

WIESŁAW ŁUKASIŃSKI

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Polska / Krakow University of Economics, Poland

PIOTR ROMAŃSKI

Technologie Przemysłu 4.0 i ich wykorzystanie w organizacji z perspektywy przedstawicieli pokolenia Z w Polsce

Technologies of Industry 4.0 and their use in Organizations from the Perspective of Generation Z in Poland

Streszczenie: Przemysł 4.0 wprowadza zmiany w funkcjonowaniu organizacji i obejmuje wszystkie aspekty ich działalności. Kluczowe technologie, takie jak sztuczna inteligencja, robotyzacja i automatyzacja, są postrzegane jako fundament przyszłego rozwoju, który umożliwi organizacjom zwiększenie efektywności operacyjnej, optymalizację procesów oraz szybsze dostosowanie się do dynamicznych zmian rynkowych. Przeprowadzone badanie pokazuje, jak dużą świadomość znaczenia nowych technologii ma pokolenie Z. Jednocześnie respondenci wskazują na potrzebę dalszego rozwoju kompetencji cyfrowych, których niedostatek może stanowić barierę w pełnym wykorzystaniu możliwości Przemysłu 4.0. Rosnące zagrożenia związane z cyberbezpieczeństwem stanowią kolejny istotny obszar zainteresowań pokolenia Z, które dostrzega konieczność inwestowania w specjalistów ds. ochrony danych i systemów informatycznych. Przemysł 4.0, choć wiąże się z wieloma wyzwaniami, otwiera przed organizacjami możliwość zwiększenia konkurencyjności oraz budowania zrównoważonej gospodarki przyszłości.

Abstract: Industry 4.0 introduces changes to the functioning of organizations, encompassing all aspects of their operations. Key technologies such as artificial intelligence, robotics and automation are seen as the foundation of future development, enabling organizations to enhance operational efficiency, optimize processes and adapt more quickly to dynamic market changes. A study conducted among Generation Z reveals their high awareness of the significance of new technologies and the opportunities they bring to the labour market. At the same time, respondents highlight the need for further development of digital competencies, the lack of which may become a barrier to fully leveraging the potential of Industry 4.0. The growing threats related to cybersecurity represent another critical area of interest for Generation Z, by recognizing the necessity for investing in data protection specialists and IT system security. While Industry 4.0 is associated with numerous challenges, it opens opportunities for organizations to increase their competitiveness and contribute to building a sustainable economy for the future.

Słowa kluczowe: automatyzacja; kompetencje cyfrowe; pokolenie Z; Przemysł 4.0; sztuczna inteligencja; technologie

Keywords: artificial intelligence; automation; digital skills; Generation Z; Industry 4.0; technologies

Otrzymano: 19 stycznia 2025

Received: 19 January 2025

Zaakceptowano: 21 maja 2025

Accepted: 21 May 2025

Sugerowana cytacja / Suggested citation:

Łukasiński, W., Romański, P. (2025). Technologie Przemysłu 4.0 i ich wykorzystanie w organizacji z perspektywy przedstawicieli pokolenia Z w Polsce. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 39(2), 29–48. doi: <https://doi.org/10.24917/20801653.394.2>

WSTĘP

Współczesne organizacje stają przed wieloma wyzwaniami, m.in. przed globalizacją, postępem technologicznym związanym z cyfryzacją, automatyzacją i robotyzacją procesów biznesowych czy przed zmianami demograficznymi. Jednocześnie rośnie znaczenie kwestii zrównoważonego rozwoju, które obligują organizacje do zmiany strategii i do dostosowania swojej struktury. W konsekwencji należy rozwijać kompetencje warunkujące dostosowywanie się do dynamicznego i złożonego otoczenia (Lee, Bagheri, Kao, 2015: 18–23). Skutkuje to wdrażaniem elastycznych modeli zarządzania, promowaniem kultury współpracy oraz orientacją na eksperymentowanie, będące źródłem nowych rozwiązań podnoszących konkurencyjność organizacji (Götz, 2018: 385–403). Koncept ten można wdrożyć dzięki zastosowaniu sieci internetowej – jego implementacja wymaga jednak rozwijania kompetencji cyfrowych pracowników, którzy muszą efektywnie współpracować z systemami automatycznymi i z robotami (Łapuńka, Marek-Kołodziej, 2017: 23–36).

Istotnym czynnikiem umożliwiającym wspomniane zmiany jest rozwój technologii cyfrowych, których znaczenie rosło wraz z postępem technologicznym i ze zmianami w sposobach produkcji. Już na przełomie XVIII i XIX w. dzięki wynalazkom technologicznym oraz nowym rozwiązaniom w organizacji pracy wprowadzono produkcję fabryczną. W drugiej połowie XIX w. wynalezienie silników elektrycznego i spalinowego zapoczątkowało erę produkcji masowej. W latach 60. XX w. dzięki Przemysłowi 3.0. zastosowano sterowniki programowalne, co umożliwiło tym samym rozwój automatyzacji. W tym czasie na znaczeniu zyskały technologie elektroniczne oraz informatyczne (Furmanek, 2018). Obecnie mamy do czynienia z erą Przemysłu 4.0, związaną z powszechnym wprowadzeniem cyfryzacji. Przemysł 4.0 umożliwił ciągły kontakt między ludźmi a maszynami, a także wdrażanie innowacji, które prowadzą do wzrostu efektywności systemów produkcyjnych. Kluczową rolę odgrywa tu rozwój maszyn, które dzięki sztucznej inteligencji zyskują zdolność do autonomicznej pracy (Paprocki, 2016).

Opisane powyżej zmiany wywierają istotny wpływ na funkcjonowanie współczesnych organizacji, które coraz częściej dostrzegają konieczność adaptacji do nowych warunków, m.in. poprzez cyfrową transformację. Wiele organizacji uważa cyfryzację za kluczowy element kształtujący ich przyszłość. W odpowiedzi na zmiany przeprowadzają więc transformację polegającą na wielowymiarowych przekształceniach organizacyjnych i procesowych, związanych z zastosowaniem technologii cyfrowych (Poszytek, Lis, Jęfmański, Fila, Jeżowski, Kotelska, 2024: 19). Warto jednak zauważyć, że transformacja cyfrowa i Przemysł 4.0, mimo silnych powiązań, nie są tożsamymi pojęciami. Chociaż obie koncepcje dotyczą zaawansowanej cyfryzacji i automatyzacji, to transformacja cyfrowa ma szerszy zasięg, obejmujący zmiany kulturowe, strukturalne i strategię organizacji,

podczas gdy Przemysł 4.0 koncentruje się na innowacjach technologicznych w produkcji i procesach przemysłowych (Culot, Nassimbeni, Orzes, Sartor, 2020).

W myśl założeń Przemysłu 4.0 optymalizacja procesów biznesowych bazuje na cyfryzacji, automatyzacji i robotyzacji, które umożliwiają kompleksową analizę danych w czasie rzeczywistym. Inteligentne technologie pozwalają zwiększyć efektywność organizacji, redukując marnotrawstwo zasobów, minimalizując czas przestojów oraz poprawiając jakość produktów dostosowanych do oczekiwań klientów (Schmidt, Möhring, Härting, Reichstein, Neumaier, Jozinovi, 2015: 16–27; Bitkom, 2016). Dynamiczny rozwój technologii, takich jak sztuczna inteligencja, big data, internet rzeczy czy blockchain, nieodwracalnie zmienia sposób funkcjonowania organizacji oraz strukturę rynku pracy. To zaś otwiera nowe możliwości, zwłaszcza przed przedstawicielami pokolenia Z, urodzonymi po 1995 r., którzy wychowali się w dobie cyfryzacji. Pokolenie Z nie tylko naturalnie korzysta z nowych technologii, lecz także kształtuje trendy ich przyszłego zastosowania (Żarczyńska-Dobiesz, Chomątowska, 2014: 407; Muster, 2020: 135).

Celem niniejszego artykułu jest określenie, jak przedstawiciele pokolenia Z postrzegają technologie Przemysłu 4.0 oraz ich zastosowanie w polskich organizacjach. Obszar ten nie został dotychczas wystarczająco przebadany i stanowi istotną lukę badawczą. W pracy podjęto próbę odpowiedzi na następujące pytania badawcze: **które technologie przyszłości przedstawiciele pokolenia Z uznają za najbardziej istotne dla rozwoju organizacji; jak przedstawiciele pokolenia Z postrzegają poziom wdrożenia tych technologii?** Dodatkowo zweryfikowano hipotezę zakładającą występowanie istotnych różnic w postrzeganiu technologii Przemysłu 4.0 pomiędzy kobietami a mężczyznami należącymi do tego pokolenia. W celu realizacji założeń badawczych dokonano przeglądu literatury, przeprowadzono badanie ankietowe oraz zastosowano wybrane narzędzia statystyczne. Wyniki tych badań są przydatne zarówno dla praktyków biznesu oraz edukacji, jak i dla polityki publicznej.

Należy zaznaczyć, że niniejszy artykuł ma charakter eksploracyjny i stanowi próbę wstępnego rozpoznania zjawiska w obrębie wybranej grupy respondentów – osób z pokolenia Z, związanych z kierunkami ekonomicznymi na polskich uczelniach wyższych. Ze względu na celowy i niewarstwowy dobór próby wyniki badania nie są reprezentatywne i nie powinny być uogólniane na całe pokolenie Z. Celem analizy jest zidentyfikowanie kierunków i tendencji, które mogą stać się punktem wyjścia do dalszych, bardziej pogłębionych badań o szerszym zasięgu.

NOWE TECHNOLOGIE – PRZEGLĄD LITERATURY

Rzeczywisty rozwój technologii stanowiących fundament Przemysłu 4.0 przyczynia się do zmian w strukturze gospodarki i sposobie zarządzania organizacjami. Kluczowe przemiany obejmują cyfryzację, robotyzację, automatyzację procesów, wykorzystanie sztucznej inteligencji oraz analizę dużych zbiorów danych (Lee, 2013; Kowalczyk, 2017). Robotyzacja i automatyzacja rewolucjonizują przemysł, logistykę i usługi, umożliwiając przeprowadzenie skomplikowanych operacji oraz optymalizację systemów (Pauluk, 2020). W ramach Przemysłu 4.0 procesy biznesowe są integrowane z nowoczesnymi technologiami, co sprzyja tworzeniu inteligentnych organizacji. Internet rzeczy (IoT) umożliwia monitorowanie maszyn i procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym, co pozwala na szybsze reagowanie i lepszą kontrolę jakości (Lipski, 2015; Cséfalvay, 2020). Mimo

dynamicznego rozwoju w Polsce jedynie 15% firm jest w pełni zautomatyzowanych, a 76% korzysta z automatyzacji częściowo (Jędrzejczyk, 2020).

Sztuczna inteligencja, chmura obliczeniowa, rzeczywistość rozszerzona, rzeczywistość wirtualna, cyberbezpieczeństwo, komputery kwantowe oraz technologie zielone są obecnie kluczowymi elementami transformacji biznesu (Nowakowska, 2023). Firmy muszą dostosowywać swoje strategie, inwestować w kompetencje cyfrowe i ponosić nakłady na nowoczesny sprzęt, co stanowi wyzwanie zwłaszcza dla sektora MŚP (Glas, Kleemann, 2016). Wdrożenie koncepcji Przemysłu 4.0 wymaga nie tylko identyfikacji kluczowych obszarów rozwoju (Łobaziewicz, 2019), lecz także integracji nowych rozwiązań z istniejącymi systemami IT, co często prowadzi do zakłóceń w zarządzaniu danymi. Spójna infrastruktura danych jest niezbędna do skutecznego wdrożenia technologii (Bitkom, 2016; Kowalczyk, 2017). Wysoka jakość sprzętu wpływa na niezawodność procesów, zwłaszcza produkcyjnych (Jasica, Heinrich, 2012). Z raportu Deloitte (2023) wynika, że brak funduszy i niska stopa zwrotu z inwestycji to główne bariery cyfrowej transformacji. Postępująca cyfryzacja zwiększa ryzyko cyberataków. Cyberbezpieczeństwo, obejmujące ochronę systemów przed zagrożeniami, jest niezbędne dla stabilności organizacji (Enke, 2018; Moczydłowska, 2023). Unia Europejska wspiera rozwój tej dziedziny poprzez regulacje, jednak kluczowe pozostają działania wewnętrzne, takie jak edukacja pracowników i wdrażanie dobrych praktyk.

Wdrażanie Przemysłu 4.0 wymaga również nowego podejścia do zarządzania kapitałem ludzkim i klientami. Kluczowe znaczenie mają tu kompetencje miękkie oraz odpowiednia kultura organizacyjna, wspierająca adaptację do zmian (Ślusarczyk, 2019). Bariery implementacyjne to biurokracja, niewystarczające zaangażowanie pracowników oraz niekorzystne przepisy prawne (Ślusarczyk, 2019). Efektywne wykorzystanie nowych technologii wymaga wsparcia w rozwijaniu kompetencji cyfrowych (Zdun, 2023) – zwłaszcza w zakresie analityki danych i technologii IoT, których brak może znacznie utrudniać wdrożenie innowacji (Stor, Domaradzka, 2020). Istotne jest opracowanie strategii cyfrowych (Płuciński, Mularczyk, 2016), które umożliwią optymalne zarządzanie zasobami (Woliński, 2016). Chmura obliczeniowa zapewnia elastyczny dostęp do zasobów i skalowalność usług, co czyni ją nieodzownym elementem Przemysłu 4.0 (Pawlak, 2007; Moczydłowska, 2023).

Duże znaczenie przypisuje się sztucznej inteligencji, która odgrywa istotną rolę w wielu branżach, wspierając automatyzację, poprawiając wydajność i wspomagając podejmowane decyzje. Sztuczna inteligencja umożliwia tworzenie inteligentnych maszyn i systemów (Warszycki, 2019), które się uczą, adaptują i analizują ogromne zbiory danych (Moczydłowska, 2023). Stosowana jest m.in. w diagnostyce maszyn i automatyzacji procesów, co przekłada się na wzrost efektywności i redukcję błędów (Michalski, Drożyner, 2004; Walicka, Czemieli-Grzybowska, 2023). Technologie VR i AR rewolucjonizują sposób interakcji z otoczeniem – VR pozwala na pełne zanurzenie w środowisku wirtualnym, a AR wzbogaca rzeczywistość o cyfrowe dane (Berbeka, 2016; Witmer, Singer, 1998). Komputery kwantowe wykorzystujące kubity oferują nowe możliwości w zakresie przetwarzania danych i rozwiązywania problemów, przede wszystkim w kryptografii i optymalizacji (Mielczarek, 2019).

W kontekście Przemysłu 4.0 szczególnie ważne są kompetencje związane z zarządzaniem systemami IoT. Konkurencyjność zależy od zdolności pozyskiwania, przetwarzania i interpretacji danych, co przekłada się na racjonalność decyzji (Soldaty, 2017). Big data umożliwia identyfikowanie trendów, awarii maszyn oraz optymalizację procesów,

a także ma zastosowanie w analizie danych z mediów społecznościowych czy urządzeń IoT. Charakteryzuje się różnorodnością (*variety*), wiarygodnością (*veracity*), jakością i integralnością (Racka, 2016). Pozwala na podejmowanie decyzji opartych na danych i optymalizację procesów biznesowych. Z kolei blockchain rewolucjonizuje sposób przechowywania danych i realizacji transakcji, oferując zdecentralizowane i transparentne rozwiązania (Pietrewicz, 2018; Całek, 2021). Coraz większe znaczenie zyskuje też blockchain, m.in. w energetyce opartej na OZE (Juszczak, Shahzad, 2022).

Współcześnie duże znaczenie mają również technologie zielone, takie jak panele fotowoltaiczne, turbiny wiatrowe i pojazdy elektryczne, które wspierają zrównoważony rozwój i walkę ze zmianami klimatycznymi (Ramdhani i in., 2017; Zakrzewska, 2019). Wspomagają one także transformację energetyczną i redukcję emisji CO₂, tworząc jednocześnie nowe miejsca pracy w sektorach ekologicznych.

Technologie przyszłości redefiniują strukturę wielu branż i odpowiadają na potrzeby pokolenia Z. Osoby urodzone po 1995–1998 r. (Grabiwoda, 2019; Tapscott, 2008) są zaznajomione z nowoczesnymi technologiami, które kształtują ich oczekiwania wobec pracy i środowiska zawodowego (Żarczyńska-Dobiesz, Chomątowska, 2014). Przemysł 4.0 wymaga od nich nowych kompetencji. Pomimo szerokiego opisu trendów technologicznych i ich wpływu na gospodarkę oraz organizacje w literaturze przedmiotu brakuje pogłębionych badań dotyczących odbioru tych zmian przez pokolenie Z – szczególnie w kontekście istotności technologii dla rozwoju organizacji. Obecnie analizy skupiają się na aspektach technologicznych i organizacyjnych, pomijając perspektywę generacyjną. Niniejsze badanie ma na celu wypełnienie tej luki poprzez identyfikację i zrozumienie postaw pokolenia Z wobec innowacyjnych rozwiązań w środowisku pracy, co może stanowić istotny wkład zarówno w teorię zarządzania, jak i w praktykę HR w erze cyfrowej.

CHARAKTERYSTYKA PRZEDSTAWICIELI POKOLENIA Z

Interesujące jest postrzeganie nowych technologii przez przedstawicieli pokolenia Z, którzy aktualnie wchodzą na rynek pracy. Przyjmuje się, że są to osoby urodzone po 1995 r. (Grabiwoda, 2019: 51; Messyasz, 2021; Czerwińska, Bojar, 2021; Tomaszuk, Wasiluk, 2023: 84) lub 1998 r. (Tapscott, 2008: 16). Stanowią one pierwszą generację, która w pełni dorastała w erze internetu, technologii mobilnych oraz mediów społecznościowych. Ich codzienne życie i sposób postrzegania rzeczywistości są nierozdzielnie związane z nowoczesnymi technologiami, które odgrywają kluczową rolę w ich życiu nie tylko osobistym, lecz także zawodowym (Żarczyńska-Dobiesz, Chomątowska, 2014: 407; Muster, 2020). Z tego względu technologie przyszłości, takie jak np. sztuczna inteligencja, automatyzacja, blockchain czy rzeczywistość rozszerzona, mają ogromne znaczenie w kontekście postrzegania przyszłości pracy przez pokolenie Z. Transformacja cyfrowa wymaga od pracowników nowych kompetencji, takich jak programowanie, analiza danych czy zarządzanie systemami IoT. Wdrożenie koncepcji Przemysłu 4.0 jest możliwe przy zmianie sposobu myślenia pracowników i liderów, co prowadzi do wzrostu efektywności działania w dynamicznym, cyfrowym środowisku (Glas, Kleemann, 2016: 55–66; Łobaziewicz, 2019: 73–74; Stor, Domaradzka, 2020: 24–39).

Z badań Kukli i Nowackiej (2019: 176–182) wynika, że pokolenie Z wyróżnia się elastycznością i mobilnością, a także umiejętnością szybkiego przyswajania nowych narzędzi cyfrowych, co pozwala im efektywnie funkcjonować na rynku pracy, postrzegając technologie jako narzędzie wspomagające codzienną pracę i kluczowy element

umożliwiający tworzenie innowacyjnych rozwiązań. W kontekście pracy zawodowej pokolenie Z preferuje elastyczność i niezależność w odniesieniu do miejsca i czasu pracy. W dobie powszechnej cyfryzacji model pracy zdalnej staje się dla nich preferowaną formą zatrudnienia. Dążą do zachowania równowagi pomiędzy życiem zawodowym a prywatnym. Umożliwiają im to m.in. aplikacje do wideokonferencji, platformy do zarządzania projektami czy programy do organizacji pracy, pozwalające na zdalne efektywne wykonywanie obowiązków. Takie rozwiązania sprzyjają rozwojowi kreatywności i zaangażowania pracowników, mogących samodzielnie dostosowywać swój plan dnia do indywidualnych potrzeb (Świerkosz-Hołyś, 2016: 120–127). Elastyczność w pracy zawodowej jest jednym z kluczowych oczekiwań pokolenia Z, które ma wyraźne preferencje dotyczące realizacji pracy w sposób zdalny (Stankiewicz-Mróz, 2020: 53).

Pokolenie Z to także generacja, która chętnie inwestuje w rozwój swoich kompetencji, korzystając z bogatej oferty kursów online, webinarów czy platform edukacyjnych, co jest niezwykle ważne w zmieniającym się środowisku pracy. W ten sposób młodzi ludzie poszerzają swoją wiedzę w zakresie programowania, projektowania czy analizy danych (Całek, 2021: 45–50). Takie podejście sprawia, że pokolenie Z jest znacznie lepiej przygotowane do dynamicznych zmian na rynku pracy (np. w obliczu automatyzacji, rozwoju sztucznej inteligencji). Zastosowanie technologii sprzyja rozwojowi kreatywności i innowacyjnych rozwiązań zmieniających oblicze wielu branż. Skutkuje to tworzeniem nowych modeli biznesowych oraz zakładaniem start-upów rozwijających innowacyjne produkty, takie jak aplikacje mobilne, usługi w chmurze czy rozwiązania bazujące na sztucznej inteligencji. Ma to ogromny potencjał dalszego rozwoju, szczególnie w kontekście globalizacji rynków i coraz szybszego rozwoju technologii (Świerkosz-Hołyś, 2016: 439–447; Kukla, Nowacka, 2019: 176–182). Oznacza to, iż przedstawiciele pokolenia Z aktywnie poszukują nowych rozwiązań, nisz rynkowych, w których technologie charakterystyczne dla Przemysłu 4.0 mogą mieć istotne znaczenie (Świerkosz-Hołyś, 2016: 439–447).

METODA BADAWCZA I UZYSKANE WYNIKI

W celu zrozumienia oczekiwań, potrzeb i preferencji przedstawicieli pokolenia Z w stosunku do nowych technologii przeprowadzono badanie ankietowe z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankiety. Narzędzie badawcze zostało opracowane na podstawie przeglądu literatury przedmiotu oraz wstępnych wywiadów pilotażowych z osobami z pokolenia Z, co pozwoliło na sformułowanie pytań odzwierciedlających realne doświadczenia i postawy młodych osób wobec technologii Przemysłu 4.0. Kwestionariusz składał się z trzech części: metryczki, pytań zamkniętych jednokrotnego i wielokrotnego wyboru dotyczących preferencji technologicznych oraz samooceny poziomu wykorzystania technologii w organizacjach, z którymi respondenci mają kontakt. Dodatkowo zastosowano skalę Likerta do oceny postrzegania wybranych technologii przez badanych, co umożliwiło analizę rozkładu opinii i przeprowadzenie testów statystycznych.

Badanie zostało przeprowadzone online między październikiem a grudniem 2024 r. Wzięło w nim udział 258 osób, wyłonionych za pomocą doboru celowego. Kryteriami włączenia były przynależność do pokolenia Z (osoby urodzone po 1995 r.) oraz status studenta lub absolwenta kierunków ekonomicznych uczelni wyższych w Polsce. Respondenci zostali zrekrutowani za pośrednictwem wewnętrznych kanałów komunikacji uczelni oraz mediów społecznościowych, w tym grup studenckich i absolwenckich. Dobór

próby miał charakter celowy i niewarstwowy, co wiąże się z ograniczeniami w zakresie możliwości generalizacji wyników na całą populację pokolenia Z – zwłaszcza wobec młodych osób spoza środowiska akademickiego. Wyniki należy więc interpretować w kontekście specyfiki próby reprezentującej wykształconą część młodego pokolenia, związaną z edukacją ekonomiczną i aktywnością zawodową. W przyszłości zasadne byłoby rozszerzenie badania o studentów z innych ośrodków akademickich oraz o osoby nieaktywne edukacyjnie lub zawodowo.

W badaniu zastosowano test U Manna-Whitneya w celu określenia, czy istnieją statystycznie istotne różnice w odpowiedziach między kobietami i mężczyznami. Test ten polega na rangowaniu wartości zmiennej zależnej i porównaniu sum rang między dwiema grupami. Obliczona wartość p pozwala określić istotność różnic na poziomie $p < 0,05$.

Struktura próby była następująca: 151 mężczyzn (58,5%), 105 kobiet (40,7%), dwie osoby nie zadeklarowały płci (0,8%). Pod względem aktywności edukacyjno-zawodowej 95 osób stanowili studenci (36,8%), 159 osób łączyło naukę z pracą (61,6%), a cztery osoby były wyłącznie aktywne zawodowo (1,6%). Z uwagi na niewielką liczebność tej ostatniej grupy została ona połączona z kategorią „pracujących i studiujących”, co umożliwiło uzyskanie bardziej stabilnych wyników statystycznych.

Pomimo wskazanych ograniczeń zastosowane podejście badawcze dostarcza wartościowych informacji na temat postrzegania technologii przez młode osoby związane z gospodarką i edukacją ekonomiczną, co stanowi punkt wyjścia do dalszych, bardziej zróżnicowanych analiz.

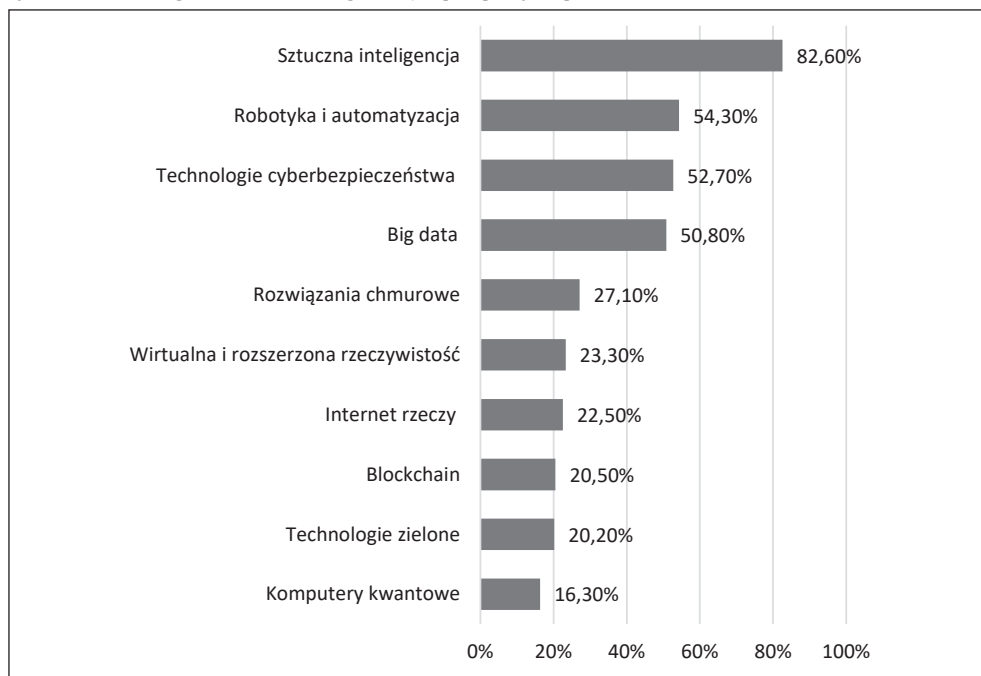
Ankietowanych poproszono o określenie poziomu umiejętności w zakresie obsługi nowych technologii (np. sztuczna inteligencja, internet rzeczy) oraz znajomości narzędzi cyfrowych (narzędzia do analizy danych). Z uzyskanych informacji wynika, że najwięcej respondentów oceniło swoje kompetencje technologiczne na poziomie średnim (110 osób, co stanowi 42,6% ankietowanych). Oznacza to, że dla większości ankietowanych przedstawicieli pokolenia Z umiejętności cyfrowe i technologiczne są wciąż w fazie rozwoju, ale nie stanowią one jeszcze obszaru specjalistycznego. To może sugerować, że chociaż osoby te są dobrze zaznajomione z podstawowymi narzędziami cyfrowymi i nowymi technologiami, wciąż dostrzegają potrzebę dalszego pogłębiania swoich kompetencji. Wskazuje to, że znaczna część przedstawicieli pokolenia Z znajduje się na etapie budowania zaawansowanych kompetencji, jednak jeszcze nie postrzegają siebie jako ekspertów. Osoby te mogą reprezentować kategorię „wczesnych większościowych użytkowników” (*early majority*) w ujęciu teorii dyfuzji innowacji Everetta Rogersa – skłonnych do adaptacji technologii, ale potrzebujących potwierdzenia ich skuteczności i użyteczności (Mbatha, 2024).

Kolejną istotną grupę stanowią osoby, które oceniły swoje kompetencje jako wysokie (103 osoby, 39,9%). Taka odpowiedź świadczy o tym, że część pokolenia Z ma solidne umiejętności technologiczne, które pozwalają im skutecznie poruszać się w dynamicznie zmieniającym się środowisku cyfrowym. Jest to pozytywny wynik, zwłaszcza w kontekście rosnącego znaczenia umiejętności cyfrowych na rynku pracy, gdzie technologie odgrywają kluczową rolę. Zdecydowanie mniejszą grupę stanowią osoby, które oceniły swoje kompetencje jako bardzo wysokie (23 osoby, 8,9%). To wskazuje na niewielką, ale wyspecjalizowaną grupę osób, które mogą mieć zaawansowane umiejętności w zakresie nowych technologii. Może to sugerować, że wśród przedstawicieli pokolenia Z są osoby chcące być specjalistami w tym obszarze. Ważne, aby organizacje, w których pracują te osoby, zapewniły im odpowiednie warunki do dalszego rozwoju oraz umożliwiły

im rozwój ich potencjału technologicznego. Osoby które oceniły swoje kompetencje jako eksperckie (7 osób, 2,7%), mogą być potencjalnymi liderami w obszarze nowych technologii, którzy mogą pełnić funkcję trenerów lub mentorów w organizacjach. Ich doświadczenie i zaawansowana wiedza mogą stanowić istotną wartość dla organizacji, szczególnie w kontekście transformacji cyfrowej. Jedynie 5,8% badanych określiło swoje kompetencje jako niskie, co może wskazywać na pewną grupę, która ma trudności w adaptacji do nowych technologii. Świadczy to być może o braku odpowiednich szkoleń, o braku zasobów edukacyjnych lub po prostu o mniej intensywnym zainteresowaniu technologiami. Grupa ta może odpowiadać kategorii „późnej większości” lub nawet „maruderów” według Rogersa – osób opornych na zmiany technologiczne, osób potrzebujących dodatkowego wsparcia (szkoleń, mentoringu) w celu efektywnego korzystania z narzędzi cyfrowych (Mbatha, 2024).

W kontekście przyszłości pracy zawodowej technologie mogą odgrywać kluczową rolę. Podczas badania ankietowani mogli wybrać maksymalnie pięć technologii, które ich zdaniem są kluczowe dla organizacji. Wyniki badania zaprezentowano na rycinie 1.

Rycina 1. Technologie kluczowe dla organizacji – perspektywa pokolenia Z



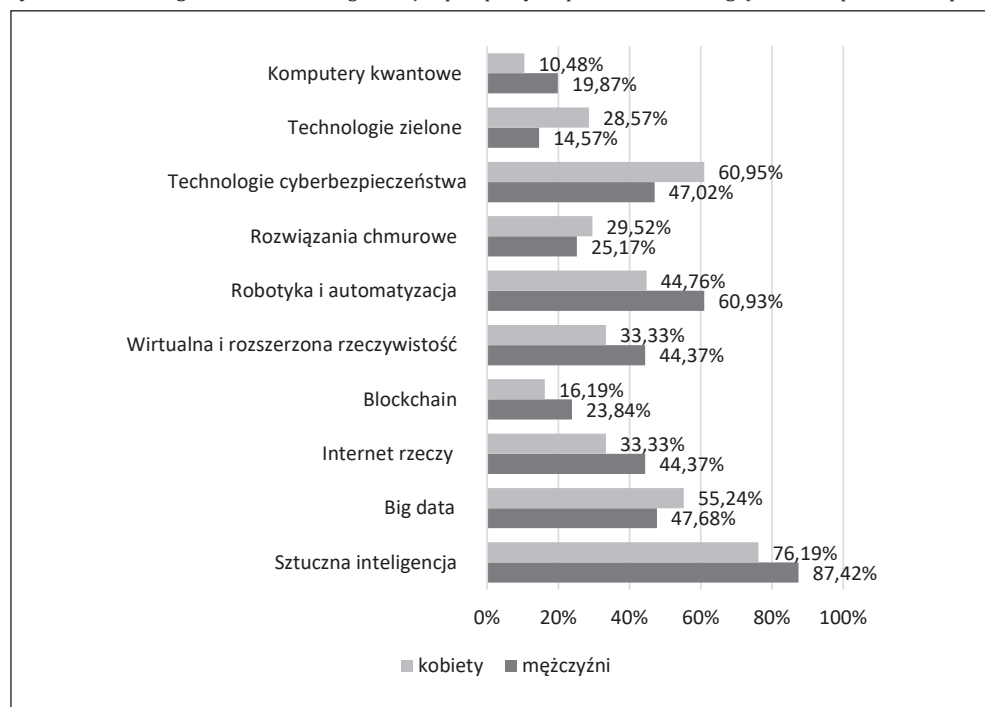
Źródło: opracowanie własne na podstawie badania ankietowego

Z danych wynika, że sztuczna inteligencja (82,6%) została uznana za najistotniejszą technologię w kontekście zastosowania w organizacji. Jest to trend, który odzwierciedla rosnącą rolę sztucznej inteligencji w automatyzacji procesów, analizie danych oraz podejmowaniu decyzji w różnych branżach. Kolejnymi technologiami, które zostały uznane za ważne, są technologie cyberbezpieczeństwa (52,7%) oraz robotyka i automatyzacja (54,3%), co może wskazywać na rosnące znaczenie ochrony danych oraz automatyzacji i robotyzacji procesów biznesowych.

Warto zauważyć, że technologie takie jak big data (50,8%) i rozwiązania chmurowe (27,1%) także cieszą się dużym zainteresowaniem. Oznacza to, że w przyszłości dostęp do dużych zbiorów danych oraz ich analiza staną się kluczowe w wielu branżach. Jednocześnie komputery kwantowe (16,3%) i technologie zielone (20,2%) zostały wskazane jako mniej istotne, co może wynikać z ich ograniczonego zastosowania w wielu branżach.

Na rycinie 2 przedstawiono, jak technologie kluczowe dla organizacji postrzegają kobiety i mężczyźni.

Rycina 2. Technologie kluczowe dla organizacji – perspektywa pokolenia Z z uwzględnieniem podziału na płeć



Źródło: opracowanie własne na podstawie badania ankietowego

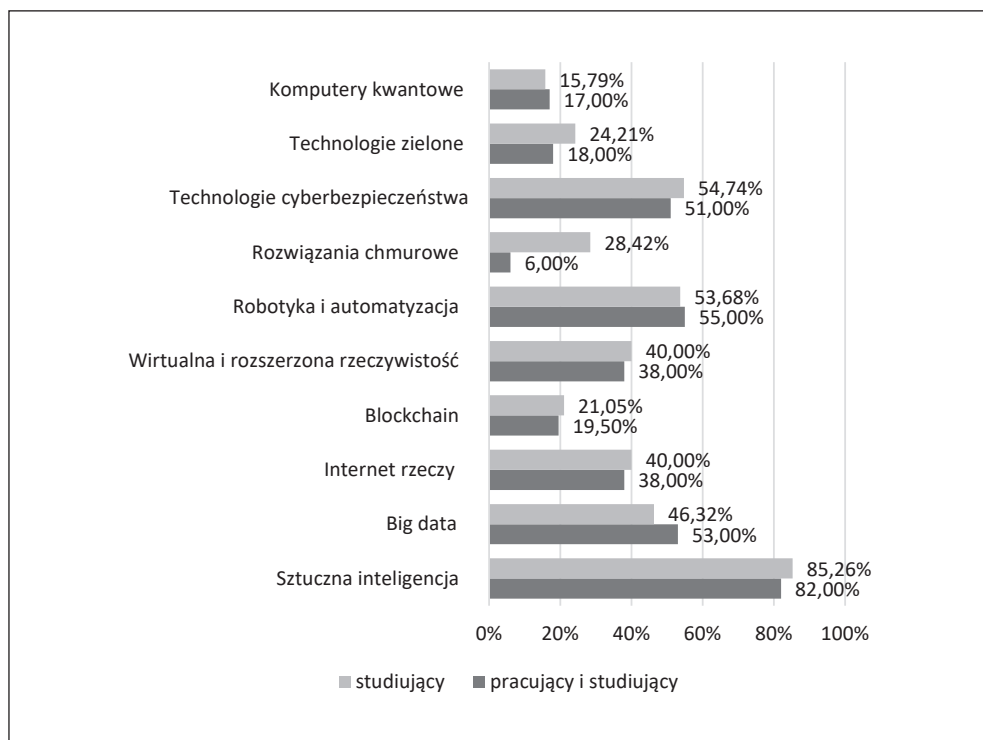
W kontekście przedstawionych wyników można zauważyć różnice w postrzeganiu kluczowych technologii przez kobiety i mężczyzn. Mężczyźni wyraźnie wskazali sztuczną inteligencję (87,42%) jako najważniejszą technologię – zatem ich zdaniem sztuczna inteligencja będzie miała kluczowy wpływ na przyszłość organizacji. Mimo to zainteresowanie sztuczną inteligencją wśród kobiet jest również wysokie (76,19%). Z kolei kobiety bardziej doceniają znaczenie technologii cyberbezpieczeństwa (60,95%), co może świadczyć o większym nacisku na ochronę danych i prywatności w kontekście pracy zawodowej. Ta tendencja wynika być może z rosnącego znaczenia ochrony informacji w organizacjach, szczególnie w erze cyfryzacji i zwiększających się zagrożeń związanych z cyberprzestępczością.

Interesującą tendencję stanowi większe zainteresowanie kobiet technologiami zielonymi (28,57%) oraz rozwiązaniami chmurowymi (29,52%). Może to sugerować, że kobiety częściej postrzegają przyszłość organizacji przez pryzmat zrównoważonego rozwoju i innowacji, które wspierają bardziej ekologiczne i elastyczne modele pracy.

Mężczyźni, choć także wskazują na technologie chmurowe (25,17%), są bardziej skoncentrowani na rozwiązaniach technologicznych, które odpowiadają na potrzeby związane z automatyzacją i cyfryzacją procesów (np. sztuczna inteligencja, robotyka).

W kontekście innych technologii, takich jak big data, internet rzeczy czy blockchain, zauważalna jest przewaga mężczyzn w wyborach dotyczących technologii o charakterze bardziej zaawansowanym i technologicznym – blockchain (mężczyźni: 23,84%, kobiety: 16,19%) i internet rzeczy (mężczyźni: 44,37%, kobiety: 33,33%). Bardzo ciekawe wydaje się porównanie postrzegania badanych technologii przez osoby studiujące i osoby pracujące (rycina 3). Analizując wyniki, można dostrzec kilka różnic między tymi grupami.

Rycina 3. Technologie kluczowe dla organizacji – perspektywa pokolenia Z z uwzględnieniem aktywności zawodowej



Źródło: opracowanie własne na podstawie badania ankietowego

Najczęściej wskazywaną technologią w obu grupach jest sztuczna inteligencja, którą za kluczową uznało 82% osób pracujących i studiujących oraz 85,26% studentów. Świadczy to o powszechnej akceptacji sztucznej inteligencji jako technologii, która będzie miała istotny wpływ na przyszły rynek pracy. Dużym zainteresowaniem cieszy się również robotyka i automatyzacja (55% wśród pracujących i studiujących oraz 53,68% wśród studentów) – pokazuje to dużą świadomość potrzeby automatyzacji procesów w różnych sektorach.

Big data była częściej wskazywana przez osoby pracujące i studiujące (53%) niż przez studentów (46,32%), co może wynikać z ich większej styczności z analizą danych w środowisku zawodowym. Podobna tendencja dotyczy technologii cyberbezpieczeństwa – 51%

pracujących i studiujących uznaje je za kluczowe w porównaniu z 54,74% studentów. Zatem świadomość zagrożeń cyfrowych jest wysoka w obu grupach.

Interesującym zjawiskiem jest zdecydowanie więcej wskazań na technologie chmurowe wśród studentów (28,42%) niż w grupie osób pracujących i studiujących (6%). Może to świadczyć o większej popularności rozwiązań chmurowych w środowisku akademickim niż we współczesnym biznesie. Również technologie zielone cieszą się większym zainteresowaniem wśród studentów (24,21%) niż wśród osób łączących naukę z pracą (18%), co może dowodzić rosnącej świadomości ekologicznej wśród młodszych pokoleń.

Internet rzeczy oraz wirtualna i rozszerzona rzeczywistość są wskazywane na podobnym poziomie w obu grupach (ok. 38–40%), co sugeruje, że te technologie są postrzegane jako przyszłościowe. Natomiast blockchain oraz komputery kwantowe nie cieszą się dużym uznaniem, co może wiązać się z ich stosunkowo wczesnym etapem rozwoju.

W tabeli 1 przedstawiono informacje na temat stopnia wykorzystania różnych technologii w polskich organizacjach. Ankietowani korzystali ze skali 1–5, gdzie 1 oznaczało, że technologie nie są wykorzystywane, 2 – że raczej nie są wykorzystywane, 3 – że są wykorzystywane w znikomym stopniu, 4 – że raczej są wykorzystywane, 5 – że są bardzo szeroko wykorzystywane.

Tabela 1. Zastosowanie technologii w polskich organizacjach – perspektywa pokolenia Z

Wyszczególnienie	Średnia arytmetyczna			Współczynnik zmienności			Test U Manna-Whitneya $p < 0,05$
	W	M	K	W	M	K	
Technologie cyberbezpieczeństwa	4,22	4,12	4,37	19,01%	19,81%	17,50%	0,008821943
Robotyka i automatyzacja	4,14	4,16	4,11	20,12%	19,45%	21,17%	0,770410327
Rozwiązania chmurowe	4,09	3,93	4,30	20,45%	22,29%	16,81%	0,000649043
Big data	3,94	3,81	4,13	19,93%	21,81%	16,18%	0,001790733
Sztuczna inteligencja	3,89	3,77	4,09	25,43%	27,65%	21,60%	0,020010975
Technologie zielone	3,60	3,44	3,82	26,26%	26,54%	24,96%	0,000609779
Internet rzeczy	3,59	3,49	3,75	23,88%	25,81%	20,61%	0,011604878
Blockchain	3,37	3,23	3,56	28,05%	31,66%	21,75%	0,009180005
Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość	3,14	2,89	3,47	34,59%	37,25%	28,66%	2,43285E-05
Komputery kwantowe	2,82	2,72	2,96	43,17%	46,70%	38,20%	0,072414763

K – kobiety, M – mężczyźni, W – wszyscy

Źródło: opracowanie własne na podstawie badania ankietowego

W opinii respondentów technologie cyberbezpieczeństwa są uznane za najpowszechniej wykorzystywane (średnia 4,22). Badani uważają więc, iż współczesne organizacje traktują bezpieczeństwo cyfrowe jako kluczowy element swojej działalności. Równocześnie analiza współczynnika zmienności wskazuje, że stosowanie tych rozwiązań jest stosunkowo jednolite, zarówno wśród kobiet (17,50%), jak i wśród mężczyzn (19,81%). Statystyczna różnica pomiędzy ocenami kobiet i mężczyzn ($p = 0,0088$) sugeruje jednak, że kobiety mogą postrzegać technologie cyberbezpieczeństwa jako szerzej stosowane w organizacjach.

Wysoko oceniono również rozwiązania chmurowe (średnia 4,09), które oferują organizacjom większą elastyczność w zarządzaniu zasobami informatycznymi, skalowalność oraz możliwość pracy zdalnej. Można zauważyć wyraźną różnicę w percepcji tej

technologii w zależności od płci – kobiety oceniły jej znaczenie wyżej (4,30) niż mężczyźni (3,93), co znajduje potwierdzenie w istotnym statystycznie wyniku testu U Manna-Whitneya ($p = 0,0006$). Może to oznaczać, że kobiety częściej dostrzegają zalety chmury w kontekście ułatwienia dostępu do danych oraz integracji procesów biznesowych.

Sztuczna inteligencja (średnia 3,89) także cieszy się wysokim poziomem wykorzystania w organizacjach, choć jej implementacja wciąż pozostaje w fazie dynamicznego rozwoju. Współczynnik zmienności (25,43%) wskazuje na duże zróżnicowanie w jej stosowaniu – niektóre organizacje już wdrażają zaawansowane systemy sztucznej inteligencji, inne dopiero rozważają ich zastosowanie. Istotna różnica w ocenach kobiet (4,09) i mężczyzn (3,77; $p = 0,0200$) sugeruje, że kobiety dostrzegają większy potencjał sztucznej inteligencji w organizacjach.

Big data (średnia 3,94) jest technologią o dużym potencjale, jednak, jak wskazują wyniki, w opinii respondentów jej wykorzystanie jest wciąż ograniczone. Warto zauważyć, że współczynnik zmienności dla kobiet (16,18%) jest znacznie niższy niż dla mężczyzn (21,81%), co sugeruje większą spójność ocen wśród kobiet. Różnica w ocenach ($p = 0,0018$) może więc mówić o odmiennym podejściu do niej w zależności od płci.

Technologie zielone (średnia 3,60) zyskują na znaczeniu, zwłaszcza w kontekście rosnącej świadomości ekologicznej i regulacji dotyczących zrównoważonego rozwoju. Podobnie jak w przypadku rozwiązań chmurowych i sztucznej inteligencji kobiety oceniły tę technologię wyżej (3,82) niż mężczyźni (3,44), co potwierdza statystycznie istotna różnica.

Technologie takie jak internet rzeczy (średnia 3,59) oraz blockchain (średnia 3,37) w opinii badanych są stosowane w mniejszym zakresie. Warto zauważyć, że dla blockchaina współczynnik zmienności wśród mężczyzn (31,66%) jest wyższy niż wśród kobiet (21,75%), co może świadczyć o większym zróżnicowaniu w jego postrzeganiu. Najniżej oceniono technologie związane z wirtualną i rozszerzoną rzeczywistością (średnia 3,14) i z komputerami kwantowymi (średnia 2,82).

Zróżnicowanie kompetencji cyfrowych respondentów ma istotny wpływ na sposób postrzegania i akceptacji nowych technologii. Osoby z niższymi umiejętnościami cyfrowymi mogą mieć trudności z dostrzeganiem korzyści płynących z zaawansowanych narzędzi technologicznych, co prowadzi do ich mniejszej gotowości do adaptacji i używania tych technologii. Zjawisko to znajduje potwierdzenie w modelu akceptacji technologii (TAM), który zakłada, że percepcja użyteczności oraz łatwości obsługi mają kluczowy wpływ na decyzje użytkowników o przyjęciu nowych technologii. Dla osób z niższą samooceną kompetencji cyfrowych postrzeganie technologii jako trudnych w obsłudze może skutkować obniżoną chęcią ich używania. Z kolei osoby, które oceniają swoje kompetencje cyfrowe wyżej, zwykle postrzegają technologie jako łatwiejsze do przyswojenia i bardziej użyteczne, co sprzyja ich szybszemu zaakceptowaniu (Mustafa, Garcia, 2021).

Zgodnie z modelem UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) oprócz percepcji użyteczności na adaptację technologii wpływają również czynniki takie jak presja społeczna oraz dostępność zasobów wspierających użytkowników. Presja społeczna, np. wynikająca z oczekiwań otoczenia, w tym kolegów z pracy, współstudentów czy organizacji, może być istotnym czynnikiem kształtującym decyzje o przyjęciu technologii (Dwivedi, Rana, Jeyaraj, 2019). W kontekście studentów, którzy funkcjonują w środowisku edukacyjnym, gdzie technologie, w tym rozwiązania chmurowe, są powszechnie wykorzystywane, presja społeczna związana z ich stosowaniem jest wyraźna. Taka sytuacja może prowadzić do częstszego wskazywania rozwiązań chmurowych przez

studentów w porównaniu z osobami już pracującymi, które być może mają mniejszą styczność z tymi technologiami w codziennej pracy.

Analiza korelacji pomiędzy poziomem samooceny kompetencji a wskazaniami preferowanych technologii ujawniła istotne zależności. Osoby z wyższym poziomem kompetencji cyfrowych częściej wskazywały na zaawansowane technologie, takie jak sztuczna inteligencja (preferowana przez 95% osób z bardzo wysoką lub ekspercką oceną kompetencji w porównaniu z 72% wśród osób z oceną średnią lub niską), big data i analityka danych (wyraźnie częściej wybierane przez osoby o wysokiej samoocenie). Potwierdza to hipotezę, że świadomość potencjału danych rośnie wraz z doświadczeniem. Blockchain i komputery kwantowe – choć nadal marginalne w wyborze – były częściej wskazywane przez respondentów o eksperckim poziomie, co może świadczyć o ich większej wiedzy na temat potencjału i ograniczeń tych rozwiązań. Jednocześnie osoby o niskim poziomie kompetencji chętniej wskazywały technologie typu rozwiązania chmurowe czy zielone technologie, co może wiązać się z ich częstszą obecnością w mediach oraz bardziej intuicyjnym charakterem.

DYSKUSJA

Technologie Przemysłu 4.0 otwierają nowe perspektywy dla organizacji, umożliwiając bardziej precyzyjne dostosowanie produktów do indywidualnych potrzeb klientów (Draganidis, Mentzas, 2006: 51–64). W organizacji należy dążyć do wytworzenia zamkniętego obiegu materiałów, doskonalenia jakości produktów i ograniczania częstotliwości przeróbek, defektów (Chen, Huang, 2022: 3). Promowanie zielonych technologii sprzyja ograniczeniu emisji CO₂ (Afif, 2022). Nowakowska podkreśla, że dostęp do technologii stanowi kluczowy warunek skutecznego funkcjonowania organizacji, warunkując np. skrócenie czasu realizacji operacji oraz zwiększenie ich precyzji, co w efekcie prowadzi do wzrostu ich konkurencyjności (Nowakowska, 2023: 63–74). Należy mieć jednak na uwadze, że rozwój cyfryzacji procesów biznesowych niesie ze sobą wzrost ryzyka ataków cybernetycznych, co wymaga stałej identyfikacji luk w zabezpieczeniach systemów informatycznych. Zmieniające się przepisy prawa narzucają konieczność ich bieżącego monitorowania oraz dostosowywania do nowych wymagań, aby zapewnić pełną zgodność z obowiązującymi regulacjami (Małagocka, Bieda, 2023: 120–129).

Wyniki przeprowadzonego badania ankietowego pozwalają na konfrontację opinii badanych przedstawicieli pokolenia Z z innymi dostępnymi analizami dotyczącymi wdrażania i znajomości technologii Przemysłu 4.0 w Polsce. Zebrane dane pokazują, że dominującą grupę badanych stanowią osoby oceniające swoje umiejętności technologiczne na poziomie średnim (42,6%), a niemal 40% uważa, że są one wysokie. Oznacza to, że większość respondentów dostrzega swoją biegłość w zakresie nowych technologii, ale jednocześnie widzi obszary wymagające dalszego rozwoju. Jest to wynik zgodny z wnioskami Raportu APA Group, który wskazuje na wzrost poziomu wiedzy na temat Przemysłu 4.0 – ponad połowa respondentów z firm produkcyjnych deklaruowała dobre rozeznanie w tym obszarze (APA Group, 2024). Widać więc, że wśród osób związanych z przemysłem następuje stopniowe zwiększanie kompetencji cyfrowych. Warto zwrócić uwagę na to, że jedynie 2,7% badanych określiło swoje kompetencje jako eksperckie, co może wskazywać na niewielką, ale istotną grupę specjalistów w zakresie nowych technologii. Podobną tendencję odnotowali Kwiatkowski, Gwosdz i Baron (2024), którzy

zauważyli, że choć większość firm wdraża rozwiązania Przemysłu 4.0, to często brakuje specjalistów zdolnych do pełnego wykorzystania tych technologii.

Sztuczna inteligencja została uznana przez 82,6% respondentów za kluczową technologię w organizacjach, co potwierdza ogólnosiwiatowy trend rosnącego znaczenia sztucznej inteligencji w automatyzacji procesów, analizie danych oraz wspieraniu decyzji biznesowych. To spostrzeżenie znajduje odzwierciedlenie w Siemens Digi Index 2024, w którym wskazano, że firmy inwestują coraz większe środki w cyfryzację, co obejmuje również rozwój sztucznej inteligencji i zaawansowanej analityki (Siemens, 2024). Dodatkowo raport *Polska edukacja w cieniu AI* wskazuje, że blisko co trzeci przedstawiciel świata biznesu deklaruje wdrażanie rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji w swoich organizacjach (Bączyk-Lesiuk, Patkowski, Zieliński, 2024). W przeprowadzonym przez nas badaniu sztuczna inteligencja i rozwiązania chmurowe cieszą się umiarkowanym poziomem wdrożenia (średnia 3,89 i 3,68). Jednak wyniki badania Siemens Digi Index 2024 wskazują, że firmy w Polsce przeznaczają coraz większe środki na cyfryzację, co oznacza, że można spodziewać się dalszego wzrostu wykorzystania sztucznej inteligencji i rozwiązań chmurowych (Siemens, 2024).

Cyberbezpieczeństwo oraz robotyka i automatyzacja zostały wskazane jako istotne technologie odpowiednio przez 52,7% i 54,3% badanych. Jest to zgodne z wynikami badania Kwiatkowskiego, Gwosdza i Barona (Kwiatkowski, Gwosdz, Baron, 2024), w którym 56,7% przedsiębiorstw zadeklarowało wykorzystanie technologii z zakresu cyberbezpieczeństwa, a 44,6% – z zaawansowanej technologii produkcji. Zdaniem respondentów technologie cyberbezpieczeństwa są najczęściej stosowane w polskich przedsiębiorstwach (średnia 4,22), co jest spójne z danymi Kwiatkowskiego, Gwosdza i Barona (2024), w których cyberbezpieczeństwo znalazło się na szczycie listy najczęściej wdrażanych technologii (56,7%). Pokazuje to, że zarówno przyszli pracownicy, jak i obecni przedsiębiorcy rozumieją znaczenie tych technologii w kontekście przyszłej pracy i rozwoju firm. W krajach takich jak Korea Południowa, Singapur czy Japonia intensywne wdrażanie robotów przemysłowych przyczyniło się do znacznego wzrostu efektywności produkcji. W Polsce sytuacja wygląda inaczej – wdrożenie Przemysłu 4.0 jest wciąż na początkowym etapie, a różnice w postrzeganiu innowacji pomiędzy polskimi a niemieckimi pracownikami są wyraźne. W Niemczech liderzy częściej definiują cele pracy i stosują bardziej zaawansowane technologie, co skutkuje wyższą efektywnością funkcjonowania organizacji (Jałowiec, Wojtaszek, 2022: 1–25).

Na dalszych pozycjach znalazły się technologie takie jak big data (50,8%) i rozwiązania chmurowe (27,1%), co może świadczyć o ich postrzeganiu jako technologii wspierających. Jest to istotna różnica w stosunku do badań APA, w których big data i analityka sztucznej inteligencji zostały wskazane jako jedne z najczęściej wdrażanych rozwiązań (60%; APA Group, 2024). W badaniu Kwiatkowskiego, Gwosdza i Barona (2024) przetwarzanie w chmurze znalazło się na drugim miejscu (45%). Różnice te mogą wynikać z perspektywy respondentów. W naszym badaniu uczestniczyły osoby, które mogą postrzegać niektóre technologie jako mniej dostępne, mimo ich szerokiego zastosowania w przedsiębiorstwach.

Przemysł 4.0 to nie tylko technologia, lecz także zmiana w organizacji pracy i podejściu do zarządzania, co wymaga odpowiednich kompetencji, inwestycji i adaptacji do nowoczesnych rozwiązań. Technologie takie jak sztuczna inteligencja, internet rzeczy, robotyzacja czy analityka predykcyjna stanowią fundamenty tej transformacji, otwierając nowe możliwości zarówno dla organizacji, jak i dla rynku pracy. Badani przedstawiciele

pokolenia Z dostrzegają potencjał tych technologii i konieczność odnalezienia się w realiach Przemysłu 4.0. Inteligentne organizacje łączące maszyny, urządzenia i systemy umożliwiają zarówno komunikację między nimi, jak i autonomiczne podejmowanie decyzji (Draganidis, Mentzas, 2006: 51–64). Ponadto technologie Przemysłu 4.0 wspierają tworzenie nowych stanowisk pracy i rozwój gospodarczy.

PODSUMOWANIE

Przemysł 4.0 odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu gospodarki XXI w. Organizacje, które skutecznie zaadaptują jego założenia, mogą osiągnąć przewagę konkurencyjną, wynikającą z większej elastyczności, efektywności i zdolności do reagowania na dynamicznie zmieniające się warunki rynkowe. Jednak cyfrowa transformacja wymaga zintegrowanego podejścia, obejmującego współpracę sektorów prywatnego, publicznego i akademickiego w celu opracowania standardów, rozwijania kompetencji pracowników oraz rozwiązywania problemów społecznych. Zmiany, jakie niesie ze sobą Przemysł 4.0, całkowicie przekształcają funkcjonowanie organizacji, obejmując wszystkie aspekty ich działalności – od procesów produkcyjnych po strategię biznesowe. Jednocześnie zmiany te wiążą się z licznymi wyzwaniami, takimi jak wysokie koszty implementacji, brak odpowiednich kompetencji czy ryzyko związane z cyberbezpieczeństwem. Jednak organizacje, które potrafią skutecznie stawić czoła tym trudnościom, mają szansę nie tylko na osiągnięcie przewagi konkurencyjnej, lecz także na odegranie istotnej roli w budowie nowoczesnej i zrównoważonej gospodarki.

Respondenci wykazali dużą świadomość znaczenia technologii, w tym sztucznej inteligencji i automatyzacji, dla przyszłości rynku pracy. Badani przedstawiciele pokolenia Z dostrzegają ogromny potencjał nowych technologii w kontekście przyszłej pracy i rozwoju organizacji. Sztuczna inteligencja oraz robotyzacja i automatyzacja zostały uznane za dwie kluczowe technologie, które będą miały decydujący wpływ na przyszłość organizacji. Technologie te zwiększają efektywność operacyjną i umożliwiają organizacjom dostosowanie się do dynamicznych zmian rynkowych oraz optymalizację procesów biznesowych. Sztuczna inteligencja może być postrzegana jako narzędzie do analizy danych i podejmowania decyzji, co wspomaga innowacyjność oraz szybkie adaptowanie się do nowych wyzwań. Z kolei robotyzacja i automatyzacja mogą być uznane za kluczowe dla zwiększenia wydajności produkcji, redukcji kosztów oraz poprawy jakości produktów i usług. Dla badanych przedstawicieli pokolenia Z integracja tych technologii z codziennymi operacjami organizacyjnymi stanowi fundament przyszłego rozwoju rynku pracy oraz konkurencyjności przedsiębiorstw.

Pomimo że badani przedstawiciele pokolenia Z wykazują duże zainteresowanie nowymi technologiami, wyniki badania dowodzą potrzeby dalszego rozwoju umiejętności cyfrowych (42,6% ankietowanych oceniło swoje kompetencje technologiczne na poziomie średnim). Chociaż wielu respondentów ma podstawowe umiejętności technologiczne, ich poziom wiedzy może nie być wystarczający, aby sprostać wymaganiom nowoczesnego rynku pracy, co może stanowić barierę w przyszłej karierze zawodowej. W związku z rosnącym zagrożeniem cyberatakami oraz wzrostem liczby danych przechowywanych i przetwarzanych przez organizacje cyberbezpieczeństwo staje się jednym z najważniejszych obszarów zainteresowań pokolenia Z. Respondenci uznali je za kluczowe – w kontekście zarówno ochrony danych, jak i zapewnienia integralności i bezpieczeństwa systemów informatycznych w organizacjach. Dlatego też organizacje

powinny inwestować w rozwój specjalistów ds. cyberbezpieczeństwa, których kompetencje stają się niezbędne.

Wyniki badania przynoszą istotne konsekwencje dla uczelni, pracodawców oraz twórców polityki publicznej. W kontekście szkolnictwa wyższego widoczna jest potrzeba bardziej zróżnicowanego wsparcia w zakresie rozwijania kompetencji cyfrowych – nie tylko wśród studentów, lecz także wśród kadry dydaktycznej. Uczelnie powinny uwzględnić poziom samooceny cyfrowej studentów przy projektowaniu narzędzi edukacyjnych, tak aby ograniczać barierę wejścia i wzmacniać pozytywne postrzeganie użyteczności technologii. Rekomenduje się wdrażanie inicjatyw wspierających miękką adaptację technologii, czyli takich, które uczą obsługi i zwiększają komfort psychologiczny użytkowników. Uzyskane wyniki przypominają pracodawcom, że wdrażanie technologii w miejscu pracy powinno być ściśle powiązane z kulturą organizacyjną i systemem wsparcia – również nieformalnego. Osoby z niższą samooceną kompetencji cyfrowych mogą potrzebować nie tylko szkoleń technicznych, lecz także poczucia akceptacji i zrozumienia, że mogą uczyć się we własnym tempie. Pracodawcy, którzy uwzględniają różnice w cyfrowej dojrzałości swoich pracowników, zwiększają szansę na skuteczną transformację cyfrową. Z punktu widzenia polityki publicznej badanie wskazuje na konieczność projektowania interwencji, które zapewniają dostęp do technologii i wspierają rozwój subiektywnego poczucia kompetencji oraz sprawczości cyfrowej. Oznacza to odejście od podejścia wyłącznie infrastrukturalnego na rzecz bardziej zniuansowanej polityki cyfrowego włączenia.

Poza wartością poznawczą i praktyczną otrzymanych wyników należy wskazać istotne ograniczenia wynikające z przyjętej metodologii. Przede wszystkim zastosowany dobór celowy próby oraz rekrutacja respondentów poprzez kanały wewnętrzne uczelni wyższych i media społecznościowe ograniczają możliwość uogólnienia wyników na całą populację pokolenia Z. Próba obejmowała osoby związane z określonym środowiskiem akademickim i z kierunkami ekonomicznymi, co może wpływać na ich specyficzne podejście do technologii – bardziej pragmatyczne i zawodowo zorientowane niż w przypadku młodych ludzi z innych dziedzin nauki lub osób nieaktywnych edukacyjnie. Również samo opisowy charakter odpowiedzi rodzi ryzyko błędów poznawczych – w tym efektów społecznej aprobaty (respondenci mogli odpowiadać zgodnie z oczekiwaniami społecznymi) oraz zniekształceń wynikających z subiektywnej oceny własnych kompetencji cyfrowych. Warto także podkreślić ograniczoną reprezentatywność struktury demograficznej próby ($n = 258$).

Na podstawie otrzymanych wyników można zaplanować kolejne badania uwzględniające szerszy kontekst demograficzny oraz badania międzypokoleniowe, które porównałyby postawy i opinie osób z różnych grup wiekowych. Istotnym obszarem przyszłych badań mogłaby być również analiza długoterminowych skutków zastosowania tych technologii w organizacjach, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu na rynek pracy, kompetencje pracowników oraz strategię rozwoju przedsiębiorstw.

Literatura References

APA Group. (2024). Stan Przemysłu 4.0 w Polsce. Transformacja cyfrowa 2024. Pozyskano z: https://www.erp-view.pl/images/artykuly/Stany_Przemyslu_4.0_w_Polsce_2024.pdf [dostęp: 11.03.2025].

- Bączyk-Lesiuk, K., Patkowski, K., Zieliński, M. (2024). *Polska edukacja w cieniu AI*. Poznań: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne Oddział w Poznaniu.
- Berbeka, J. (2016). Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość a zachowania konsumentów. *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 303, 84–101.
- Bin Afif, M., Bin Afif, A., Apostoleris, H., Gandhi, K., Dadlani, A., Al Ghaferi, A., Torgersen, J., Chiesa, M. (2022). Ultra-Cheap Renewable Energy as an Enabling Technology for Deep Industrial Decarbonization via Capture and Utilization of Process CO₂ Emissions. *Energies*, 15(14).
- Bitkom. (2016). *Implementation Strategy Industrie 4.0: Report on the results of the Industrie 4.0 Platform*. Pozyskano z: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Implementation-Strategy-Industrie-40-Report-on-the-results-of-the-Industrie-40-Platform.html> (dostęp: 15.01.2025).
- Całek, A. (2021). Pokolenie Z – próba diagnozy. *Zeszyty Prasoznawcze*, 64, 1(245), 105–108.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., Ivkovic, M. (2011). Augmented Reality Technologies, Systems and Applications. *Multimedia Tools Applications*, 51, 341–377.
- Chen, K.S., Huang, M.C., Yu, C.M., Chen, H.Y. (2022). Quality-Based Supplier 2 Selection Model for Products with Multiple Quality Characteristics. *Sustainability*, 14, 3.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G., Sartor, M. (2020). Behind the definition of Industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>
- Cséfalvay, Z. (2020). Robotization in Central and Eastern Europe: catching up or dependence?. *European Planning Studies*, 1–20.
- Czerwińska, M., Bojar, E. (2021). Model akceptacji internetowych informacji zdrowotnych przez przedstawicieli pokolenia Z. Wyniki badań pilotażowych. *Przegląd Organizacji*, 4, 31–40.
- Draganidis, F., Mentzas, G. (2006). Zarządzanie oparte na kompetencjach: przegląd systemów i podejść. *Information Management & Computer Security*, 14(1), 51–64.
- Dwivedi, Y.K., Rana, N.P., Jeyaraj, A. (2019). Re-examining the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): Towards a Revised Theoretical Model. *Information Systems Frontiers*, 21, 719–734. doi: <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9774-y>
- Enke, J. (2018). Industrie 4.0 – Competencies for a modern production system. A curriculum for Learning Factories. *Procedia Manufacturing*, 23, 267–272.
- Furmanek, W. (2018). Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej. *Dydaktyka Informatyki*, 13.
- Glas, A.H., Kleemann, F.C. (2016). Wpływ Przemysłu 4.0 na zarządzanie zakupami i dostawami: analiza koncepcyjna i jakościowa. *International Journal of Business and Management Innovation*, 5(6), 55–66.
- Götz, M. (2018). Przemysł czwartej generacji (przemysł 4.0) a międzynarodowa współpraca gospodarcza. *Ekonomista*, 4, 385–403.
- Grabiwoda, B. (2019). *E-konsumenci jutra. Pokolenie Z i technologie mobilne*. Łódź: Wydawnictwo Nieoczywiste.
- Hyun, M.Y., Lee, S., Hu, C. (2009). Mobile-Mediated Virtual Experience in Tourism: Concept, Typology and Applications. *Journal of Vacation Marketing*, 15(2), 149–164.
- Jałowicz, T., Wojtaszek, H. (2022). Analysis of directional activities for Industry 4.0 in the example of Poland and Germany. *Sustainability*, 14(7), 1–25.
- Jasica, G., Heinrich, M. (2012). Kształtowanie jakości wyrobu w procesie produkcyjnym. *Problemy Eksploatacji*, 2, 79–91.
- Jędrzejczyk, W., Koncepcja przemysłu 4.0 jako źródło innowacyjnych przemian w przedsiębiorstwach przemysłowych – realia polskie. W: Z. Malara, M. Rutkowska (red.), *Innowacje w dobie technologii IT. Obszary – koncepcje – narzędzia*. Wrocław: Politechnika Wrocławska, 147–154.
- Jodkowska, L. (2011). Rozwój technologii proekologicznych jako motor postępu i rozwoju gospodarczego. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 2(20), 35–45.
- Juszczak, O., Shahzad, K. (2022). Blockchain Technology for Renewable Energy: 29 Principles, Applications and Prospects. *Energies*, 13.
- Kowalczyk, L. (2017). Cyfryzacja w procesie postępu cywilizacyjnego i jej współczesna rola w innowacyjności. *Prace Naukowe WSZIP*, 43(4), 9–46.

- Kukła, D., Nowacka, M. (2019). Charakterystyka podejścia do pracy przedstawicieli pokolenia Z – praca w systemie wartości młodych. Cz. 1. *Edukacja Ustawiczna Dorosłych*, 3, 120–130.
- Kwiatkowski, T., Gwosdz, K., Baron, M. (2024). *Cyfrowi przedsiębiorcy w Przemysle 4.0.: komunikat z badania przedsiębiorstw przemysłowych z województw dolnośląskiego, śląskiego i podkarpackiego*. Kraków: Uniwersytet Jagielloński. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej.
- Łapunińska, I., Marek-Kołodziej, K. (2017). Zarządzanie 3.0 w Przemysle 4.0. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, XVIII(10), 23–36.
- Lee, J. (2013). Industry 4.0 in Big Data Environment. *German Harting Magazine*, 8–10.
- Lee, J., Bagheri, B., Kao, H. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 1, 18–23.
- Lipski, J. (2015). Internet rzeczy w zastosowaniu do sterowania produkcją. *Innowacje W Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji*, 2, 755–766.
- Łobaziewicz, M. (2019). *Zarządzanie inteligentnym przedsiębiorstwem w dobie przemysłu 4.0*. Toruń: Dom Organizatora.
- Małagocka, K., Bieda, R., 4P Cyberbezpieczeństwa: Personalizowane ataki, Pole Bitwy, Przyszłość technologii i Prawo. W: M. Ciszewska-Mlinarič (red.), *Przyszłość jest dziś. Trendy kształtujące biznes, społeczeństwo i przywództwo*. Warszawa: Akademia Leona Koźmińskiego, 119–130.
- Mbatha, B. (2024). *Diffusion of Innovations: How Adoption of New Technology Spreads in Society*. W: D. Ocholla, O.B. Onyancha, A.O. Adesina, *Information, Knowledge, and Technology for Teaching and Research in Africa. Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services*. Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-60267-2_1
- Messyasz, K. (2021). Pokolenie Z na rynku pracy – strukturalne uwarunkowania i oczekiwania. *Acta Universitatis Lodzensis. Folia Sociologica*, 76, 97–114.
- Michalski, R., Drożyner, P. (2004), Sztuczna inteligencja w monitorowaniu stanu technicznego maszyn rolniczych. *Diagnostyka*, 30, 27–34.
- Mielczarek, J. (2019). *Technologie kwantowe a cyberbezpieczeństwo*. Pozyskano z: <https://cyberdefence24.pl/polityka-i-prawo/technologie-quantowe-a-cyberbezpieczenstwo-analiza> (dostęp: 13.12.2024).
- Moczydłowska, J.M. (2023). *Przemysł 4.0 (?)*. Ludzie i technologie. Warszawa: Difin.
- Mustafa, A.S., Garcia M.B. (2021). *Theories Integrated With Technology Acceptance Model (TAM) in Online Learning Acceptance and Continuance Intention: A Systematic Review*. 1st Conference on Online Teaching for Mobile Education (OT4ME), Alcalá de Henares, Spain, 2021, 68–72. doi: <https://doi.org/10.1109/OT4ME53559.2021.9638934>
- Muster, R. (2020). Pokolenie „Z” na współczesnym rynku pracy w opiniach pracodawców. *Humanizacja Pracy*, 1, 131–146.
- Nowakowska, P. (2023). Nowe technologie w rozwoju i zarządzaniu przedsiębiorstwem. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie*, 36, 63–74.
- Paprocki, W. (2016). Koncepcja Przemysłu 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki cyfrowej. W: J. Gajewski, W. Paprocki, J. Pieriegud, *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*. Gdańsk: Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańska Akademia Bankowa.
- Pauluk, M. (2020). Nowoczesne technologie projektowania systemów automatyki. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 4, 85–91.
- Pawlak, M. (2007). Automatyzacja procesów przemysłowych. *Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej*, 60, 11–12.
- Pietrewicz, L. (2018). Technologia i organizacja w blockchainie. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 538, 337–346.
- Płuciński, M., Mularczyk, K. (2016). Przemysł 4.0 w polskich przedsiębiorstwach produkcyjnych – szanse i zagrożenia. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, XVII, 7, II, 311–320.
- Poszytek, P., Lis, M., Jefmański, B., Fila, J., Jeżowski, M., Kotelska, J. (2024). *Transformacja cyfrowa przedsiębiorstw w dobie Przemysłu 4.0*. Dąbrowa Górnicza: Akademia WSB.
- Poznańska, K., Janiszewski, J.M. (2024). Zrównoważony rozwój a ekoinnowacyjność przedsiębiorstw w Polsce. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów*, 197, 27–37.
- Racka, K. (2016). Big Data – znaczenie, zastosowania i rozwiązania technologiczne. *Zeszyty Naukowe PWSZ w Płocku. Nauki Ekonomiczne*, XXIII, 311–323.

- Ramdhani, M.A., Aulawi, H., Ikhwana, A., Mauluddin, Y. (2017). Model of Green Technology Adaptation in Small and Medium-Sized Tannery Industry. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(4), 954–962.
- Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R.C., Reichstein, C., Neumaier, P., Jozinovi, P. (2015). Industry 4.0 – Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results. W: W. Abramowicz, *Business Information Systems*. Cham: Springer International Publishing, 16–27.
- Siemens. (2024). *Digi Index 2024. Poziom digitalizacji produkcji w Polsce – średnie i duże firmy*. Warszawa.
- Ślusarczyk, B. (2019). Potencjalne rezultaty wprowadzania koncepcji Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach. *Przegląd Organizacji*, 1(948), 4–10.
- Soldaty, A. (2017). Czwarta rewolucja przemysłowa i Przemysł 4.0. *Control Engineering Polska*, 9, 11–12.
- Stankiewicz-Mróz, A. (2020). Percepcja elastyczności pracy studentów jako reprezentantów pokolenia Z oraz pracodawców z sektora MŚP. *Zarządzanie Zasobami Ludzkimi*, 132, 1, 49–63.
- Stor, M., Domaradzka, A. (2020). *Zarządzanie kapitałem ludzkim 4.0 – wyzwania organizacyjne i kompetencyjne w perspektywie menedżerskiej*. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Świerkosz-Hołyś, M. (2016). Pokolenie Z wkracza na rynek pracy. *Społeczeństwo i Edukacja. Międzynarodowe Studia Humanistyczne*, 2(21), 439–447.
- Tapscot, D. (2008). *Grown Up Digital: How the Generation Is Changing Your World*. New York: McGraw Hill Professional.
- Tomaszuk, A., Wasiluk, A. (2023). Pokolenie Z – perspektywa zaufania do przełożonych i współpracowników. *Przegląd Organizacji*, 2, 31–40.
- Walicka, M., Czemieli-Grzybowska, W. (2023). Sztuczna inteligencja w zarządzaniu kapitałem przedsiębiorstwa w dobie Przemysłu 5.0. *Akademia Zarządzania, Wydział Zarządzania Politechniki Białostockiej*, 7, 109–125.
- Warszycki, M. (2019). Wykorzystanie sztucznej inteligencji do rpedykcji emocji konsumentów. *Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów SGH*, 173, 111–121.
- Witmer, B.G., Singer, M.J. (1998). *Measuring Immersion in Virtual Environments*, (ARI Technical Report 1014). Alexandria, VA: U.S.Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.
- Woliński, B. (2016). Koncepcja „Industry 4.0”, jako strategia reindustrializacji i wdrożenia procesów produkcyjnych kolejnej generacji. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 308, 115–127.
- Zakrzewska, B. (2019). Zrównoważony rozwój a jakość życia. *Autobusy*, 4, 38–41.
- Zdun, M. (2023). Rewolucja przemysłowa 4.0 jako nowy kontekst alienacji w życiu społeczno-gospodarczym. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 37(2), 36–48.
- Żarczyńska-Dobiesz, A., Chomątowska, B. (2016). Zarządzanie pracownikami z pokolenia paradosów. *Nauki o Zarządzaniu*, 2, 27, 196–206.

Wiesław Łukasiński, dr hab. nauk ekonomicznych, profesor nadzwyczajny w Katedrze Zarządzania Procesowego Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kolegium Nauk o Zarządzaniu i Jakości. Jego dorobek naukowy obejmuje zagadnienia pro jakościowego zarządzania organizacją oraz doskonalenia jakości warunków i stosunków pracy w kontekście kształtowania motywacji pracowników.

Wiesław Łukasiński, Ph.D. in Economics, Associate Professor in the Department of Process Management at the College of Management and Quality, Krakow University of Economics. His academic achievements include issues of pro-quality organization management and improving the quality of working conditions and relations in the context of shaping employee motivation.

Adres / Address:

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem
Katedra Zarządzania Procesowego
ul. Rakowicka 27
31-510 Kraków, Polska

e-mail: lukasinw@uek.krakow.pl, wieslaw.lukasinski@uek.krakow.pl

Piotr Romański, mgr, absolwent kierunków historia, politologia, ekonomia. Obszar jego zainteresowań naukowych obejmuje tematykę zarządzania, ze szczególnym uwzględnieniem innowacji technologicznych w kontekście Przemysłu 4.0, transformacji cyfrowej oraz wpływu nowych technologii na organizacje, pracowników, ich kompetencje oraz rynek pracy.

Piotr Romański, MA, a graduate in history, political science and economics. His research interests focus on management, with particular emphasis on technological innovations in the context of Industry 4.0, digital transformation, and the impact of new technologies on organizations, employees and their competencies, as well as the labour market.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0084-0994>

e-mail: piotr.m.romanski@gmail.com