

Przemysł 5.0 oczami studentów – poziom wiedzy, obawy i oczekiwania

Marek Lipski 

Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

e-mail: m.lipski03@wp.pl

Małgorzata Zdrodowska 

Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

e-mail: m.zdrodowska@pb.edu.pl

DOI: 10.65731/az-2026-0103

Streszczenie

Przemysł 5.0, ogłoszony przez Komisję Europejską w 2021 roku, stanowi ewolucję Przemysłu 4.0 poprzez integrację trzech wymiarów: orientacji na człowieka (human-centricity), zrównoważonego rozwoju oraz odporności systemów przemysłowych [Breque i in., 2021; Brodny i Tutak, 2025]. W odróżnieniu od poprzedniego paradygmatu, skoncentrowanego głównie na digitalizacji i automatyzacji, Przemysł 5.0 stawia w centrum dobrostan pracowników oraz współpracę człowieka z technologią, podkreślając znaczenie ludzkiej kreatywności i kompetencji [Ghobakhloo i in., 2022; Nahavandi, 2019; van Erp i in., 2024]. Celem pracy była ocena poziomu wiedzy studentów Politechniki Białostockiej na temat Przemysłu 5.0, identyfikacja ich obaw i oczekiwań wobec rynku pracy oraz analiza postrzegania wpływu tej koncepcji na kształcenie inżynierów. Badanie przeprowadzono metodą sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza internetowego obejmującego 20 pytań. W badaniu uczestniczyło 98 studentów, w tym 73 studentów studiów I stopnia oraz 25 studiów II stopnia, z czego większość stanowili studenci studiów stacjonarnych (82 osoby), głównie kierunku Automatyka i Robotyka. Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowany poziom znajomości analizowanej koncepcji. 37.8% respondentów zadeklarowało, że słyszało o Przemysle 5.0, natomiast 37% nie zetknęło się wcześniej z tym pojęciem. Jednocześnie 41% badanych poprawnie wskazało kluczową różnicę między Przemysłem 4.0 a 5.0, identyfikując orientację na człowieka jako podstawowe założenie nowego podejścia. Szczególnie istotne są wyniki dotyczące procesu kształcenia - 53% studentów oceniło, że tematyka ta nie jest poruszana w trakcie zajęć, a jedynie 12,4% czuje się przygotowanych do

pracy w środowisku Przemysłu 5.0. Jednocześnie 60% respondentów wyraziło potrzebę rozszerzenia oferty dydaktycznej o zagadnienia związane z tym obszarem. Pomimo umiarkowanego poziomu wiedzy większość badanych pozytywnie ocenia wpływ Przemysłu 5.0 na branżę automatyki i robotyki w Polsce (73%), co wskazuje na otwartość środowiska studentckiego na zachodzące zmiany.

Słowa kluczowe

Przemysł 5.0, orientacja na człowieka, zrównoważony rozwój, kompetencje studentów, rynek pracy, kształcenie inżynierów

Wstęp

Dynamiczne zmiany zachodzące w globalnej gospodarce oraz postęp technologiczny wpływają na kształt współczesnych systemów produkcyjnych oraz rynku pracy [Ejdys i in., 2024]. Koncepcja Przemysłu 5.0, ogłoszona przez Komisję Europejską w 2021 roku, wyznacza nowy kierunek rozwoju przemysłu, stanowiący rozwinięcie koncepcji Przemysłu 4.0 [Breque i in., 2021]. O ile poprzedni paradygmat koncentrował się przede wszystkim na digitalizacji, automatyzacji i robotyzacji procesów wytwarzania, o tyle Przemysł 5.0 opiera się na trzech nadrzędnych filarach: orientacji na człowieka (human-centricity), zrównoważonym rozwoju oraz odporności systemów przemysłowych. Oznacza to przesunięcie punktu ciężkości z samej technologii na jej odpowiedzialne zastosowanie z uwzględnieniem potrzeb człowieka i ochrony środowiska [van Erp i in., 2024; Nahavandi, 2019].

W kontekście tak głębokich przemian industrialnych szczególnego znaczenia nabiera kwestia gotowości przyszłych inżynierów do funkcjonowania w środowisku Przemysłu 5.0. Uczelnie techniczne, jako główne ośrodki kształcenia kadr dla przemysłu, stają przed wyzwaniem dostosowania programów dydaktycznych do wymagań nowego paradygmatu. Szczególnie istotne jest zbadanie, na ile studenci kierunków technicznych są świadomi istoty Przemysłu 5.0, jakie mają obawy i oczekiwania wobec nadchodzących zmian oraz jak oceniają poziom przygotowania oferowany przez aktualnie realizowane programy studiów.

Celem niniejszej pracy była ocena poziomu wiedzy studentów Politechniki Białostockiej na temat koncepcji Przemysłu 5.0, identyfikacja ich obaw i oczekiwań związanych z przyszłym rynkiem pracy w kontekście zachodzących przemian industrialnych, a także analiza postrzegania przez studentów wpływu tej koncepcji na kierunki kształcenia inżynierów. Realizacja tak sformułowanego celu może do-

starczyć uczelniom technicznym istotnych przesłanek do modyfikacji oferty dydaktycznej odpowiadającej na wyzwania piątej rewolucji przemysłowej [Ghobakhloo i in., 2022; Brodny i Tutak, 2025].

1. Przegląd literatury

Koncepcja Przemysłu 5.0 została formalnie przedstawiona przez Komisję Europejską w dokumencie „Industry 5.0 - Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry” z 2021 roku [Brèque i in., 2021]. Dokument ten wyznacza trzy kluczowe filary nowego paradygmatu przemysłowego. Pierwszy z nich - orientacja na człowieka, zakłada, że technologie powinny służyć dobrostanowi pracowników i wspierać ich kompetencje, a nie jedynie zastępować ludzką pracę [Nahavandi, 2019]. Drugi filar - zrównoważony rozwój, odnosi się do konieczności prowadzenia działalności przemysłowej w granicach planetarnych, z poszanowaniem zasad gospodarki cyrkulacyjnej oraz dążeniem do neutralności klimatycznej. Trzeci filar - odporność, dotyczy zdolności systemów produkcyjnych i łańcuchów dostaw do zachowania ciągłości działania w obliczu zakłóceń gospodarczych, geopolitycznych i środowiskowych [van Erp i in., 2024].

W porównaniu z Przemysłem 4.0, który koncentrował się na technocentrycznym modelu rozwoju opartym na cyber-fizycznych systemach (CPS), Internecie Rzeczy (IoT), sztucznej inteligencji oraz analizie big data, Przemysł 5.0 postuluje ewolucję w kierunku modelu zorientowanego na interesariuszy – pracowników, społeczności oraz środowisko naturalne [Brodny i Tutak, 2025]. Jak podkreślają van Erp i in. [2024], dla przedsiębiorstw produkcyjnych oznacza to konieczność redefinicji strategii wytwórczych w taki sposób, aby synergia między człowiekiem a maszyną przekładała się na konkretne korzyści społeczne i środowiskowe, a nie wyłącznie ekonomiczne.

Badania empiryczne dotyczące świadomości i gotowości środowisk akademickich wobec Przemysłu 5.0 pozostają stosunkowo nieliczne. Brodny i Tutak [2025], oceniając stopień wdrożenia koncepcji Przemysłu 5.0 w krajach UE-27 za pomocą autorskiej metody Balanced Composite Index Method (BCIM), wykazali znaczące dysproporcje pomiędzy państwami Europy Zachodniej i Północnej a krajami Europy Środkowej i Wschodniej, do których należy również Polska. Wyniki te wskazują, że Polska nadal pozostaje w grupie państw umiarkowanie zaawansowanych pod względem wdrażania założeń Przemysłu 5.0, co rodzi pytanie o stopień przygotowania krajowych kadr technicznych do wyzwań nowego paradygmatu. Z kolei Ghobakhloo i in. [2022] wskazują, że skuteczna realizacja założeń Przemysłu 5.0 wymaga przemyślenia systemów kształcenia inżynierów w kierunku rozwoju kompetencji

miękkich, umiejętności współpracy człowieka z robotem oraz świadomości zrównoważonego rozwoju.

Luka badawcza związana z oceną świadomości studentów uczelni technicznych w Polsce na temat Przemysłu 5.0 stanowiła główną przesłankę do przeprowadzenia niniejszego badania. Wyniki o charakterze diagnostycznym mogą stać się punktem wyjścia do dyskusji nad koniecznymi zmianami w programach kształcenia na kierunkach technicznych, w szczególności w zakresie automatyki i robotyki, a także specjalności związanych z automatyzacją i cyfryzacją przemysłu.

2. Metodyka badań

Badanie przeprowadzono metodą sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankiety internetowej. Podejście to jest powszechnie stosowane w badaniach dotyczących postaw i świadomości respondentów w naukach społecznych oraz technicznych, ponieważ umożliwia efektywne gromadzenie danych od licznej grupy uczestników. Kwestionariusz opracowano w środowisku formularzy internetowych i udostępniono studentom w formie elektronicznej.

Tab. 1. Charakterystyka demograficzna próby badawczej (N=98)

Kategoria	n	%
PŁEĆ		
Mężczyzna	79	80,6%
Kobieta	15	15,3%
Wolę nie podawać	4	4,1%
ROK STUDIÓW		
I rok	51	52,0%
II rok	24	24,5%
III rok	15	15,3%
IV rok	8	8,2%
STOPIEŃ STUDIÓW		
I stopień	73	74,7%
II stopień	25	25,3%
TRYB STUDIÓW		
Stacjonarne	82	83,7%
Niestacjonarne	16	16,3%
GŁÓWNE KIERUNKI (n=88)		
Automatyka i Robotyka	26	29,5%
Elektrotechnika	15	17,0%
Mechanika i Budowa Maszyn	9	10,2%

Kategoria	n	%
Mechatronika	7	7,9%
Inżynieria Biomedyczna	8	9,1%
Cyfryzacja Przemysłu	5	5,7%
Pozostałe kierunki	8	9,1%

Źródło: opracowanie własne.

Narzędzie badawcze opracowano z uwzględnieniem celu i charakteru badania, a następnie poddano konsultacji z promotorem przed jego wykorzystaniem. Ze względu na eksploracyjny charakter badania nie przeprowadzono formalnego pilotażu kwestionariusza, co stanowi jedno z ograniczeń niniejszej pracy i powinno zostać uwzględnione podczas interpretacji wyników.

Kwestionariusz składał się z 20 pytań zamkniętych oraz półotwartych, które pogrupowano w cztery obszary tematyczne:

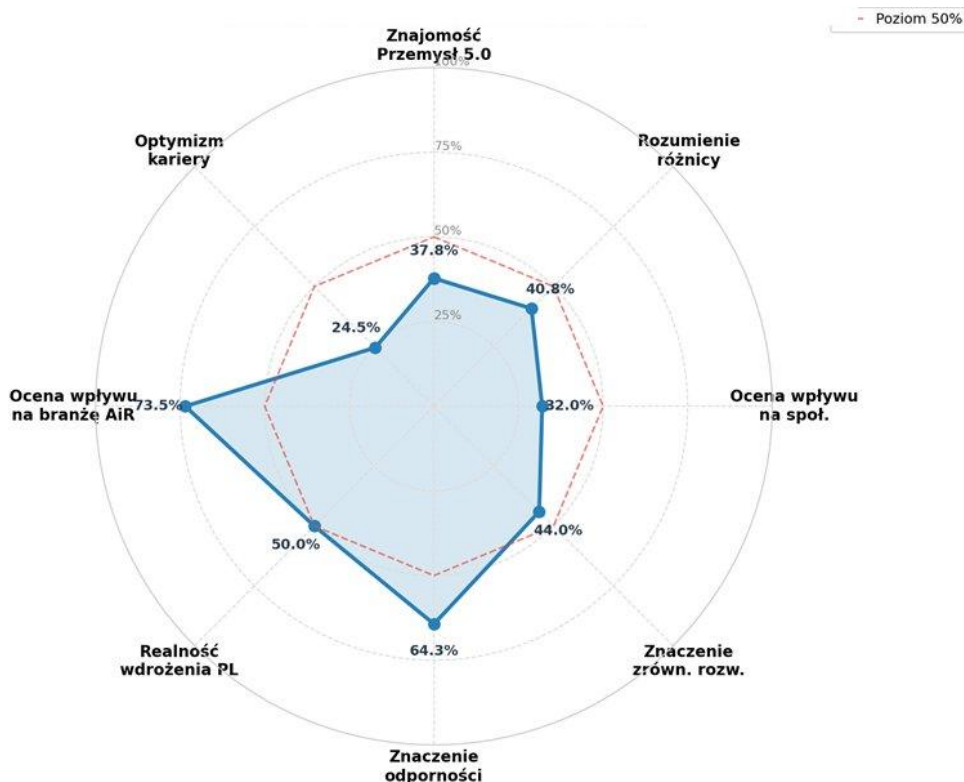
1. poziom znajomości koncepcji Przemysłu 5.0 i jego głównych filarów,
2. ocena wpływu nowych trendów przemysłowych na gospodarkę oraz karierę zawodową,
3. stopień uwzględnienia tematyki Przemysłu 5.0 w programach studiów,
4. oczekiwania wobec systemu kształcenia akademickiego w zakresie nowych technologii.

Dane zebrano w formie elektronicznej. Analizę statystyczną przeprowadzono z wykorzystaniem współczynników korelacji rang Spearmana w celu identyfikacji istotnych zależności pomiędzy zmiennymi ($p < 0,05$). Wyniki przedstawiono w formie tabelarycznej oraz graficznej.

3. Wyniki badań

3.1. Poziom znajomości koncepcji Przemysłu 5.0

Pierwsze pytanie ankiety dotyczyło znajomości koncepcji Przemysłu 5.0. Uzyskane wyniki wskazują na wyraźne zróżnicowanie poziomu świadomości respondentów w tym zakresie (rys. 1). Jedynie 37,8% ankietowanych zadeklarowało znajomość pojęcia Przemysłu 5.0, natomiast 36,7% respondentów wskazało, że wcześniej nie spotkało się z tym terminem. Kolejne 24,5% badanych przyznało, że słyszało o tej koncepcji, jednak nie zna jej szczegółowych założeń. Oznacza to, że ponad 62% respondentów nie posiada wystarczającej wiedzy na temat nowego paradygmatu przemysłowego.



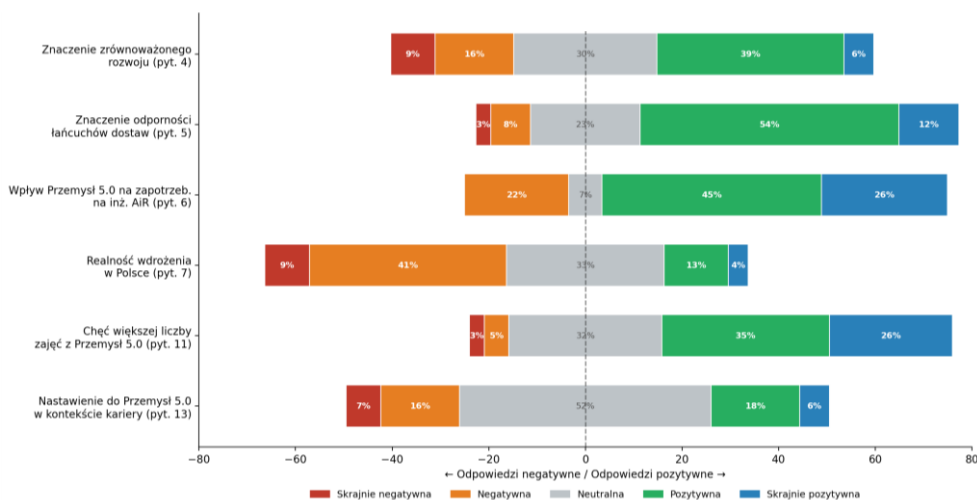
Rys. 1. Profil radarowy – odsetek odpowiedzi pozytywnych na kluczowe pytania badania (N=98)

Źródło: opracowanie własne.

Drugie pytanie miało na celu weryfikację znajomości podstawowej różnicy pomiędzy Przemysłem 4.0 a Przemysłem 5.0. Prawidłową odpowiedź, wskazującą orientację na człowieka oraz współpracę człowieka z maszyną jako kluczowe założenie Przemysłu 5.0, wybrało 40,8% respondentów. Jednocześnie 39,8% ankietowanych przyznało, że nie zna różnicy pomiędzy tymi koncepcjami, natomiast 15,3% błędnie utożsamiało Przemysł 5.0 wyłącznie z dalszym rozwojem robotyzacji i algorytmów sztucznej inteligencji. Wyniki te wskazują, że nawet wśród studentów deklarujących znajomość pojęcia Przemysłu 5.0 wiedza na temat jego rzeczywistych założeń pozostaje ograniczona.

Trzecie pytanie dotyczyło oceny wpływu Przemysłu 5.0 na społeczeństwo. Największa grupa respondentów (36,7%) przyjęła postawę neutralną, uznając Przemysł 5.0 za naturalny etap rozwoju technologicznego, który nie wpłynie znacząco na codzienne życie społeczne. Pozytywną ocenę potencjalnych skutków wdrożenia

tej koncepcji wyraziło 32,0% ankieterowanych. Jednocześnie około 28% respondentów deklarowało postawę sceptyczną lub wyrażało obawy związane z rozwojem nowych technologii przemysłowych (rys. 2). Wynik ten może świadczyć o występowaniu niepewności dotyczącej przyszłych zmian technologicznych i ich wpływu na rynek pracy oraz funkcjonowanie społeczeństwa.



Rys. 2. Analiza dywergentna odpowiedzi na pytania porządkowe – filar zrównoważonego rozwoju, odporności łańcuchów dostaw, zapotrzebowania na inżynierów, realności wdrożenia, oczekiwań dydaktycznych i nastawienia do kariery (N=98)

Źródło: opracowanie własne

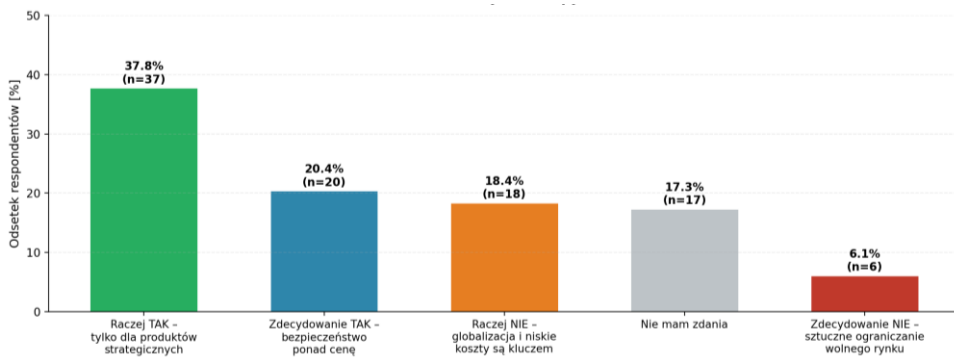
3.2. Ocena filarów Przemysłu 5.0

Respondenci zostali poproszeni o ocenę dwóch kluczowych filarów Przemysłu 5.0 z wykorzystaniem pięciostopniowej skali Likerta. W odniesieniu do zrównoważonego rozwoju i ekologii 44,0% badanych uznało ten aspekt za znaczący, natomiast jedynie 6,0% określiło go jako kluczowy. Wyniki te wskazują, że studenci dostrzegają znaczenie środowiskowego wymiaru Przemysłu 5.0, jednak nie przypisują mu najwyższego priorytetu.

Jeszcze wyższe oceny uzyskał filar odporności i elastyczności łańcuchów dostaw. Ponad połowa respondentów (54%) oceniła go jako znaczący, a 12% jako kluczowy. Wynik ten może świadczyć o rosnącej świadomości studentów dotyczą-

cej podatności globalnych łańcuchów dostaw na zakłócenia, wynikającej między innymi z doświadczeń pandemii COVID-19 oraz współczesnych napięć gospodarczych i geopolitycznych (rys. 2).

W pytaniu 15 zbadano stosunek respondentów do postulatu skracania łańcuchów dostaw jako jednego z elementów strategii Przemysłu 5.0. Łącznie 58,2% badanych wyraziło poparcie dla lokalizacji produkcji, przy czym 37,8% respondentów popierało takie rozwiązanie wyłącznie w odniesieniu do produktów strategicznych, takich jak elektronika, leki czy części maszyn. Ponad 17% ankietowanych nie miało jednoznacznej opinii w tej kwestii, natomiast 6,1% wyraziło sprzeciw wobec ograniczania globalizacji produkcji, argumentując swoje stanowisko zasadami wolnego rynku oraz korzyściami wynikającymi z globalnej wymiany gospodarczej (rys. 3).



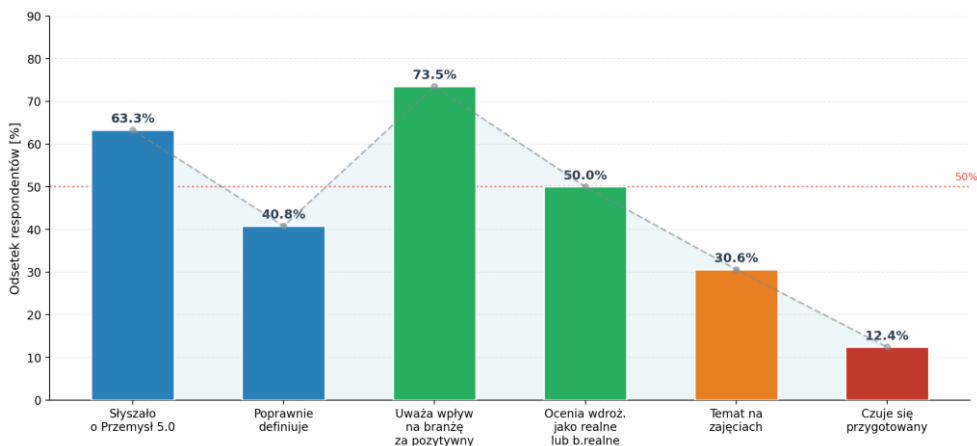
Rys. 3. Stosunek respondentów do postulatu skracania łańcuchów dostaw w kontekście Przemysłu 5.0 (N=98)

Źródło: opracowanie własne.

3.3. Postrzeganie wpływu na rynek pracy i branżę AiR

Łącznie 71% respondentów uważa, że rozwój Przemysłu 5.0 zwiększy zapotrzebowanie na inżynierów automatyki i robotyki, w tym 26% badanych wskazało odpowiedź „zdecydowanie zwiększy”, a 45% „raczej zwiększy”. Jedynie 22% respondentów obawia się zmniejszenia zapotrzebowania na specjalistów w tej branży (rys. 2). Uzyskane wyniki można uznać za optymistyczne z perspektywy studentów kierunków technicznych i zgodne z ogólnie pozytywną oceną wpływu nowego paradygmatu na sektor przemysłowy. Aż 73,5% ankietowanych oceniło wpływ Przemysłu 5.0 na branżę automatyki i robotyki jako raczej lub bardzo pozytywny (rys. 4).

Wyniki te wskazują, że studenci postrzegają rozwój nowoczesnych technologii przemysłowych bardziej jako szansę rozwoju zawodowego niż zagrożenie dla przyszłego zatrudnienia. Może to świadczyć o stosunkowo wysokim poziomie zaufania wobec kierunku zmian technologicznych zachodzących we współczesnym przemyśle.



Rys. 4. Ścieżka świadomości i gotowości studentów wobec Przemysłu 5.0 - odsetek odpowiedzi pozytywnych na kolejnych etapach (N=98)

Źródło: opracowanie własne

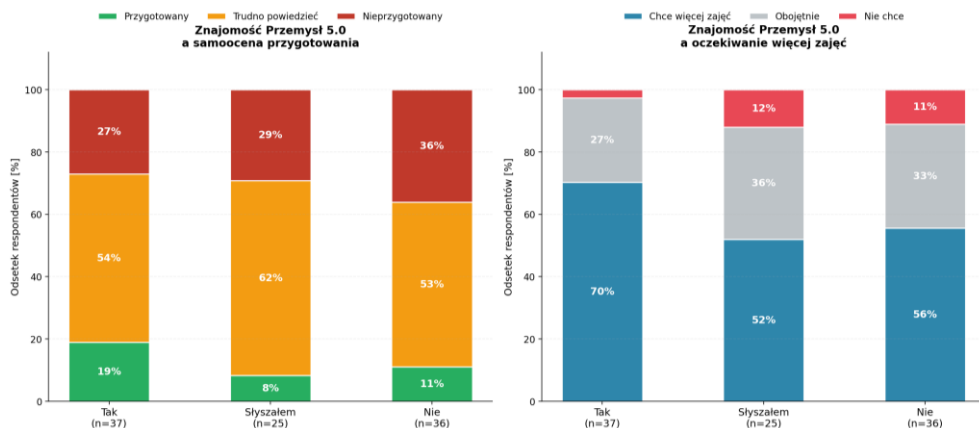
Realność wdrożenia założeń Przemysłu 5.0 w polskim przemyśle w perspektywie najbliższych 10 lat została oceniona umiarkowanie pozytywnie. Odpowiedzi wskazujące, że wdrożenie jest „dostatecznie realne” lub „realne”, wybrało łącznie 50,0% respondentów, jednak jedynie 4,1% ankietowanych uznało je za „bardzo realne”. Jednocześnie 9,2% badanych oceniło wdrożenie Przemysłu 5.0 w Polsce jako „zupełnie nierealne” (rys. 2).

Uzyskane wyniki sugerują, że studenci dostrzegają potencjał nowego paradygmatu przemysłowego, jednak zachowują ostrożność w ocenie tempa oraz zakresu jego praktycznej implementacji w warunkach polskiej gospodarki.

3.4. Kształcenie akademickie a Przemysł 5.0

Wyniki dotyczące oceny programów studiów w kontekście Przemysłu 5.0 są szczególnie istotne z punktu widzenia celów niniejszego badania. Ponad połowa re-

spondentów (53,1%) wskazała, że tematyka Przemysłu 5.0 nie jest poruszana podczas zajęć dydaktycznych (rys. 5). Co więcej, nawet wśród osób deklarujących obecność tej problematyki w toku studiów znaczna część ankietowanych oceniła jej zakres jako bardzo ograniczony. Może to świadczyć zarówno o niewielkiej liczbie zajęć odnoszących się do tej tematyki, jak i o trudnościach respondentów w jednoznacznej identyfikacji treści związanych z Przemysłem 5.0. Jedynie 6,1% badanych uznało, że zagadnienia te są poruszane często.



Rys. 5. Analiza krzyżowa: znajomość Przemysłu 5.0 a samoocena przygotowania (lewy panel) i oczekiwania dydaktyczne (prawy panel) według respondentów (N=98)

Źródło: opracowanie własne

Uzyskane wyniki znajdują odzwierciedlenie w samoocenie poziomu przygotowania studentów do pracy w środowisku Przemysłu 5.0. Jedynie 12,4% respondentów uznało się za osoby przygotowane do funkcjonowania w realiach nowego paradygmatu przemysłowego, natomiast 30,9% badanych deklarowało brak takiego przygotowania. Największa grupa respondentów (55,7%) nie potrafiła jednoznacznie ocenić swojego poziomu gotowości (rys. 5).

Podobne tendencje widoczne są w ocenie programów studiów. Łącznie 38,7% ankietowanych uznało, że ich kierunek studiów raczej lub zdecydowanie nie przygotowuje do pracy w realiach Przemysłu 5.0, podczas gdy pozytywną ocenę wyraziło 35,7% respondentów (rys. 5). Jednocześnie wysoki odsetek odpowiedzi „nie wiem” (25,6%) może świadczyć o ograniczonej świadomości studentów dotyczącej kompetencji wymaganych w nowoczesnym środowisku przemysłowym.

Pomimo zaobserwowanych deficytów w zakresie wiedzy i poczucia przygotowania, aż 60,2% respondentów wyraziło chęć uczestnictwa w większej liczbie zajęć

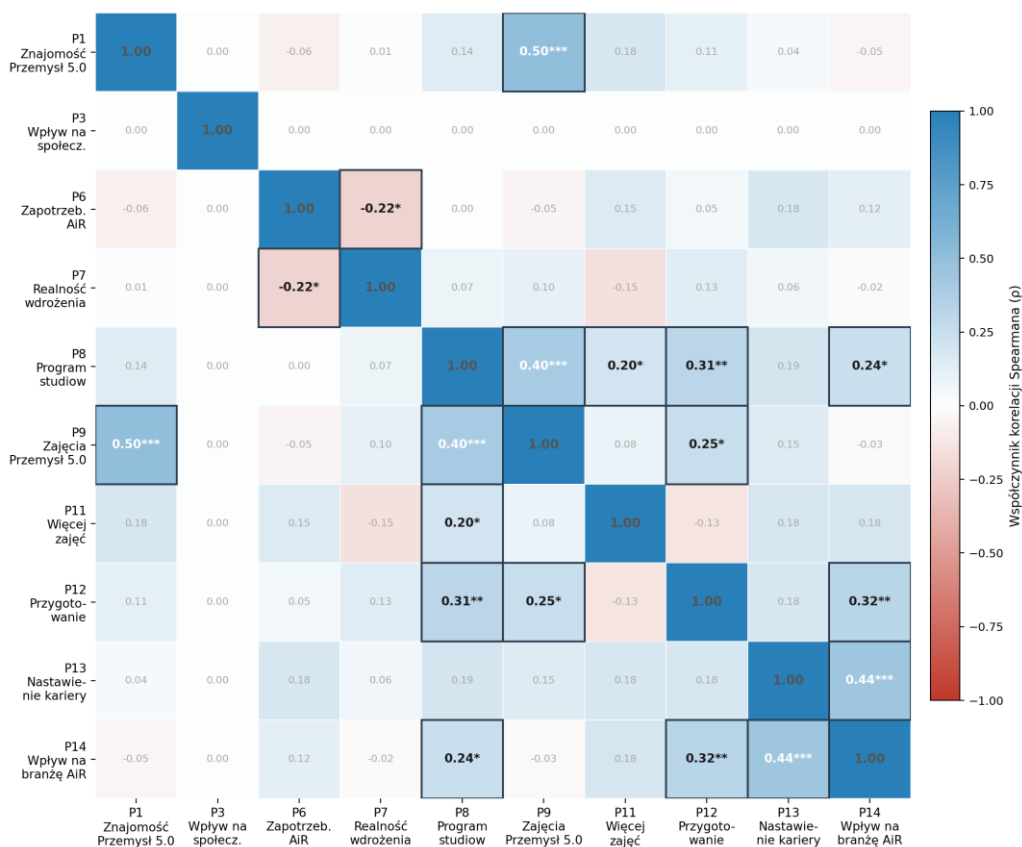
poświęconych tematyce Przemysłu 5.0 (rys. 5). Wynik ten stanowi wyraźny sygnał, że wśród studentów istnieje zapotrzebowanie na rozszerzenie oferty dydaktycznej o zagadnienia związane z nowym paradygmatem industrialnym. W połączeniu z ogólnie pozytywnym postrzeganiem wpływu Przemysłu 5.0 na branżę automatyki i robotyki wskazuje to na otwartość środowiska studenckiego na zachodzące zmiany technologiczne oraz świadomość konieczności ciągłego rozwoju kompetencji.

3.5. Nastawienie do przyszłej kariery zawodowej

W kontekście przyszłej kariery zawodowej dominował neutralny stosunek do Przemysłu 5.0 - 52,0% respondentów zadeklarowało, że koncepcja ta nie wzbudza w nich ani optymizmu, ani niepokoju. Umiarkowany optymizm wyraziło 18,4% ankietowanych, natomiast umiarkowany niepokój - 16,3%. Skrajne postawy występowały rzadziej: zdecydowany optymizm zadeklarowało 6,1% respondentów, a zdecydowany niepokój - 7,1% (rys. 1).

Analiza zależności pomiędzy oceną wpływu Przemysłu 5.0 na branżę automatyki i robotyki a nastawieniem do własnej przyszłości zawodowej wykazała istotną dodatnią korelację (ρ Spearmana = 0,442; $p < 0,001$). Oznacza to, że respondenci pozytywnie oceniający wpływ nowego paradygmatu na branżę częściej deklarowali również bardziej optymistyczne nastawienie do własnej kariery zawodowej (rys. 6).

Rys. 2. Macierz korelacji rang Spearmana między zmiennymi badania
(pogrubione = $p < 0.05$; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; szare = nieistotne statystycznie)



Rys. 6. Macierz korelacji rang Spearmana między kluczowymi zmiennymi badania (pogrubione = $p < 0.05$; * $p < 0.01$, *** $p < 0.001$; szare = nieistotne statystycznie; N=98)

Źródło: opracowanie własne

3.6. Analiza korelacji między kluczowymi zmiennymi

Analiza korelacji rang Spearmana wykazała szereg istotnych statystycznie zależności pomiędzy badanymi zmiennymi (rys. 6). Najsilniejszą korelację zaobserwowano między znajomością koncepcji Przemysłu 5.0 a oceną obecności tej tematyki w programie studiów ($\rho = 0,501$; $p < 0,001$). Wynik ten można interpretować dwukierunkowo. Z jednej strony studenci, którzy spotykają się z tematyką Przemysłu

słu 5.0 podczas zajęć dydaktycznych, wykazują wyższy poziom znajomości tej koncepcji. Z drugiej strony bardziej świadomi studenci mogą częściej identyfikować treści związane z Przemysłem 5.0 w realizowanych programach kształcenia.

Istotne zależności zaobserwowano również pomiędzy oceną programu studiów a poczuciem przygotowania do pracy w środowisku Przemysłu 5.0 ($p = 0,305$; $p < 0,01$), a także pomiędzy poczuciem przygotowania a oceną wpływu Przemysłu 5.0 na branżę automatyki i robotyki ($p = 0,316$; $p < 0,01$). Łącznie zidentyfikowano dziewięć istotnych statystycznie korelacji pomiędzy analizowanymi zmiennymi.

Zgodnie z powszechnie stosowaną interpretacją współczynników korelacji, wartości około $|p| = 0,3$ można uznać za zależności umiarkowane, natomiast wartości zbliżone do $|p| = 0,5$ za zależności stosunkowo silne. Najwyższa uzyskana wartość współczynnika korelacji ($p = 0,501$) wskazuje zatem na wyraźny związek pomiędzy świadomością studentów a obecnością tematyki Przemysłu 5.0 w procesie kształcenia.

Syntetyczny obraz uzyskanych wyników przedstawia ścieżka świadomości i gotowości studentów wobec Przemysłu 5.0 (rys. 4). Widoczny jest wyraźny spadek od poziomu 63,3% respondentów deklarujących podstawową znajomość koncepcji, przez 40,8% rozumiejących jej główne założenia, aż do jedynie 12,4% studentów oceniających się jako przygotowanych do pracy w środowisku Przemysłu 5.0. Tendencja ta może wskazywać na istnienie luki pomiędzy wymaganiami nowoczesnego rynku pracy a poziomem kompetencji i przygotowania studentów kierunków technicznych.

4. Dyskusja wyników

Uzyskane wyniki wskazują na występowanie istotnej luki pomiędzy wymaganiami stawianymi przez nową rewolucję przemysłową a aktualnym poziomem wiedzy i poczuciem przygotowania studentów kierunków technicznych. Jedynie 37,8% respondentów zadeklarowało znajomość koncepcji Przemysłu 5.0, co należy uznać za wynik stosunkowo niski, biorąc pod uwagę formalne ogłoszenie tej koncepcji przez Komisję Europejską w 2021 roku oraz jej rosnące znaczenie dla polityki przemysłowej i strukturalnej Unii Europejskiej [Breque i in., 2021]. Ponadto nawet wśród osób deklarujących znajomość pojęcia jedynie 40,8% respondentów potrafiło poprawnie wskazać podstawową różnicę pomiędzy Przemysłem 4.0 a Przemysłem 5.0. Może to świadczyć o powierzchownym charakterze wiedzy studentów na temat nowego paradygmatu przemysłowego.

Należy jednak uwzględnić strukturę badanej próby, w której dominowali studenci pierwszego roku studiów (52,0%). Respondenci znajdujący się na początkowym etapie edukacji mogli jeszcze nie zetknąć się z tematyką nowoczesnych paradygmatów przemysłowych w ramach zajęć kierunkowych. Oznacza to, że część zaobserwowanych deficytów wiedzy może wynikać nie tylko z ograniczonej obecności tematyki Przemysłu 5.0 w programach studiów, lecz również z etapu kształcenia badanych studentów.

Warto odnieść uzyskane wyniki do badań Brodnego i Tutak [2025], którzy wykazali, że Polska pod względem wdrożenia założeń Przemysłu 5.0 znajduje się w grupie państw umiarkowanie zaawansowanych wśród krajów UE-27, osiągając wartość indeksu HRS²-I5 na poziomie 0,205, wyraźnie niższą od średniej dla państw Europy Zachodniej. Niski poziom świadomości studentów dotyczący Przemysłu 5.0 może stanowić jeden z czynników utrudniających dalszy rozwój transformacji przemysłowej, ponieważ kapitał ludzki jest jednym z kluczowych elementów skutecznego wdrażania nowoczesnych koncepcji przemysłowych [Ghobakhloo i in., 2022].

Szczególnie istotny wydaje się wynik dotyczący poczucia przygotowania studentów do pracy w środowisku Przemysłu 5.0. Jedynie 12,4% respondentów uznało się za osoby przygotowane do funkcjonowania w realiach nowego paradygmatu przemysłowego. Jednocześnie 60,2% ankietowanych wyraziło zainteresowanie uczestnictwem w dodatkowych zajęciach poświęconych tej tematyce, a 73,5% pozytywnie oceniło wpływ Przemysłu 5.0 na branżę automatyki i robotyki. Zestawienie tych wyników wskazuje na wyraźną asymetrię: studenci postrzegają nowy paradygmat przemysłowy jako szansę rozwoju zawodowego, jednak nie czują się odpowiednio przygotowani do funkcjonowania w jego realiach. Podobne obserwacje przedstawiają van Erp i in. [2024], podkreślając, że skuteczne wdrażanie założeń Przemysłu 5.0 wymaga nie tylko rozwoju technologicznego, lecz także odpowiednio przygotowanego kapitału ludzkiego.

Wyniki analizy korelacji rang Spearmana wskazują na wyraźne zależności pomiędzy procesem kształcenia a poziomem świadomości studentów. Najsilniejszą zależność zaobserwowano pomiędzy znajomością koncepcji Przemysłu 5.0 a oceną obecności tej tematyki w programie studiów ($\rho = 0,501$; $p < 0,001$). Może to sugerować, że edukacja akademicka odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu świadomości studentów dotyczącej nowych trendów przemysłowych. Istotny związek pomiędzy oceną programu studiów a poczuciem przygotowania do pracy w środowisku Przemysłu 5.0 ($\rho = 0,305$; $p < 0,01$) wskazuje natomiast, że studenci dostrzegający obecność tej problematyki w toku studiów częściej oceniają siebie jako przygotowanych do funkcjonowania w nowoczesnym środowisku przemysłowym. Wyniki te

mogą stanowić argument za rozszerzeniem programów kształcenia o zagadnienia związane z Przemysłem 5.0.

Warto również odnieść uzyskane wyniki do wcześniejszych badań dotyczących świadomości studentów wobec koncepcji Przemysłu 4.0. Chociaż badań porównawczych dotyczących Przemysłu 5.0 w Polsce jest obecnie niewiele, analizy dotyczące wdrażania wcześniejszych paradygmatów technologicznych wskazują, że proces adaptacji nowych koncepcji w szkolnictwie wyższym wymaga czasu. Zwykle upływa kilka lat od sformułowania nowego paradygmatu do jego systemowego wdrożenia w programach studiów technicznych. W tym kontekście uzyskane wyniki mogą świadczyć o naturalnym opóźnieniu procesu dyfuzji wiedzy do środowiska akademickiego. Jednocześnie skala zaobserwowanej luki pomiędzy pozytywnym postrzeganiem Przemysłu 5.0 a niskim poziomem poczucia przygotowania studentów wskazuje, że sam upływ czasu może okazać się niewystarczający i konieczne będzie podejmowanie aktywnych działań dydaktycznych.

Istotnym wynikiem uzupełniającym jest również pozytywne nastawienie respondentów do postulatu skracania łańcuchów dostaw. Ponad połowa badanych (58,2%) poparła lokalizację produkcji, szczególnie w odniesieniu do produktów strategicznych, takich jak elektronika, leki czy części maszyn. Wynik ten pozostaje zgodny z założeniami filaru odporności Przemysłu 5.0, podkreślającego konieczność budowy bardziej odpornych i zdywersyfikowanych łańcuchów dostaw w odpowiedzi na współczesne kryzysy gospodarcze i geopolityczne.

Podsumowanie

Przeprowadzone badanie stanowi próbę diagnozy poziomu świadomości oraz gotowości studentów Politechniki Białostockiej wobec wyzwań związanych z koncepcją Przemysłu 5.0. Uzyskane wyniki wskazują, że poziom znajomości nowego paradygmatu przemysłowego wśród badanych studentów jest nadal niewystarczający. Ponad 62% respondentów nie posiadało wystarczającej wiedzy na temat Przemysłu 5.0, a jedynie 40,8% badanych potrafiło poprawnie wskazać podstawową różnicę pomiędzy Przemysłem 4.0 a Przemysłem 5.0. Jednocześnie większość respondentów pozytywnie oceniała potencjalny wpływ nowego paradygmatu na branżę automatyki i robotyki oraz przyszły rynek pracy.

Wyniki badania ujawniły wyraźną rozbieżność pomiędzy pozytywnym postrzeganiem Przemysłu 5.0 a poczuciem osobistego przygotowania studentów do funkcjonowania w jego realiach. Chociaż 73,5% respondentów pozytywnie oceniło wpływ nowego paradygmatu na branżę automatyki i robotyki, jedynie 12,4% bada-

nych uznało się za przygotowanych do pracy w środowisku Przemysłu 5.0. Jednocześnie ponad 60% ankietowanych zadeklarowało chęć uczestnictwa w większej liczbie zajęć poświęconych tej tematyce, co wskazuje na wysoką otwartość studentów na rozwijanie kompetencji związanych z nowoczesnymi trendami przemysłowymi.

Analiza korelacji wykazała, że edukacja akademicka odgrywa istotną rolę w kształtowaniu świadomości studentów. Najsilniejszą zależność zaobserwowano pomiędzy obecnością tematyki Przemysłu 5.0 w programie studiów a poziomem znajomości tej koncepcji ($\rho = 0,501$; $p < 0,001$). Wyniki te sugerują, że odpowiednie uwzględnienie zagadnień związanych z Przemysłem 5.0 w procesie dydaktycznym może przyczyniać się do zwiększania świadomości studentów oraz ich poczucia przygotowania do funkcjonowania w nowoczesnym środowisku przemysłowym.

Respondenci pozytywnie oceniali również wybrane filary Przemysłu 5.0, szczególnie odporność i elastyczność łańcuchów dostaw. Ponad 66% badanych uznało ten aspekt za znaczący lub kluczowy, a ponad połowa respondentów poparła postulat lokalizacji produkcji w odniesieniu do produktów strategicznych. Wyniki te wskazują, że studenci dostrzegają znaczenie bezpieczeństwa gospodarczego i odporności systemów przemysłowych we współczesnej gospodarce.

Interpretując uzyskane wyniki, należy uwzględnić strukturę badanej próby, w której dominowali studenci pierwszego roku studiów. Respondenci znajdujący się na początkowym etapie edukacji mogli jeszcze nie zetknąć się z tematyką nowoczesnych paradygmatów przemysłowych w ramach zajęć kierunkowych, co mogło wpłynąć na poziom deklarowanej wiedzy oraz samooceny przygotowania do pracy w środowisku Przemysłu 5.0.

Z praktycznego punktu widzenia wyniki badania wskazują na potrzebę stopniowego rozszerzania programów kształcenia na kierunkach technicznych o treści związane z Przemysłem 5.0, obejmujące nie tylko aspekty technologiczne, lecz także wymiar społeczny, środowiskowy i strategiczny nowego paradygmatu przemysłowego. Z naukowego punktu widzenia niniejsze badanie uzupełnia lukę w literaturze dotyczącej świadomości studentów kierunków technicznych wobec Przemysłu 5.0 w Polsce oraz wpisuje się w nurt badań nad implementacją nowego paradygmatu przemysłowego w krajach Europy Środkowej i Wschodniej.

Ograniczeniem badania jest jego przekrojowy charakter oraz relatywnie jednorodna próba badawcza, zdominowana przez studentów pierwszego roku kierunków technicznych. W przyszłości zasadne byłoby przeprowadzenie analogicznych badań na większej grupie studentów różnych kierunków i poziomów studiów, a także rozszerzenie analizy o perspektywę przedstawicieli przemysłu i pracodawców.

ORCID iD

Marek Lipski: <https://orcid.org/0009-0004-9541-3584>

Małgorzata Zdrodowska: <https://orcid.org/0000-0003-4383-5713>

Literatura

1. Breque M., De Nul L., Petridis A. (2021), *Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry*, European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Publications Office of the European Union, Luxembourg, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1/> [15.04.2025].
2. Briken K., Moore J., Scholarios D., Rose E., Sherlock A. (2023), *Industry 5 and the Human in Human-Centric Manufacturing*, *Sensors*, vol. 23, no. 14, 6416, <https://doi.org/10.3390/s23146416>.
3. Brodny J., Tutak M. (2025), *Assessing human-centric, resilient, sustainable and smart transformation in the EU-27 countries: A new balanced composite index method*, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, 100685, <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100685>.
4. Ejdyś J., Halicka K., Kosior-Kazberuk M., Szpilko D., Krawczyk-Dembicka E., Czerniawska M. (2024), *Kompetencje teraźniejszości i przyszłości – oczekiwania pracodawców reprezentujących mikro, małe oraz średnie przedsiębiorstwa w województwie podlaskim*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
5. Ghobakhloo M., Iranmanesh M., Mubarak M.F., Mubarik M., Rejeb A., Nilashi M. (2022), *Identifying Industry 5.0 contributions to sustainable development: a strategy roadmap for delivering sustainability values*, *Sustainable Production and Consumption*, vol. 33, pp. 716–737, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.003>.
6. Gürdür Broo D., Kaynak O., Sait S.M. (2022), *Rethinking engineering education at the age of Industry 5.0*, *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 25, 100311, <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311>.
7. Lu Y., Zheng H., Chand S., Xia W., Liu Z., Xu X., Wang L., Qin Z., Bao J. (2022), *Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0*, *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 62, pp. 612–627, <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001>.
8. Maddikunta P.K.R., Pham Q.-V., Prabadevi B., Deepa N., Dev K., Gadekallu T.R., Ruby R., Liyanage M. (2022), *Industry 5.0: a survey on enabling technologies and potential applications*, *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 26, 100257, <https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257>.

9. Nahavandi S. (2019), *Industry 5.0 - A human-centric solution*, Sustainability, vol. 11, no. 16, 4371, <https://doi.org/10.3390/su11164371>.
10. van Erp T., Pereira Carvalho N.G., Gerolamo M.C., Gonçalves R., Rytter N.G.M., Gladysz B. (2024), *Industry 5.0: A new strategy framework for sustainability management and beyond*, Journal of Cleaner Production, vol. 461, 142271, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142271>.
11. Ujakpa M.M., Osakwe J.O., Abiodun A.I., Ekwueme P.U., Iyawa G.E. (2020), *Industry 4.0: University Students' Perception, Awareness and Preparedness – A Case of Namibia*, Proceedings of the 2020 IEEE Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, Lithuania, <https://doi.org/10.1109/eStream50540.2020.9144038>.

Industry 5.0 through the Eyes of Students – Knowledge Level, Concerns and Expectations

Abstract

Industry 5.0, introduced by the European Commission in 2021, represents an evolution of Industry 4.0 through the integration of three dimensions: human-centricity, sustainable development, and the resilience of industrial systems [Brèque et al., 2021; Brodny & Tutak, 2025]. Unlike the previous paradigm, which focused primarily on digitalisation and automation, Industry 5.0 places employee well-being and human–technology collaboration at the centre, emphasising the importance of human creativity and competencies [Ghobakhloo et al., 2022; Nahavandi, 2019; van Erp et al., 2024]. The aim of this study was to assess the level of knowledge among students at Białystok University of Technology regarding Industry 5.0, to identify their concerns and expectations related to the labour market, and to analyse their perceptions of the impact of this concept on engineering education. The study was conducted using a diagnostic survey method based on an original online questionnaire consisting of 20 questions. The research involved 98 students, including 73 first-cycle and 25 second-cycle students. The majority of respondents were full-time students (82 participants), mainly representing the field of Automation and Robotics. The obtained results indicate a varied level of familiarity with the analysed concept. Thirty-eight percent of respondents declared that they had heard about Industry 5.0, whereas 37% had never encountered the term before. At the same time, 41% of the participants correctly identified the key difference between Industry 4.0 and Industry 5.0, recognising human-centricity as the fundamental principle of the new approach. Particularly significant are the results related to the educational process - 53% of students stated that Industry 5.0 topics are not

addressed during classes, while only 12% felt prepared to work in an Industry 5.0 environment. At the same time, 60% of respondents expressed the need to expand the educational offer with topics related to this area. Despite the moderate level of knowledge, most respondents positively assessed the impact of Industry 5.0 on the automation and robotics sector in Poland (73%), which indicates the openness of the student community to ongoing industrial changes.

Key words

Industry 5.0, human-centricity, sustainable development, student competencies, labour market, engineering education