-105.

²³ Paradowska-Szuchta A., *Praca z pokoleniami Y i Z. Wartości, oczekiwania, motywacja*. Kraków: WUJ, 2020.

²⁴ Deloitte, *Global 2023 Millennial and Gen Z Survey*, Deloitte Insights, 2023, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/deloitte-2023-genz-millennial-survey.pdf>, [data pobrania: 11.07.2025].

²⁵ PwC, 2022, *Workforce of the Future – The Competing Forces Shaping 2030*, <https://www.pwc.com>, [data pobrania: 11.07.2025].

nego.²⁶ W takich warunkach pokolenie Z może realizować swoje potrzeby zawodowe bez konieczności rezygnowania z życia prywatnego i osobistego rozwoju.

W Polsce sytuacja jest bardziej złożona. Choć rośnie liczba firm oferujących: elastyczne formy pracy, home office, benefity psychologiczne czy wspierających różnorodność, to nadal wielu młodych ludzi spotyka się z tradycyjnym modelem pracy, o hierarchicznej strukturze i sztywnych godzinach²⁷.

Z badań przeprowadzonych przez portal pracuj.pl wynika, że różne aspekty życia zawodowego są odmiennie wartościowane przez przedstawicieli pokoleń obecnych na rynku pracy.

Tabela 4. Najważniejsze aspekty życia zawodowego

Aspekt	Generacja Z	Generacja Y	Generacja X
Atrakcyjne wynagrodzenie	70%	67%	70%
Dobra atmosfera w pracy	67%	61%	66%
Stabilność i bezpieczeństwo zatrudnienia	34%	42%	53%
Bliskość i dogodny dojazd do pracy	44%	37%	41%
Docenianie efektów pracy	51%	35%	34%
Regularne podwyżki	23%	35%	34%
Dobre relacje z przełożonymi	30%	26%	32%
Ciekawy zakres obowiązków	31%	24%	21%
Możliwość awansu na wyższe stanowisko	25%	24%	16%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Generacja dobrej kariery. Pokolenia o pracy w Polsce, <https://media.pracuj.pl/74299-pokolenia-o-pracy-w-polsce-raport-pracujpl> [data pobrania: 23.07.2025].

²⁶⁾ Nordic Council of Ministers, *Work-Life Balance in the Nordic Region*, Nordisk Ministerråd, Copenhagen 2020, s. 19-22.

²⁷⁾ GUS, *Warunki pracy młodych pracowników*. Warszawa, Główny Urząd Statystyczny, 2023.

Z danych przedstawionych w Tabeli 4 wynika, że pokolenia, które są obecne na rynku pracy mają różne priorytety. Dla pokolenia X istotne jest przede wszystkim wynagrodzenie, dobra atmosfera w pracy oraz stabilność i bezpieczeństwo zatrudnienia. Ważne są również bliskość i dojazd do pracy. Podobnie wartości te kształtują się w przypadku pokolenia Y. W przypadku pokolenia Z oprócz wynagrodzenia i atmosfery w pracy istotnym jest docenianie efektów pracy. Kwestie związane z bezpieczeństwem zatrudnienia czy bliskością dojazdu do pracy schodzą na drugi plan.

Charakterystyki pokoleń X, Y, Z jednoznacznie wskazują na duże ich zróżnicowanie. Stanowi to wyzwanie dla osób zarządzających zasobami ludzkimi. Pokolenia te wychowywały się w odmiennych warunkach. Różne są ich oczekiwania oraz preferencje.

Różnice te uwidaczniają się szczególnie wyraźnie w kontekście postrzegania oraz realizowania koncepcji work-life balance. W Tabeli 5 zebrano podstawowe cechy pokoleń obecnych na rynku pracy w kontekście wartości i preferencji zawodowych oraz work-life balance.

Tabela 5. Porównanie pokoleń X, Y i Z w kontekście pracy i work-life balance

Kryterium	Pokolenie X (1965–1980)	Pokolenie Y (1981–1996)	Pokolenie Z (1997–2009)
Okres dorastania	Transformacja ustrojowa, bez internetu	Rozwój internetu, globalizacja	Cyfrowa rewolucja, social media
Styl pracy	Lojalność, stabilność, struktura	Elastyczność, rozwój, sens pracy	Autonomia, mobilność, różnorodność
Relacja z technologią	Przystosowanie się do technologii	Biegłość w nowych technologiach	Cyfrowi tubylcy
Priorytety zawodowe	Stabilność, bezpieczeństwo	Samorealizacja, rozwój, wartości	Praca zgodna z pasją i stylem życia

Podejście do work life balance	Wyraźny podział sfer, dopiero się rozwija	Priorytetowy warunek zatrudnienia	Oczekiwanie od pracodawcy pełnego wsparcia work life balance
Oczekiwane benefity	Stale zatrudnienie, jasna struktura	Praca zdalna, elastyczne godziny, wellbeing	Workation, wolność, autentyczność pracodawcy
Styl komunikacji	Bezpośredni, formalny	Zbalansowany, często cyfrowy	Natychmiastowy, digitalny, skrótowy

Źródło: opracowanie własne.

Z przedstawionych informacji jednoznacznie wynika, że najstarsze pokolenie w największym stopniu ceni sobie stabilność zatrudnienia i bezpieczeństwo. Jest zwolennikiem zhierarchizowanych struktur. Pokolenie X dopiero odkrywa znaczenie work-life balance. Z kolei dla pokolenia Y koncepcja ta jest traktowana priorytetowo w zatrudnieniu, natomiast pokolenie Z koncepcję tę uważa za standard obecnego zatrudnienia.

4. WORK-LIFE BALANCE W POLSCE I W NORWEGII – WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

W kontekście zarządzania zasobami ludzkimi koncepcja work-life balance nabiera szczególnego znaczenia. Wynika to przede wszystkim z faktu, że obecnie na rynku pracy funkcjonują trzy pokolenia, które mają odmienne potrzeby i priorytety. Dodatkowo przedstawione w części teoretycznej argumenty jednoznacznie wskazują na to, że warunki ekonomiczne i kultura pracy w znaczący sposób determinują potrzebę równowagi między życiem prywatnym, a życiem zawodowym. Waga problematyki sprawiła, że Autorki artykułu podjęły próbę porównania podejścia do work-life balance w trzech grupach pokoleniowych z uwzględnieniem kontekstu społeczno-ekonomicznego i kulturowego. Przeprowadzone badanie pozwoliło na wskazanie podejścia do równowagi między życiem zawodowym a prywatnym w Polsce i w Norwegii z uwzględnieniem różnic międzypokoleniowych. Przeprowadzone analizy pozwolą również na sformułowanie wniosków dotyczących oczekiwań różnych pokoleń w zakresie: warunków pracy, elastyczności pracy, możliwości rozwoju w firmie oraz równowagi pomiędzy życiem zawodowym, a prywatnym.

W badaniu wzięli udział przedstawiciele pracowników polskich i norweskich. Wykorzystana metoda to sondaż diagnostyczny w formie ankiety opracowanej i udostępnionej na platformie Google Forms. Kwestionariusz został przygotowany w języku polskim, a następnie przetłumaczony na język norweski. Ankieta była udostępniana w mediach społecznościowych, a respondentami byli pracownicy wybranych firm oraz instytucji, a także pracujący studenci. Kwestionariusz zawierał łącznie 15 pytań – zarówno zamkniętych jednokrotnego i wielokrotnego wyboru jak i pytań otwartych. W badaniach wzięło udział po 30 respondentów z Polski i Norwegii reprezentujących wszystkie funkcjonujące na rynku pracy pokolenia. Szczegółowe dane z tego zakresu zostały zaprezentowane w Tabeli 6.

Tabela 6. Struktura Respondentów

Pokolenie / Kraj	Polska	Norwegia
Pokolenie X	23,3%	30%
Pokolenie Y	30,0%	30%
Pokolenie Z	46,7%	40%

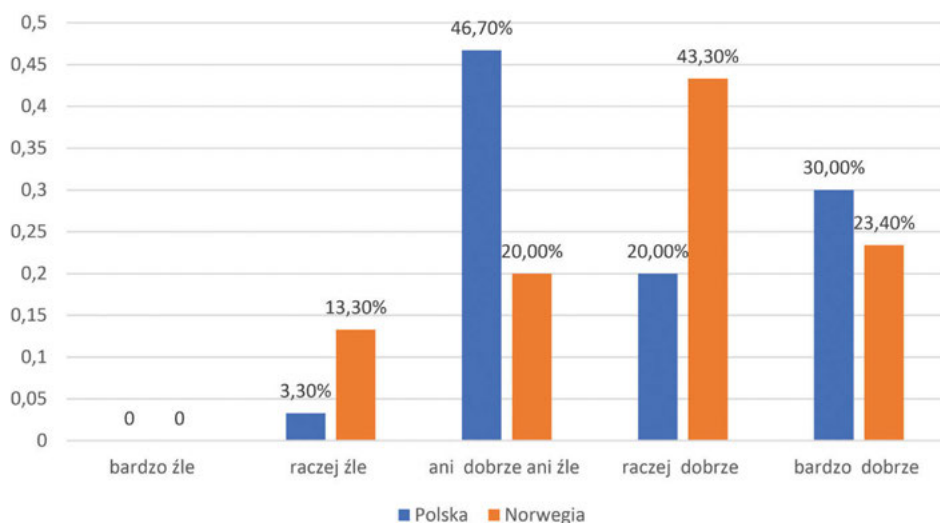
Źródło: opracowanie własne.

Z danych przedstawionych w Tabeli nr 6 wynika, że w obydwu badanych krajach najliczniejszą grupę respondentów stanowili przedstawiciele pokolenia Z. W przypadku Norwegii pokolenia X i Y były reprezentowane równomiernie, natomiast najmniej liczna grupa respondentów uczestniczących w badaniu to przedstawiciele pokolenia X z Polski.

Uczestnicy badania zostali poproszeni o ocenę aktualnej sytuacji dotyczącej równowagi między życiem zawodowym a życiem prywatnym. Skala była pięciostopniowa gdzie 1 oznaczało „zdecydowanie zła”, natomiast 5 oznaczało „zdecydowanie dobra”. W Polsce najwyż-

szą ocenę wybrało 30% respondentów, najczęściej wskazywano poziom 3 – ani dobrze, ani źle. Norwegowie w przeważającej części wybrali poziom 4 – raczej dobrze. Dane te jednoznacznie pokazują, że Norwegowie zdecydowanie częściej pozytywnie oceniają równowagę między życiem zawodowym a prywatnym niż Polacy oraz potrafią jednoznacznie ocenić zaistniałe zjawiska.

Rys. 1. Równowaga między życiem prywatnym i zawodowym w Polsce i w Norwegii



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań ankietowych.

Z przedstawionych na rysunku danych wynika również, że Polacy znacznie rzadziej niż Norwegowie oceniali jednoznacznie równowagę między życiem prywatnym a zawodowym. Bardzo dobrze równowagę między życiem zawodowym a prywatnym oceniło jedynie 30 % respondentów pochodzących z Polski.

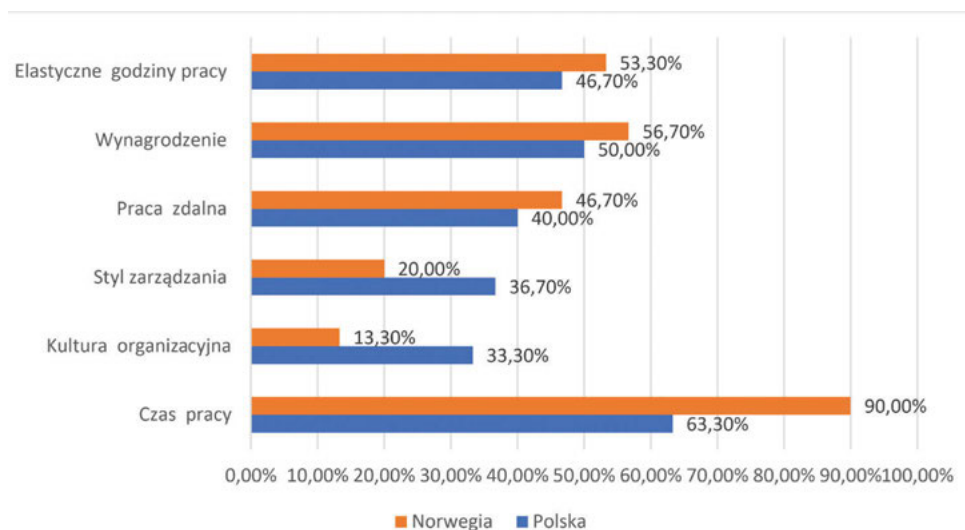
W badaniu respondenci zostali poproszeni o wskazanie czynników organizacyjnych mających wpływ na work-life balance. Zdecydowanie priorytetowo należy potraktować czas pracy. Czynnik ten najczęściej wskazywany był zarówno w Norwegii jak i w Polsce.

Z przedstawionych na Rysunku 2 badań wynika również, że zarówno dla Polaków jak i Norwegów istotne okazały się: wynagrodzenie, elastyczne godziny pracy i możliwość pracy zdalnej. Z danych przed-

stawionych na rysunku wynika również, że czynniki, które faktycznie wpływają na work-life balance, istotniejsze są dla Norwegów niż Polaków. Z kolei Polacy częściej cenią sobie styl zarządzania w firmie oraz kulturę organizacyjną.

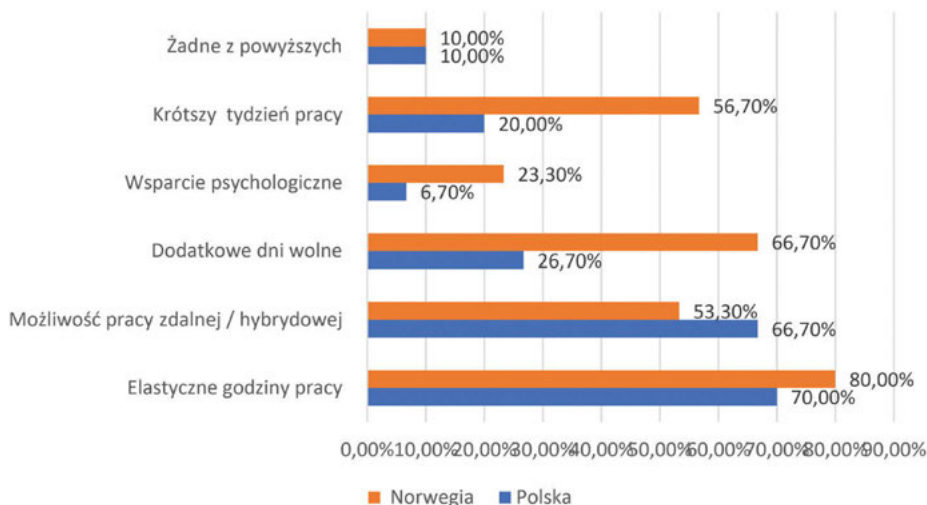
W kolejnej części badania ankietowani zostali poproszeni o wskazanie najatrakcyjniejszych rozwiązań, proponowanych przez pracodawców, a wspomagających work-life balance. Zarówno w Polsce jak i w Norwegii najczęściej wskazywano elastyczne godziny pracy, przy czym w Norwegii odsetek wskazań tego czynnika jest wyższy o 10 pp.

Rys. 2. Czynniki determinujące work-life balance w ocenie Polaków i Norwegów



Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

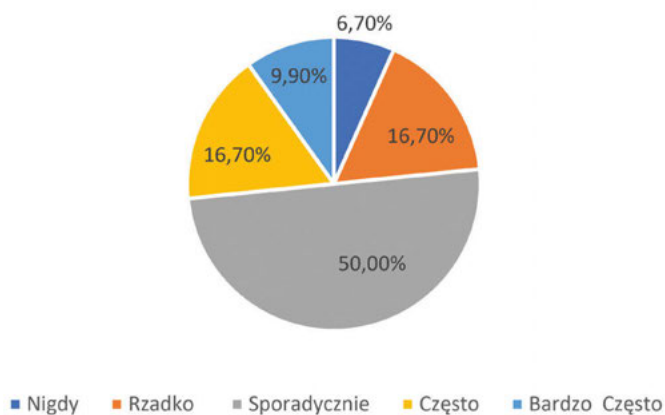
Rys. 3. Najatrakcyjniejsze propozycje pracodawców warunkujące work-life balance w opiniach respondentów



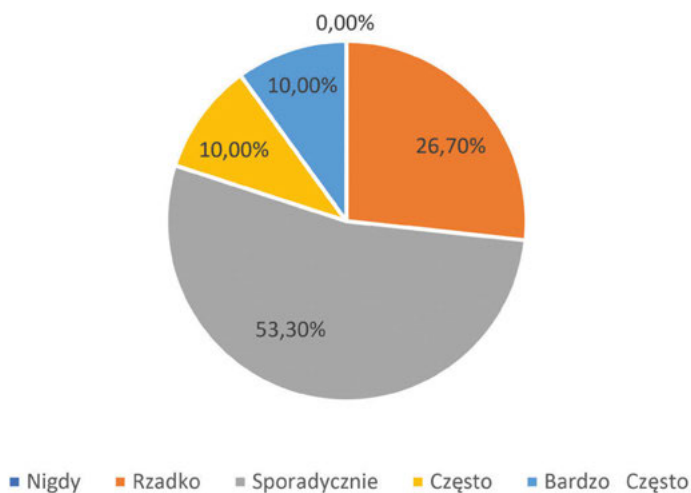
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Wysoko w rankingu znalazły się również możliwość pracy zdalnej lub hybrydowej. W Polsce za taką opcją opowiedziało się 66,7 % respondentów natomiast w Norwegii 53,3 %. Norwegowie zdecydowanie częściej niż Polacy wskazywali krótszy tydzień pracy oraz dodatkowe dni wolne od pracy. Jest to bezpośrednio związane z podejściem do pracy. Zdecydowanie nie doceniana przez Polaków jest możliwość wsparcia psychologicznego, oferowanego w miejscu pracy.

Autorki opracowania zapytały również respondentów o kwestie związane z przeciążeniem pracą. Połowa respondentów deklarowała, iż sporadycznie odczuwa przeciążenie pracą. Dodatkowo w przypadku Norwegów rzadko przeciążenie pracą odczuwało blisko 27% respondentów, natomiast w przypadku Polaków wskaźnik ten kształtuje się na poziomie 16,7 %. Blisko 7 % polskich respondentów twierdzi, że nigdy nie odczuwa przeciążenia pracą, natomiast Norwegowie nie udzielali takiej odpowiedzi. Szczegółowe dane dotyczące opinii Polaków i Norwegów na temat przeciążenia pracą zostały zaprezentowane na Rysunkach 4 i 5.

Rys. 4. Przeciążenie pracą w opiniach Polaków

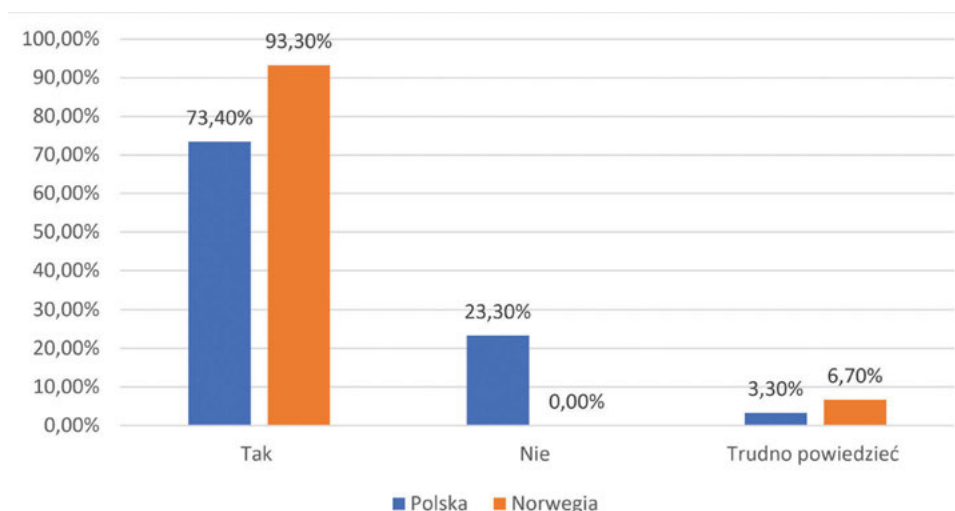
Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Rys. 5. Przeciążenie pracą w opiniach Norwegów

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań.

Autorki opracowania interesowało również to czy respondenci odczuwają różnicę w podejściu do work-life balance w analizowanych krajach. W Polsce różnicę takie odczuwa 73,4 % natomiast w Norwegii 93,3 % respondentów. Świadczy to o silniejszym poczuciu odrębności pokoleniowej i większej gotowości do dyskusji na temat wartości i priorytetów życiowych wśród Norwegów. Szczegółowe dane z tego zakresu zostały przedstawione na Rysunku nr 6.

Rys. 6. Różnice w podejściu do work-life balance w Polsce i w Norwegii



Źródło: opracowanie własne.

Formularz ankiety zawierał również kilka pytań otwartych. Ich analiza pozwala wysnuć ciekawe wnioski, świadczące o różnicach kulturowych Polaków i Norwegów. W ocenie Norwegów, aby zbalansować życie zawodowe z życiem prywatnym konieczne jest zapewnienie krótszych dni pracy, lepszej organizacji obowiązków i unikania nadgodzin. W Polsce dominowały postulaty dotyczące elastycznego grafiku, dodatkowych dni wolnych oraz indywidualnego podejścia do pracownika. W obu krajach zauważono także znaczenie dobrej kultury organizacyjnej, odpowiedniego stylu zarządzania i otwartej komunikacji.

Obie nacje deklarują podobne potrzeby – elastyczność i autonomię, jednak to w Norwegii potrzeby te są faktycznie realizowane. W naszym kraju

work-life balance jest ciągle na etapie wdrożenia, a w związku z tym dostępność tego rozwiązania przez respondentów została oceniona znacznie gorzej. Na odmienne podejście do work-life balance w Polsce i w Norwegii mają wpływ przede wszystkim uwarunkowania kulturowe. Norwegowie są większymi indywidualistami, co przekłada się na potrzebę większej autonomii oraz elastyczne podejście do organizacji pracy, Polacy preferują sformalizowane i zhierarchizowane struktury, co bezpośrednio przekłada się na pewien dystans w stosunku do potrzeby równowagi między życiem zawodowym a prywatnym, szczególnie widoczne u starszego pokolenia pracowników.

Norwegowie wykazują tendencję do integracji ról zawodowych i prywatnych, dzięki czemu łatwiej im płynnie przechodzić między tymi obszarami życia. Jest to możliwe dzięki szerokiej akceptacji pracy zdalnej, elastycznych godzin pracy oraz partnerskiemu podejściu w relacjach pracownik – pracodawca. W Polsce natomiast przeważa podejście oparte na segmentacji ról – pracownicy starają się oddzielać życie zawodowe od prywatnego, co może prowadzić do sztywnego podziału obowiązków i utrudniać osiągnięcie równowagi²⁸.

Analiza wyników pokoleniowych pokazuje, że pokolenie Z – niezależnie od kraju – wykazuje największą świadomość i oczekiwania wobec zachowania work-life balance. Młodsze osoby bardziej cenią elastyczność i możliwość pracy zdalnej, a także otwierają artykułując swoje potrzeby w tym zakresie. Jest to zgodne z obserwacjami innych badań, które wskazują na zmianę wartości wśród młodszych generacji, dla których samorealizacja i jakość życia są równie ważne jak sukces zawodowy.

Norweski system społeczny, promujący równość płci, wsparcie rodzinne i elastyczne formy pracy, sprzyja kształtowaniu pozytywnych postaw wobec łączenia pracy z życiem prywatnym we wszystkich grupach wiekowych. W Polsce, mimo że następują zmiany pokoleniowe, nadal obserwuje się trudności we wdrażaniu systemowych rozwiązań wspierających tę równowagę, szczególnie wśród osób starszych i w organizacjach o tradycyjnej strukturze.

Wnioski płynące z analizy danych ankietowych wskazują, że podejście do work-life balance jest silnie zakorzenione w kontekście kulturowym oraz generacyjnym. Norwegowie, niezależnie od wieku, korzystają z systemowych i organizacyjnych rozwiązań sprzyjających harmonii między pracą a życiem prywatnym, podczas gdy w Polsce wyraźniej zaznacza się różnica

²⁸) S. C. Clark, *Work/family border theory: A new theory of work/family balance*, "Human Relations", 2000, t. 53, nr 6, s. 747-770.

między pokoleniami oraz większy rozdźwięk między oczekiwaniami a rzeczywistością. Mimo to rosnąca świadomość społeczna oraz zmieniające się potrzeby młodszych pracowników mogą być impulsem do dalszych pozytywnych zmian w zakresie polityki work-life balance także w Polsce.

5. ZAKOŃCZENIE

Na podstawie przeprowadzonych analiz badań ankietowych wyraźnie widać, że istnieją znaczne różnice pomiędzy Polską a Norwegią. Norwegia wyróżnia się bardziej rozwiniętym i spójnym systemem wspierania równowagi między pracą a życiem prywatnym. System ten opiera się na wysokim poziomie zaufania, elastyczności oraz solidnym wsparciu instytucjonalnym. Norwescy pracownicy częściej postrzegają swoją równowagę jako satysfakcjonującą i korzystają z dostępnych rozwiązań, takich jak praca zdalna, czy skrócone godziny pracy.

W Polsce, pomimo rosnącej świadomości i oczekiwań pracowników, wsparcie instytucjonalne oraz organizacyjne dla work-life balance nadal pozostaje ograniczone. Respondenci wskazywali na brak elastyczności, nadmiar obowiązków i trudności w pogodzeniu życia zawodowego z prywatnym. W wielu przypadkach zauważalna była także rozbieżność między deklaracjami pracodawców a realnymi działaniami w miejscu pracy.

Z perspektywy pokoleniowej da się zauważyć, że młodsze generacje, a w szczególności pokolenie Z – przywiązują dużą wagę do zachowania równowagi życiowej. Oczekują one od pracodawców większej elastyczności, zrozumienia i wsparcia psychicznego. Pokolenie Y, czyli tzw. Mileniałsi, również wykazują wysoką świadomość w zakresie work-life balance, jednak ich podejście często łączy ambicje zawodowe z potrzebą samorealizacji i życia poza pracą. Mileniałsi cenią sobie możliwość wpływu na sposób wykonywania obowiązków, rozwój osobisty oraz pracę w środowisku zgodnym z ich wartościami. Z kolei pokolenie X częściej podporządkowuje życie prywatne pracy zawodowej, co wynika z wcześniej ugruntowanych norm społecznych i modeli kariery.

Wyniki badania wskazują, że mimo różnic kulturowych i pokoleniowych, istnieją pewne wspólne potrzeby – takie jak: elastyczność, autonomia czy pozytywne relacje w miejscu pracy – które są istotne dla wszystkich grup respondentów.

Zarówno w Polsce jak i w Norwegii rośnie znaczenie działań na rzecz work-life balance jako elementu nowoczesnej kultury organizacyjnej i przewagi konkurencyjnej na rynku pracy.

BIBLIOGRAFIA

1. Biznes.gov.pl, *Zmiany w Kodeksie pracy 2023 – work-life balance*. 2023, <https://www.biznes.gov.pl/pl/aktualnosci/zmiany-w-kodeksie-pracy-2023>.
2. Bławat F., *Zarządzanie zasobami ludzkimi w warunkach zmian pokoleniowych*, Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2019.
3. Clark S.C., *Work/family border theory: A new theory of work/life balance*, *Human Relations*, 2000, 53(6), 747-770.
4. Clutterbuck D., *Równowaga między życiem zawodowym a osobistym*, Warszawa: Oficyna Ekonomiczna, 2004.
5. Deloitte, *Global 2023 Millennial and Gen Z Survey*. Deloitte Insights, 2023, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/deloitte-2023-genz-millennial-survey.pdf>.
6. Greenhaus J.H., Allen T.D., *Work-Family Balance: A Review and Extension of the Literature*, w: Quick J.C., Tetrick L.E. (red.), *Handbook of Occupational Health Psychology*, Washington: American Psychological Association, 2011.
7. GUS, *Warunki pracy młodych pracowników*, Warszawa: Główny Urząd Statystyczny, 2023.
8. *Generacja dobrej kariery. Pokolenia o pracy w Polsce*, <https://media.pracuj.pl/74299-pokolenia-o-pracy-w-polsce-raport-pracujpl> [data pobrania: 23.07.2025].
9. Infor.pl, *Nowelizacja Kodeksu pracy w 2023 roku – uchwalona przez Sejm*, 2023, <https://www.infor.pl/prawo/praca/urlopy-pracownicze/5653052>.
10. Juchnowicz M., *Zarządzanie kapitałem ludzkim a work-life*, Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH, 2020.
11. Kalliath T., & Brough P., *Work-life balance: A review of the meaning of the balance construct*, [w:] *"Journal of Management&Organization"*, 2020, 14(3), 323.
12. Kossek E.E., *Managing work-life boundaries in the digital age*. in Allen T. D.& Eby L. T. (Eds.), *The Oxford handbook of work and family* (pp. 474-488), Oxford: Oxford University Press, 2016.
13. Łuczak A., *Wypalenie zawodowe – nowoczesne zagrożenie pokolenia X?*, *Zeszyty Naukowe WSHiU*, 2022, nr 3(23), s. 54-62.
14. NOU – Norges offentlige utredninger, (2021), *Early childhood education and care* (Report No. 6/2021). Norwegian Ministry of Education and Research, <https://www.regjeringen.no/contentassets/1dc7300f->

- 5f004cf39e7ae73a50a0f3f2/en-gb/pdfs/nou202120210006000eng-pdfs.pdf.
15. Nordic Council of Ministers, *Work-life balance in the Nordic region*. Nordisk Ministerråd, 2020.
 16. OECD, *Better life index – work-life balance*. OECD Publishing, 2021, <https://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/work-life-balance/>.
 17. Paradowska-Szuchta A., *Praca z pokoleniami Y i Z. Wartości, oczekiwania, motywacja*, Kraków: Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, 2020.
 18. PwC, *Workforce of the Future – The Competing Forces Shaping 2030*, 2022, <https://www.pwc.com>.
 19. Rybak M., *Spółeczna odpowiedzialność biznesu. Teoria i praktyka*. Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2019.



Marcin Szydłowski

mgr

Wyższa Szkoła Ekonomii i Informatyki

w Krakowie (WSEI)

e-mail: mszydowski@wsei.edu.pl

ORCID: 0000-0001-7965-272X

SKUTECZNOŚĆ FORMACJI PODWÓJNEGO DNA W PROCESIE PODEJMOWANIA DECYZJI INWESTYCYJNYCH

THE EFFECTIVENESS OF THE DOUBLE BOTTOM PATTERN IN THE INVESTMENT DECISION-MAKING PROCESS

Słowa kluczowe: analiza techniczna, podwójne dno, podwójny dołek, USD/PLN, formacje cenowe, rynek walutowy, python, lokalne minima, wykrywanie formacji, skuteczność formacji.

Keywords: technical analysis, double bottom, USD/PLN, price patterns, foreign exchange market, Python, local minima, pattern detection, pattern effectiveness.

JEL Classification: JEL: C63, C58, G17, F31

Abstrakt

Celem niniejszego artykułu jest analiza skuteczności formacji technicznej podwójnego dna na rynku walutowym, na przykładzie kursu USD/PLN w latach 2019–2024. W badaniu wykorzystano dzienne dane otwarcia oraz heurystyczny algorytm zaimplementowany w języku Python, umożliwiający automatyczne wykrywanie formacji. Formację podwójnego dna zdefiniowano jako dwa lokalne minima oddzielone od siebie o 5-30 dni notowań i różniące się nie więcej niż o 1% wartości. W celu identyfikacji lokalnych ekstremów zastosowano przesuwające się okno czasowe o szerokości 5 dni. Skuteczność formacji oceniano na podstawie średnich zwrotów po krótkim czasie od momentu wystąpienia drugiego

minimum. Wyniki badania pozwalają ocenić praktyczną przydatność tej klasycznej funkcji i formacji podwójnego dna oraz potencjał prostych algorytmów heurystycznych w automatyzacji analizy rynku walutowego.

Summary

The purpose of this article is to analyze the effectiveness of the double bottom technical pattern in the foreign exchange market, using the USD/PLN exchange rate in the years 2019–2024 as an example. The study uses daily opening data and a heuristic algorithm implemented in Python, which enables the automatic detection of the pattern. The double bottom formation is defined as two local minima separated by 5–30 trading days and differing by no more than 1% in value. To identify local extremes, a rolling time window of 5 days was applied. The effectiveness of the pattern was assessed based on average returns over a short period following the occurrence of the second minimum. The study results allow for the evaluation of the practical usefulness of this classic pattern and the double bottom formation, as well as the potential of simple heuristic algorithms in automating foreign exchange market analysis.

1. WSTĘP

W latach 2019–2024 na rynkach finansowych panowały zróżnicowane nastroje, od stabilnego wzrostu gospodarczego w 2019 roku, przez kryzys wywołany pandemią COVID-19 w 2020 roku, odbudowę gospodarczą w 2021 roku, wysoką inflację w 2022 roku, podwyżki stóp procentowych w 2023 roku, aż po niepewność związaną z nową rzeczywistością w 2024 roku. Para walutowa USD/PLN to instrument finansowy o niewielkim zakresie zmienności, dużej płynności i wąskiej różnicy między ceną kupna i sprzedaży (spread). Para ta jest skorelowana z innymi parami walutowymi, co umożliwia dywersyfikację portfela celem zmniejszenia ryzyka dużej straty. Inwestorzy mogą nią handlować np. poprzez kontrakty CFD (Contract for Difference) dostępne np. u brokera XTB aktualnie z dźwignią 1/20, co oznacza, że inwestując 1000 zł wartość kontraktu jest dwudziestokrotnie większa, a wzrost kursu o 1% daje 20% zwrotu z inwestycji. W artykule tym zaprezentowany zostanie algorytm do wykrywania szczególnego przypadku formacji podwójnego dołka i jego skuteczność z wykorzystaniem metody ilościowej, tj. podany zostanie 99% przedział ufności dla odsetka zakończonych sukcesem formacji.

Analiza techniczna jako metoda do prognozowania cen akcji, indeksów, walut, czy surowców bazuje głównie na założeniu, że wszystkie istotne informacje są już zawarte w cenie, a do predykcji wykorzystuje się tam najczęściej cenę oraz wolumen obrotu. Analiza techniczna wiąże się między innymi z psychologią spekulacji, liniami trendu, pojęciami oporu, wsparcia oraz formacji. W tym artykule zostanie poddana analizie wyłącznie formacja podwójnego dna oraz jej skuteczność na parze walutowej USD/PLN w latach 2019–2024. Dane do badania zostały pobrane ze strony internetowej <https://www.investing.com>.

2. FORMACJA PODWÓJNEGO DNA (FORMACJA W)

Formację tę wyróżniają dwa minima rozdzielone widocznym maksimum znajdującym się między nimi. Ponieważ zarówno odległość czasowa, jak i różnica między lokalnymi minimami nie jest jednoznacznie określona trudnym zadaniem jest wykrycie tego typu formacji, tym bardziej, że formacja ta uważana jest za formację odwrócenia trendu więc jej pojawienie powinien poprzedzać trend spadkowy. W książce pt. „Analiza formacji na wykresach giełdowych”¹ formacja podwójnego dna jest przedstawiona w czterech rodzajach, podwójne dno Ewy i Ewy PDEE, Adama i Adama PDAA oraz Ewy i Adama PDEA. Charakteryzują się specyfiką otoczenia lokalnych minimów. Dołki w PDEE są zaokrąglone i podobne do siebie, a dołki PDAA są wąskie. Jak opisuje Murphy już w 1999 roku oraz Edward i Magee w 2007 wiarygodność formacji w dużym stopniu zależy od trendu poprzedzającego, a jako potwierdzenie jej ukształtowania podczas wybicia ponad linię szyi powinien towarzyszyć zwiększony wolumen obrotu, to zdecydowanie wzmacnia sygnał kupna. Badania wskazują, że skuteczność formacji podwójnego dna mieści się w przedziale 60 do nawet 70% w zależności od czasu jej trwania i różnicy między minimami a maksimum lokalnym (Bulkowski, 2011). Autor pokazuje, że im dłużej trwa proces kształtowania się formacji, tym większa szansa na dużą dynamikę wzrostów.

W artykule tym badaniu podlegać będzie formacja o specyficznych kryteriach, tj.

- Odstęp czasowy między dwoma minimami wynosi od 5 do 30 dni. Taki zakres odpowiada czasowi trwania formacji.

¹ Thomas N. Bulkowski, *Analiza formacji na wykresach giełdowych*, str. 115.

- Różnica wartości kursu pomiędzy dwoma minimami nie może przekroczyć 1%, to pozwala wyeliminować część fałszywych sygnałów.
- Występowanie lokalnego maksimum pomiędzy minimami.
- Istnieje widoczny trend spadkowy poprzedzający formację.

Przykładem formacji, która spełnia te kryteria jest formacja kursu USD/PLN o minimach w dniach:

dołek 1: 2019-01-10, kurs: 3.7263, dołek 2: 2019-02-01, kurs: 3.7230, przedstawiona poniżej:

Wykres 1. Wykryta formacja podwójnego dna na parze walutowej USD/PLN



Źródło: opracowanie własne.

Jak opisują autorzy w ww. książce formacja „W” jest uważana za ukształtowaną i daje sygnał kupna wtedy, gdy kurs przekroczy linię szyi formacji (linia potwierdzająca), czyli poziom lokalnego maksimum. W powyższym przykładzie jest to poziom 3,79, który został przekroczony na otwarciu w dniu 11 lutego 2019 roku. Dużą rolę odgrywa również wolumen w tym dniu, im większy, tym wyraźniejszy sygnał kupna. W powyższym przykładzie ukształtowanie formacji dałoby maksymalny zwrot rzędu 3,8528/3,7979-1, tj. około 1,45%. Jest to niewiele w porównaniu ze zwrotem opisywanym

w literaturze, ale, biorąc pod uwagę wysoką stabilność i płynność kursu oraz inwestowanie z dźwignią 1/20 dałoby to 20,3% zwrotu, co w tym artykule będziemy uważać za formację zakończoną sukcesem. Wszystkie formacje, które w krótkim czasie (5 do 10 dni w zależności od długości formacji) nie przekroczą zwrotu 1,44% będą uważane za formacje zakończone porażką. Kompletna metodologia zostanie przedstawiona w poniższym rozdziale.

3. METODYKA WYKRYWANIA FORMACJI PODWÓJNEGO DOŁKA I WIZUALIZACJA REZULTATÓW

W poniższym rozdziale zostanie przedstawiona metodyka wykrywania i założenia dla podwójnego dna na podstawie dziennych notowań kursu USD/PLN. Algorytm do analizy wykorzystuje biblioteki: Pandas, Numpy, Scipy oraz Matplotlib, co pozwoli na obróbkę danych, identyfikację lokalnych ekstremów oraz wizualizację wyników. Dane do analizy zostały pobrane ze strony <https://www.investing.com>.

Do wykrywania lokalnych minimów wykorzystana została funkcja `argrextrema` z biblioteki `scipy`, która wyszukuje ekstrema w serii czasowej. Przesuwające się okno czasowe ma szerokość 11 dni i sprawdzane jest 5 dni przed i po badanym punkcie, to pozwala na wyznaczanie punktów, które są co najmniej równe lub mniejsze od swoich najbliższych sąsiadów. Po zastosowaniu funkcji, która spełnia powyższe kryteria otrzymane pary minimów zostaną potraktowane jako potencjalne punkty formacji, a po wizualizacji na wykresach o węższym zakresie zostaną wybrane odpowiednie i skategoryzowane jako formacje zakończone sukcesem lub porażką. Następnie zostanie wyznaczony przedział ufności dla odsetka formacji zakończonych sukcesem.

4. KOD W JĘZYKU PYTHON ORAZ WIZUALIZACJA REZULTATU

Poniżej kod w języku Python, który znajduje formacje o powyższych założeniach oraz wizualizuje rezultat, zwraca również konkretne daty minimów z formacji.

Kod:

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
from scipy.signal import argrextrema
import numpy as np

# 1. Pobieranie danych
file_path = './content/USD_PLN.xlsx'
df = pd.read_excel(file_path)

# Zamiana przecinka na kropkę i konwersja na float
df['Open'] = df['Open'].astype(str).str.replace(',', '.').astype(float)

# Zmiana kolumny 'Date' na datetime
df['Date'] = pd.to_datetime(df['Date'], errors='coerce')
df = df.dropna(subset=['Date'])

# 2. Znajdź minima lokalne (order=5 - szerokość okna)
order = 5
minima_idx = argrextrema(df['Open'].values, np.less_equal, order=order)[0]

# 3. Szukaj podwójnych dołków według definicji:
# - różnica wartości  $\leq 1\%$ ,
# - odstęp w dniach między 5 a 30

double_bottoms = []
for i in range(len(minima_idx)):
    for j in range(i+1, len(minima_idx)):
        idx1 = minima_idx[i]
        idx2 = minima_idx[j]

        days_diff = (df.loc[idx2, 'Date'] - df.loc[idx1, 'Date']).days
        if days_diff < 5:
            continue
        if days_diff > 30:
            break

        val1 = df.loc[idx1, 'Open']
        val2 = df.loc[idx2, 'Open']

# Sprawdzenie czy minima różnią się o max 1%
if abs(val1 - val2) / max(val1, val2) <= 0.01:
```

```
# Sprawdź czy pomiędzy jest maksimum wyższe niż oba minima (odbicie)
mid_slice = df.loc[idx1:idx2]
max_mid = mid_slice['Open'].max()
if max_mid > val1 and max_mid > val2:
    double_bottoms.append((idx1, idx2))

# 4. Rysowanie wykresu
plt.figure(figsize=(14,7))
plt.plot(df['Date'], df['Open'], label='Kurs USD/PLN')

for (i1, i2) in double_bottoms:
    plt.scatter(df.loc[i1, 'Date'], df.loc[i1, 'Open'], color='red', s=100, label='Podwójny
    dołek' if 'Podwójny dołek' not in plt.gca().get_legend_handles_labels()[1] else "")
plt.scatter(df.loc[i2, 'Date'], df.loc[i2, 'Open'], color='red', s=100)

plt.title('Kurs USD/PLN z zaznaczonymi formacjami podwójnego dna')
plt.xlabel('Data')
plt.ylabel('Kurs (PLN)')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.show()

# 5. Wypisz daty podwójnych dołków
print("Znalezione podwójne dna (data, kurs):")
for (i1, i2) in double_bottoms:
    print(f"Dołek 1: {df.loc[i1, 'Date'].date()}, Kurs: {df.loc[i1, 'Open']:.4f}")
    print(f"Dołek 2: {df.loc[i2, 'Date'].date()}, Kurs: {df.loc[i2, 'Open']:.4f}")
    print("---")

# 6. Wykresy dla formacji W (podwójne dna)
backward = 5 # dni wstecz od pierwszego dołka
forward = 10 # dni w przód od drugiego dołka
n_formation = len(double_bottoms)

# siatka 3 kolumny
n_cols = 3
n_rows = int(np.ceil(n_formation / n_cols))
```



```

fig, axes = plt.subplots(n_rows, n_cols, figsize=(15, 5*n_rows))
axes = axes.flatten()

for k, (i1, i2) in enumerate(double_bottoms, start=1):
    date1 = df.loc[i1, 'Date']
    date2 = df.loc[i2, 'Date']
    # zakres: 5 dni przed pierwszym i 10 dni po drugim dołku
    start_date = date1 - pd.Timedelta(days=backward)
    end_date = date2 + pd.Timedelta(days=forward)
    mask = (df['Date'] >= start_date) & (df['Date'] <= end_date)
    subset = df.loc[mask]
    # rysowanie mini-wykresu
    axes[k-1].plot(subset['Date'], subset['Open'], label="Kurs USD/PLN")
    axes[k-1].scatter(date1, df.loc[i1, 'Open'], color='red', s=50, label="Dołek 1")
    axes[k-1].scatter(date2, df.loc[i2, 'Open'], color='red', s=50, label="Dołek 2")
    axes[k-1].set_title(f"W{k}: {date1.date()} - {date2.date()}")
    axes[k-1].grid(True)
    axes[k-1].tick_params(axis='x', rotation=45)
    axes[k-1].legend(fontsize=7)

# ukrycie pustych osi
for j in range(k, len(axes)):
    fig.delaxes(axes[j])
plt.tight_layout()
plt.show()

```

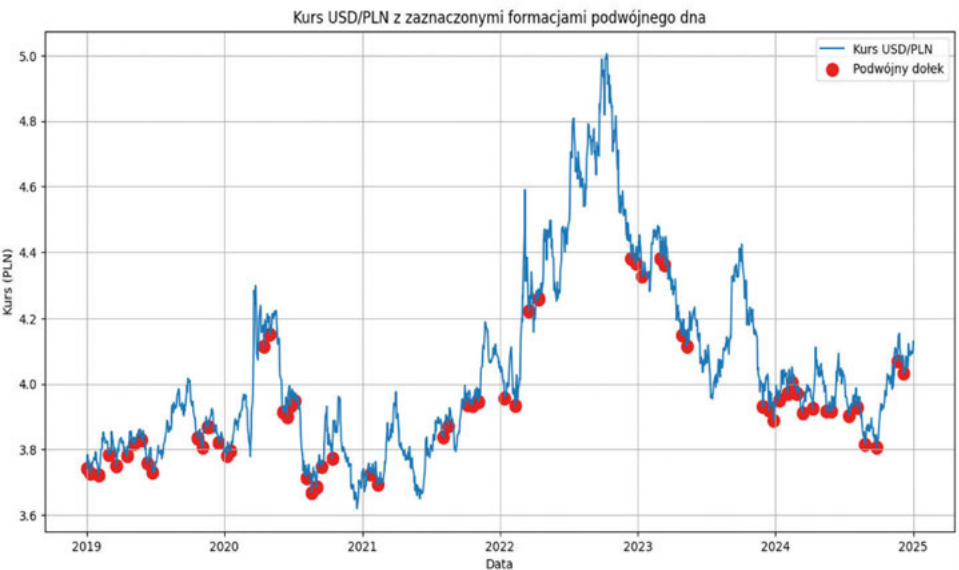
Po skompilowaniu kodu otrzymujemy wykresy i pary minimów:
Znalezione podwójne dna (data, kurs):

Dołek 1: 2019-01-01, Kurs: 3.7407 Dołek 2: 2019-01-10, Kurs: 3.7263 ---	Dołek 1: 2021-10-07, Kurs: 3.9358 Dołek 2: 2021-10-21, Kurs: 3.9328 ---
Dołek 1: 2019-01-10, Kurs: 3.7263 Dołek 2: 2019-02-01, Kurs: 3.7230 ---	Dołek 1: 2021-10-07, Kurs: 3.9358 Dołek 2: 2021-11-04, Kurs: 3.9459 ---
Dołek 1: 2019-03-01, Kurs: 3.7853 Dołek 2: 2019-03-21, Kurs: 3.7490 ---	Dołek 1: 2021-10-21, Kurs: 3.9328 Dołek 2: 2021-11-04, Kurs: 3.9459 ---

Dołek 1: 2019-03-21, Kurs: 3.7490 Dołek 2: 2019-04-18, Kurs: 3.7810 ---	Dołek 1: 2022-01-13, Kurs: 3.9559 Dołek 2: 2022-02-10, Kurs: 3.9331 ---
Dołek 1: 2019-04-18, Kurs: 3.7810 Dołek 2: 2019-05-06, Kurs: 3.8183 ---	Dołek 1: 2022-03-17, Kurs: 4.2225 Dołek 2: 2022-04-14, Kurs: 4.2596 ---
Dołek 1: 2019-05-06, Kurs: 3.8183 Dołek 2: 2019-05-27, Kurs: 3.8290 ---	Dołek 1: 2022-12-15, Kurs: 4.3818 Dołek 2: 2022-12-27, Kurs: 4.3663 ---
Dołek 1: 2019-06-10, Kurs: 3.7586 Dołek 2: 2019-06-25, Kurs: 3.7308 ---	Dołek 1: 2022-12-27, Kurs: 4.3663 Dołek 2: 2023-01-13, Kurs: 4.3256 ---
Dołek 1: 2019-10-22, Kurs: 3.8361 Dołek 2: 2019-11-04, Kurs: 3.8074 ---	Dołek 1: 2023-03-02, Kurs: 4.3804 Dołek 2: 2023-03-14, Kurs: 4.3619 ---
Dołek 1: 2019-10-22, Kurs: 3.8361 Dołek 2: 2019-11-18, Kurs: 3.8681 ---	Dołek 1: 2023-04-28, Kurs: 4.1483 Dołek 2: 2023-05-11, Kurs: 4.1137 ---
Dołek 1: 2019-10-22, Kurs: 3.8361 Dołek 2: 2019-11-20, Kurs: 3.8681 ---	Dołek 1: 2023-11-29, Kurs: 3.9297 Dołek 2: 2023-12-15, Kurs: 3.9184 ---
Dołek 1: 2019-12-17, Kurs: 3.8202 Dołek 2: 2020-01-16, Kurs: 3.7940 ---	Dołek 1: 2023-12-15, Kurs: 3.9184 Dołek 2: 2023-12-28, Kurs: 3.8894 ---
Dołek 1: 2020-01-07, Kurs: 3.7799 Dołek 2: 2020-01-16, Kurs: 3.7940 ---	Dołek 1: 2023-12-15, Kurs: 3.9184 Dołek 2: 2024-01-11, Kurs: 3.9518 ---
Dołek 1: 2020-04-15, Kurs: 4.1150 Dołek 2: 2020-05-01, Kurs: 4.1522 ---	Dołek 1: 2024-01-11, Kurs: 3.9518 Dołek 2: 2024-02-02, Kurs: 3.9697 ---
Dołek 1: 2020-06-05, Kurs: 3.9138 Dołek 2: 2020-06-16, Kurs: 3.9011 ---	Dołek 1: 2024-02-02, Kurs: 3.9697 Dołek 2: 2024-02-13, Kurs: 4.0034 ---
Dołek 1: 2020-06-05, Kurs: 3.9138 Dołek 2: 2020-06-24, Kurs: 3.9332 ---	Dołek 1: 2024-02-02, Kurs: 3.9697 Dołek 2: 2024-02-28, Kurs: 3.9702 ---
Dołek 1: 2020-06-16, Kurs: 3.9011 Dołek 2: 2020-06-24, Kurs: 3.9332 ---	Dołek 1: 2024-02-13, Kurs: 4.0034 Dołek 2: 2024-02-28, Kurs: 3.9702 ---

Dołek 1: 2020-06-24, Kurs: 3.9332 Dołek 2: 2020-07-07, Kurs: 3.9471 ---	Dołek 1: 2024-03-14, Kurs: 3.9123 Dołek 2: 2024-04-09, Kurs: 3.9241 ---
Dołek 1: 2020-08-06, Kurs: 3.7139 Dołek 2: 2020-09-01, Kurs: 3.6841 ---	Dołek 1: 2024-05-16, Kurs: 3.9160 Dołek 2: 2024-05-29, Kurs: 3.9176 ---
Dołek 1: 2020-08-19, Kurs: 3.6688 Dołek 2: 2020-09-01, Kurs: 3.6841 ---	Dołek 1: 2024-07-15, Kurs: 3.9035 Dołek 2: 2024-08-06, Kurs: 3.9286 ---
Dołek 1: 2020-09-15, Kurs: 3.7484 Dołek 2: 2020-10-13, Kurs: 3.7733 ---	Dołek 1: 2024-08-26, Kurs: 3.8152 Dołek 2: 2024-09-25, Kurs: 3.8057 ---
Dołek 1: 2021-01-22, Kurs: 3.7256 Dołek 2: 2021-02-10, Kurs: 3.6925 ---	Dołek 1: 2024-11-19, Kurs: 4.0694 Dołek 2: 2024-12-06, Kurs: 4.0328 ---
Dołek 1: 2021-08-04, Kurs: 3.8385 Dołek 2: 2021-08-16, Kurs: 3.8718 ---	

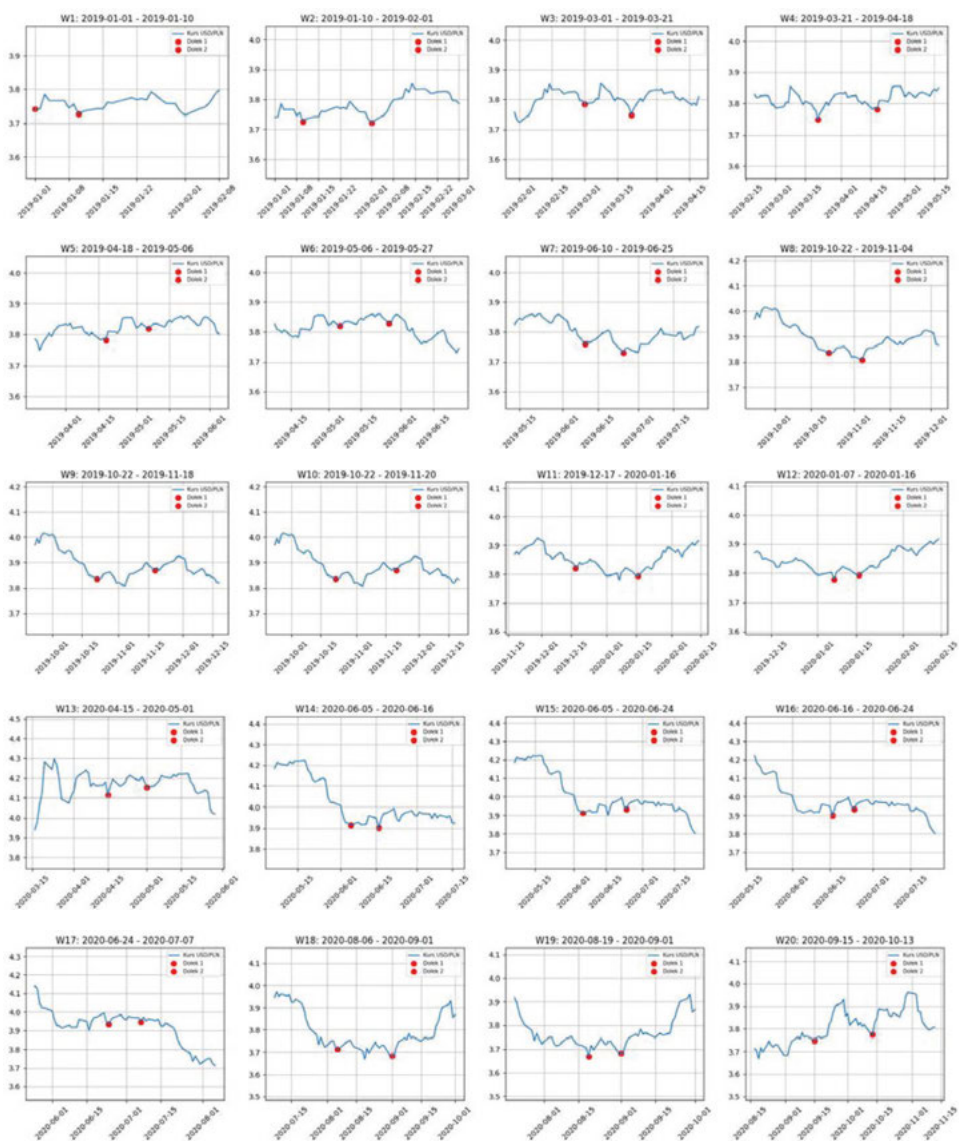
Wykres 2. Kurs USD/PLN z zaznaczonymi formacjami

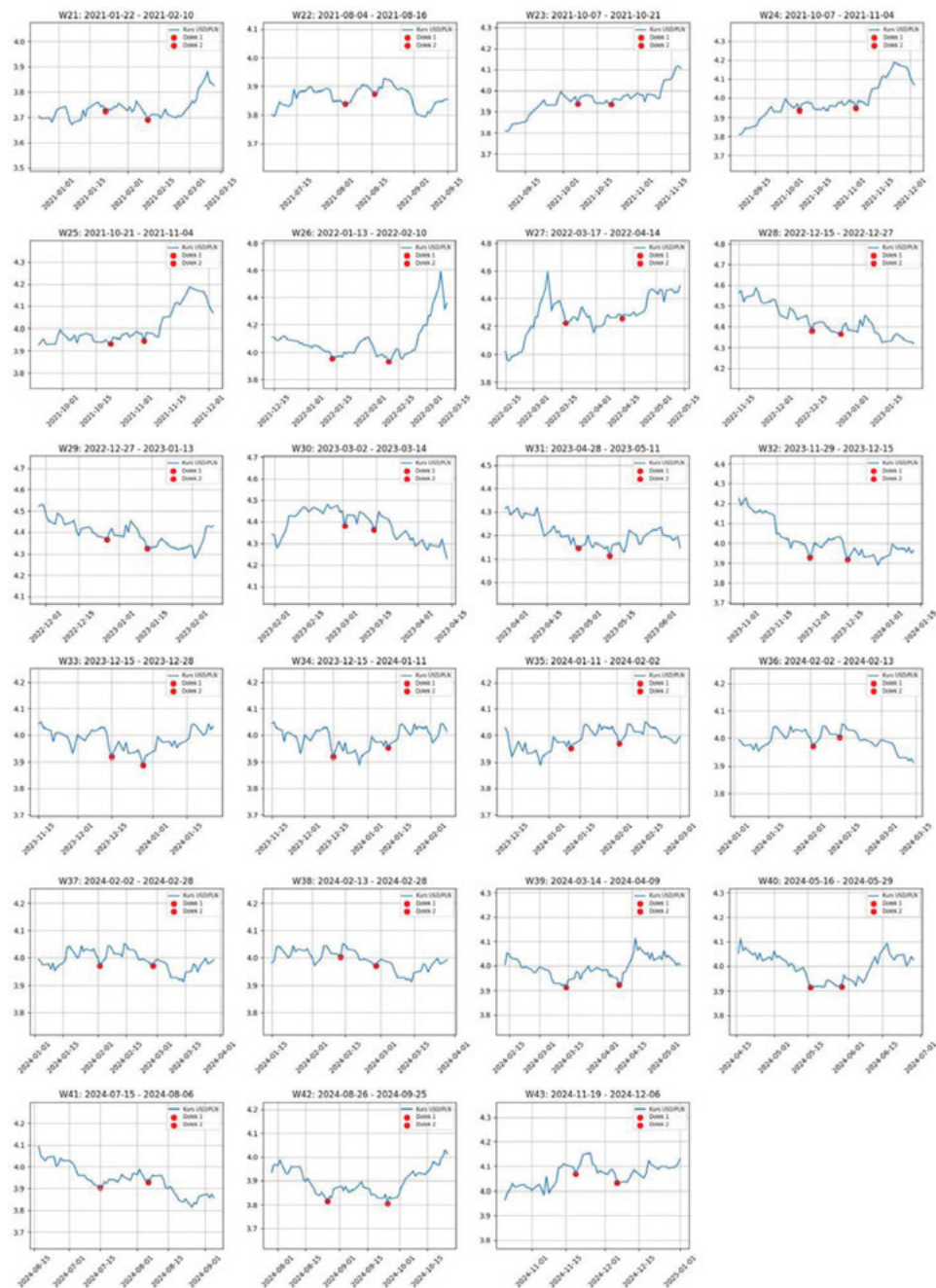


Źródło: opracowanie własne.

Poniżej wykresy wykrytych formacji w krótszym zakresie czasowym, na którym można zobaczyć konkretne pary dołków. Z tych formacji wybrane zostaną te, które spełniają założenie o przekroczeniu progu lokalnego maksimum i to one zostaną wzięte do dalszej analizy.

Wykres 3. Wszystkie wykryte pary minimów o zadanych kryteriach

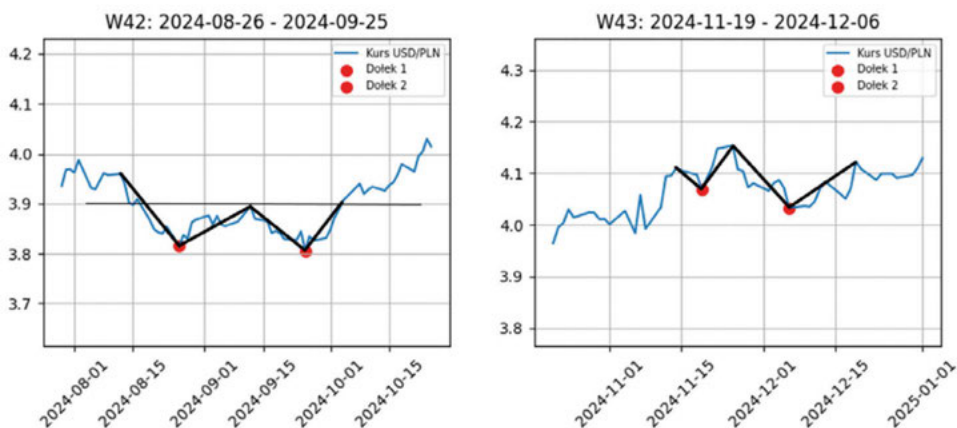




Źródło: opracowanie własne.

Z wykrytych par dołków tylko niektóre przypominają formację podwójnego dna, są to W2, W3, W4, W7, W8, W12, W14, W19, W22, W26, W28, W30, W31, W33, W36, W39, W40, W42, czyli 18 z 43. Wybór tych przypominających odbywał się poprzez łączenie odpowiednich punktów i obrazowe porównywanie do formacji „W”. Poniżej przykład formacji ukształtowanej W42 oraz formacji, która nie jest do nich włączana, tj. W43. Z tych osiemnastu formacje W2, W8, W12, W14, W19, W22, W26, W31, W33, W39, W40 oraz W42 można uważać za skuteczne, jest ich 12 z 18.

Wykres 4. Przykład formacji ukształtowanej i nieukształtowanej



Źródło: opracowanie własne.

W powyższym przykładzie widać, że założenia są spełnione i algorytm dobrze odnajduje minima. Odległość punktów lokalnie minimalnych jest w zakresie od 5 do 30 dni a kursy różnią się nie więcej niż 1%.

5. PODSUMOWANIE

Ze wszystkich 43 wykrytych podwójnych minimów wizualnie tylko 18 przypomina ukształtowaną formację „W”, więc skuteczność algorytmu jest na poziomie 42%. Dla takiej proporcji łatwym jest wyliczyć przedział ufności, który z 99% pewnością odzwierciedla skuteczność w przedziale od około 23 do około 61%. Taki rezultat wskazuje na duże ograniczenia do sto-

sowania podejścia wprost, gdyż samo wykrywanie ekstremów nie wystarcza, aby wiarygodnie odróżnić formacje. Mimo to jest skuteczny i przydatny jako narzędzie wspomagające inwestora, pozwala bowiem zawęzić krąg poszukiwań jak również na łatwą wizualną weryfikację sygnałów. Dalsze testy na większych zbiorach danych z zastosowaniem dodatkowych filtrów analitycznych mogłyby zwiększyć precyzję wykrywania i ograniczyć liczbę fałszywych formacji. Ważnym wnioskiem jest natomiast to, że w przypadku pary walutowej USD/PLN skuteczność wykrytych formacji jest wysoka na poziomie 12 z 18, co stanowi 67% i mieści się w 99% przedziale ufności od 38% do 95%, co po zastosowaniu dźwigni finansowej pozwalałoby na uzyskanie satysfakcjonujących rezultatów inwestycyjnych. Tak określona formacja zachowuje swój walor prognostyczny mimo dużej konkurencji innych narzędzi analitycznych, ale jednak bardziej zaawansowanych. W celu lepszej detekcji oraz skuteczności, należy rozszerzyć algorytm np. o analizę wolumenu, czy też dopasowanie okna czasowego. Przeprowadzenie większej ilości prób na innych instrumentach finansowych oraz wybór tego, który wykazuje najlepszą efektywność tej metody również podwyższy jej skuteczność. Poprawne wykrywanie ekstremów stanowi dobre podłoże do bardziej złożonego systemu automatyzacji analizy technicznej.

Podsumowując, powyższa analiza pokazuje, że proste narzędzia mogą wspierać bardziej zaawansowane. Formacja podwójnego dna nadal daje skuteczne rezultaty pod warunkiem uzupełnienia ich krytyczną oceną i dodatkowymi założeniami.

BIBLIOGRAFIA

1. Bielecka A., *Statystyka dla menadżerów teoria i praktyka*, Wydanie II, str. 41, Warszawa: Wydawnictwo Nieoczywiste, 2020.
2. Bulkowski, T. N., *Encyclopedia of Chart Patterns*, 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2021.
3. Borkowski B., Dudek H., Szczęśny W., *Ekometria wybrane zagadnienia*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2004.
4. Thomas N., Bulkowski B., *Analiza formacji na wykresach*, s. 115, Warszawa: Wydawnictwo Linia, 2011.
5. Zeliaś A., Pawełek B., Wanat S., *Metody statystyczne*, Warszawa: Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2002.
6. Murphy John J., *Technical Analysis of the Financial Markets*, New York: Institute of Finance, 1999.

Źródła internetowe

1. <https://www.investing.com>, (stan na dzień: 11.08-2025).
2. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.signal.argrelextrema.html>, (stan na dzień: 11.08-2025).