
Magdalena Wysocka

PRZEMYSŁ 4.0
IMPLIKACJE DLA RYNKU PRACY



Magdalena Wysocka

PRZEMYSŁ 4.0
IMPLIKACJE DLA RYNKU PRACY

Instytut Badań Gospodarczych

Olsztyn 2022

Recenzenci:

dr hab. Lech Nieżurawski, prof. WSB

dr hab. Michał Pietrzak, prof. UG

Skład, łamanie i projekt okładki (na podstawie Adobe Stock):

Ilona Pietryka

© Copyright by Instytut Badań Gospodarczych

ISBN 978-83-65605-53-5

DOI: 10.24136/eep.mon.2022.4

Instytut Badań Gospodarczych
ul. ks. Roberta Bilitewskiego, nr 5, lok. 19
10-693 Olsztyn, Poland

biuro@badania-gospodarcze.pl
www.badania-gospodarcze.pl

Spis treści

Wstęp	5
Część I. Przemysł 4.0 w świetle literatury	7
1. Istota i etapy rewolucji technologicznych	9
2. Polaryzacja rynku pracy	19
3. Zawody przyszłości	29
4. Konsekwencje implementacji technologii cyfrowych	37
Część II. Przemysł 4.0: wyzwania kompetencyjne wobec rynku pracy	47
5. Założenia metodyczne i organizacja badań	49
6. Kompetencje dla Przemysłu 4.0	55
7. Model kompetencji pracowników ery cyfrowej	71
Zakończenie	93
Bibliografia	97
Spis rysunków	115
Spis tabel	117
Aneks: szczegółowe modele kompetencyjne dla branż	121

Wstęp

Każda rewolucja technologiczna wywiera wpływ na życie gospodarcze i społeczne. Tak też jest z obecnie dokonującą się czwartą rewolucją, nazywaną także Przemysłem 4.0. Jednym z obszarów oddziaływania zmian technologicznych jest rynek pracy. W tym kontekście interesujące są pytania o przyszłość pracy i zatrudnienie, polaryzację miejsc pracy, likwidowane i powstające zawody, kierunki uczenia się i doskonalenia zawodowego, a także o konsekwencje ekonomiczne i społeczne wynikające z implementacji najnowszych technologii. Próba odpowiedzi na stawiane pytania oraz zaprojektowanie modeli kompetencji pracowników ery cyfrowej (Przemysłu 4.0) były celem podjęcia badań i opracowania przedkładanej monografii.

Opracowanie zawiera siedem rozdziałów umiejscowionych w dwóch częściach. W pierwszej, składającej się z czterech rozdziałów, przedstawiono teoretyczne aspekty Przemysłu 4.0. W każdym z tych rozdziałów treści teoretyczne są wzmacniane licznymi przywołaniami wyników badań innych autorów.

W pierwszym rozdziale przedstawiono istotę i etapy rewolucji technologicznych. Główną uwagę skupiono na czwartej rewolucji technologicznej, zwanej także erą cyfrową. Dokonano ogólnej charakterystyki podstawowych technologii cyfrowych oraz przedstawiono spodziewane etapy rozwoju Przemysłu 4.0 sięgające lat 30. obecnego wieku.

Treści drugiego rozdziału obejmują zagadnienie polaryzacji miejsc pracy. Przedstawiono wyniki diagnoz w kontekście wykonywanych zadań, poziomu wykształcenia oraz podatności miejsc pracy na automatyzację i robotyzację skutkujące koniecznością przemieszczania się pracowników na wewnętrznym i zewnętrznym rynku pracy.

Wdrażanie najnowszych technologii do gospodarki skutkuje zanikiem niektórych miejsc pracy i zawodów, ale jednocześnie sprzyja powstawaniu nowych miejsc pracy, które muszą być obsługiwane przez specjalistów nowych zawodów. Kwestie te omówiono w trzecim rozdziale. Nazwanie niektórych z tych zawodów jest dzisiaj trudne do przewidzenia, ale można z pewnością stwierdzić, że będą powstawały za sprawą niezwykle dynamicznego rozwoju wszystkich technologii cyfrowych, przede wszystkim sztucznej inteligencji. Wspol-

mniano także, iż nie wszystkie nowe miejsca pracy i nowe zawody będą bezpośrednim efektem implementacji Przemysłu 4.0. Część z nich będzie powstawała w celu zaspokojenia nowych potrzeb społeczności będących wynikiem gospodarowania i życia w zdigitalizowanej rzeczywistości.

Pierwszą część opracowania zamyka rozdział czwarty, w którym przedstawiono konsekwencje wprowadzania technologii cyfrowych do zakładów pracy. Konsekwencje te są wieloaspektowe. Podano przykłady pozytywnych i negatywnych skutków o charakterze ekonomicznym, społecznym oraz politycznym.

W drugiej części monografii, w rozdziale 5. opisano założenia i algorytm własnych badań. Zdefiniowano problem badawczy oraz postawiono trzy hipotezy. Treści szóstego rozdziału dotyczą krytycznego przeglądu literatury w zakresie rodzajów kompetencji, w jakie powinni być wyposażeni pracownicy ery cyfrowej. Analiza literatury przedmiotu obejmowała opracowania naukowe i raporty instytutów naukowych bądź technicznych z krajów europejskich oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Studia literaturowe, opisane w rozdziale szóstym, pozwoliły opracować listę 51 kompetencji, którą nazwano modelem teoretycznym. Model ten był weryfikowany opiniami 343 respondentów. Rezultaty tej weryfikacji przedstawiono w siódmym rozdziale pracy. W oparciu o zebrany materiał empiryczny zaprojektowano modele kluczowych kompetencji dla kierowników, potencjalnych kierowników oraz pracowników eksploatacyjnych zatrudnionych w podmiotach gospodarczych prowadzących działalność w 11 branżach.

Przedkładana Państwu monografia jest pierwszym kompleksowym opracowaniem powstałym w oparciu o badania przeglądowe oraz badania empiryczne przeprowadzone w podmiotach działających w województwie warmińsko-mazurskim. Jednakże z uwagi na walory poznawcze i przede wszystkim utylitarne wykonanej pracy badawczej, jej rezultaty, wyrażane zaprojektowanymi modelami kluczowych kompetencji pracowników Przemysłu 4.0, mogą — zdaniem autorki — być wykorzystywane w dowolnym przedsiębiorstwie w Polsce. Przekonanie to wynika z takich samych wyzwań Przemysłu 4.0 wobec każdego rynku pracy, tj. bez rozróżniania terytorialnej lokalizacji. Wartość utylitarna wykonanych badań przejawia się możliwościami reorientacji polityk edukacyjnych na każdym poziomie administracyjnym, a na poziomie podmiotów gospodarczych — modyfikację polityk kadrowych w kierunku optymalnego i efektywnego gospodarowania kapitałem ludzkim. Z tych względów opracowanie dedykuję przede wszystkim kierownikom i pracownikom różnych podmiotów gospodarczych, nauczycielom na różnych poziomach edukacyjnych oraz uczniom i studentom rozmaitych kierunków nauczania.

Magdalena Wysocka

Część I

Przemysł 4.0 w świetle literatury

1. Istota i etapy rewolucji technologicznych

Rozwój techniki i technologii przedstawia się w literaturze przedmiotu w czterech etapach nazywanych kolejnymi rewolucjami przemysłowymi (rysunek 1.1). Początek pierwszej rewolucji przemysłowej datuje się od drugiej połowy XVIII w. Zapoczątkowało ją wynalezienie maszyny parowej, co w następnych latach skutkowało mechanizacją zakładów produkcyjnych. Na przełomie XIX i XX w. do zakładów produkcyjnych wprowadzono elektryczność, która stworzyła nowe i wydajniejsze metody gospodarowania (np. inny podział i organizacja pracy wynikające z wprowadzenia do przedsiębiorstw linii produkcyjnych). Trzecia rewolucja przemysłowa, zwana także „rewolucją cyfrową”, rozpoczęła się około lat 50. XX w., kiedy zaawansowana elektronika i technologie informacyjne, m.in. komputery i internet, doprowadziły do dalszej automatyzacji procesów produkcyjnych. Dokonująca się od dziesięciolecia czwarta rewolucja technologiczna to globalne sieci, systemy cyber-fizyczne, inteligentne maszyny, to także „systemy produkcyjne połączone pionowo z procesami biznesowymi w fabrykach i przedsiębiorstwach oraz poziomo połączone z rozproszonymi sieciami wartości, którymi można zarządzać w czasie rzeczywistym — od momentu złożenia zamówienia do logistyki wychodzącej” (Kagermann i in., 2013, s. 5).

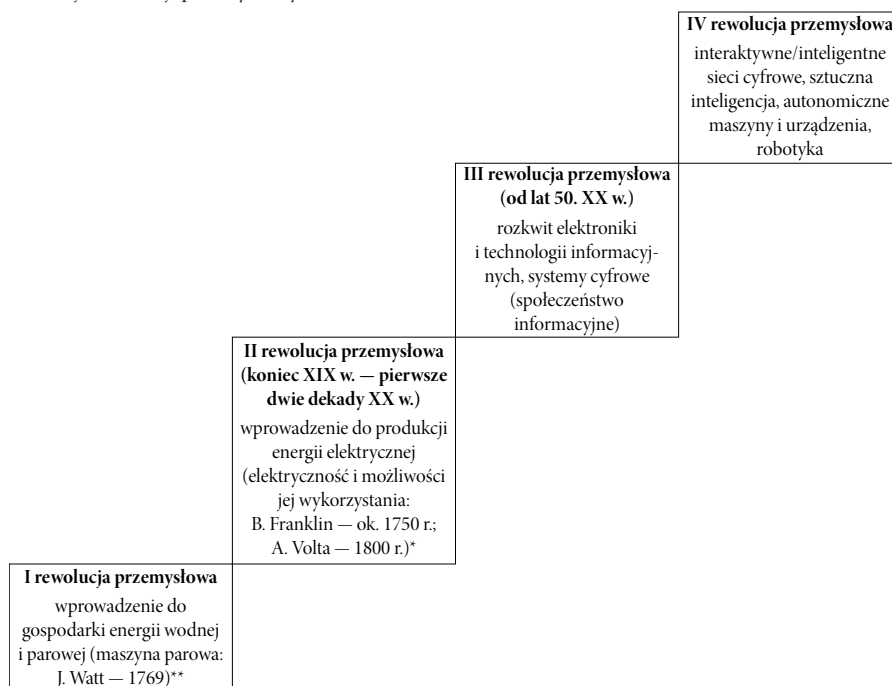
Dokonująca się współcześnie czwarta rewolucja przemysłowa¹ nie ma jednoznacznego określenia (zob. Ghobakhloo, 2018, ss. 911–912; Hofmann i Rüscher, 2017, ss. 23–34). W literaturze przedmiotu wymienia się takie terminy jak: czwarta rewolucja przemysłowa (*the fourth industrial revolution*), rewolucja cyfrowa (*digital revolution*), inteligentne przedsiębiorstwo (*intelligent enterprise*), a także Przemysł 4.0 (*Industry 4.0*)². Ten ostatni termin został użyty po raz pierwszy w 2011 r. na targach w Hanowerze, gdzie profesorowie H. Kagermann, W.D. Lukas i W. Wahlster, jako przedstawiciele biznesu, polityki i nauki, zapowiedzieli zmianę paradygmatu w przemyśle i powstanie nowych modeli biznesowych (Kagermann i in., 2011). Użyto go także w projekcie nowej strategii rozwoju wysokich technologii w Niemczech (BMBF, 2014; Kagermann i in., 2013, s. 77).

¹ K. Schwab (2016, s. 11), założyciel Światowego Forum Ekonomicznego, definiuje rewolucję przemysłową jako „gwałtowną i radykalną zmianę”.

² W tym opracowaniu wymienione terminy są stosowane zamiennie.

Rysunek 1.1.

Ewolucja rewolucji przemysłowych



Uwagi:

* Doren (1997, ss. 338–339; przywoł. za Pawłowski, 2009, s. 71).

** A. Pawłowski (2009, s. 71), powołując się na Encyklopedię Bratanica 2000, podaje, że „W rzeczywistości silniki parowe pojawiły się już w Aleksandrii w I wieku przed Chrystusem. Miały one jednak charakter ciekawostki, bez praktycznego zastosowania”.

Źródło: opracowanie własne na podstawie UNIDO, 2017, s. 6; M. I. Wolter i in., 2015, ss. 9–11.

Różnorodność terminologiczna skutkuje wielością definicji przedmiotowego pojęcia. Poniżej podano cztery z nich:

- Przemysł 4.0 to „dogłębna cyfryzacja, a następnie dalsza automatyzacja procesów zachodzących w przedsiębiorstwach poprzez implementację zaawansowanych systemów IT, przemysłowego internetu rzeczy, analityki danych i sztucznej inteligencji” (Dziennik, 2018).
- Industrie 4.0 obejmuje „techniczną integrację CPS (systemy cyber-fizyczne: *Cyber-Physical Systems* — podkr. MW) z produkcją i logistyką oraz wykorzystanie Internetu rzeczy i usług w procesach przemysłowych” (Kagermann i in., 2013, s. 14).
- „Przemysł 4.0 to wizja produkcji przemysłowej oparta na dziewięciu technologiach: dużych zbiorach danych i ich analizie, autonomicznych robotach, symulacji (odzwierciedlaniu świata fizycznego w modelu wirtualnym), integracji systemów obsługujących

przedsiębiorstwo, dostawców, klientów, [...], przemysłowym internecie rzeczy, cyberbezpieczeństwie, technologiach chmurowych, produkcji addytywnej, rozszerzonej rzeczywistości (rzeczywistości wirtualnej)” (Rüßmann i in., 2015, ss. 3–7).

- „Industrie 4.0 to zbiorcze określenie technologii i koncepcji organizacji łańcucha wartości. W ramach modułowej struktury inteligentnych fabryk Industrie 4.0, CPS monitoruje procesy fizyczne, tworzy wirtualną kopię fizycznego świata i podejmuje zdecentralizowane decyzje. Przez IoT (Internet Rzeczy: *Internet of Things* — podkr. MW) CPS komunikują się i współpracują ze sobą i ludźmi w czasie rzeczywistym. Poprzez IoS (Internet usług: *Internet of Services* — podkr. MW) uczestnicy łańcucha wartości oferują i wykorzystują zarówno usługi wewnętrzne, jak i międzyorganizacyjne” (Hermann, 2015, s. 11).

W świetle powyższych wyjaśnień można stwierdzić, że czwartą rewolucję technologiczną należy kojarzyć z cyfryzacją procesów oraz transformacją cyfrową. Pierwsze z pojęć — cyfryzacja (*digitisation*) — jest interpretowane jako „proces transformacji danych analogowych na postać cyfrową” (PWN-OXFORD, 2002, s. 321)³, natomiast transformację cyfrową (*digital transformation*) definiuje się jako „szczególny rodzaj zmiany organizacyjnej przedsiębiorstwa, sektora, łańcuchów dostaw, a także administracji publicznej oraz całych gospodarek” oraz jako „wykorzystanie technologii cyfrowych w celu radykalnej poprawy wydajności lub osiągnięć organizacji” (Pieriegud, 2016, s. 12).

W kontekście analizowanych pojęć należy dodać, że transformację cyfrową wymienia się współcześnie wśród trzech megatrendów zaobserwowanych w gospodarce na świecie. W analizie eksperckiej wykonanej przez specjalistów z Innogy — SpotData wśród 150 największych firm przemysłowych wskazano na trzy subtrendy wyróżnione w ramach megatrendu cyfrowego (Innogy, 2019, s. 9):

- rosnącą rolę przetwarzania danych,
- rozprzestrzenianie się autonomicznych maszyn przemysłowych,
- wzmocnienie kapitału ludzkiego w nadchodzącej erze maszyn.

Implementacja technologii cyfrowych do gospodarki jest zdeterminowana wieloma czynnikami. Według firmy konsultingowej Roland Berger występują cztery zasadnicze dźwignie — nośniki transformacji cyfrowej (tabela 1.1.).

Z raportu opracowanego przez specjalistów z przywołanej firmy konsultingowej wynika, że wymienione w tabeli 1.1. czynniki mogą być nośnikami transformacji cyfrowej, ponieważ (Roland Berger, BDI, 2015, s. 17, 19):

- przechwytywanie, przetwarzanie i analizowanie danych cyfrowych pozwala na szybsze i dokładniejsze przewidywania i podejmowanie trafniejszych decyzji;
- technologie tradycyjne połączone ze sztuczną inteligencją tworzą systemy potrafiące samodzielnie pracować i uczyć się, co przekłada się na mniejszą liczbę błędów, większą szybkość działania oraz obniżkę kosztów operacyjnych;

³ Terminy cyfryzacja i digitalizacja w języku polskim często są stosowane zamiennie.

- internet umożliwia szybkie i bezpośrednie kontakty partnerów, przez co zwiększa się przejrzystość relacji i tworzą się nowe modele biznesowe⁴.

Tabela 1.1.

Dźwignie transformacji cyfrowej

Transformacja cyfrowa		
Dźwignia/nośnik	Technologie wspierające	Zastosowania
cyfrowe dane	<ul style="list-style-type: none"> – Internet Rzeczy – duże dane – urządzenia ubieralne 	<ul style="list-style-type: none"> – zapobiegawcze utrzymanie – prognozy popytu – protokoły trasowania oparte o dane
automatyzacja	<ul style="list-style-type: none"> – robotyka – addytywne wytwarzanie 	<ul style="list-style-type: none"> – autonomiczne pojazdy – drony
cyfrowy dostęp konsumenta	<ul style="list-style-type: none"> – internet mobilny/aplikacje – sieci społecznościowe 	<ul style="list-style-type: none"> – e-handel – inforozrywka – czwarta strona w logistyce (4PL)
łączość	<ul style="list-style-type: none"> – chmura obliczeniowa – szerokopasmowy dostęp 	<ul style="list-style-type: none"> – inteligentna fabryka – „czyste” produkty cyfrowe – zdalne utrzymanie

Źródło: J. Pieriegud 2016, s. 13 na podstawie Roland Berger, BDI, 2015, s. 20 (modyfikacja własna w zakresie grafiki: zamiana rysunku na tabelę).

M. Hermanna i in. (2015, s. 8) zestawili podstawowe komponenty Przemysłu 4.0 wymieniane w literaturze przedmiotu — tabela 1.2.

W wybiórczo dobranych i przytoczonych definicjach przemysłu 4.0, ale także w wielu innych prezentowanych w literaturze przedmiotu, zauważa się odnośnienie tego pojęcia zazwyczaj do przedsiębiorstw przemysłowych. Sądzę, że pierwotne rozumienie było zasadne bowiem przyjmowano, że wprowadzanie nowoczesnych technologii do gospodarki zwiększy efektywność i konkurencyjność przedsiębiorstw. Praktyka potwierdza, iż było to założenie uzasadnione, gdyż przedsiębiorstwa z nowymi technologiami należą do najbardziej efektywnych i są najbardziej konkurencyjne. Niemniej jednak wydaje się, że analizowane pojęcie należy rozumieć znacznie szerzej, bowiem techniki cyfrowe, np. automatyka i robotyka, są coraz częściej stosowane także w podmiotach innych niż przemysłowe. Poza tym techniki cyfrowe i nowe technologie szeroko wkroczyły do życia społecznego. Tak więc umowny termin Przemysł 4.0 może być stosowany do opisywania procesów wewnątrz przedsiębiorstwa (produkcja, logistyka, finanse, ...) lub innych organizacji, ale także do opisywania relacji w dowolnych konfiguracjach, np. między przedsiębiorstwem przemysłowym

⁴ Internet w połączeniu z innymi technologiami teleinformatycznymi (ICT — *Information and Communication Technologies*) tworzy sieć hiperłączości (*hyperconnectivity*), w której jest prowadzona komunikacja nie tylko w relacji człowiek–człowiek (*people-to-people* — P2P), ale także człowiek–maszyna (*people-to-machine* — P2M), jak również „zautomatyzowaną wymianę danych między urządzeniami końcowymi (*machine-to-machine* — M2M); przywoł. za J. Pieriegud 2016, ss. 15–16.

wym i jego wszystkimi interesariuszami czy też między jednostkami w realnej lub wirtualnej rzeczywistości.

Tabela 1.2.

Komponenty przemysłu 4.0

Wyszukiwane hasło	Liczba publikacji zawierających wyszukiwane hasło
Systemy cyber-fizyczne (<i>Cyber-Physical Systems, Cyber-Physikalische Systeme, CPS</i>)	46
Internet Rzeczy (<i>Internet of Things, Internet der Dinge</i>)	36
Inteligentne przedsiębiorstwo (<i>Smart Factory, intelligente Fabrik</i>)	24
Internet usług (<i>Internet of Services, Internet der Dienste</i>)	19
Inteligentny produkt (<i>Smart Product, intelligentes Produkt</i>)	10
Komunikacja maszyna–maszyna (<i>M2M, Machine-to-Machine</i>)	8
Duże zbiory danych (<i>Big Data</i>)	7
Chmura (<i>Cloud</i>)	5

Zródło: M. Hermann i in. (2015, s. 8).

M. Hermann i in. (2015, s. 3) widzą dwa powody fascynacji Przemysłem 4.0. Po pierwsze, przebieg rewolucji technologicznej jest przewidywalny *a priori* (Drath, 2014, s. 2; przywoł. za Hermann 2015, s. 3), co umożliwia menedżerom aktywne kształtowanie przyszłości, a po drugie, oczekuje się „zwiększoną efektywność operacyjną, a także rozwój całkowicie nowych modeli biznesowych, usług i produktów (Kagermann i in., 2013, s. 16). Natomiast według K. Schwaba (2016, s. 8) istnieją trzy okoliczności pozwalające odmiennie charakteryzować IV rewolucję przemysłową od poprzednich trzech. Okolicznościami tymi są prędkość propagacji (poprzednie rewolucje „ewoluowały w sposób liniowy”, a obecna „rozwijają się i rozprzestrzenia w tempie wykładniczym”) oraz zakres zmian i wpływ na systemy gospodarcze i społeczne (IV rewolucja obejmuje wszystkie obszary gospodarowania, zmienia modele biznesowe i procedury zarządzania podmiotami gospodarczymi i społecznymi oraz „prawie wszystkie obszary ludzkiej egzystencji”).

W interpretacjach przywołanych wyżej K. Schwaba oraz H. Kagermanna i in., ale także i w wielu innych opracowaniach, artykułuje się prowadzenie przedsiębiorstw według nowych modeli biznesowych, m.in. przez działania w ramach tzw. gospodarki współdzielenia (*sharing economy*)⁵. „Modele te — dzięki platformom internetowym i innym technologiom cyfrowym — umożliwiają firmom działania globalne, bez posiadania fizycznych zasobów (maszyn czy infrastruktury technicznej) niezbędnych do tego, aby wspomniane czynności mogły być realizowane bezpośrednio przez te firmy” (Wieczorek, 2018, s. 90).

⁵ „Gospodarka współdzielenia” nie jest pojęciem precyzyjnie zdefiniowanym. W literaturze polskiej zamiennie są stosowane takie terminy, jak ekonomia współdzielenia lub ekonomia współpracy (Sztokfisz, 2017, s. 91), a w j. angielskim: *collaborative economy, gig economy, on-demand economy, peer economy* (Petropoulos, 2017, s. 2).

Według K. Grzyb (2017, s. 90) „Przemysł 4.0 jest obliczem przemysłowej transformacji cyfrowej, ponieważ zakłada innowacyjną reorganizację filozofii i strategii działania przedsiębiorstw produkcyjnych w oparciu o implementację i integrację najnowszych technologii cyfrowych” (tabela 1.3).

Tabela 1.3.

Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa zgodnie z koncepcją Przemysłu 4.0

Przemysł 4.0		
Koncepcja	Funkcjonowanie	Przykładowe technologie cyfrowe
modułowość	minimalizacja liczby i wariantów podzespołów i komponentów do poszczególnych typów produktów dzięki zastosowaniu wytwarzania przyrostowego (druku 3D) w celu umożliwienia masowego wytwarzania spersonalizowanych produktów	<ul style="list-style-type: none"> – Internet Rzeczy – drukarki 3D – cyfrowy bliźniak
wirtualizacja i wizualizacja działań	na etapie projektowania produktu i zarządzania produkcją stosowanie technologii umożliwiających wirtualne odwzorowanie produktu, linii produkcyjnej, a nawet całego przedsiębiorstwa, zwane cyfrowym bliźniakiem, za pomocą którego przeprowadza się symulacje potencjalnych scenariuszy i wdraża optymalne rozwiązania	<ul style="list-style-type: none"> – wirtualna rzeczywistość – analityka dużych zbiorów danych – rozwiązania chmurowe
decentralizacja	zmiana struktury organizacyjnej produkcji z pionowej na sieciową, w której pojedyncze stacje robocze, prowadzące analitykę danych i oceniające zdolności produkcyjne w czasie rzeczywistym, reagują natychmiast w celu zminimalizowania ewentualnych strat i przestoju w procesie produkcyjnym	<ul style="list-style-type: none"> – integracja systemów informatycznych i operacyjnych (ERP, CRM itp.) – technologia RFID
współdziałanie	kooperacja wszystkich obszarów przedsiębiorstwa, polegająca na pełnym i bieżącym dostępie do informacji w zintegrowanym systemie operacyjnym, jak również tworzenie terytorialnych i wirtualnych ekosystemów producentów i dostawców w taki sposób, aby spersonalizowany produkt powstawał jak najbliżej finalnego konsumenta	<ul style="list-style-type: none"> – media społecznościowe
orientacja na usługi (serwityzacja przemysłu)	stawanie się produktu usługą, a końcowego użytkownika — prosumentem; przez system aplikacji cyfrowych i czujników klient dostarcza producentowi na bieżąco informacji o formie i intensywności użycia produktu, jak również za sprawą dostępności do urządzeń druku trójwymiarowego jest w stanie samodzielnie go wytworzyć	

Źródło: K. Grzyb, 2017, s. 91 na podstawie P. Wittbrodt i I. Łapuńka, 2017.

Wymienione w tabeli 1.3. technologie cyfrowe, na których opiera się Przemysł 4.0, można uzupełnić o autonomiczne roboty i coboty, cyfrowe systemy integracji, produkcję dodatkową oraz bezpieczeństwo cybernetyczne. Ich ogólną charakterystykę przedstawiono poniżej:

- przemysłowy Internet Rzeczy (IIoT — *The Industrial Internet of Things*)⁶: sieć platform i obiektów wyposażonych w czujniki w celu zbierania i udostępniania danych umożliwiającą kompleksowe zarządzanie i integrację systemów realizacji produkcji (MES — *Manufacturing Execution Systems*), planowania zasobów przedsiębiorstwa (ERP — *Enterprise Resource Planning*) i zarządzania relacjami z klientami (CRM — *Customer Relationship Management*) (ARAW, 2020, s. 14);
- druk 3D (3D printing): drukowanie przestrzenne — proces wytwarzania trójwymiarowych, fizycznych obiektów na podstawie komputerowego modelu z wykorzystaniem techniki przyrostowo-addytywnej (Wikipedia, 2020);
- cyfrowe bliźniaki i symulacja (*Digital Twins & simulation*): „model cyfrowego bliźniaka stanowi zestaw trzech komponentów: fizycznego obiektu, jego cyfrowego odwzorowania oraz połączenia części fizycznej i wirtualnej poprzez wymianę i przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym dla stałej aktualizacji odwzorowania” (Soldaty, 2017);
- rzeczywistość rozszerzona i wirtualna (*Augmented Reality — AR i Virtual Reality — VR*): AR — do obrazu świata rzeczywistego są dodawane (generowane z komputera według dedykowanej aplikacji) dodatkowe elementy graficzne, tworząc rozszerzoną rzeczywistość, którą widzi użytkownik; VR — przenosi użytkownika do innej niż otoczenie (wirtualnej) rzeczywistości (Tomaszewski, 2019);
- *big data* i analityka (*Big Data & analytics*): analizowanie dużych, zmiennych i różnorodnych zbiorów danych w celu pozyskania nowych informacji i wiedzy; cechami współczesnej definicji *Big Data* (8V) są: *Volume* — bardzo duże ilości danych⁷, *Velocity* — duża szybkość przetwarzania danych, *Variety* — różnorodność danych, *Veracity* — weryfikacja posiadanych informacji, *Value* — wartość bezpośrednio dla użytkownika, *Visualisation* — wartość do zwizualizowania danego zestawu danych, *Viscosity* — dopasowanie do użytkownika, *Virality* — wartość, w rozumieniu możliwości podjęcia natychmiastowej decyzji (Lewandowski, 2019);
- chmura obliczeniowa (*cloud computing*): model przetwarzania danych oparty na użytkowaniu usług dostarczonych przez usługodawcę (wewnętrzny dział lub zewnętrzną organizację) (Wikipedia, 2020);

⁶ Zintegrowane internety: rzeczy — *Internet of things* (IoT) (połączenie maszyn, robotów, czujników, sterowników, komputerów, itp.), usług — *Internet of Services* (IoS) (obejmuje oprogramowanie, bazy danych, narzędzia administrowania, serwery, pamięć fizyczną komputerów, możliwości obliczeniowe, itp.) oraz ludzi — *Internet of People* (IoP) (komunikacja interpersonalna za pośrednictwem mediów społecznościowych, np. Facebook, Twitter, itp.) tworzą Internet „wszystkiego” — *Internet of Everything* (Santarek 2017).

⁷ Według danych z końca 2018 r. ponad 3,7 miliarda ludzi korzysta z internetu. Google musi przetworzyć 40 tysięcy zapytań na sekundę, a dziennie wytwarzamy aż 2,5 kwintylionów bajtów danych ($2,5 * 10^{30}$) — przywoł. za A. Lewandowski, 2019.

- autonomiczne roboty i coboty (*Autonomous robots & cobots*): roboty mobilne (AMR) i roboty współpracujące⁸;
- cyfrowe systemy integracji (*Digital integration systems*): połączenie w jednej sieci różnych systemów informatycznych (różnych baz danych) w przedsiębiorstwie w celu zwiększenia korzyści (wartości biznesowej), np. system CRM (zarządzanie relacjami z klientami: *customer relationship management*) — wspomaganie i koordynowanie relacji z klientami;
- technologia RFID (*Radio-Frequency Identification*): technologia umożliwiająca odczyt i przesyłanie danych oraz elektroniczne zasilenie chipów, które te dane przechowują; technologia wykorzystywana m. in. w procesach przemysłowych, produkcji, logistyce, magazynowaniu, kontroli dostępu, w handlu, a także w zapewnianiu bezpieczeństwa (RFID Polska, 2019);
- media społecznościowe (*social media*) — rozwiązania wykorzystujące technologie internetowe i mobilne, umożliwiające komunikowanie się poprzez interaktywny dialog; media społecznościowe to m.in. serwisy społecznościowe, blogi, biznesowe sieci społecznościowe, fora dyskusyjne, portale umożliwiające udostępnianie zdjęć, nagrań wideo czy recenzowanie produktów/usług (Wikipedia, 2021);
- produkcja dodatkowa — wytwarzanie przyrostowe (*Additive manufacturing*): technologia umożliwiająca tworzenie skomplikowanych kształtów, których nie dałoby się osiągnąć tradycyjnymi metodami, takimi jak odlewanie czy odejmovanie (SIAD, 2020);
- bezpieczeństwo cybernetyczne (*Cybersecurity*): cyberbezpieczeństwo to ogół technik, procesów i praktyk stosowanych w celu ochrony sieci informatycznych, urządzeń, programów i danych przed atakami, uszkodzeniami lub nieautoryzowanym dostępem; także termin do określenia bezpieczeństwa technologii informatycznych (Wikipedia 2020).

Interesującym uzupełnieniem powyższych objaśnień jest interpretacja Przemysłu 4.0 i technologii, na których jest on oparty, według K. Santarka (2017) — rysunek 1.2.

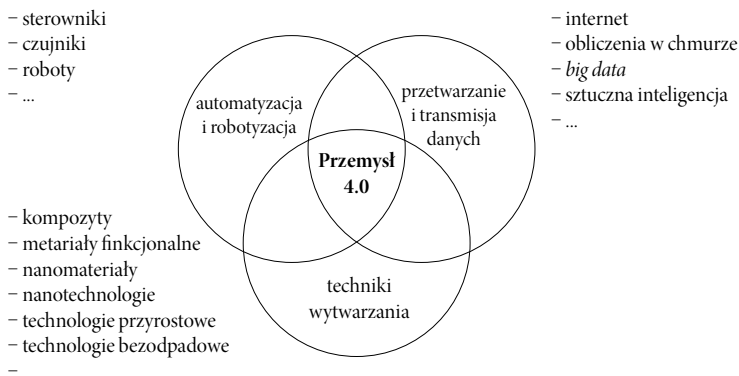
Według specjalistów z PWC (2018, s. 8) możliwy do przewidzenia dzisiaj dalszy przebieg czwartej rewolucji przemysłowej będzie odbywać się w trzech niżej podanych fazach:

- faza algorytmów (do początku 2020 r.): automatyzacja prostych zadań obliczeniowych;
- faza rozszerzenia (do końca lat 20. XXI w.): automatyzacja powtarzalnych zadań; praca robotów w częściowo kontrolowanych środowiskach;
- faza autonomii (lata 30. XXI w.): szeroka automatyzacja pracy fizycznej i sprawności manualnej oraz rozwiązywanie problemów w dynamicznych sytuacjach rzeczywistych, np. pojazdy bez kierowcy.

⁸ Według Międzynarodowej Federacji Robotyki w 2020 r. na całym świecie było ponad 2,7 miliona robotów przemysłowych. Udział nowo zainstalowanych robotów w Azji stanowił około dwóch trzecich globalnej podaży. W 2019 r. najwięcej robotów zainstalowano w Chinach (140500 jednostek), w Japonii blisko 50 tysięcy, a w USA — 33300 jednostek. W Europie najwięcej instalacji wykonano w Niemczech — 20500, a w Polsce zaledwie 2600 jednostek. Ogólnie w 2019 r. zainstalowano 373 tysiące jednostek, z czego 18 tysięcy (4,8%), to roboty współpracujące (IFR 2020).

Rysunek 1.2.

Interpretacja Przemysłu 4.0



Źródło: K. Santarek, 2017.

W pierwszej fazie rewolucji technologicznej przewiduje się, że automatyzacja w Polsce spowoduje ubytek miejsc pracy na poziomie 2%, natomiast według prognoz dla fazy drugiej i trzeciej likwidacji może ulec odpowiednio 18% i 33% miejsc pracy, przy czym największym ryzykiem zmniejszania liczby miejsc pracy do połowy lat 30. bieżącego wieku będą obciążone podmioty z sektora transportu i magazynowania (około 52%), a najmniejszym — branża edukacji (9%). W analizowanych trzech etapach rewolucji technologicznej większym ryzykiem utraty miejsc pracy z tytułu automatyzacji zagrożeni są mężczyźni niż kobiety, bowiem wykonują oni więcej prac prostych, które łatwiej można zautomatyzować lub zastąpić robotami (ryzyko: mężczyźni — 34%, kobiety — niespełna 27%). Częściej mogą utracić miejsca pracy ludzie młodzi (mniej niż 25 lat) oraz starsi wiekiem (powyżej 55 roku życia) — ryzyko około 33%, a także pracownicy legitymujący się niskim poziomem wykształcenia, wśród których ryzyko jest szacowane na poziomie blisko 44% (PWC 2019, ss. 10, 16, 19, 32)⁹.

O wpływie technologii cyfrowych na rynek pracy piszą także R. Kucharski i E. Kwiatkowski (2020, ss. 19, 35), według których „dynamika pracooszczędnego postępu technicznego wdrażanego w gospodarce [...] powoduje w krótkim okresie wypieranie siły roboczej z przedsiębiorstw, co skutkuje zwiększonymi odpływami z zatrudnienia”, głównie osób o „najniższym poziomie kwalifikacji zawodowych (pracownicy przy pracach prostych)”.

Z kolei D. Acemoglu i P. Restrepo (2017, s. 35–36), badający wpływ robotów na zatrudnienie i płace w dziewięciu krajach europejskich i Stanach Zjednoczonych, przewidują szybkie rozprzestrzenianie się zastosowań robotów przemysłowych, a tym samym przejmowanie zadań wykonywane wcześniej przez pracowników, co może generować obawy o przyszłość zatrudnienia i płac. Przywołani autorzy dodają, że w analizach wpływu robotyki na rynek

⁹ Szczegółowe analizy miejsc pracy obciążonych ryzykiem automatyzacji przeprowadzone na podstawie zbiorów danych opracowanych przez OECD (200000 pracowników z 29 krajów — 27 z OECD oraz z Singapuru i Rosji) dla poszczególnych sektorów działalności, zawodów w branżach oraz pracowników kategoryzowanych wg płci, wieku i poziomu wykształcenia przedstawiono w raporcie PWC (2018).

pracy, należy uwzględnić zarówno pozytywny, jak i negatywny wariant. Wpływ pozytywny wynika ze wzrostu produktywności pracy, a negatywny — z utraty miejsc pracy i konieczności przemieszczania się pracowników wewnątrz przedsiębiorstwa lub ogólnie na rynku pracy. Skala tych wpływów będzie zależna od szybkości rozprzestrzeniania się robotyki w gospodarce.

Natomiast J. Rose i H. L. Sirkin z Boston Consulting Group (BCG 2015) prognozują, że — według agresywnym scenariusza — światowa liczba robotów wzrośnie czterokrotnie do 2025 r. Ich zdaniem w niektórych branżach ponad 40 procent zadań produkcyjnych będzie wykonywanych przez roboty, czego efektem będzie radykalny wzrost wydajności pracy, a to z kolei spowoduje zmiany konkurencyjności między gospodarkami wytwórczymi. Uzyskiwanie dużych korzyści z tytułu zastosowania robotów wywoła wzrost popytu na nie i zmniejszenie ich ceny (autorzy przewidują ponad 20 procentowy spadek cen sprzętu i oprogramowania w ciągu następnej dekady). Przywołani autorzy zakładają, iż rozwój robotyki wpłynie na zmniejszenie kosztów pracy w produkcji, które w 2025 r. — po uwzględnieniu inflacji i innych kosztów oraz środków zwiększających produktywność — mają zmniejszyć się od 18% do 33% (podana rozpiętość wynika z udziału robotów w procesach produkcyjnych).

Analizy i dyskusje o wpływie nowych technologii na przyszłość pracy toczą się od wielu lat. Jak wykazano w dalszych rozdziałach, jedni badacze twierdzą, że rewolucja cyfrowa wpływa na likwidację miejsc pracy prostej i rutynowej, która już jest i jeszcze powszechniej będzie wykonywana przez automaty i roboty. Inni zaś przewidują, że rewolucja cyfrowa będzie generowała nowe zawody i miejsca pracy, które dzisiaj trudno nazwać. Pomimo tych sprzecznych prognoz, można za Y. N. Harari (2020, s. 45) stwierdzić, że „szaleństwem byłoby powstrzymywanie automatyzacji [...] tylko po to, by bronić miejsc pracy dla ludzi. Przeciż tym, czego powinniśmy bronić w ostatecznym rozrachunku, są ludzie — nie miejsca pracy”. Podobne podejście prezentuje I. Boruta (2020, s. 4), która — analizując opis wizji pracy według Międzynarodowej Organizacji Pracy (MOP) — podkreśla, iż należy mówić nie o samej pracy, lecz o „przyszłości świata pracy — tj. ludzi dotychczas utrzymujących się z masowej, zarobkowej pracy najemnej”.

2. Polaryzacja rynku pracy

Polaryzacja rynku pracy (polaryzacja zawodów) nie jest zjawiskiem nowym i nie została wywołana wyłącznie czwartą rewolucją technologiczną. Wzrost popytu na pracowników o wysokich i niskich kompetencjach, przy jednoczesnym spadku popytu na pracowników wyedukowanych na poziomie średnim występuje od lat 90. ubiegłego wieku, głównie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej oraz w wysoko rozwiniętych krajach europejskich.

W kontekście zachodzących zmian, w literaturze przedmiotu spotyka się stawianie dwóch następujących hipotez (Arendt 2015, s. 14):

- hipoteza I: „zmiany technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych (ICT¹ – podkr. M. W) faworyzują wysokie kwalifikacje – wzrost popytu na pracowników z wysokimi kwalifikacjami, przy równoczesnym wzroście płac w tej grupie”.
- hipoteza II: polaryzacja rynku pracy zmienia strukturę popytu na pracę, która „faworyzuje nie tylko wysoko wykwalifikowane kadry, ale również osoby o niskich kwalifikacjach – w rezultacie grupą, która najbardziej traci w związku z rozwojem ICT, są osoby o średnim poziomie kwalifikacji”.

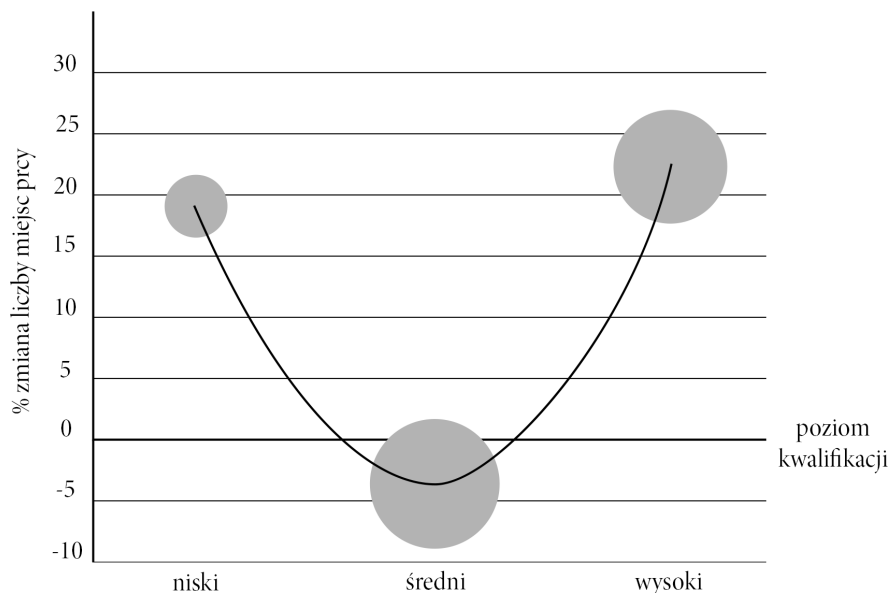
Polaryzację można zdefiniować jako proces, „w wyniku którego są «faworyzowane» nie tylko wysoko wykwalifikowane kadry, ale również te o niskim poziomie kwalifikacji, a grupą, która najbardziej traci, są osoby o średnich kwalifikacjach”. Innymi słowy „polaryzacja ma miejsce, gdy popyt na zawody zarówno wysokoprofilowe, jak i wymagające niskich kwalifikacji jest wyższy niż popyt na osoby o średnich kwalifikacjach” (Maselli, 2012, s. 23). Z badań przywołanej autorki wynika, że według tak zdefiniowanej polaryzacji, występuje ona w 17 z 27 krajów członkowskich UE, w tym w Polsce. Uzyskane wyniki badań ukazały, iż popyt na pracowników nie rośnie liniowo wraz ze wzrostem ich umiejętności, lecz przybiera kształt litery U (rysunek 2.1.), co oznacza, że „zatrudnienie rośnie w grupach zawodów

¹ ICT – *Information and Communication Technologies*: rodzina technologii przetwarzających, gromadzących i przesyłających informacje w formie elektronicznej (w literaturze spotyka się zamienne terminy: technologie informacyjno-telekomunikacyjne, teleanformatyczne lub techniki informacyjne) (PFR, 2021).

wymagających zarówno wysokich, jak i niskich kwalifikacji, a maleje w grupach zawodów zlokalizowanych w środku rozkładu kwalifikacji” (Arendt i Gajdos 2018, s. 73).

Rysunek 2.1.

Polaryzacja miejsc pracy



Źródło: Maselli I., 2012, s. 23 na podstawie Eurostat — *Labour Force Survey data*.

I. Maselli (2012, ss. 24–25), przywołując wyniki badań empirycznych innych autorów, wyjaśnia związek między popytem na pracę i zmianami technologicznymi ukierunkowanymi na umiejętności (SBTC: *skill-biased technological change*) (Goldin i Katz, 2008, ss. 89–128) oraz zmianami technologicznymi ukierunkowanymi na zadania (TBTC: *task-biased technological change*)² (Autor i in., 2003, ss. 1279–1333). Według pierwszych z przywołanych autorów technologie SBTC sprzyjają pracownikom o dużych umiejętnościach i osłabiają pozycje zawodowe osób o niskim poziomie umiejętności. Wzmocnienie pracowników o wysokich kwalifikacjach polega na podejmowaniu pracy na nowych i bardziej atrakcyjnych stanowiskach, a tym samym i lepiej opłacanych miejscach pracy. Z kolei osłabienie pracowników o niskich kwalifikacjach, wykonujących proste i rutynowe prace, często prowadzi do likwidacji ich stanowisk pracy i ogólnie do zmniejszania popytu na pracowników zdolnych do wykonywania mało skomplikowanych zadań (zob. m.in. Goldin i Katz, 2008, ss. 89–128). W analizach zjawiska polaryzacji miejsc pracy w kontekście technologii TBTC zauważa się przesunięcie rozważań z umiejętności na zadania, kategoryzowane jako zadania rutynowe, nierutynowe zadania manualne i nierutynowe zadania intelektualne. Wskazuje się, iż nowoczesne technologie najsilniej wpływają na zadania rutynowe, które najłatwiej

² Teoria TBTC nazywana jest również „hipotezą rutynizacji” (Maselli, 2012, s. 25).

można zastąpić automatycznymi urządzeniami (Autor i in., 2003, ss. 1279–1333; Goos i Manning, 2007, ss. 118–133).

D. Autor i D. Dorn (2013, ss. 1553–1597) przedstawili analizę empiryczną polaryzacji zatrudnienia i płac w USA w latach 1980–2005 wraz z jednoczesnym wzrostem zawodów usługowych o niskich kwalifikacjach. Autorzy weryfikowali kilka hipotez. Jako podstawową przyjęli, że „polaryzacja jest napędzana przez interakcję między dwiema siłami: preferencjami konsumentów, które faworyzują różnorodność nad specjalizacją oraz nieneutralny postęp technologiczny, który znacznie obniża koszty wykonywania rutynowych, dających się zakodować zadań zawodowych” (2013, ss. 1558–1559). Hipoteza ta została zweryfikowana pozytywnie. Badania wykazały, iż komputeryzacja zastąpiła pracowników o niskich kwalifikacjach w wykonywaniu rutynowych zadań. Z uwagi na to, że cena technologii komputerowych systematycznie zmniejszała się, obniżeniu uległy także wysokości wynagrodzeń za prace rutynowe³. W konsekwencji pracownicy o niskich kwalifikacjach przenieśli swoją podaż pracy do zawodów usługowych, które są trudne do zautomatyzowania. Cytowani autorzy szukali także odpowiedzi na pytanie o wpływ na polaryzację takich zdarzeń, jak *offshoring* zadań zawodowych, zmiany demograficzne, w tym imigracja, starzenie się populacji, zwiększający się udział kobiet na rynku pracy oraz spadek zatrudnienie w produkcji. Konkludując, stwierdzili, że pewne zależności występują, ale nie upoważniają one do stwierdzenia istotnego wpływu na polaryzację zatrudnienia lub płac (2013, s. 1560).

Determinantami polaryzacji miejsc pracy w 16 krajach Europy Zachodniej w latach 1993–2010 zajmowali się także M. Goos i in. (2014, ss. 2509–2526). Autorzy postawili hipotezę mówiącą o tym, że na polaryzację wpływają zmiany technologiczne oraz *offshoring* zadań. Pierwsza zmienna skutkuje zastępowaniem siły roboczej wykonującej proste i rutynowe prace przez nowoczesne technologie (automatyzacja i robotyzacja). Podobne skutki wynikają z przenoszenia na zewnątrz usług dotychczas wykonywanych przez przedsiębiorstwo. Przeniesienia te mogą mieć różną formę organizacyjną i prawną, np. utworzenie zależnego kapitałowo podmiotu lub *outsourcing*. Jeden i drugi przypadek może być dokonany w kraju macierzystym lub poza nim. W tym miejscu należy dodać, że procesy *offshoringu* w dużej mierze dokonują się za sprawą rozwoju technologii, głównie informacyjno-telekomunikacyjnych. Wykazano, że w analizowanych krajach polaryzacja występuje głównie za sprawą wymienionych zmiennych, jednakże im silniejszy wpływ zmian technologicznych, tym „zmniejszone zapotrzebowanie na średnie w stosunku do wysoko wykwalifikowanych i nisko wykwalifikowane zawodów” (2014, ss. 2509–2510). Stworzony przez autorów model ekonomiczny wyjaśnia nie tylko ogólną polaryzację miejsc pracy, ale polaryzację zatrudnienia w branżach oraz zmiany w zatrudnieniu na skutek przepływów międzybranżowych. Autorzy stwierdzają, że przepływy te osłabiają międzybranżową polaryzację miejsc pracy, ale jej nie odwracają (2014, s. 2524).

Wymienieni wyżej D. Autor i D. Dorn oraz M. Goos i in. wskazywali, że wpływ nowych technologii na polaryzację miejsc pracy dokonuje się m.in. za sprawą *offshoringu*

³ I. Maselli (2012, s. 23) przywołując wcześniejsze badania D. Autora i in. (2003, ss. 1279–1333) dotyczących rynku pracy w USA podaje, że „popyt na pracę jest spolaryzowany w odniesieniu do płac”, tj. zwiększa się zarówno w przypadku niskopłatnych, jak i wysokopłatnych miejsc pracy, ale jednocześnie zmniejsza się w przedziale „środkowych” miejsc pracy (wynagradzanych na średnim poziomie).

zadań zawodowych. Ważność wspomnianej zależności podkreślają także A. S. Blinder (2007, ss. 1–44) badający migrację miejsc pracy z USA do krajów biedniejszych, D. Autor i in. (2011, s. 4) szacujący wpływ rosnącej chińskiej konkurencji importowej, A. Hijzen i in. (2005, ss. 860–878) ukazujący pozytywny wpływ międzynarodowego *outsourcingu*, za sprawą którego nastąpił wzrost popytu na wykwalifikowaną siłę roboczą w Wielkiej Brytanii oraz M. Amity i S. J. Wei (2005, ss. 308–347) wykazujący szybszy rozwój *offshoringu* produkcyjnego niż *offshoringu* usług.

Zasygnalizowany powyżej popytowy kontekst polaryzacji rynku pracy należy uzupełnić analizami podaży siły roboczej w funkcji poziomu kwalifikacji formalnych, tj. potwierdzonych świadectwami i dyplomami ukończonych szkół, a także analizami popyt–podaż. W zakresie podaży siły roboczej i kwalifikacji pracowników można stwierdzić, że we wszystkich krajach europejskich od lat odnotowuje się pozytywne zmiany wyrażane liczbą absolwentów szkół kończących edukację na poziomie podstawowym, średnim i wyższym. Tendencja ta jest zgodna ze Strategią Europa 2020, w której zalecono ograniczenie wskaźnika przerywania nauki do 10% oraz zwiększenie do 2020 r. odsetka osób w wieku 30–34 lat posiadających wyższe wykształcenie (wskaźnik 40%) (Komisja Europejska, 2010, s. 12).

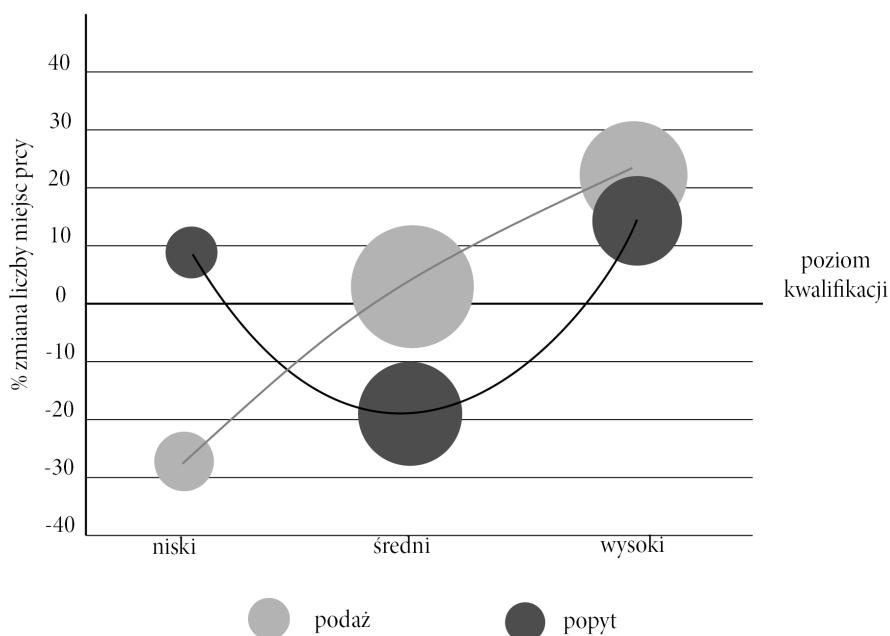
Analizy w zakresie popytu i podaży na rynku pracy są nakierowane na badanie równowagi między podażą siły roboczej a popytem na umiejętności zgłaszanym przez tych, którzy tworzą miejsca pracy. Na rysunku 2.2. przedstawiono popyt i podaż pracy w funkcji poziomu umiejętności (zadań i zawodów, których wykonywanie wymaga określonego poziomu edukacji) w UE 27 w latach 2010–2020.

W prognozach Cedefop opublikowanych w 2010 r. sygnalizowano ryzyko polaryzacji zatrudnienia do 2020 r. Wskazywano, iż będzie ona efektem zmian w strukturze zawodowej, tj. zwiększonym popytem na pracowników mających dużą wiedzę i umiejętności, i których należy dobrze wynagradzać, oraz pracowników w zawodach niewymagających specjalnych kwalifikacji zawodowych (prace techniczne proste i rutynowe). Jednocześnie sygnalizowano występowanie spadków lub stagnacji miejsc pracy w „średnim” rozkładzie stanowisk (Cedefop, 2010, ss. 11–12; Cedefop, 2011, s. 13). We wnioskach z badań (2011, ss. 8–10) stwierdza się, że polaryzacja zawodów wynika nie tylko ze zmian technologicznych, ale także z globalizacji, międzynarodowego podziału pracy, trendów popytowych oraz z rosnącej liczby imigrantów podejmujących zatrudnienie głównie przy wykonywaniu prostych prac. Z kolei z analiz I. Maselli (2012, s. 26) opartych na tych samych prognozach wynika, że w większości krajów europejskich istnieje tendencja do polaryzacji po stronie popytu na pracę, natomiast po stronie podaży prognozuje się występowanie liniowej zależności w zakresie podnoszenia poziomu kwalifikacji rzeczywistej i potencjalnej siły roboczej.

Przywołana wyżej autorka badań podkreśla, że w poszczególnych krajach może wystąpić ryzyko wynikające z braku korelacji między formalnymi kwalifikacjami wymaganymi na danym stanowisku i kwalifikacjami pracownika. Brak korelacji świadczy o tzw. niedopasowaniu pionowym, które może oznaczać, po pierwsze, nadmiar kwalifikacji aktualnie zatrudnionych lub potencjalnych pracowników, a po drugie, niezaspokojony popyt na pracowników. Przypadek pierwszy występuje, gdy pracownicy lub kandydaci do pracy mają wykształcenie wyższe niż wynika to z opisu pracy (wymagań na konkretnym stanowisku pracy). Drugi zaś występuje wówczas, gdy na wolne miejsca pracy nie można zatrudnić pra-

cownika, ponieważ potencjalni kandydaci nie spełniają wymagań kwalifikacyjnych według opisu stanowiska pracy.

Rysunek 2.2.
Popyt i podaż pracy



Uwagi:

UE27 — prognoza na lata 2010–2020.

Zródło: I. Maselli, 2012, s. 26 na podstawie prognoz CEDEFOP⁴.

Z innych badań prowadzonych w 12 krajach UE, w tym w Polsce, wynika, że (Lewandowski i in., 2017, ss. 1–23; Lewandowski, 2017, ss. 1–10):

- odejście od pracy rutynowej na rzecz pracy nierutynowej nastąpiło znacznie szybciej wśród pracowników młodszych wiekiem;
- w większości analizowanych krajów starzenie się siły roboczej następowało szybciej w zawodach prostych (prace rutynowe), ponieważ w tych zawodach zmniejszał się udział pracowników młodych;

⁴ CEDEFOP: European Centre for the Development of Vocational Training — Europejskie Centrum Rozwoju Kształcenia Zawodowego; jest agencją UE powołaną w 1975 r. w celu wspierania promowania, rozwoju i wdrażania unijnych polityk w dziedzinie kształcenia i szkolenia zawodowego, a także polityki w dziedzinie umiejętności i kwalifikacji w drodze współpracy z Komisją, państwami członkowskimi i partnerami społecznymi (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 30, 2019, s. 92).

- w sześciu z 12 badanych krajów odnotowano w latach 2000–2010 następującą zależność: im bardziej rutynowy był zawód, tym większy był wzrost udziału bezrobotnych w tym zawodzie;
- systemy edukacyjne powinny być przystosowane tak, aby sprzyjały rozwojowi umiejętności niezbędnych do wykonywania zadań nierutynowych, ponieważ młodzi pracownicy podejmujący pracę w zawodach, w których przeważają prace rutynowe, są narażeni na stosunkowo wysokie ryzyko bezrobocia.

Badania dotyczące zmian zachodzących w strukturze pracujących w Polsce pod koniec 2020 r. przeprowadził cytowany wcześniej Ł. Arendt (2015, ss. 13–25). Autor stwierdził zwiększone zapotrzebowanie na pracowników w zawodach wymagających wysokich umiejętności, przy równoczesnym spadku zapotrzebowania na pracowników w zawodach wymagających niskich kwalifikacji, co sugeruje możliwość polaryzacji polskiego rynku pracy.

Zmniejszanie nierówności na rynkach pracy (osłabienie polaryzacji) może następować nie tylko po stronie popytowej, czyli przez zmiany w strukturze sektorowej gospodarki (zob. Goos i in., 2014, ss. 2509–2526), ale także dzięki wzrostowi poziomu wykształcenia. Zdaniem P. Lewandowskiego (2017) wzmiankowane procesy umożliwiają przemieszczanie się pracowników wykonujących proste prace manualne do prac wymagających wyższych kompetencji. Jednocześnie autor zwraca uwagę, że przedmiotowe zmiany skutkują wzrostem znaczenia prac o charakterze rutynowym kognitywnym, co w konsekwencji może sprzyjać automatyzacji i komputeryzacji (robotyzacji — podkr. MW) tych prac.

D. Oesch (2013) badał ewolucję struktury zatrudnienia pod kątem „dobrych i złych miejsc pracy” oraz kierunków i natężenia polaryzacji miejsc pracy. W swojej książce autor odnosi się do licznych debat na temat erozji klasy średniej i występowania lub nie — kompromisu między równością a pełnym zatrudnieniem. Czyni to przez analizę pięciu sił napędzających zmiany zawodowe, którymi według niego są: „zmiany technologiczne, zmiany w handlu międzynarodowym, ekspansja edukacyjna, migracja osób o niskich kwalifikacjach i instytucje ustalające wynagrodzenia”. Na podstawie zmian na rynkach pracy w Wielkiej Brytanii, Danii, Niemczech, Hiszpanii i Szwajcarii od 1990 r. autor stwierdza, że: po pierwsze — w badanych krajach nastąpiły korzystne zmiany w strukturze zatrudnienia, po drugie — wystąpiły większe spadki zatrudnienia na stanowiskach wymagających średniego poziomu wykształcenia niż na stanowiskach o niższym poziomie wykształcenia, bowiem wykonywane są na nich proste i rutynowe czynności, oraz po trzecie — zwiększanie poziomu kwalifikacji zawodowych nie odbywa się kosztem zatrudniania pracowników legitymujących się wykształceniem na niższym poziomie.

W innym opracowaniu D. Oesch wspólnie z G. Piccitto (2019, ss. 441–469) krytycznie odnoszą się do twierdzeń D.H. Autora i D. Dorna (2013) oraz M. Goosa i in. (2014), a także do treści zawartych w raporcie Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD 2017). Krytyczny osąd dotyczy artykułowania silnych powiązań technologii z polaryzacją miejsc pracy oraz z zanikiem tradycyjnych gałęzi przemysłu, szczególnie przemysłu ciężkiego (deindustrializacja), w wyniku czego powstaje „wyrwa w strukturze zatrudnienia oraz, przypuszczalnie, zanik klasy średniej”. Na podstawie swoich badań dotyczących zmian na rynku pracy w Niemczech, Hiszpanii, Szwecji i Wielkiej Brytanii w latach 1992–2015, wymienieni autorzy podważają powszechnie występujące w literaturze przedmiotu argu-

menty o polaryzacji rynków pracy w krajach Europy Zachodniej. Autorzy podkreślają, że ich „ustalenia są wyraźnie sprzeczne z tezą o zaniku klasy średniej” (Obserwator finansowy 2020).

Krytyczny osąd o polaryzacji miejsc pracy przedstawiają także E. Fernández-Macías i J. Hurley (2017, ss. 563–585). W świetle badań własnych, autorzy twierdzą, iż rutynowe i poznawcze treści zadań są powiązane ze względną ekspansją lepiej płatnych zawodów, co z kolei sugeruje, że „skutki zawodowe zmiany technicznej wynikającej z rutyny i umiejętności są podobne, a zjawisko polaryzacji pracy obserwowane w niektórych krajach europejskich nie jest głównie wynikiem czynników technologicznych”.

Z przedstawionego wybiórczego przeglądu literatury przedmiotu wynika, że zjawisko polaryzacji rynku pracy, a dokładniej miejsc pracy, wymienia się zazwyczaj wśród negatywnych konsekwencji rozwoju i wdrażania technologii cyfrowych do gospodarki. Są jednakże i głosy przeciwnie. Na przykład R.E. Dwyer i E.O. Wright (2019, ss. 56–76), analizujący zmiany liczby miejsc pracy w USA od lat 80. do 2010 r., stwierdzają, że przez większą część tego okresu rosła liczba nisko płatnych miejsc, zwłaszcza w usługach, a także w przetwórstwie przemysłowym. Na bazie otrzymanych wyników autorzy rozważają alternatywne możliwości wzrostu liczby „godnych miejsc pracy” w gospodarkach XXI w. Twierdzą, że jest możliwe tworzenie takich miejsc pracy „obok kapitalistycznej gospodarki rynkowej oraz w jej ramach”. Zdaniem cytowanych autorów, generowanie dobrych miejsc pracy, aczkolwiek nisko umocowanych w hierarchii stanowisk (prace proste, rutynowe i nisko wynagradzane), może odbywać się dzięki wprowadzaniu ustawowych zachęt motywacyjnych dla zarządzających przedsiębiorstwami lub nakładaniu ograniczeń na realizowane przez nich strategie (Dwyer i Wright, 2019, ss. 70–71). Można przypuszczać, że taka ingerencja w działalność podmiotów biznesowych będzie odczytywana jako ograniczanie swobody konkurencji. Stąd też autorzy proponują dwa inne sposoby na generowanie dobrych miejsc pracy. Po pierwsze — uruchamianie programów nakierowanych na tworzenie miejsc pracy w sektorze publicznym oraz — po drugie — na ułatwianie działalności w podmiotach ekonomii społecznej i solidarnej, których działalność jest nastawiona głównie na wytwarzanie towarów i usług zaspokajających potrzeby członków danej organizacji solidarności społecznej.

R. E. Dwyer i E. O. Wright widzą także ograniczenia i trudności w zamianie „złych miejsc pracy” na „dobre miejsca pracy”. Biorą się one przede wszystkim z utrwalonego przez lata utrzymywania niskich płac za prace proste i rutynowe oraz z dokonującego się spadku wzrostu i lub stagnacji liczby miejsc pracy w środku rozkładu, tj. na stanowiskach średnio opłacanych oraz o wymogach kompetencyjnych na średnim poziomie edukacyjnym. Niemniej jednak twierdzą, że gospodarka solidarności społecznej może stanowić drogę do ulepszenia miejsc pracy o najniższych wynagrodzeniach i zapewnienia wzrostu średnich płac. Jednocześnie podkreślają, że tworzenie lepszych jakościowo miejsc pracy jest wyzwaniem nie tylko natury zarządczej, ale także — lub nawet przede wszystkim, natury politycznej i ekonomicznej (Dwyer i Wright 2019, ss. 72–73).

O politycznym priorytecie w kontekście miejsc pracy w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, piszą także P. Osterman i B. Shulman (2011). Priorytetem tym jest konieczność inwestowania w instytucje stwarzające „pracownikom o niskich kwalifikacjach możliwości osiągnięcia przyzwoitych, podtrzymujących życie miejsc pracy”, bowiem jest

zbyt wiele miejsc pracy niespełniających standardów godnej pracy. Z szacunków przywołanych autorów wynika, że w USA około jedna czwarta pracujących dorosłych jest „uwięziona na stanowiskach, które nie zapewniają wystarczającego wynagrodzenia, ubezpieczenia zdrowotnego lub nadziei na awans”. Dlatego też rząd oraz właściciele i zarządzający przedsiębiorstwami mają do odegrania ważną rolę w poprawie jakości niskopłatnych miejsc pracy.

O przyszłości miejsc pracy w USA pisze także D. H. Autor (2015, ss. 3–30), który stwierdza, że liczba tych miejsc jest zdeterminowana automatyzacją gospodarki. Z jednej strony automatyzacja przyczynia się do likwidacji miejsc pracy prostej i rutynowej, ale z drugiej strony stwarza także możliwości uruchamiania nowych miejsc pracy. Te nowe miejsca pracy zazwyczaj są lepiej wynagradzane, ale też większe są wymagania kompetencyjne wobec pracowników obsługujących te stanowiska. Obserwacje przemieszczeń na rynku pracy wskazują, że część osób tracących pracę w przemyśle przenosi się do pracy w usługach, a niektórzy do pracy biurowej, jednakże jedne i drugie miejsca pracy także podlegają automatyzacji i robotyzacji. W najbardziej niekorzystnej sytuacji są pracownicy niewykwalifikowani lub średnio wykwalifikowani, bowiem wykonywane przez nich prace są eliminowane przez automatyzację (Autor, 2015, s. 3).

W dalszej części swoich rozważań badacz twierdzi, że „polaryzacja zatrudnienia nie będzie trwać w nieskończoność” i argumentuje to tym, że co prawda prace w wielu zawodach, w których są wymagane kwalifikacje na poziomie średnim, najbardziej są podatne na automatyzację, ale nadal jest i będzie wiele zawodów wymagających całego spektrum wiedzy i umiejętności na poziomie średnim, np. w zawodzie pielęgniarki czy technika radiologii, technika samochodowego, handlowca, elektryka lub też instalatorów ogrzewania i klimatyzacji (Autor, 2015, s. 26). Przewiduje się, że specjaliści zatrudnieni w tych zawodach nadal mogą legitymować się wykształceniem na średnim poziomie, ale ich kompetencje będą zapewne rozbudowane o treści w zakresie matematyki, nauk przyrodniczych i analitycznego myślenia. Tak może stać się, jeżeli w centrum każdej długoterminowej strategii podmiotów gospodarczych będzie wpisane ustawiczne doskonalenie kompetencji pracowników. Inaczej mówiąc — wiedza i umiejętności pracowników mają być uzupełniane i rozwijane, a nie zastępowane przez nowe technologie.

Zdaniem T. L. Friedmana (2010) dobre miejsca pracy powstają wówczas, gdy wytwarza się „więcej produktów i usług, dzięki którym życie ludzi jest zdrowsze, wydajniejsze, bezpieczniejsze, wygodniejsze lub bardziej rozrywkowe”. Oczywiście te produkty i usługi powinny być wytworzone w takiej liczbie, aby zaspokajały potrzeby obywateli własnego kraju, a także aby można było je sprzedać na rynku globalnym. Zdaniem autora taka wizja jest możliwa pod warunkiem zatrudniania „dobrze wykszcolonej i produktywnej siły roboczej, która potrafi wykorzystać nowoczesną technologię”. Jednocześnie podkreśla, że dobre miejsca pracy nie zawsze muszą być związane z najnowszymi technologiami, np. z „wyszukiwarką” Google czy „aplikacjami na iPhone’a”, ponieważ nie każda osoba wykszcolona na średnim poziomie potrafi napisać takie aplikacje. Dodaje jednakże, iż każdy z pracujących w otoczeniu nowych technologii powinien umieć z nimi pracować i je wykorzystywać po to, aby można było o nim powiedzieć, że jest „dobrym rzemieślnikiem”. Termin ten T. L. Friedman przywołuje za Lawrence Katzem, ekonomistą pracy z Uniwersytetu Harvarda, według którego każdy powinien myśleć o sobie jako o „rzemieślniku” wnoszącym do swojej pracy „coś

„dodatkowego” i z czego jest dumny. Przykładów takich zawodów może być wiele. Na przykład w kontekście starzenia się społeczeństw L. Katz wskazuje na rosnące zapotrzebowanie na nowe miejsca pracy i nową pracę w służbie zdrowia, która może być wykonywana przez emigrantów lub przez mniej wykształconych Amerykanów, albo też przez wykwalifikowaną siłę roboczą, która „zapewni starszym ludziom lepszą fizyczną i psychiczną jakość życia”. Z pewnością ci pierwsi będą nisko opłacani, a ci drudzy będą pracownikami poszukiwanymi i lepiej wynagradzanymi.

Rozważania o zmianach w zapotrzebowaniu na pracowników legitymujących się średnim poziomem wykształcenia prowadził także H. J. Holzer (2015). W przedmiotowej kwestii autor zauważa mocno rozbieżne poglądy. Jego zdaniem pewnym paradoksem jest to, że z jednej strony wielu badaczy dowodzi lub prognozuje negatywny wpływ nowych technologii na liczbę „środkowych” miejsc pracy, a z drugiej strony są pracodawcy dysponujący nieobsadzonymi miejscami pracy, przy których mogłyby pracować osoby posiadające średnie kwalifikacje. Autor zauważa, że zmniejszanie liczby miejsc pracy wymagających wykształcenia na średnim poziomie występuje w produkcji, w branży budowlanej oraz w pracach biurowych. Natomiast wzrost liczby miejsc pracy odnotowano w służbie zdrowia, konserwacji mechanicznej i naprawach oraz niektórych usługach. Aby nadać za tymi zmianami H. J. Holzer wskazuje na konieczne zmiany polityki i praktyki w zakresie edukacji pracowników, w wyniku której zwiększają się ich kompetencje, a w konsekwencji także wysokość wynagrodzeń. Ponadto autor podkreśla, że w celu utrzymania i ewentualnego zwiększenia liczby siły roboczej „w klasie średniej” ważne są polityki publiczne, które dodatkowo mogą wspierać i motywować pracowników, pracodawców i instytucje edukacyjne, a także dodatkowe strategie, np. publiczne ulgi podatkowe lub dotacje oraz pomoc techniczna, zachęcające pracodawców do tworzenia większej liczby takich miejsc pracy.

W podsumowaniu treści prezentowanych w tym rozdziale można stwierdzić, że polaryzacja miejsc pracy nie jest cechą charakterystyczną tylko rynku pracy w Polsce. Omawiane zmiany w relacjach: miejsca pracy — poziom wykształcenia w wyniku zmian technologicznych występują na wszystkich rynkach pracy, a ich nasilenie jest zależne od rozmiarów i szybkości implementacji nowoczesnych technologii do gospodarki. W tym kontekście trafnie pisze Ł. Arendt (2015, s. 24), że „zmiana technologiczna na polskim rynku pracy ma charakter endogeniczny — zależność między technologią a umiejętnościami jest dwukierunkowa: z jednej strony postęp techniczny determinuje popyt na określone umiejętności i kompetencje, a z drugiej — to umiejętności i kompetencje, składające się na kapitał ludzki, wyznaczają tempo postępu technicznego”.

3. Zawody przyszłości

W kontekście polaryzacji pracy wywoływanej wdrażaniem technologii cyfrowych do gospodarki istotne są odpowiedzi na pytania o zawody, miejsca pracy oraz przypisane im wymogi kompetencyjne. Ch. E. Bouée (2015) podkreśla, że nie chodzi tylko o zawody i czysto techniczne stanowiska pracy, tj. wyłącznie związane z technikami cyfrowymi, bowiem „cyfryzacja to coś więcej niż tylko zmiana narzędzi. Oznacza to przyjęcie nowej kultury i sposobu myślenia [...]”. Ostatecznie sukces w erze cyfrowej nie zależy od wydajności technologii, ale od zręczności i zdolności adaptacyjnych ludzi, którzy ją używają.”

Przyszłe zawody i miejsca pracy są komentowane zazwyczaj w kontekście poziomu wykształcenia. W literaturze przedmiotu operuje się takimi terminami jak wykształcenie na niskim, średnim lub wysokim poziomie edukacyjnym, lub pisze się o wykształceniu na poziomie podstawowym, średnim lub wyższym. W tym miejscu można zadać pytanie o dokładność i jednoznaczność tych określeń. Choć powszechnie mogą wydawać się pojęciami niedoprecyzowanymi, to w rzeczywistości tak nie jest, bowiem jak zauważa Ł. Arendt (2015, s. 19) w analizach empirycznych pod uwagę bierze się „poziom formalnego wykształcenia jako aproksymantę poziomu kwalifikacji”. W Polsce poziomy formalnego wykształcenia zostały zdefiniowane w *Klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy* (Ministerstwo Pracy... 2014) opracowanej w oparciu o Międzynarodowy Standard Klasyfikacji Zawodów (*International Standard Classification of Occupations — ISCO-08*). Przywołane opracowanie nie jest dokumentem statycznym, lecz jest systematycznie co około 2–3 lata modyfikowane przez skreślane jednych i dopisywane innych zawodów.

W *Klasyfikacji (...)* zawód zdefiniowano jako „zbiór zadań (zespół czynności) wyodrębnionych w wyniku społecznego podziału pracy, wykonywanych stale lub z niewielkimi zmianami przez poszczególne osoby i wymagających odpowiednich kompetencji (wiedzy i umiejętności), zdobytych w wyniku kształcenia lub praktyki”. Określono także cztery niżej podane poziomy kompetencji kojarzone z posiadanym wykształceniem zdobywanym w systemie edukacji formalnej oraz w systemie edukacji pozaformalnej (Ministerstwo Pracy... 2014, ss. 7–8):

- „pierwszy poziom kompetencji odniesiono do pierwszego poziomu wykształcenia uzyskiwanego w szkole podstawowej;
- drugi poziom kompetencji odniesiono do drugiego poziomu wykształcenia uzyskiwanego w gimnazjum oraz do trzeciego poziomu uzyskiwanego w liceum ogólnokształcącym, liceum profilowanym i zasadniczej szkole zawodowej;
- trzeci poziom kompetencji odniesiono do czwartego poziomu wykształcenia uzyskiwanego w szkole policealnej oraz do trzeciego poziomu wykształcenia uzyskiwanego w technikum;
- czwarty poziom kompetencji odniesiono do piątego poziomu wykształcenia uzyskiwanego w szkołach pomaturalnych, do szóstego poziomu uzyskiwanego na studiach I stopnia (licencjackich i inżynierskich oraz w kolegiach), do siódmego poziomu uzyskiwanego na studiach II stopnia (magisterskich) oraz do ósmego poziomu wykształcenia, uzyskiwanego na studiach III stopnia (doktoranckich)”.

W podsumowaniu podstawowych pojęć związanych z zawodem należy podkreślić, że rozporządzenie w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy „nie reguluje kwestii dopuszczania do wykonywania zawodów, nie zawiera zapisów, dotyczących wymogów kwalifikacyjnych w odniesieniu do poszczególnych zawodów, ani też nie wskazuje sposobów kontroli spełniania wymagań kwalifikacyjnych przez osoby oferujące swoje usługi na rynku pracy”. Stąd też prace w ramach konkretnego zawodu będą wykonywane, podobnie jak to się dzisiaj dzieje, przez osoby o różnych – formalnie i nieformalnie zdobywanych – kwalifikacjach.

W Międzynarodowym Standardzie Klasyfikacji Zawodów opisano charakter prac oraz podano przykładowe zawody przypisane poszczególnym poziomom kompetencji (ILO 2012, ss. 12–13):

- zawody na pierwszym poziomie kompetencji obejmują wykonywanie prostych i rutynowych zadań fizycznych lub manualnych; są to np. sprzątacze biur, robotnicy ogrodu, pomocnicy kuchenni, itp.;
- zawody na drugim poziomie kompetencji obejmują wykonywanie takich zadań, jak obsługa maszyn i urządzeń, prowadzenie pojazdów czy też konserwacja i naprawa sprzętu elektrycznego i mechanicznego; przykładowe zawody to: kierowca, sekretarka, księgowy, krawiec, sprzedawca, policjant, fryzjer, mechanik samochodowy;
- zawody na trzecim poziomie kompetencji obejmują wykonywanie złożonych zadań, które wymagają obszernej wiedzy faktograficznej, technicznej i proceduralnej w jakiejś specjalistycznej dziedzinie, np. sporządzanie szczegółowych szacunków ilościowych kosztów materiałów i robocizny potrzebnych do realizacji konkretnych projektów, koordynowanie, nadzorowanie, kontrolowanie i planowanie działań innych pracowników; przykładowe zawody to: kierownik marketu, technik laboratorium medycznego, przedstawiciel handlowy;
- zawody na czwartym poziomie kompetencji obejmują wykonywanie zadań rozwiązujących złożone problemy, jak np. podejmowanie decyzji i kreatywność w oparciu o obszerną wiedzę teoretyczną i faktograficzną w wyspecjalizowanej dziedzinie, diagnostykę chorób i leczenie osób czy też projektowanie urządzeń i procesów produkcyjnych; za-

wodami przypisanymi do tego poziomu są np. menedżer sprzedaży, inżynier w określonej specjalności, lekarz, muzyk i analityk systemów komputerowych.

Zdefiniowane według powyższej klasyfikacji poziomy wykształcenia i zawody pozwalają jednoznacznie analizować trendy zmian w poszczególnych zawodach i na tej podstawie prognozować zmiany zawodów i zmiany na rynku pracy w wielu kontekstach, w tym w kontekście zmian technologicznych. Na przykład przywoływany wcześniej Ł. Arendt (2015, ss. 18–21) na podstawie analizy liczby i struktury pracujących w Polsce w układzie czterech poziomów umiejętności sformułował następujące wnioski wynikające z porównania zatrudnienia między 1995 r. a prognozą dla 2020 r.:

- zmniejszy się liczba pracujących w zawodach wymagających wykształcenia na pierwszym i drugim poziomie kompetencji o odpowiednio 10,2% i 14,7%;
- zwiększy się liczba pracujących w zawodach wymagających wykształcenia na trzecim i czwartym poziomie kompetencji o odpowiednio 20,3% i 88,3%;
- spowolnienie gospodarcze spowodowane globalnym kryzysem finansowym w latach 2008–2012/13 nie wpłynęło na zmniejszenie liczby pracujących w zawodach wymagających wykształcenia na czwartym poziomie kompetencji;
- zmiany w strukturze pracujących po 1995 r. oraz według prognozy do 2020 r. faworyzują osoby mające wysokie kompetencje.

C. Frey i M. Osborne (2013, ss. 37, 42), badając rynek pracy w USA, oszacowali ryzyko zatrudnienia wynikające z implementacji systemów komputerowych (prawdopodobnej automatyzacji). Na podstawie analiz zadań wykonywanych w ramach 702 zawodów wskazali, iż najmniejsze ryzyko utraty miejsc pracy wystąpi w zawodach związanych z zarządzaniem, biznesem i finansami, informatyką, pracami inżynierskimi, nauką i edukacją, prawem, sztuką i mediami oraz usługami społecznymi i opieką zdrowotną. Głównymi atutami tych zawodów są m.in. umiejętności twórcze i społeczne, inteligencja emocjonalna, kreatywność oraz relacje społeczne, których nie mają nadal automaty i roboty. Z kolei największe ryzyko oszacowano w zawodach usługowych, sprzedażowych, administracyjno-biurowych, a także w produkcji, transporcie i magazynowaniu. Lista zawodów wysokiego ryzyka zapewne będzie się zwiększała, bowiem roboty „uczą się” i będą potrafiły wykonywać coraz bardziej złożone zadania. Według szacunków około 47 procent całkowitego zatrudnienia w USA zaliczono do kategorii wysokiego ryzyka, gdyż jest możliwe zautomatyzowanie tych miejsc pracy w ciągu najbliższych dwóch dekad. Przywołani autorzy wykazali także występowanie silnie negatywnego związku między automatyzacją wykonywanych zadań (miejsc pracy, zawodów — podkr. MW) i wysokością wynagrodzenia oraz poziomem wykształcenia. Innymi słowy — „zawody wymagające wysokich kwalifikacji i wysokich zarobków są najmniej podatne na kapitał komputerowy”.

Przemysł 4.0 będzie sprzyjał powstawaniu nowych zawodów i nowych miejsc pracy w sektorze usług. Przekonanie to wynika z dynamicznych procesów starzenia się społeczeństwa, które będzie oczekiwało nowych usług o charakterze opiekuńczo-zdrowotnym. Technologie cyfrowe sprzyjają także powstawaniu przedsiębiorstw internetowych i wirtualnych, które działają przede wszystkim na rynku usług. Nowe zawody i nowe miejsca pracy w sektorze usług powstaną również w wyniku zmian modeli biznesowych (gospodarka platformowa, gospodarka sieciowa). Można przypuszczać także uruchamianie nowych miejsc

pracy w wyniku coraz szerszego prowadzenia gospodarki o obiegu zamkniętym (gospodarka okrężna, gospodarka cyrkulacyjna) (Wolter i in., 2015, s. 6; World Economic Forum, 2017, ss. 1–36). Pewnym paradoksem jest tworzenie nowych miejsc pracy, a być może i nowych zawodów w celu eliminacji i/lub minimalizowania negatywnych skutków towarzyszących niekontrolowanemu rozwojowi transformacji cyfrowej, jak np. bezpieczeństwo baz danych czy też zwiększanie niezawodności i stabilności systemów cyber-fizycznych.

Transformacja cyfrowa, choć często nazywana Przemysłem 4.0, umożliwia tworzenie nowych miejsc pracy nie tylko w przemyśle i w działalności produkcyjnej, ale także w obszarach zarządczo-administracyjnych, w których dotychczas wykorzystywano analogowe metody i narzędzia pracy. Na przykład w celu usprawnienia zarządzania zatrudnionymi pracownikami wprowadzono szereg systemów informatycznych wspomagających procesy kadrowe. Choć procesy te wynikają z rozwoju technologii, to jednak ich wprowadzenie nie skutkowało powstaniem nowych zawodów w działalności działów kadrowych. Ale już „wychwytywanie” i dobór kandydatów do pracy (procesy rekrutacji i selekcji) na podstawie danych umieszczonych w chmurze wymagają nowej wiedzy i umiejętności opisanych w zawodzie analityka dużych zbiorów danych. W kontekście ważności tych baz i umiejętności korzystania z nich K. Kulikowski (2021) przypuszcza, iż „rosnąca rola danych w życiu każdej organizacji biznesowej wraz z automatyzacją tradycyjnych procesów HR może sprawić, że działy HR będą stopniowo przekształcać się w działy analiz HR”. Inny przykład z obszaru działalności kadrowej — rozwój i doskonalenie zawodowe pracowników, szczególnie w zakresie wiedzy, w dużej mierze już dzisiaj odbywa się na interaktywnych platformach e-learningowych. Tę interaktywność zapewniają ustawicznie wprowadzane do eksploatacji nowe aplikacje oraz narzędzia cyfrowe i mobilne (zob. m.in. Volini i. in. 2017). W świetle podanych przykładów można antycypować generowanie zupełnie nowych zawodów w zakresie kierowania pracownikami w zdigitalizowanych organizacjach.

Interesujące prognozy nowych zadań i być może zawodów, które mogą powstawać za sprawą wykorzystywania sztucznej inteligencji, przedstawiają D. Acemoglu i P. Restrepo (2019, ss. 5–7). Na przykład oprogramowanie AI może być zaprojektowane do gromadzenia i przetwarzania w czasie rzeczywistym danych o konkretnych reakcjach, trudnościach i sukcesach uczniów w różnych treściach programowych (nauczanych przedmiotach). Otrzymywane informacje mogą być podstawą do wydawania zaleceń dotyczących ulepszonego sposobu nauczania. Zatem korzystanie z tej technologii w zaproponowanym celu edukacyjnym mogłoby zwiększyć zatrudnienie w sektorze edukacji, bowiem wzrosłoby zapotrzebowanie na nauczycieli o zróżnicowanych umiejętnościach niezbędnych do prowadzenia zindywidualizowanego nauczania.

Należy przypuszczać, że aplikacje sztucznej inteligencji znajdą szersze zastosowanie także w ochronie zdrowia. Zbiory dokładnie przeanalizowanych wielu informacji mogą znacząco rozszerzyć zakres prac w zakresie porad i diagnostyki średniego personelu medycznego, np. pielęgniarek i techników różnych specjalności zatrudnionych w zakładach opieki zdrowotnej.

Podane wyżej przykłady można uzupełnić propozycją K. Grace i in. (2018, ss. 1–21) przewidujących, że „w ciągu następnych dziesięciu lat sztuczna inteligencja przewyższy ludzi w wielu działaniach, takich jak: tłumaczenie języków (do 2024 r.), pisanie esejów szkol-

nych (do 2025 r.), prowadzenie ciężarówki (do 2027 r.), praca w handlu detalicznym (do 2031 r.), pisanie bestsellerowej książki (do 2049 r.) czy praca chirurga (do 2053 r.)”. Autorzy podają także, iż według naukowców „istnieje 50% szansy na to, że sztuczna inteligencja przewyższy ludzi we wszystkich zadaniach w ciągu 45 lat i zautomatyzuje wszystkie ludzkie prace w ciągu 120 lat”.

W kontekście możliwości stwarzanych przez sztuczną inteligencję, Y. N. Harari (2020, s. 43) analizuje nie tyle nowe zawody, co nowe sposoby wykonywania czynności w ramach już istniejących zawodów i poruszania się po drogach wynikających z tego korzyści. Na przykład wzrost bezpieczeństwa na drogach z tytułu autonomicznych pojazdów sterowanych wspólnym algorytmem. Innym korzystnym przykładem może być wzrost szybkości i trafności diagnozy medycznej stawianej przez lekarza (autor nazywa go — lekarz SI — podkr. MW) korzystającego z tysięcy diagnoz umiejscowionych w chmurze.

Inne możliwości na wykonywanie nowych zadań i utrzymanie niektórych miejsc pracy, mimo automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych, stwarzają technologie rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości. D. Acemoglu i P. Restrepo (2019, s. 6) wskazują, że w przywołanych technologiach są wykorzystywane interaktywne interfejsy w celu zwiększenia zdolności ludzi do postrzegania, monitorowania i kontrolowania obiektów. To umożliwi pracownikom pracę obok maszyn i wykonywanie wysoce precyzyjnych zadań produkcyjnych, dzięki czemu zostają zachowane niektóre z zadań, a także i zawody.

Z badań L. Hensvik i O. N. Skansa (2019, ss. 21–22) wynika, że w niedalekiej przyszłości będzie wzrastało zatrudnienie i będą powstawać nowe zawody wymagające dużych kwalifikacji technicznych oraz dojrzałości społecznej. Zdaniem A. Płoszczyńskiego (2018, ss. 4–7) nadal będzie występowało zapotrzebowanie na pracowników bowiem „nawet w nowoczesnej fabryce niezbędna stała się integracja wszystkich elementów, takich jak: maszyny, ludzie i oprogramowanie, a kluczową rolę wśród nich wciąż odgrywał człowiek o właściwych kompetencjach”. Można zakładać także, iż dokonująca się rewolucja technologiczna będzie ustawicznie rozwijana i wdrażana w coraz szerszym zakresie, a zatem będą powstawać nowe zawody i nowe miejsca pracy, które dzisiaj trudno przewidzieć i opisać. Niemniej jednak takie próby są podejmowane.

Na przykład Infuture Hatalska Foresight Institute (2019, ss. 39–73) opracował pięć scenariuszy przyszłości pracy, w których umieścił następujące zawody:

- konsultant życiowy (*meaning of life consultant*) — doradzanie klientom w zakresie zminimalizowania ich bezradności i beczynności — w odnalezieniu się w nowej rzeczywistości, w której sami nie mogą odnaleźć się;
- konsultant ds. wyboru robota (*robot consultant*) — doradzanie klientom, jaki robot byłby dla nich najbardziej odpowiedni, np. robot jako opiekun osób starszych, robot jako pomoc w domu, itp.;
- terapeuta robota (*robot therapist*) — nauczenie robotów ludzkich emocji, aby jak najlepiej mogły spełniać swoją funkcję w relacjach z ludźmi;
- pracownik różnorodności genetycznej (*genetic diversity agent*) — monitorowanie różnorodności genetycznej za pomocą specjalistycznych czujników umieszczonych na ciałach

pracowników w celu bardziej inkluzywnego (powszechnego, dostępnego dla wszystkich) i zrównoważonego zatrudnienia;

- haker zdrowia (*health hacker*) – monitorowanie podłączonych do internetu urządzeń umieszczonych w ciałach pacjentów w celu zapobiegnięcia tragedii w razie cyberataku;
- specjalista dronów śledczych (*investigative drones specialist*) – analiza zdjęć pozyskanych przez drony w zakresie, np. zachowania ludzi w pracy;
- nauczyciel wirtualnych przestrzeni (*holodeck educator*) – kształcenie przez modelowanie/kreowanie symulowanej rzeczywistości, jak np. podróż w kosmos, anatomia rośliny, itp.¹;
- konsultant ds. cyfrowej waluty (*digital currency consultant*) – merytoryczne doradztwo klientom banku w zakresie zarządzania ich majątkiem, korzystając z odpowiedniego zestawienia walut i systemów operacyjnych;
- projektant rzeczywistości mieszanej (*MR [mixed reality] journey designer*) – projektowanie, tworzenie i personalizowanie przestrzeni na specjalne zamówienie klientów;
- projektant upcyklingu (*upcycling designer*) – doradzanie projektantom i inżynierom przemysłowym w zakresie recyklingu wytworzonych produktów po ich zużyciu²;
- inżynier organiki woltaicznej (*organic voltaics engineer*) – tworzenie nowych rozwiązań w obszarze energii odnawialnych (m.in. słonecznej, wiatrowej, energii pływów, odnawialnych biopaliwami itd.);
- rolnik kosmiczny (*space farmer*) – hodowca warzyw w szklarniach na „Marsie” (szklarnie w warunkach obniżonej grawitacji);
- projektant „ulepszeń ludzkich” „ulepszania człowieka”: (*human enhancement designer*) – doradca w zakresie medycyny estetycznej;

¹ Nauczyciel wirtualnych przestrzeni (*holodeck educator*) – holdek, to „specjalne pomieszczenie, w którym obecni tam ludzie (i nie ludzie) mogli uczestniczyć w życiu wirtualnego świata, wchodząc w interakcje z generowanymi tam cyfrowo postaciami i obiektami” — <https://pl.wikipedia.org/wiki/Holodek> (22.02.2021); w nauczaniu takim wykorzystuje się m.in. technologie VR (Virtual Reality) – komputerowo wygenerowany trójwymiarowy świat, AR (Augmented Reality) – technologie łączące w sobie świat rzeczywisty i wirtualny bez możliwości wchodzenia użytkownika w interakcje ze sztucznie wytworzonymi elementami, MR (Mixed Reality) (mieszana rzeczywistość, rzeczywistość hybrydowa) – na rzeczywisty obraz nakłada się obraz wykreowany komputerowo z możliwością interaktywności — <https://apollogic.com/pl/2017/02/vr-ar-mr-czy-znasz-roznicze> (22.02.2021).

² Upcykling, podobnie jak recykling, jest formą przetwarzania wtórnego odpadów, jednakże w jego wyniku powstają produkty o wyższej wartości niż surowce do niego użyte, np. modne meble wyprodukowane z palet. Upcykling jest przeciwieństwem downcyklingu, czyli wyprodukowaniu rzeczy mniej cennych od wykorzystanych surowców — <https://komunikatorwtw.pl/upcycling-i-downcycling-co-to-jest> (22.02.2021).

- terapeuta w zakresie technologii ubieralnej — doradca w zakresie stosowania inteligentnych akcesoriów poprawiających jakość życia i zdrowia klientów³.

Z kolei M. Jędrzejewski (2016) z The Boston Consulting Group wymienia cztery następujące zawody, które powstaną w wyniku technologii cyfrowych:

- koordynator robotów (koordynowanie współpracy między coraz bardziej samodzielnymi robotami);
- analityk danych przemysłowych (analizowanie dużych zbiorów danych);
- ekspert ds. bezpieczeństwa danych (ochrona systemów przemysłowych oraz kontrola tożsamości użytkowników sieci);
- ekspert ds. symulacji (trójwymiarowe symulacje produktów, materiałów i procesów produkcyjnych w czasie rzeczywistym).

Pozytywnym przykładem występowania zależności między likwidowanymi i na nowo tworzonymi miejscami pracy jest wykorzystywanie nowoczesnych technologii w siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych. K. Brannen (2015) podaje, że zastąpienie pilotów samolotów zwiadowczych latających nad Syrią i Irakiem dronami (likwidacja miejsc pracy), wygenerowało około 30 nowych miejsc pracy obsługujących każdego bezałogowego drona oraz co najmniej 80 dodatkowych miejsc pracy (osoby cywilne) do analizowania plików wideo przysyłanych przez drony. Z przykładu tego wynika, że wprowadzenie technologii cyfrowych z jednej strony skutkowało likwidacją niewielu miejsc pracy, ale z drugiej — uruchomieniem znacznie większej liczby nowych miejsc pracy. Z rozmowy przywołanego autora z sekretarzem sił powietrznych USA — Deborah L. James wynika, że w tym konkretnym przypadku problemem nie było utworzenie nowych miejsc pracy, ale zrekrutowanie do ich obsługi pracowników o odpowiednich kompetencjach.

Niezależnie od wdrażania technologii cyfrowych do gospodarki, bada się zapotrzebowanie na poszczególne zawody. W Polsce takie badania przeprowadzają powiatowe i wojewódzkie urzędy pracy. Podmioty te identyfikują trzy grupy zawodów, tj. zawody deficytowe, zrównoważone oraz nadwyżkowe, definiując je następująco (WUP 2018, s. 52):

- „zawody deficytowe, w których nie powinno być trudności ze znalezieniem pracy w najbliższym czasie;
- zawody zrównoważone, czyli takie, w których liczba ofert pracy będzie zbliżona do liczby osób zdolnych i chętnych do podjęcia zatrudnienia;
- zawody nadwyżkowe, w których znalezienie pracy może być trudniejsze ze względu na nadmiar pracowników spełniających wymagania pracodawców”.

W prognozie zapotrzebowania na zawody w województwie warmińsko-mazurskim w 2020 r. wskazano 28 grup zawodów deficytowych, przy czym dziewięć niżej wymienio-

³ Wearable & IoT solutions therapist — „wearables, urządzenia ubieralne, komputer ubierany — ubrania oraz akcesoria zawierające w sobie komputer oraz zaawansowane technologie elektroniczne. Wearables stanowią jeden z przykładów implementacji Internetu Rzeczy, ponieważ są częścią sieci obiektów fizycznych wyposażonych w elektronikę, czujniki oraz oprogramowanie, za pomocą których zdolne są łączyć się pomiędzy sobą, producentem i innymi użytkownikami bez potrzeby ingerencji człowieka” — <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wearables> (22.02.2021).

nych grup zawodów, zalicza się do tzw. zawodów trwale deficytowych (niedobory w zatrudnieniu w tych zawodach występują od 2015 r.) (WUP 2019, s. 21):

- „cieśle i stolarze budowlani,
- dekarze i blacharze budowlani,
- spawacze,
- ślusarze,
- kierowcy samochodów ciężarowych i ciągników siodłowych,
- kierowcy autobusów,
- mechanicy pojazdów samochodowych,
- fryzjerzy,
- pielęgniarki i położne.”

Liczba zawodów zaliczanych do deficytowych jest zmienna. Na przykład, porównując prognozę na 2020 r. z tą na 2019 r., odnotowano (WUP 2019, s. 14):

- wzrost zapotrzebowania na pracowników w zawodach: elektrycy, elektromechanicy i elektromonterzy, brukarze, fizjoterapeuci i masażyści, fryzjerzy, krawcy i pracownicy produkcji odzieży, kucharze, magazynierzy, murarze i tynkarze, operatorzy i mechanicy sprzętu do robót ziemnych, opiekunowie osoby starszej lub niepełnosprawnej, psycholodzy i psychoterapeuci, pracownicy robót wykończeniowych w budownictwie oraz robotnicy budowlani;
- utrzymanie się na tym samym poziomie zapotrzebowania na pracowników w zawodach: cieśle i stolarze budowlani, kierowcy autobusów, kierowcy samochodów ciężarowych i ciągników siodłowych, samodzielni księgowi oraz lekarze;
- spadek zapotrzebowania na pracowników w zawodach: betoniarze i zbrojarze, dekarze i blacharze budowlani, mechanicy pojazdów samochodowych, monterzy instalacji budowlanych, operatorzy obrabiarek skrawających, pielęgniarki i położne, piekarze, robotnicy obróbki drewna i stolarze, spawacze oraz ślusarze.

Z treści prezentowanych w tym rozdziale wynika, że wraz z rozwojem gospodarki cyfrowej można spodziewać się więcej prognoz pozytywnych, niż negatywnych w zakresie nowych miejsc pracy i nowych zawodów. Jednocześnie przewiduje się coraz wyraźniejsze zacieranie granic między zatrudnieniem zależnym i samozatrudnieniem. Z tego powodu są rozważane pomysły nowej formy zatrudnienia, np. w formie „kontraheńców zależnych” (*dependent contractors*) lub „pracowników niezależnych” (*independent workers*) (Aloisi 2016, ss. 653–690). Zapewne zwiększy się także elastyczność pracy wyrażana inną organizacją pracy, elastycznym czasem pracy, a także zatrudnianiem pracowników w atypowych formach pracy (zob. m.in. Kergroach 2017, ss. 6–8; Bögenhold i in. 2017, ss. 23–32). W tym kontekście można za Hirsch-Kreinsenem (2016, s. 4) oraz Evangelistą i in. (2014, s. 806) przyjąć założenie, że te różne formy zatrudnienia i pracy będą generować nowe i lepsze jakościowo miejsca pracy.

4. Konsekwencje implementacji technologii cyfrowych

Każda rewolucja technologiczna wywoływała niepokoje i obawy dotyczące zachowania miejsc pracy. Niepokoje te bywają pobudzane pesymistycznymi scenariuszami opisywanymi w raportach oraz w artykułach naukowych, w których wskazuje się likwidowanie miejsc pracy wykonywanej dotychczas przez ludzi. Jednocześnie w literaturze przedmiotu są prezentowane liczne przykłady wskazujące powstawanie nowych miejsc pracy w wyniku wdrażania technologii cyfrowych. W tym kontekście są zasadne pytania o konsekwencje zmian wywoływanych zmianami technologicznymi.

Przedmiotowe konsekwencje mogą być analizowane w płaszczyznach: ekonomicznej, społecznej oraz politycznej. Pracodawców zazwyczaj interesują korzyści ekonomiczne, jakie mogą uzyskać z wdrażania nowych technologii do swoich firm. Pracownicy zaś zainteresowani są głównie pewnością zatrudnienia, ale również możliwościami doskonalenia zawodowego lub nawet zmianą zawodu. Nie bez znaczenia jest dla nich także wysokość wynagrodzenia za wykonywanie pracy w nowych warunkach. Tak było w okresach poprzednich rewolucji przemysłowych, tak jest i w czasie obecnie dokonującej się czwartej rewolucji. Z treści prezentowanych w poprzednich podrozdziałach, a w szczególności w podrozdziale dotyczącym polaryzacji rynku pracy, nie można wyczytać jednoznacznego stanowiska. Ono po prostu nie istnieje. Niemniej jednak spotyka się argumentację opartą na doświadczeniu z poprzednich rewolucji przemysłowych. Podkreśla się, że obawy o miejsca pracy towarzyszyły także poprzednim transformacjom technologicznym, które jednak nie skutkowały zmniejszeniem zatrudnienia. Zazwyczaj ono wzrastało ogółem, aczkolwiek w poszczególnych zadaniach i zawodach ubytki występowały, ale jednocześnie powstawały nowe miejsca pracy, na które mogli aplikować dotychczas zatrudnieni. Oczywiście szanse przemieszczania się mieli przede wszystkim pracownicy mobilni kompetencyjnie, a także i mobilni przestrzennie. Podobne prognozy występują w odniesieniu do czwartej rewolucji technologicznej. Na przykład P. Wieczorek (2018, ss. 97–98), omawiający wyniki badań firmy doradczej Pew Research Center (2014, s. 5) wśród blisko dwóch tysięcy menedżerów, podaje, że 48% respondentów przewiduje zmniejszenie liczby miejsc pracy do 2025 r. z ty-

tułu wdrażania technologii cyfrowych. Pozostali menedżerowie są nastawieni optymistycznie i przewidują w tej samej perspektywie czasowej powstawanie nowych miejsc pracy.

Konieczność ustawicznego modyfikowania kompetencji wywołuje istotne problemy w sferze edukacyjnej, w tym finansowania edukacji, a także w polityce społecznej, i już dzisiaj, zdaniem M. Ansell (2016), należy szukać odpowiedzi na pytanie: czy wszyscy zatrudnieni, a w szczególności ci, których miejsca pracy zostaną zastąpione przez roboty, będą na tyle odporni psychicznie, aby nadążyć za ustawicznymi zmianami i wzrastającymi wymaganiami kompetencyjnymi.

Obecnie dokonująca się rewolucja technologiczna już ukazuje zmniejszanie liczby miejsc pracy szczególnie w średnim przedziale zatrudnionych i jednocześnie zwiększanie liczby zatrudnionych przy pracach prostych, których nie można zautomatyzować oraz przy pracach skomplikowanych wymagających kreatywności, refleksji i współdziałania. Występujące tendencje skutkują wzrostem nierówności oraz „podsycają poczucie pesymizmu co do przyszłości pracy” i dystrybucji korzyści z gospodarki cyfrowej (Roland Berger 2016, s. 16).

W kontekście rewolucji technologicznych częstym przedmiotem rozważań jest tzw. ryzyko bezrobocia technologicznego, będące rodzajem bezrobocia wynikającego z automatyzacji pracy. Może mieć ono charakter trwały (bezrobocie strukturalne) lub tymczasowy (bezrobocie frykcyjne), tj. „trwające do chwili przesunięcia zasobów zwolnionej siły roboczej do nowych zastosowań”. Może wynikać także z „międzynarodowego podziału pracy, transferu technologii i trwałości ubóstwa w krajach rozwijających się” (Klimczuk-Kochańska i Klimczuk 2015, s. 1510).

O bezrobociu technologicznym pisał już dziewięćdziesiąt lat temu John M. Keynes (1930) i ponad dwie dekady później W. Leontief (1952) (przywoł. za Acemoglu i Restrepo 2017, s. 1). Chociaż przepowiednie obydwu przywołanych autorów o zastępowaniu pracowników maszynami i tym, że nie starczy pracy dla wszystkich, którzy będą chcieli ją wykonywać, nie spełniły się, to jednak takie obawy okresowo występują.

Wprowadzanie nowych technologii do gospodarki skutkuje zmianami produktywności, czego następstwem jest mniejsze zapotrzebowanie na siłę roboczą, co jednak nie musi przekładać się na likwidację miejsc pracy. Nie stanie się tak wówczas, kiedy kadra zarządzająca wcześniej przygotowuje pracowników do przekwalifikowania zawodowego oraz innej organizacji pracy. Klasycznym przykładem przywoływanym w literaturze jest doświadczenie w fabrykach Forda, w których przez wprowadzenie nowej organizacji i podziału pracy (według zasad opracowanych przez F.W. Taylora)¹ skrócono czas produkcji jednego samochodu z 12,5 godziny do zaledwie 1,33 godziny, co jednak nie skutkowało zmniejszeniem zatrudnienia, bowiem wytworzył się samonapędzający mechanizm. Otóż wielokrotne zmniejszenie czasu produkcji spowodowało, iż stała się ona tańsza. Tańsza produkcja to niższa cena wyprodukowanych samochodów i większa sprzedaż. Okazało się, że „popyt wzrastał znacznie szybciej niż tempo produkcji, co generowało miejsca pracy w liczbie przekraczającej spadek zatrudnienia spowodowany spadkiem pracy na jednostkę”. W ten sposób powstał

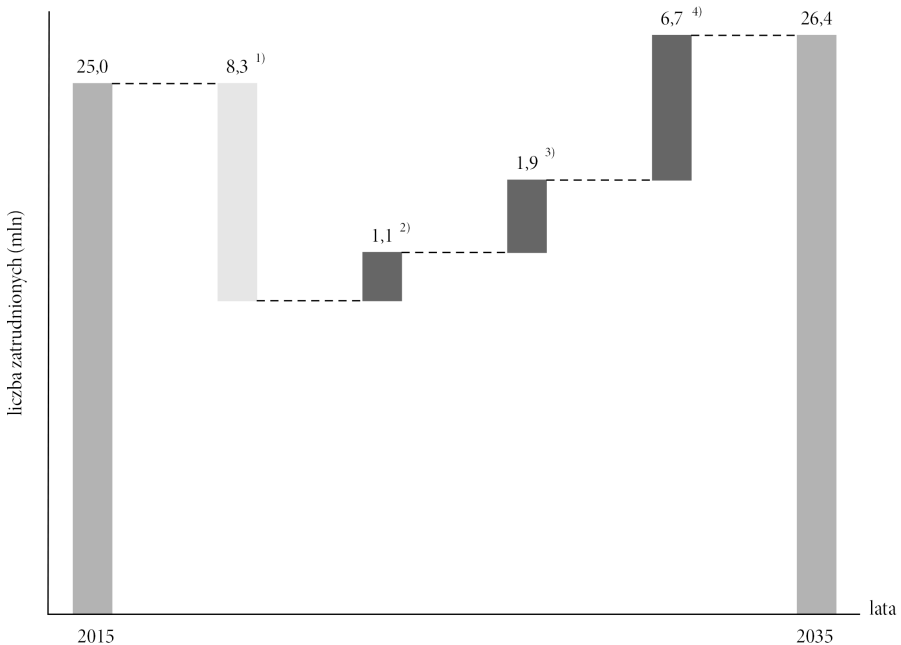
¹ Frederick Winslow Taylor (ur. 20 marca 1856, zm. 21 marca 1915) — amerykański inżynier, wynalazca stali szybkotnącej i młota parowego, twórca taylorizmu.

„mechanizm przekształcania produktywności w siłę nabywczą, który następnie napędzał produkcję” (Roland Berger 2016, s. 14).

Z raportu opracowanego przez Roland Berger (2016, s. 15) wynika pozytywny efekt netto zatrudnienia do 2035 r. w krajach Europy Zachodniej. Jako bazę odniesienia przyjęto 2015 r., w którym zatrudnionych było około 25 mln osób, natomiast według przeprowadzonych symulacji, zatrudnienie w 2035 r. powinno kształtować się na poziomie 26,4 mln osób. W analizowanym przedziale czasowym nastąpi ubytek miejsc pracy o 8,3 mln, ale jednocześnie szacuje się ich wzrost o 9,7 mln (rysunek 4.1).

Rysunek 4.1.

Perspektywy zatrudnienia w przemyśle w krajach Europy Zachodniej



Uwagi:

1) zmniejszenie liczby miejsc pracy z tytułu wzrostu produktywności pracy (-2,7 mln osób), zmniejszenie konkurencyjności europejskich podmiotów na rynku światowym (-2,7 mln osób) oraz wzrost inwestycji w nowoczesne technologie — automatyzację/robotyzację (-2,9 mln osób);

2), 3), 4) wzrost liczby miejsc pracy odpowiednio z tytułu zatrudniania specjalistów w zakresie technik cyfrowych (+1,1 mln osób), produkowania nowych wyrobów (1,9 mln osób) oraz rozwoju nowych usług (6,7 mln osób).

Źródło: Roland Berger 2016, s. 15 (modyfikacja własna w umiejscowieniu opisów/legandy).

Jak wspomniano w rozdziale 1. możliwości przemysłu 4.0 przejawiają się m.in. przez stosowanie robotów (w odniesieniu do gospodarki — robotów przemysłowych). Robotyka z kolei rozwija się dzięki możliwościom stwarzanym przez sztuczną inteligencję (AI — Ar-

tificial intelligence) oraz inne technologie cyfrowe ułatwiające przetwarzanie dużych zbiorów danych. W kontekście ustawicznego i szybkiego rozwoju AI, D. Acemoglu i P. Restrepo (2019, s. 2) analizują wpływ tej platformy technologicznej na bezpieczeństwo społeczeństwa i gospodarki. Stawiają pytania, m.in. o to, czy inwestycje w sztuczną inteligencję idą we „właściwym” kierunku, tj. czy nastawione są na zwiększania produktywności? Interesują ich również kwestie wpływu nowych technologii na charakter produkcji i pracy oraz zatrudnienie i płace różnych grup pracowników.

Przywołani wyżej autorzy nie zgadzają się z dość powszechnym stanowiskiem, „że każdy postęp, który zwiększa produktywność, ma również tendencję do zwiększania popytu na pracę, a tym samym zatrudnienia i płac”. Uważają, iż jest to „przesadnie różowy obraz implikacji nowych technologii”. Podają przykład wdrażania do produkcji robotów, które niewątpliwie automatyzują czynności (zadania) wcześniej wykonywane przez pracowników — nie zawsze powodują wzrost produktywności pracy. Zdaniem D. Acemoglu i P. Restrepo (2019, ss. 3–4) wdrażanie do gospodarki nowych technologii (autorzy używają pojęcia technologie automatyzacji — podkr. MW), skutkuje zmniejszanie ogólnego popytu na pracę ludzką, przez co zwiększają się nierówności między właścicielami kapitału, których dochody wzrastają, i pracownikami, zazwyczaj o niskich lub średnich kwalifikacjach, których dochody uzależnione są od wykonywania pracy. Autorzy sugerują, że tak niekorzystne scenariusze nie muszą zachodzić, jeżeli rozwój sztucznej inteligencji będzie sprzyjał innowacjom generującym nowe zadania, np. w edukacji i opiece zdrowotnej, o czym wzmiankowano w rozdziale 3.

W ostatnich latach odnotowuje się zwiększone zatrudnienie w różnych formach elastycznej pracy. Nie wszystkie z nich bezpośrednio wynikają z implementacji technologii cyfrowych do gospodarki. Niemniej jednak wymuszone podejmowanie pracy w atypowych formach może budzić obawy o pewność zatrudnienia szczególnie wśród pracowników o niskim i średnim wykształceniu oraz niskich wynagrodzeniach, tracących pracę z tytułu automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych. Nie wszyscy z nich będą mogli doskonalic swoje kompetencje. Jeżeli dotychczasowy pracodawca wcześniej nie zadba o ich przekwalifikowanie, wówczas mogą oni przejść w stan bezrobocia lub stać się prekariuszami². Zdaniem G. Standinga (2014, s. 42) „główną i bezpośrednią przyczyną wzrostu światowego prekariatu było dążenie do elastycznych stosunków pracy”³, które zakłócają stabilność miejsc pracy w siedmiu wymiarach bezpieczeństwa (Knapińska 2019, s. 160 za Standing 2011):

- bezpieczeństwo rynku pracy (możliwości pracy zarobkowej),
- bezpieczeństwo zatrudnienia (ochrona przed utratą zatrudnienia, przed zwolnieniem),
- bezpieczeństwo miejsc pracy (ochrona statusu i pewności pracy),
- bezpieczeństwo pracy (bezpieczne warunki pracy),
- bezpieczeństwo reprodukcji (możliwości rozwoju zawodowego),

² Termin „prekariat” jest to neologizm łączący przymiotniki: „niepewny”, „wątpliwy”, „przypadkowy”, „niebezpieczny”, „ryzykowny” (Domański 2016, s. 336).

³ Wśród innych przyczyn prekaryzacji społeczeństwa autor wymienia globalną transformację, bezrobocie, szoki finansowe, demontaż sektora publicznego, zatrudnienie w szarej strefie oraz spadek mobilności społecznej (Standing 2014, ss. 36–79).

- bezpieczeństwo dochodów (pewność odpowiedniego dochodu – wynagrodzenia za pracę),
- bezpieczeństwo reprezentacji (posiadanie kolektywnego głosu na rynku pracy).

Jedną z form elastycznej (atypowej) pracy jest zatrudnienie w formie pracy tymczasowej. W krajach UE, w II kwartale 2019 r. w takim stosunku pracy zatrudnionych było około 26 mln pracowników w wieku od 15 do 64 lat, co stanowiło 13,6% wszystkich zatrudnionych. Najwyższy odsetek pracowników zatrudnionych na czas określony odnotowano w Hiszpanii (26,4%), a najniższy w Rumunii i na Litwie (po 1,5%). W Polsce odsetek ten wyniósł 22,2%. Zdecydowanie najwyższy udział w kontraktach czasowych mieli ludzie młodzi w wieku od 15 do 24 lat (42,8%), w porównaniu z 11,6% pracowników w wieku od 25 do 54 lat i 6,5% w wieku od 55 do 64 lat (Eurostat 2019).

Do atypowego zatrudnienia można zaliczyć pracę freelancerów. Są to tzw. „wolni strzelcy”, nie posiadający stałej umowy o pracę ani z podmiotami gospodarczymi, ani z osobami fizycznymi, ale wykonujący dla nich zlecenia. Ta forma pracy nie wynika bezpośrednio z implementacji technik cyfrowych do gospodarki, ale techniki te umożliwiają i ułatwiają wykonywanie pracy w tej formie. Wnioskowanie takie wynika z raportu Usemie (2020), w którym wymienia się następujące rodzaje prac polskich freelancerów: copywriting i social media (27,9%), projektowanie graficzne (17,8%), tworzenie stron i sklepów internetowych (12,3%), fotografia, wideo i animacja (9%), programowanie i IT (8,1%), tłumaczenia (8,1%) oraz wirtualna asystentura (3,7%). W cytowanym raporcie podaje się, że pracę w tej formie zatrudnienia wykonuje w Polsce około 517 tys. osób i jest to tendencja rosnąca. Freelancerzy w Polsce świadczą swoje usługi głównie dla mikroprzedsiębiorstw (44,3%). Z ich usług korzysta co trzecie małe i średnie przedsiębiorstwo (33,4%) oraz 6,9% przedsiębiorstw dużych. Wykonują także usługi dla osób fizycznych (15,4%). Dla blisko połowy (49,3%) uczestników badania freelancing stanowi jedyne źródło utrzymania. „Wolni strzelcy” pracują dużo i intensywnie. Nieco więcej niż co piąty freelancer nie ma urlopu (22,9%), blisko połowa z nich (48,8%) odrywa się od wykonywania pracy nie dłużej niż do dwóch tygodni, a zaledwie 28,3% pozwala sobie na dłuższy urlop, tj. powyżej dwóch tygodni. Podane przykłady dużego czasowego zaangażowania w wykonywanie pracy oraz mały wymiar urlopów freelancerów – to niekorzystna konsekwencja wykonywania pracy przez tę grupę pracowników.

Technologie cyfrowe sprzyjają wykonywaniu pracy na odległość. Jest to kolejna atypowa forma pracy. Nasilenie się tej formy wykonywania pracy uwidoczniło się szczególnie w ostatnim roku, tj. od początku trwania pandemii Covid 19. Przedsiębiorstwa zdigitalizowane są w tym trudnym okresie bardziej „zwinne”, co przekłada się na efektywniejsze działania na rynku. W tej kwestii nie ma jeszcze dokładnych rezultatów badań, niemniej jednak firma McKinsey & Company (2021) zauważa, że w związku z pandemią podmioty gospodarcze starają się wdrażać rozwiązania cyfrowe w celu efektywniejszego planowania działań, zarządzania zakłóceniami, optymalizacji dostaw, zarządzania logistyką oraz zmniejszania zagrożeń dla zdrowia w miejscu pracy.

Istotną konsekwencją dla pracowników, i to niezależnie od aktualnie wykonywanych zadań oraz wyuczonego zawodu, będą ustawicznie wzrastające wymagania kompetencyjne związane nie tylko z techniką cyfrową, ale także, jak zauważa N. Davis (2016), wymagania w zakresie „rozwiązywania złożonych problemów oraz umiejętności społecznych i systemo-

wych”. Można zatem przypuszczać, że zmieniające się wymagania będą ograniczały szanse szczególnie osób starszych wiekiem i nisko wykształconych, co może skutkować wzrastającymi nierównościami wewnątrz poszczególnych podmiotów gospodarczych oraz ogólnie na rynku pracy.

Obok wzmiankowanych nierówności, F. Bonciu (2017, ss. 7–16) wymienia także dwa inne obszary obaw. Pierwszym jest obawa o bezpieczeństwo — za sprawą nowych technologii świat staje się bowiem coraz bardziej cyfrowy, a cyberprzestrzeń już dzisiaj jest terenem rozmaitych konfliktów w płaszczyźnie gospodarczej, społecznej, politycznej i militarnej. Drugim obszarem obaw jest możliwość wpływania na tożsamość, ponieważ narzędzia czwartej rewolucji technologicznej mogą być „dosłownie osadzone” w człowieku i celowo go zmieniać („doskonalenia człowieka”).

Konsekwencje wdrażania technologii cyfrowych są przedstawiane w płaszczyźnie pracowników oraz ogólnie przedsiębiorstw. Z wyżej zasygnalizowanego przeglądu literatury można stwierdzić, że konsekwencje odnoszone do pracowników mają często konotacje niekorzystne. Odmiennie są przedstawiane efekty wdrażania nowych technologii do podmiotów gospodarczych. W tej płaszczyźnie zazwyczaj przedstawia się korzyści wynikające z implementacji najnowszych rozwiązań technologicznych. Do najczęściej wymienianych można zaliczyć (MIT, 2014; Deloitte, 2015; McKinsey Digital, 2016; PWC, 2016; Deloitte, 2017; IFR, 2020; ARAW,2020; McKinsey & Company, 2021):

- zwiększoną wydajność i produktywność (większa produkcja, mniejsze zużycie materiałów, niższe koszty);
- lepsze dopasowanie podaży i popytu (szybkie interakcje z dostawcami, korzystanie z dużych zbiorów danych ułatwia planowanie i prognozowanie popytu oraz dostosowywanie do niego podaży);
- większe zyski z przychodów (firmy posiadające kompleksowe strategie Przemysłu 4.0 generują co najmniej 5% roczny wzrost przychodów);
- oszczędności kosztów operacyjnych (krótsze czasy realizacji, optymalne wykorzystanie zasobów);
- redukcja przestojów maszyn (systemy konserwacji predykcyjnej wykrywają awarię, zanim ona wystąpi);
- większe możliwości innowacyjnych zachowań (zwiększona widoczność i przejrzystość w całym łańcuchu wartości);
- większa jakość obsługi klienta (personifikacja produktów, precyzyjne informacje o dostawach, doradztwo i wsparcie);
- zwiększona elastyczność działań operacyjnych (szybkie możliwości modyfikacji linii produkcyjnej);
- zwinność zarządcza (m.in. w zakresie planowania działań opartych na algorytmach AI, logistyki — zarządzanie flotą, optymalizacja dostaw, inżynieria sieci, analiza zakłóceń i ryzyka, a także minimalizacja zagrożeń dla zdrowia w miejscu pracy).

Wymienione wcześniej formy atypowego zatrudnienia nie są bezpośrednią konsekwencją wdrażania do gospodarki technologii cyfrowych. Ale w tych formach znajdą zatrudnienie ci, którzy zostaną „zgbieni” — nie poradzą sobie i nie nadążą za pracą w otoczeniu tych

technologii. Zatem występuje tutaj zależność pośrednia. Konsekwencje tej zależności mogą być „przykre”, będąc bowiem prekariuszem, nie ma się pewnego i stałego zatrudnienia, a za wykonywaną pracę otrzymuje się niskie wynagrodzenie, często skrywane pod pojęciem elastyczności płacy. Według G. Standinga (2014, s. 56) elastyczność płacy „napędza rozrost prekariatu, bowiem obniżony zostaje nie tylko poziom dochodu pracowników objętych tą formą elastyczności pracy, ale także osłabieniu ulega także zabezpieczenie tego dochodu.” W analizowanych kwestiach należy wspomnieć także o niekorzystnych praktykach często towarzyszących pracy w atypowych formach. Mianowicie zatrudnieni w nich pracownicy tworzą wtórny rynek pracy (gorsze stanowiska pracy), ponieważ w praktyce u nieuczciwych pracodawców nie mają zabezpieczenia w zakresie prawa pracy, w systemie ubezpieczeń społecznych, zdrowotnych i emerytalnych, albo mają je ograniczone. Należy jednak podkreślić, że implementacja technologii cyfrowych sprzyja osobom kreatywnym, posiadającym umiejętności rozwiązywania złożonych problemów, otwartym, ciekawych i chcącym pracować bez bezpośredniego nadzoru. Są to osoby chcące samodzielnie decydować o sposobie wykonywania pracy oraz o swoim zawodowym losie.

W raporcie Krajowej Izby Gospodarki Cyfrowej przedstawiono szanse i zagrożenia pracy w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. W raporcie podkreśla się, że technologie cyfrowe nie będą zastępować tylko prac wykonywanych przez osoby wyedukowane na niskim poziomie, ale wraz z rozwojem tych technologii, szczególnie sztucznej inteligencji, zastępowaniu będą podlegać będą także prace dotychczas wykonywane przez osoby mające wykształcenie wyższe. Wskazuje się, że już dzisiaj należy modyfikować programy edukacyjne w kierunku kształtowania kompetencji przyszłości, i to nie tylko tych cyfrowych, ale także „kompetencji poznawczych (np. kreatywne rozwiązywanie problemów czy krytyczne myślenie) oraz społecznych (np. praca w zespole, inteligencja emocjonalna czy odporność na kryzysy i elastyczność). Z uwagi na duże tempo zmian technologicznych zostaje zaburzony dobrostan psychiczny pracowników⁴, ale także i dzieci, które ze względu na Covid 19 niemal dwa lata uczyły się w systemie zdalnym. Stąd też wskazuje się na konieczność zmian w systemie edukacyjnym, aby lepiej przygotowywać dzieci i młodzież do funkcjonowania w świecie permanentnych zmian technologicznych i społecznych (KIGC, 2019, ss. 2–6).

W kontekście wpływu nowych technologii na przyszłość pracy, I. Boruta (2020, s. 4) krytycznie odnosi się do twierdzeń, iż „rynki pracy zaoferują liczne nowe zatrudnienia powiązane z nowymi technologiami”. Podkreśla także (2020, s. 6), iż „tych rekompensowanych miejsc jest około 10%”, a ponadto wskazywane nowe miejsca pracy głównie w handlu i usługach, wynikają z „zanikania (a w zasadzie delokalizowania) pracy wielkoprzemysłowej” i nie mają „wiele wspólnego z kompensowaniem stanowisk pracy zanikających w następstwie nowych technologii”.

⁴ Zagadnienia wpływu technologii cyfrowych na zdrowie i bezpieczeństwo w miejscu pracy, w tym zagrożenia psychospołeczne, były po raz pierwszy przedmiotem trzeciej edycji badań przedsiębiorstw (ESENER-3). Wykonawcą badań była Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia (EU-OSHA — European Agency for Safety and Health at Work). Brało w nich udział 45 420 przedsiębiorstw ze wszystkich sektorów działalności i zatrudniających co najmniej pięć osób, działających w 33 krajach, tj. UE-28 oraz Islandii, Macedonii Północnej, Norwegii, Serbii i Szwajcarii (zob. EU-OSHA, 2019).

Podobne zastrzeżenie sformułowano w raporcie PWC (2018, s. 17), w którym zapisano, że „nowe technologie, takie jak sztuczna inteligencja i robotyka, stworzą wiele nowych miejsc pracy. Niektóre z tych nowych miejsc pracy będą bezpośrednio związane z tymi nowymi technologiami, ale większość będzie wynikać po prostu z ogólnego zwiększenia produktywności, dochodów i bogactwa, jakie te technologie przyniosą. Wydawanie tych dodatkowych dochodów spowoduje powstanie dodatkowego popytu na siłę roboczą, a tym samym nowe miejsca pracy”.

Na podstawie zasygnalizowanych bezpośrednich lub pośrednich skutków implementacji technologii cyfrowych do gospodarki można stwierdzić, że z jednej strony może występować zjawisko „wypychania” niektórych pracowników poza rynek pracy lub „wypychania” ich w gorsze miejsca pracy (tych o niskich i średnich kwalifikacjach), a z drugiej strony będą powstawały lepsze miejsca pracy zajmowane przez osoby mobilne kompetencyjnie i przestrzennie. Stąd też wśród różnych sposobów minimalizowania trudnych sytuacji, w szczególności osób „wypchniętych” z rynku pracy, proponuje się takie rozwiązania, jak np. koncepcja powszechnego dochodu podstawowego (PDP) (Harari 2020, s. 62). W tym rozwiązaniu państwo wypłaca „każdemu obywatelowi wystarczająco wysoką pensję, by mógł pokryć wszystkie swoje podstawowe wydatki”. Z kolei Basic Income European Network (BIEN)⁵ definiuje dochód podstawy jako „okresową płatność gotówkową, bezwarunkowo dostarczaną każdemu indywidualnie, bez testu zamożności lub wymogu pracy”. Proponuje jednocześnie, aby źródłami zasilającymi budżety państw były podatki najbogatszych obywateli oraz korporacji, które „mają algorytmy i roboty”.

Akceptacja powszechnego dochodu podstawowego wynika z badań firmy Dalia Research, która przeprowadziła wywiady wśród 10 tys. osób — mieszkańców 28 krajów członkowskich UE. Okazało się, że 68% respondentów odpowiedziało, że „zdecydowanie lub prawdopodobnie” zagłosowałoby za jakąś formą powszechnego dochodu podstawowego (stosowany jest także termin wynagrodzenie obywatelskie — podkr. MW), przyznawanego każdemu pozostającemu bez środków do życia z tytułu braku pracy⁶. Należy też dodać, że nie wszystkie europejskie kraje akceptują tę formę zasilania finansowego obywateli swojego kraju. Na przykład 78% szwajcarskich wyborców odrzuciło propozycję przyznania podstawowego dochodu każdemu dorosłemu obywatelowi Szwajcarii (Guardian 2016).

Decyzje o wypłacaniu dochodu podstawowego są poważnym problemem, ponieważ na jego finansowanie z budżetu mogą pozwolić sobie tylko państwa zamożne. A co będzie z państwami ekonomicznie biednymi, które swoje małe bogactwa budują „głównie dzięki sprzedaży taniej siły roboczej swoich niewykwalifikowanych robotników”? W tym miejscu jest zasadne pytanie o przyszłość taniej siły roboczej pochodzącej z tych biednych krajów w dalszych latach intensywnego rozwoju technologii cyfrowych (robotów, sztucznej inteligencji, drukarek 3D, itp.), dla których w tych mało zasobnych ekonomicznie krajach nie będzie wystarczających środków na przekwalifikowania pracowników oraz ich doskona-

⁵ Basic Income European Network (BIEN) jest organizacją charytatywną zarejestrowaną w Charity Commission w Wielkiej Brytanii.

⁶ Doświadczenia w zakresie powszechnego dochodu podstawowego finansowanego przez państwo, miasto lub gminę w Szwajcarii, Holandii, Kanadzie, Finlandii, we Włoszech przedstawili m.in. P. Oltermann (2016), A. Kassam (2016), A. Kaplan (2016), J. Henley (2017), L. Brooks (2017).

lenie i rozwój w kierunku kompetencji potrzebnych w Przemysle 4.0. O problemach tych piszą m.in. Y. N. Harari 2020, ss. 64–66) oraz K. Schwab i N. Davis (2018, s. 54). Pierwszy z przywołanych autorów wskazuje ponadto na brak precyzji w definiowaniu powszechnego dochodu podstawowego. W kontekście idei powszechnej pomocy podstawowej nakierowanej na zaspokojenie „podstawowych ludzkich potrzeb”, stawia pytanie: „czy pojęcie podstawowy oznacza dla wszystkich to samo?”, np. w perspektywie biologicznej, edukacyjnej i opieki medycznej. Konkludując analizowane problemy, Y. N. Harari przewiduje, że kiedy „podstawowe” potrzeby zostaną zaspokojone, powstaną oczekiwania o bezpłatne zaspokajanie kolejnych nowych potrzeb. Dodaje także, iż takie praktyki mogą wpływać na pogłębianie się ekonomicznego rozwarstwiania społeczeństwa i w konsekwencji na wywoływanie społecznego niezadowolenia.

Innym pomysłem podawanym przez przywołanego wyżej autora jest „poszerzenie zakresu ludzkich czynności, które uważamy za «pracę», np. wychowywanie dzieci i za to płacić takie wynagrodzenie, które pokryje wszystkie podstawowe potrzeby rodziny”, przy czym proponowane wynagrodzenie może mieć formę nie tylko bezpośredniego wzmocnienia finansowego, ale także finansowania (dotowania) przez państwo pewnych świadczeń podstawowych, jak np. bezpłatna edukacja, opieka medyczna, darmowy transport, itd.

Podsumowując treści prezentowane w tym rozdziale, nie można jednoznacznie zdefiniować wszystkich korzyści i zagrożeń wynikających z dokonującej się od dziesięciolecia rewolucji technologicznej. Zauważa się jednak, iż konsekwencje implementacji technologii cyfrowych do gospodarki najczęściej są analizowane w płaszczyźnie zatrudnienia, tj. wzrostu i/lub ubytku miejsc pracy oraz jakości środowiska pracy. Analizy takie prowadzono w każdym okresie transformacji technologicznych. Zatem nie są to zagadnienia nowe. Niemniej jednak należy zgodzić się z poglądami niektórych przywoływanych autorów, że pozytywne prognozy dotyczące nowych miejsc pracy z tytułu wdrażania nowoczesnych technologii nie zawsze powinny być przypisywane procesom rewolucji technologicznych. Mimo to optymistycznym wnioskiem, jaki można sformułować w świetle zaprezentowanych treści, jest artykułowanie konieczności dokonywania przedmiotowych analiz nie tylko w wymiarach technologicznym (rozwój i implementacja technologii) oraz ekonomicznym (automatyzacja i robotyzacja nastawiona na wzrost produktywności), ale także albo nawet przede wszystkim — w aspekcie społecznym, tj. uwzględniającym potrzeby i możliwości pracowników radzenia sobie w cyfrowym środowisku pracy. W tym miejscu interesujące może być przywołanie przykładu Williama Lee — wynalazcy maszyny dziewiarskiej do pończoch w 1589 r. Wynalazca, zabiegając o uzyskanie „ochrony patentowej”, zorganizował w Londynie prezentację swojego dzieła, licząc na przychylną opinię królowej Elżbiety I. Tymczasem reakcją była odwrotna. Królowa była bardziej zaniepokojona wpływem jego wynalazku na zatrudnienie i odmówiła udzielenia mu patentu, stwierdzając: „Wysoko mierzysz, mistrzu Lee. Zastanów się, co może uczynić wynalazek z moimi biednymi podmiotami. Z pewnością doprowadziłoby to ich do ruiny, pozbawiając ich pracy, czyniąc z nich żebraków” (Acemoglu i Robinson, 2012, s. 182f; przywoł. za Frey i Osborne 2013, ss. 5–6).

Część II

Przemysł 4.0: wyzwania kompetencyjne wobec rynku pracy

5. Założenia metodyczne i organizacja badań

Celem badań prezentowanych w tym rozdziale było zaprojektowanie modelu kompetencji pracownika ery cyfrowej (Przemysłu 4.0). Przedmiotem badań był model kompetencji, a podmiotem — pracownicy zatrudnieni w przedsiębiorstwach działających w woj. warmińsko-mazurskim oraz potencjalni menedżerowie — studenci Wydziału Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie kształcący się na kierunku ekonomia.

Problem badawczy zdefiniowano w następującym pytaniu: jakie kompetencje tworzą model kluczowych kompetencji pracowników ery cyfrowej? W postępowaniu badawczym poszukiwano odpowiedzi na poniższe pytania szczegółowe:

- W jakie kompetencje powinni być wyposażeni pracownicy ery cyfrowej?
- Jaka jest hierarchia ważności zidentyfikowanych kompetencji pracowników ery cyfrowej?
- Które kompetencje tworzą model kompetencji kluczowych pracowników ery cyfrowej?
- Czy występują różnice ilościowe i jakościowe w modelach kluczowych kompetencji pracowników kategoryzowanych według zajmowanych stanowisk pracy oraz branż, w jakich pracują?
- Jaka jest struktura rodzajowa kompetencji pracowników ery cyfrowej?
- W jakich kompetencjach, tworzących model kompetencji kluczowych, występują niedomagania — luki między stanem wzorcowym i aktualnym?

W świetle celu badań oraz problemu badawczego i pytań szczegółowych sformułowano następujące hipotezy:

- H1: W modelach kluczowych kompetencji pracowników ery cyfrowej dominują kompetencje techniczne w zakresie wiedzy i umiejętności cyfrowych.
- H2: W modelach kluczowych kompetencji pracowników ery cyfrowej zaprojektowanych dla branż występują istotne różnice ilościowe i jakościowe.

- H3: Największe luki w kompetencjach tworzących modele kompetencji kluczowych występują w wiedzy i umiejętnościach cyfrowych.

Wykonując badania, zastosowano cztery metody: badań przeglądowych (krytyczne studia literatury), sondaż diagnostyczny, ABC (20/80) opartą o zasady Pareto oraz statystyki opisowej. Technikami badawczymi były badania ankietowe wspomagane komputerowo (CATI) oraz badanie dokumentów, zaś narzędziami badawczymi — dokumenty źródłowe, takie jak opracowania zwarte i artykuły naukowe, raporty i diagnozy instytutów naukowych i zawodowych oraz autorski kwestionariusz ankiety.

Badania realizowano według poniższej procedury:

- gromadzenie, selekcja i studiowanie literatury przedmiotu;
- opracowanie metodyki badań, w tym kwestionariusza ankiety oraz obliczenie reprezentatywności próby badawczej;
- opracowanie teoretycznego modelu kompetencji pracownika ery cyfrowej;
- przeprowadzenie badań ankietowych;
- ilościowa i jakościowa analiza zebranego materiału empirycznego;
- weryfikacja listy kompetencji tworzących model teoretyczny i zaprojektowanie modelu kluczowych kompetencji pracownika Przemysłu 4.0.

Na podstawie studiów literatury doprecyzowano założenia badawcze oraz określono etapy badań. Wybrano metody, techniki i narzędzia badawcze. Zidentyfikowane i opisane w szóstym rozdziale zestawy kompetencji były podstawą do opracowania modelu kompetencji pracowników ery cyfrowej, który, z racji jego opracowania na podstawie krytycznego przeglądu literatury, nazwano modelem teoretycznym. Pytania badawcze odnoszone do poszczególnych kompetencji tworzących model, umieszczono w autorskim kwestionariuszu ankiety.

Reprezentatywność próby badawczej obliczono według formuły (1):

$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{e^2}{Z^2} + \frac{P(1-P)}{N}}, \quad (1)$$

gdzie:

N — wielkość populacji,

P — oszacowana proporcja w populacji,

e — dopuszczalny błąd,

α — poziom ufności,

Z — współczynnik wynikający z przyjętego poziomu ufności,

n — obliczona liczebność reprezentatywnej próby.

Do obliczeń przyjęto następujące dane wejściowe: $N=127120$ — liczba podmiotów w woj. warmińsko-mazurskim w 2018 r., zarejestrowanych w rejestrze REGON (Rocznik Statystyczny 2019, s. 365); $P=0,5$; $e=0,5$; $\alpha=0,95$; $Z=1,96$. Po podstawieniu danych do for-

muły (1) otrzymano $n=383$, co oznacza minimalną liczbę podmiotów badań — do badań przyjęto 400. Przyjętą do badań liczbę respondentów podzielono warstwowo. Jako warstwę przyjęto powiat i na podstawie procentowego udziału, obliczono liczbę podmiotów do badań w każdym powiecie, natomiast w powiecie dobór był losowy.

Zaproszenie do udziału w badaniach przesłano drogą elektroniczną na ogólnie dostępne e-adresy sekretariatów poszczególnych podmiotów. Zwracano się w nim do zarządzającego danym podmiotem o osobiste wypełnienie kwestionariusza lub o przekazanie go do wypełnienia przez wskazanego pracownika. W zaproszeniu podano link, pod którym zamieszczono kwestionariusz, oraz interpretację wszystkich 51 kompetencji zawartych w kwestionariuszu. Takie rozwiązanie przyjęto w celu zminimalizowania różnorakiego interpretowania znaczenia poszczególnych kompetencji.

We wstępie kwestionariusza podano cel badania oraz krótką informację o Przemysle 4.0. Zapewniono respondentów o wykorzystaniu wyników badań wyłącznie do celów naukowych. Zaproszenie do uczestnictwa w badaniu było podpisane z imienia i nazwiska oraz podano miejsce pracy autorki badań (Wydział Nauk Ekonomicznych UWM w Olsztynie).

Badania przeprowadzono w IV kwartale 2019 r. i w I kwartale 2020 r.. Z 400 wysłanych do przedsiębiorstw zaproszeń, zwrótnie otrzymano 293 poprawnie wypełnionych kwestionariuszy, co stanowi 73,3% zwrotu. W rzeczywistości liczba analizowanych kwestionariuszy wynosiła 343 bowiem 50 kwestionariuszy wypełnili potencjalni menedżerowie, tj. studenci studiów stacjonarnych kierunku ekonomia, pobierający edukację w Wydziale Nauk Ekonomicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Charakterystykę przedsiębiorstw biorących udział w badaniach przedstawiono w tabeli 5.1.

Tabela 5.1.

Ogólna charakterystyka przedsiębiorstw i respondentów

	Kryterium	Respondenci	
		liczba	procent
Rodzaj prowadzonej działalności	produkcja	70	23,9
	usługi	120	41,0
	handel	13	4,4
	produkcja/usługi/handel	90	30,7
Forma własności	publiczna	83	28,3
	prywatna	210	71,7
Wielkość przedsiębiorstwa wg liczby zatrudnionych	mikro, w tym działalność jednoosobowa	107	36,5
	małe	109	37,2
	średnie	65	22,2
	duże	12	4,1
Zakres działalności (rynek)	lokalny, regionalny i krajowy	208	71,0
	krajowy i zagraniczny	85	29,0

Kryterium		Respondenci	
		liczba	procent
Staż przedsiębiorstwa na rynku	do 5 lat	25	8,5
	od 6 do 10 lat	32	10,9
	powyżej 10 lat	236	80,6
Stanowisko pracy respondenta	kierownik	114	38,9
	pracownik wykonawczy	179	61,1
Wiek respondenta	produkcyjny mobilny (do 43 lat)	233	79,5
	produkcyjny niemobilny (od 44 do 60/65 lat)	55	18,8
	poprodukcyjny (powyżej 60/65 lat)	5	1,7
Branża wg PKD	rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo	8	2,7
	przetwórstwo przemysłowe	66	22,6
	budownictwo	21	7,2
	transport i gospodarka magazynowa	22	7,5
	informacja i komunikacja	20	6,8
	działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	24	8,2
	edukacja	15	5,1
	opieka zdrowotna i pomoc społeczna	28	9,7
	administracja publiczna i obrona narodowa	11	3,8
	działalność finansowa i ubezpieczeniowa	10	3,4
	handel hurt. i detaliczny; naprawa pojazdów ...	10	3,4
	pozostała działalność usługowa	13	4,4
	działalność związ. z obsługą rynku nieruchomości	1	0,3
	górnictwo i wydobywanie	1	0,3
	działalność w zakresie usług administrowania	1	0,3
	wytwarzanie i zaopatryw. w energię elektryczną, ...	1	0,3
	dostawa wody; gospodar. ściekami i odpadami ...	3	1,0
	działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją	2	0,7
	działalność związ. z zakwatero. i usług. gastronom.	4	1,4
	inna (respondenci nie określili nazwy działalności)	32	10,9

Źródło: badania własne.

Wśród 293 diagnozowanych przedsiębiorstw przeważały podmioty usługowo-handlowe (45,4% ogółu). Blisko 1/4, to podmioty produkcyjne, a około 30% przedsiębiorstw prowadziło działalność produkcyjno-usługowo-handlową. Pod względem form własności zdecydowanie dominowały podmioty prywatne (przeszło 70%). Co piąte przedsiębiorstwo zajmowało się przetwórstwem przemysłowym, a blisko co dziesiąte działało w branżach:

opieka zdrowotna i pomoc społeczna oraz działalność profesjonalna, naukowa i techniczna. W branżach: budownictwo, transport i gospodarka magazynowa oraz informacja i komunikacja działało co 12–14 przedsiębiorstwo, a około co 25 w branżach: edukacja, administracja publiczna, działalność finansowa i ubezpieczeniowa oraz handel hurtowy i detaliczny.

Celem badań sondażowych wśród pracowników badanych podmiotów była weryfikacja teoretycznego modelu kompetencji. Weryfikującymi byli wszyscy respondenci kategoryzowani jako kierownicy, potencjalni kierownicy (studenci) oraz pracownicy eksploatacyjni. Dla tych kategorii respondentów opracowano modele kompetencji kluczowych. Modele takie opracowano także na podstawie opinii pracowników klasyfikowanych według branż, w jakich pracują. Analizowano odpowiedzi zawarte w kwestionariuszach pracowników z 11 branż, takich jak: rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo, przetwórstwo przemysłowe, budownictwo, transport i gospodarka magazynowa, informacja i komunikacja, działalność profesjonalna, naukowa i techniczna, edukacja, opieka zdrowotna i pomoc społeczna, administracja publiczna i obrona narodowa, działalność finansowa i ubezpieczeniowa oraz handel hurtowy i detaliczny. Modele kluczowych kompetencji nie opracowano dla 9 innych branż, ze względu na znikomą liczbę otrzymanych odpowiedzi (zob. tabela 5.1).

Sondaż diagnostyczny przeprowadzono głównie w podmiotach mikro i małych (73,7% ogółu) — rozróżnienie według liczby zatrudnionych pracowników. Co piąty diagnozowany pracował w przedsiębiorstwie średnim, a zaledwie 4% respondentów pracowało w podmiotach dużych. Nieco więcej niż 70% prowadzi swoją działalność na rynkach lokalnym, regionalnym i krajowym. Zdecydowana większość z nich (80%) działa na rynku przeszło 10 lat, zatem można przyjąć, że ankietowani pracownicy pracują w firmach rynkowo doświadczonych. Znają więc trendy rynkowe, konkurentów i potrzeby klientów, a także są zorientowani w zakresie wymagań kompetencyjnych, które są im potrzebne dzisiaj i w najbliższej przyszłości.

Z danych zawartych w tabeli 5.1. wynika, że zdecydowana większość respondentów, to osoby młode, w wieku produkcyjnym mobilnym (około 80% ogółu ankietowanych), natomiast co piąty był w wieku produkcyjnym niemobilnym. Większość ankietowanych (61,1%) była zatrudniona na stanowiskach wykonawczych, a pozostali pełnili funkcje kierownicze.

6. Kompetencje dla Przemysłu 4.0

W opublikowanym w 2013 r. raporcie grupy specjalistów działających pod roboczą nazwą „Industrie 4.0 Working Group” zaprezentowano wizję oraz nowe możliwości biznesowe i modele infrastruktury społecznej w miejscu pracy i na tej podstawie sformułowano szereg zaleceń w zakresie wdrożenia inicjatywy strategicznej INDUSTRIE 4.0. W odniesieniu do środowiska pracy podkreślono, iż należy spodziewać się radykalnych zmian w samym środowisku, jak i w rolach pracowników. Stwierdzono, że konsekwencje wymienionych zmian będą wyrażać się zmianami zawodów i profili kompetencyjnych pracowników (Kagermann i. in., 2013, ss. 6–7; 23; 35). Nowe wymagania kompetencyjne mają związek z powstającymi nowymi miejscami pracy funkcjonującymi w cyfrowej rzeczywistości, jak również z przekwalifikowaniem obecnie zatrudnionych pracowników. Problemy te występują w różnych obszarach zawodowych (branżach, zawodach, specjalnościach) oraz z różnym nasileniem, stopień implementacji techniki cyfrowej jest bowiem i nadal będzie różny. Na te kwestie zwracają uwagę m.in. S.M. Sackey i A. Bester (2016, ss. 101–114), M. Chui, J. Manyika i M. Miremadi (2016, ss. 1–12) oraz L. Prifti, M. Knigge, H. Kienegger i H. Krcmar (2017, ss. 46–60).

Problemy niedopasowania kompetencyjnego zostały potwierdzone w ostatnim kompleksowym badaniu przeprowadzonym przez Hays i Oxford Economics (Hays, 2019, ss. 1–55). W raporcie przedstawiono analizy makrotrendów oraz wyzwania i szanse stojące przed światowymi pracownikami i pracodawcami. Hays Global Skills Index składa się z siedmiu wskaźników, z których dwa wyrażają stronę podażową (elastyczność edukacji i udział w rynku pracy), jeden — stronę popytową (elastyczność rynku pracy) oraz cztery — obydwie strony, tj. podażową i popytową (niedopasowanie talentów, ogólna presja płacowa, presja płacowa w branżach wymagających wysokich umiejętności oraz presja płacowa w zawodach wymagających wysokich umiejętności). Interpretacja (opis) wymienionych wskaźników jest następująca (Hays, 2019, s. 9):

1. Elastyczność edukacji — niższe wartości wskaźnika świadczą o większej elastyczności systemu edukacji i lepszym zaspokajaniu potrzeb rynku pracy. Wyższe wartości wskaź-

nika zmniejszają prawdopodobieństwa podaży potencjalnych pracowników przygotowanych według oczekiwań pracodawców.

2. Udział w rynku pracy — im niższe wartości wskaźnika, tym na rynku pracy jest więcej potencjalnych pracowników, z których pracodawcy mogą dobrać osoby o najmniejszej luce kompetencyjnej. Wraz ze wzrostem wartości wskaźnika zmniejszają się szanse pracodawców na trafniejszy dobór osób z poszukiwanymi kompetencjami.
3. Elastyczność rynku pracy — niższe wartości wskaźnika oznaczają większą elastyczność rynku pracy, wyrażaną występowaniem niewielu ograniczeń w zakresie stosunków i warunków pracy (m.in. elastyczne prawo pracy, mała ingerencja ustawodawcy). Wyższe wartości wskaźnika świadczą o występowaniu barier w relacjach pracodawca — pracobiorca i oznaczają „usztwnienie” rynku pracy.
4. Niedopasowanie talentów — wyższe wartości wskaźnika oznaczają większe trudności pracodawców w doborze pracowników zgodnie z wymogami kompetencyjnymi nieobsadzonych miejsc pracy, natomiast wartości niższe oznaczają większą łatwość pracodawców w doborze pracowników o wymaganych kompetencjach.
5. Ogólna presja płacowa — wyższe wartości wskaźnika informują o występowaniu ogólnej presji płacowej, która jest wyższa niż historyczna norma dla danego rynku pracy. Niższe wartości oznaczają, że presja nie jest tak widoczna, a wzrost płac jest spowolniony.
6. Presja płacowa w branżach wymagających wysokich umiejętności — branże wymagające wysoko wykwalifikowanego personelu są bardziej podatne na niedobór umiejętności, ponieważ wyszkolenie wymaganej liczby osób do zatrudnienia w tych branżach nie jest możliwe w krótkim czasie. Wyższe wartości wskaźnika wskazują, że w tych branżach płace rosną szybciej niż w branżach o niższych wymaganiach w stosunku do przeszłości, co świadczy o niedoborach umiejętności (o występującej luce kompetencyjnej). Rezultaty przeciwne informują, że w branżach o wysokich wymaganiach w zakresie umiejętności wzrost płac jest spowolniony lub współbieżny z płacami w branżach o umiejętnościach niskich.
7. Presja płacowa w zawodach wymagających wysokich umiejętności — rosnąca presja płacowa sygnalizuje, że w tych zawodach występuje niedobór pracowników o wymaganych umiejętnościach. Wyższe wartości wskaźnika świadczą o większym niedoborze, zaś wartości niższe informują o wolniejszym wzroście płac osób o wysokich umiejętnościach niż osób o umiejętnościach niskich.

Z ogólnych wartości omawianego indeksu dla 19 krajów w Europie i na Bliskim Wschodzie wynika, że w 2019 r. odnotowano zmniejszenie wartości z 5,5 w 2018 r. do 5,4. Ten nieznaczny spadek oznacza, że „firmy powinny łatwiej przyciągać i zatrzymywać pracowników posiadających wymagane umiejętności”. Identyczna co do wartości, ale w odwrotnym kierunku, zmiana wystąpiła w ogólnym wyniku indeksu dla obszaru Asia Pacific (wzrost do 5,0 w porównaniu z 4,9 w 2018 r.). Mmimo, iż zmiana jest nieznaczna, to jednak odnotowany wzrost sugeruje, „że sytuacja na rynku pracy nieznacznie się zaostrzyła w całym regionie, co utrudnia organizacjom znalezienie wykwalifikowanej siły roboczej”. Z kolei ogólna wartość indeksu w regionie obu Ameryk zmniejszyła się do 5,6 (w 2018 r. indeks wynosił 5,7) co sugeruje, „że warunki na wysoko wykwalifikowanych rynkach pracy w regionie pozostały zasadniczo stabilne” (Hays 2019, ss. 14–15).

Ogólne wartości indeksu dla Polski w ostatnich latach wykazywały tendencję malejącą i kształtowały się następująco (tabela 6.1.):

Tabela 6.1.
Hays Global Skills Index dla Polski

Rok	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Wartość indeksu	5,0	4,9	4,8	4,7	4,2	4,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie Hays 2019, s. 44.

Na ogólną wartość indeksu 4,1 w 2019 r. wpłynęły następujące wartości wskaźników częściowych (Hays 2019, s. 54):

- elastyczność edukacji – 5,1;
- udział w rynku pracy – 3,6;
- elastyczność rynku pracy – 6,8;
- niedopasowanie talentów – 5,9;
- ogólna presja płacowa – 4,1;
- presja płacowa w branżach o wysokich umiejętnościach – 3,1;
- presja płacowa w zawodach wymagających wysokich kwalifikacji – 0,4.

Ukazane powyżej wartości wskazują na konieczność podejmowania prób zmniejszenia wartości przede wszystkim wskaźników: elastyczność edukacji, elastyczność rynku pracy oraz niedopasowanie talentów, ponieważ to one najbardziej wpływają na trudności na rynku pracy wyrażane doбором pracowników o wymaganych kompetencjach.

Pewnym podsumowaniem prezentowanych wartości indeksu mogą być słowa Dyrektora Zarządzającego Hays Poland Marc Burragea, według którego „wyzwania, przed którymi stoją firmy w najbliższej przyszłości, związane są głównie z niedoborem wysoko wykwalifikowanych specjalistów, a także z jasno określonymi oczekiwaniami osób poszukujących pracy, gdy szukają nowej roli. Zmniejszenie niedoboru umiejętności jest jednym z kluczowych wyzwań zarówno dla pracodawców, jak i decydentów” (Hays ... 2019, s. 44).

W rozważaniach na temat niedoboru talentów na rynku pracy porównuje się poziom kompetencji pracowników już zatrudnionych, ewentualnie potencjalnych pracowników, z poziomem wymaganym do wykonywania pracy w otoczeniu technologii cyfrowych. Aby takiej analizie dokonać, podjęto badania, których głównym celem było zaprojektowanie i empiryczna weryfikacja modelu kompetencji pracowników ery cyfrowej (Przemysłu 4.0). Badania przeprowadzono w dwóch etapach. Badania w pierwszym etapie miały charakter badań przeglądowych, w drugim – charakter badań pierwotnych. Efekty tych badań są przedmiotem rozważań prezentowanych w tym podrozdziale, natomiast drugi etap badań – jego opis i uzyskane rezultaty przedstawiono w kolejnym podrozdziale.

Badania przeglądowe polegały na studiach literatury w zakresie Przemysłu 4.0 i wyzwań wobec rynku pracy, a w tym wymogów kompetencyjnych już zatrudnionych i przyszłych pracowników. W tym celu dokonano przeglądu piśmiennictwa w przedmiotowym zakresie.

Celem tego przeglądu było zidentyfikowanie, sklasyfikowanie i podsumowanie doniesień literaturowych, zarówno teoretycznych, jak i empirycznych w przedmiocie badań własnych. Zastosowano metodologię systematycznego przeglądu literatury opracowaną przez J. Webstera i R.T. Watsona (2002, ss. XIII–XXIII), zgodnie z którą wyodrębniono bazy opracowań, dokonano selekcji zamieszczonych w nich opracowań oraz przeprowadzono analizę treści i weryfikację ich przydatności do dalszych badań. Korzystano z elektronicznych baz danych, głównie Research Gate oraz Google Scholar. Wyszukiwanie literatury przeprowadzono za pomocą słów kluczowych: „kompetencje” oraz „przemysł 4.0”. Korzystano także z publikacji w formie raportów różnych instytucji, które uznano za opracowania wartościowe, zostały bowiem wykonane przez specjalistów — praktyków. W badaniach naukowych takie podejście jest także zalecane właśnie ze względu na praktyczny charakter takich opracowań (zob. m.in. Levy i Ellis, 2006, ss. 181–212).

W literaturze przedmiotu spotyka się wiele zestawień kompetencji wymaganych od pracowników Przemysłu 4.0. Jednakże zauważa się brak jednoznaczności w stosowaniu przedmiotowych pojęć. Niektórzy autorzy piszą o kompetencjach i kompetencyjności, inni o kwalifikacjach, jeszcze inni o umiejętnościach lub wiedzy w „jakims” zakresie. Nie ma też jednoznaczności w nazewnictwie rodzajów kompetencji. W literaturze pisze się o zbiorach kompetencji twardych i miękkich, kluczowych i specjalistycznych, zawodowych, biznesowych, osobowych, interpersonalnych, technicznych, behawioralnych, konceptualnych, itd. Przywołana różnorodność terminologiczna jest zrozumiała, stosowane pojęcia są bowiem wieloznaczne, o czym świadczą niżej podane przykłady definicji:

- „potencjał przyczyniający się do osiągania określonych (pożądanych) wyników” (Armstrong, 2000, s. 241);
- „zdolność do wykonywania czegoś, co jest potrzebne, umiejętności” (Longman Dictionary..., 1989, s. 844);
- „ogół wiedzy, umiejętności, doświadczenia, postaw i gotowość pracownika do działania w danych warunkach, a więc także zdolność do przystosowania się do tych zmieniających się warunków” (Thierry i Sauret, 1994, s. 6);
- „zdolności zawodowe pracowników (ich wiedza, umiejętności, doświadczenie, postawy) rozważane w stosunku do zajmowanego stanowiska lub potencjalne ich możliwości w stosunku do innych rodzajów działalności” (Louard, 1995b, s. 228);
- „ustalone zbiory wiedzy i umiejętności, typowych zachowań, standardowych procedur, sposobów rozumowania, które można zastosować bez nowego uczenia się” (Levy-Leboyer, 1997, s. 19);
- „wiedza, umiejętności, zdolności lub cechy osobowości, które bezpośrednio wpływają na pracę danej osoby” (Becker i in., 2002, s. 162);
- wykorzystywana na stanowisku pracy wiedza, doświadczenie, zdolności i predyspozycje do działań zespołowych, konkretne umiejętności wymagane w pracy oraz kultura osobista” (Sajkiewicz, 2001, s. 30).

Z przytoczonych wybiórczo definicji wynika, że głównymi komponentami kompetencji są wiedza, umiejętności, zdolności, postawy, osobowość, doświadczenie i zachowania. Zatem w tym opracowaniu przyjęto interpretację za R. Walkowiakiem (2004, ss. 16–20),

według którego kompetencje (*competency*) to „wiedza, umiejętności, cechy osobowościowe, doświadczenie, postawy i zachowania pracowników nakierowane na sprawne i skuteczne wykonywanie zadań w ciągle zmieniających się sytuacjach zawodowych” (analiza behawioralna). Z kolei termin kompetencyjność (*competence*) odnosi do „pracy, zadań, funkcji lub pełnionych w organizacji ról, w wykonywaniu których dana osoba jest kompetentna” (analiza funkcjonalna). Ponadto przywołany autor podkreśla, że kompetencje są „zbiorem koherentnym (spójnym), tzn. takim, w którym zmiana jednego elementu (np. jakość wiedzy) powoduje zmianę pozostałych, niekoniecznie wszystkich części składowych” oraz „zbiorem probabilistycznym, tzn. takim, którego w obecnym stanie wiedzy nie można dokładnie i do końca przewidzieć”.

Termin kompetencje bywa niekiedy stosowany zamiennie z kwalifikacjami. Jest to interpretacja wielce uproszczona, bowiem kwalifikacje definiowane są najczęściej jako zbiory umiejętności lub wykształcenie i przygotowanie do wykonywania zawodu (zob. m.in. Nowacki, 1999, s. 14; Kopaliński, 1989, s. 289). Zatem można za P. Louardem (1995, s. 230) przyjąć, że „kwalifikacje to część kompetencji indywidualnych jednostki potwierdzona dyplomami lub doświadczeniem zawodowym”. Z kolei pod pojęciem kluczowe kompetencje rozumie się kompetencje najistotniejsze, w które każdy pracownik powinien być „wyposażony”, tzn. powinien objawiać je w praktycznych zachowaniach i działaniach na konkretnym stanowisku pracy (Wysocka, 2006, s. 53).

W literaturze przedmiotu poszczególni autorzy z różną dokładnością i w różnej formie prezentują listy kompetencji, w które powinni być wyposażeni pracownicy Przemysłu 4.0. Poniżej podano przykłady ogólnie zdefiniowanych zestawów kompetencji¹:

- zwiększone kompetencje techniczne, ale także umiejętności interpersonalne (UNIDO, 2017, s. 7);
- umiejętnościom technicznym muszą towarzyszyć silne umiejętności społeczne i umiejętności współpracy; umiejętności analizy danych muszą być połączone z umiejętnościami technicznymi, wiedzą biznesową i branżową oraz umiejętnościami miękkimi (World Economic Forum, 2016);
- umiejętności miękkie będą tak samo ważne jak umiejętności techniczne u inżyniera przyszłości (Gudanowska i in., 2018, ss. 65–74);
- kompetencje wymagane w różnych dziedzinach mogą się różnić, istnieją podobieństwa w kompetencjach wymaganych w różnych branżach (Adolph i in., 2014, ss. 1001–1010);
- umiejętności miękkie są typowo ludzkie i nie będą objęte automatyzacją (a przynajmniej nie nastąpi to szybko), staną się najistotniejsze dla pracowników przyszłości (Infuture Hatałska Foresight Institute, 2019, s. 4);
- uczenie się przez całe życie i analityka dużych zbiorów danych w połączeniu z innymi umiejętnościami są ważniejsze niż umiejętności techniczne wymagane od osób pracujących w Industry 4.0. (Prifti i in., 2017, ss. 46–60);
- koncentracja na umiejętnościach w zakresie dużych zbiorów danych i interfejsu człowiek–maszyna (Sackey i Bester, 2016, ss. 101–114).

¹ W prezentowanych zestawieniach nie dokonywano zmian nazw kategorii, rodzajów oraz poszczególnych kompetencji.

Obok publikacji zawierających ogólne stwierdzenia na temat wymogów kompetencyjnych występują opracowania, w których są opisywane konkretnie nazwane kompetencje, jak np.:

- zintegrowane kompetencje STEM: *Science* — nauka, *Technology* — technologia, *Engineering* — inżynieria, *Mathematics* — matematyka (Wolter i in., 2015, s. 62);
- elastyczność, kreatywność, rozwiązywanie problemów, „złożona” komunikatywność (człowiek–człowiek, człowiek–maszyna — dop. MW) (Autor i in., 2003, s. 1322);
- rozwiązywania problemów, intuicja, kreatywność i perswazja (Frey i Osborne, 2013; przywoł. za Kergroach, 2017, s. 8);
- umiejętności cyfrowe oraz umiejętności miękkie: samoorganizacja, zarządzanie, praca zespołowa oraz komunikacja (Shamsi, 2017, ss. 44–51);
- zdolność do koordynacji procesów roboczych, rozwiązywania problemów, interdyscyplinarne myślenie i działanie, osobista odpowiedzialność za podejmowanie decyzji; zdolność do współpracy/ interakcji z maszynami (Grzelczak i in., 2017, s. 141);
- inteligencja emocjonalna, krytyczne myślenie, innowacje, komunikacja, współpraca, przywództwo i praca zespołowa (Wilson i Daugherty, 2018, ss. 114–123);
- trzy najważniejsze umiejętności miękkie to kreatywność, inteligencja emocjonalna i proaktywne myślenie (Cotet, Balgiu, i Zaleschi, 2017, s. 3–7; przywoł. za Maisiri i in., 2019, s. 94);
- kluczowe kompetencje, to m.in. zwinność w rozwiązywaniu problemów, zdolność przekształcania procesów, elastyczność i samokształcenie (Adolph, Tisch i Metternich, 2014, ss. 1001–1010);
- kompetencjami kluczowymi są kompetencje cyfrowe, a ważne umiejętności to kreatywność, umiejętności społeczne, inteligencja i myślenie przedsiębiorcze (Rinne i Zimmermann, 2016, ss. 5–6);
- kompetencje kluczowe to te, których wszyscy potrzebują do samorealizacji i rozwoju osobistego, zdolności do zatrudnienia, włączenia społecznego i aktywnego obywatelstwa. Do tej kategorii kompetencji zaliczono (Education and Training Monitor, 2019, s. 85):
 - umiejętność czytania i pisania,
 - kompetencje wielojęzyczne,
 - kompetencje matematyczne oraz w dziedzinie nauk ścisłych (technologii i inżynierii),
 - kompetencje cyfrowe,
 - kompetencje personalne, społeczne i związane z umiejętnością uczenia się,
 - kompetencje obywatelskie,
 - kompetencje w zakresie przedsiębiorczości,
 - kompetencje w zakresie świadomości i ekspresji kulturowej;

- kompetencje przyszłości według Infuture Hatalaska Foresight Institute (2019, s. 31), to:
 - umiejętności z obszaru nauk ścisłych STEM,
 - umiejętność dzielenia się wiedzą,
 - myślenie projektowe,
 - krytyczne myślenie,
 - umiejętności cyfrowe,
 - nastawienie na rozwiązywanie problemów,
 - zdolność aktywnego uczenia się,
 - kreatywność,
 - negocjacje,
 - umiejętność współpracy.

W literaturze przedmiotu prezentuje się także bardziej rozbudowane i dokładniej sklasyfikowane kompetencje pracowników ery cyfrowej. Zazwyczaj są one opracowane na podstawie zrealizowanych badań w środowiskach pracy, a nie tylko w oparciu o rozważania teoretyczne. Przykładowe listy tak opisanych kompetencji przedstawiono poniżej.

Naukowcy i praktycy z Niemieckiej Akademii Nauk Technicznych z Monachium oraz Instytutu Przepływu Materiałów i Logistyki im. Fraunhofera z Dortmundu, w oparciu o opinie zebrane od niemieckich przedsiębiorców, zestawili kompetencje w dwóch podzbiorach nazwanych jako umiejętności korporacyjne oraz umiejętności pracowników. Zidentyfikowane kompetencje skategoryzowano w trzech podgrupach: technologii cyfrowych i baz danych, procesów i relacji z klientami oraz wyposażenia technicznego (infrastruktura organizacji) i umiejętności miękkich, takich jak przywództwo i komunikacja (tabela 6.2.).

Tabela 6.2.

Systematyzacja kompetencji i umiejętności pracowników firmy

Wyszczególnienie	Umiejętności korporacyjne	Umiejętności pracowników
Zorientowanie na technologię/ dane	<ul style="list-style-type: none"> – ocena i analiza danych – bezpieczeństwo IT – architektury chmur – sztuczna inteligencja – wsparcie użytkownika/ technologia serwisowa 	<ul style="list-style-type: none"> – interdyscyplinarne myślenie i działanie – opanowanie złożonej treści pracy – możliwość wymiany z maszynami – kompetencje w zakresie rozwiązywania problemów i optymalizacji
Zorientowanie na proces/ klienta	<ul style="list-style-type: none"> – zarządzanie procesami – zarządzanie relacjami z klientem – analiza biznesowa IT – eHandel/ marketing online – konsultacje 	<ul style="list-style-type: none"> – zwiększenie know-how procesu – udział w procesach innowacyjnych – zdolność do koordynowania procesów pracy – orientacja na usługi

Wyszczególnienie	Umiejętności korporacyjne	Umiejętności pracowników
Zorientowanie na infrastrukturę/organizację	<ul style="list-style-type: none"> - radzenie sobie ze specyficznymi systemami informatycznymi - administracja sieci/ bazy danych - architektura IT - ochrona danych 	<ul style="list-style-type: none"> - umiejętności przywódcze - odpowiedzialne decyzje - umiejętności społeczne/ komunikacyjne

Źródło: Acatech (Hrsg.), 2016, s. 12.

Inny zespół badaczy (Prifti i in., 2017, ss. 46–60) opracowali listę kompetencji inżyniera Przemysłu 4.0. Do utworzonych dwóch zbiorów przyporządkowano kompetencje techniczne i nietechniczne. Kompetencje z pierwszego odnoszą się głównie do techniki cyfrowej, a z drugiego — do twórczego myślenia, pracy w zespole i predyspozycji osobistych. Dodatkowo w każdym zbiorze wydzielono po trzy podgrupy kompetencji (tabela 6.3.).

Tabela 6.3.

Kompetencje inżyniera Przemysłu 4.0

Rodzaj kompetencji	Podgrupa kompetencji	Kompetencje
Kompetencje techniczne	Umiejętności technologiczne	<ul style="list-style-type: none"> - wirtualizacja - symulacje - interoperacyjność - modułowość - decentralizacja - zrozumienie procesów - praca z internetem przedmiotów, autonomicznymi robotami, drukiem 3D, itp.
	Umiejętności programowania	<ul style="list-style-type: none"> - umiejętności obliczeniowe - umiejętności symulacyjne
	Umiejętności cyfrowe	<ul style="list-style-type: none"> - analiza danych i przetwarzanie danych - bezpieczeństwo IT / danych /cyber. - przetwarzania w chmurze - wiedza i umiejętności informatyczne - umiejętności sztucznej inteligencji
Kompetencje nietechniczne/umiejętności miękkie	Umiejętności myślenia	<ul style="list-style-type: none"> - kreatywność - innowacja - praktyczna pomysłowość - krytyczne i logiczne myślenie - elastyczność - kompleksowe rozwiązywanie problemów - umiejętności analitycznego myślenia - komunikacja techniczna i piśmienna

Rodzaj kompetencji	Podgrupa kompetencji	Kompetencje
		<ul style="list-style-type: none"> - współpraca (w tym człowiek–maszyna) - umiejętności interdyscyplinarne
Kompetencje nietechniczne/ umiejętności miękkie	Umiejętności społeczne	<ul style="list-style-type: none"> - praca zespołowa - etyka zawodowa - zrozumienie różnorodności - samoświadomość - samoorganizacja - umiejętności interpersonalne - umiejętności międzykulturowe
	Umiejętności osobiste	<ul style="list-style-type: none"> - odpowiedzialność społeczna i rozliczalność - umiejętności uczenia się przez całe życie - umiejętności przywódcze/ zarządzanie ludźmi - inteligencja emocjonalna - umiejętności negocjacyjne - przedsiębiorczość - możliwość dostosowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie L. Prifti i in., 2017, ss. 46–60.

Kompetencjami inżyniera Przemysłu 4.0 zajmował się także Joseph E. Agolla (2018). Inżynierów działających w inteligentnej produkcji określił jako osoby „posiadające wiedzę, umiejętności, postawy i motywacje pozwalające skutecznie działać, a ponadto dobrze zakorzenione w technologii rzeczy, interakcjach człowiek–maszyna, interfejsach technologii, dobrym zrozumieniu systemów sieciowych, kreatywności i innowacyjności”. Tak zdefiniowani inżynierowie przemysłu powinni być wyposażeni w następujące cztery rodzaje kompetencji: osobiste, społeczne/ interpersonalne, związane z działaniem oraz związane z domeną (tabela 6.4.).

Tabela 6.4.
Kompetencje inżyniera inteligentnej produkcji

Rodzaj kompetencji	Kompetencje
Kompetencje osobiste	<ul style="list-style-type: none"> - zdolność uczenia się (rozwijania zdolności poznawczych) - kształtowania własnej postawy i systemu wartości etycznych
Kompetencje osobiste	<ul style="list-style-type: none"> - krytyczne podejście - elastyczność w odniesieniu do czasu pracy, treści pracy, miejsc pracy i sposobu myślenia konieczna do szybkiego reagowania na potrzeby rynku i sytuacje środowiskowe
Kompetencje społeczne/ interpersonalne	<ul style="list-style-type: none"> - umiejętności komunikowania się - umiejętności współpracy i nawiązywania kontaktów społecznych - umiejętności budowania struktur z innymi osobami i grupami

Rodzaj kompetencji	Kompetencje
	<ul style="list-style-type: none"> – myślenie ukierunkowane na budowanie i utrzymywanie sieci ekspertów – umiejętności mediacyjne
Kompetencje związane z działaniem	<ul style="list-style-type: none"> – umiejętność realizacji indywidualnych lub społecznie skonstruowanych pomysłów – umiejętności analityczne – umiejętności szukania praktycznych rozwiązań specyficznych dla różnych funkcji bez utraty celu działania
Kompetencje związane z domeną	<ul style="list-style-type: none"> – metodologie, języki i narzędzia zaprojektowane do rozwiązywania problemów lub domeny biznesowej i wykraczające poza przyjęte ramy działania – rozumienie podstawy technologii sieciowych i przetwarzania danych – analizowanie złożonych systemów za pomocą specjalistycznego oprogramowania – zdobywanie umiejętności, wiedzy i zdolności na temat najnowocześniejszej architektury oprogramowania, technik modelowania i programowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie Joseph E. Agolla, 2018.

W 2014 r. zespół dziesięciu inżynierów z różnych sektorów przemysłu i środowiska akademickiego, zrzeszonych w Stowarzyszeniu Niemieckich Inżynierów oraz w Amerykańskim Stowarzyszeniu Inżynierów Mechaników, badał wpływ innowacji przemysłowych na rolę człowieka w zmieniającej się produkcji oraz potrzeby rozwojowe pracowników w fabryce przyszłości. Efektem ich pracy była m.in. lista wymaganych kompetencji (tabela 6.5.).

Tabela 6.5.

Kwalifikacje i umiejętności pracowników w fabryce przyszłości

Rodzaj	Konieczne do uwzględnienia	Powinny być uwzględnione	Można je uwzględnić
	w zestawie umiejętności wykwalifikowanej siły roboczej w przyszłości		
Kwalifikacje i umiejętności techniczne	wiedza i umiejętności informatyczne	zarządzanie wiedzą	umiejętności programowania/kodowania danych
	przetwarzanie danych i informacji oraz analityka	interdyscyplinarna / ogólna wiedza na temat technologii i organizacji	specjalistyczna wiedza na temat technologii
	wiedza statystyczna	specjalistyczna wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	świadomość ergonomii
Kwalifikacje i umiejętności techniczne	zrozumienie organizacyjne i procesowe	świadomość bezpieczeństwa IT i ochrony danych	zrozumienie kwestii prawnych
	możliwość interakcji z nowoczesnymi interfejsami (człowiek–maszyna / człowiek–robot)		

Rodzaj	Konieczne do uwzględnienia	Powinny być uwzględnione	Można je uwzględnić
	w zestawie umiejętności wykwalifikowanej siły roboczej w przyszłości		
Kwalifikacje i umiejętności personalne (osobiste)	zarządzanie sobą i czasem	zaufanie do nowych technologii	
	adaptowalność i zdolność do zmiany	ciągłe doskonalenie i uczenie się przez całe życie	
	umiejętności pracy w zespole		
	umiejętności społeczne		
	umiejętności komunikacyjne		

Uwagi:

Kolejność w ramach trzech kategorii nie wskazuje priorytetu wśród czynników danej kategorii.

Źródło: L. Gehrke i D. Rule, 2015, s. 13 (nieznaczna zmiana graficzna).

W. Aulbur i in. (2016, s. 35) prezentują listę podstawowych kompetencji opracowaną dla pracowników krajów BRICS². Jednym z celów opracowania listy przyszłościowych kompetencji było zminimalizowanie spodziewanych migracji zarobkowych pracowników zatrudnionych w przemyśle krajów BRICS do krajów rozwiniętych. Aby nie zwiększać przepaści technologicznej, określono kierunki i zakresy zmian kwalifikacji siły roboczej dających szansę tym krajów w aktywnym uczestniczeniu w tej czwartej rewolucji przemysłowej. Ważne umiejętności podzielono na cztery główne kategorie: wiedzę na temat technologii informacyjno-komunikacyjnych, umiejętności pracy z danymi, techniczne know-how oraz umiejętności osobiste (tabela 6.6.).

Tabela 6.6.

Kwalifikacje i umiejętności dla Przemysłu 4.0

Wiedza na temat technologii:	Umiejętność pracy z danymi:
– informacyjno-komunikacyjnych:	– możliwość przetwarzania i analizy danych i informacji uzyskanych z maszyn
– podstawowa wiedza informatyczna	– zrozumienie danych wyjściowych i podejmowanie decyzji
– możliwość korzystania i interakcji z komputerami i inteligentnymi maszynami, takimi jak roboty, tablety itp.	– podstawowa wiedza statystyczna
– zrozumienie komunikacji między maszynami, bezpieczeństwa IT i ochrony danych	

² BRCS to grupa krajów o gospodarkach wschodzących, w której skład wchodzi Brazylia (B), Rosja (R), Indie (I), Chiny (C) i Republika Południowej Afryki (S-South Africa). Pobrane 23.06.2020 z https://op.europa.eu/en/web/eu-vocabularies/th-concept/-/resource/eurovoc/c_964c9649/lang-pl.

Techniczne know-how:	Umiejętności osobiste:
<ul style="list-style-type: none"> – interdyscyplinarna i ogólna wiedza na temat technologii – specjalistyczna wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych – techniczna wiedza o maszynach niezbędna do wykonywania czynności konserwacyjnych 	<ul style="list-style-type: none"> – adaptowalność i możliwość uczestniczenia w zmianach – podejmowanie decyzji – praca w zespole – umiejętności komunikacyjne – zmiana myślenia o uczeniu się przez całe życie

Źródło: W. Aulbur i in., 2016, s. 35.

Eksperti Światowego Forum Ekonomicznego zebrali opinie dyrektorów ds. zasobów ludzkich oraz specjalistów ds. strategicznych dotyczące wpływu technologii cyfrowych na zatrudnienie oraz umiejętności pracowników zatrudnionych w różnych branżach i na różnych obszarach geograficznych. Na tej podstawie opracowali raport pt. *Przyszłość miejsc pracy*, w którym podjęli próbę ilościowego określenia stopnia zakłócenia umiejętności w zawodzie, rodzinie zawodów lub całej branży.

W przedmowie do raportu K. Schwab (założyciel i prezes wykonawczy Światowego Forum Ekonomicznego) oraz R. Samans (członek Zarządu Forum) informują, że celem raportu jest m.in. określenie działań nakierowanych na zapobieżenie wystąpienia najmniej korzystnego scenariusza wynikającego z implementacji technik cyfrowych do przemysłu, w którym nie wyklucza się niedoborów talentów, masowego bezrobocia oraz rosnącej nierówności na rynku pracy. W raporcie wskazuje się, kogo z obecnych pracowników należy przekwalifikować i kto powinien podnosić swoje kwalifikacje (World Economic Forum, 2016, s. V).

W przedmiotowym raporcie zestawiono 35 umiejętności i zdolności związanych z pracą, które są szeroko stosowane we wszystkich sektorach przemysłu i rodzinach zawodów. Utworzoną listę umiejętności podzielono na 3 kategorie i 9 podkategorii (tabela 6.7.).

Tabela 6.7.

Podstawowe umiejętności związane z pracą

Umiejętności	Podstawowe umiejętności	Umiejętności krzyżowe	
<p>Analityka poznawcza:</p> <ul style="list-style-type: none"> – elastyczność poznawcza – kreatywność – logiczne uzasadnienie – wrażliwość na problemy – rozumowanie matematyczne – wizualizacja 	<p>Umiejętności treściowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> – aktywne uczenie się – wyrażenie ustne – wypowiedzianie się – czytanie ze zrozumieniem – wyrażenie pisemne – umiejętność korzystania z technologii informacyjno-komunikacyjnych 	<p>Umiejętności społeczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> – współpraca z innymi – inteligencja emocjonalna – negocjacje – perswazja – orientacja na usługi – szkolenie i nauczanie innych 	<p>Umiejętności zarządzania zasobami:</p> <ul style="list-style-type: none"> – zarządzanie zasobami finansowymi – zarządzanie zasobami materialnymi – zarządzanie ludźmi – zarządzanie czasem

Umiejętności	Podstawowe umiejętności	Umiejętności krzyżowe	
Zdolności fizyczne:	Umiejętności procesowe:	Umiejętności systemowe:	Umiejętności techniczne:
– siła fizyczna	– aktywne słuchanie	– osąd i podejmowanie decyzji	– konserwacja, naprawa, obsługa i kontrola sprzętu
– zręczność manualna	– krytyczne myślenie	– analiza systemów	– programowanie
– precyzja ręczna	– monitorowanie siebie i innych	Umiejętności rozwiązywania złożonych problemów:	– kontrola jakości
		– kompleksowe rozwiązywanie problemów	– rozwiązywanie problemów
			– technologia i projektowanie wg życzeń użytkownika

Źródło: World Economic Forum na podstawie O*NET Content Model (2016, s. 21).

W kontekście technologii ery cyfrowej K. Santarek (2017) podkreśla konieczność zwracania uwagi na organizację, technikę oraz ludzi. W orientacji na organizację wskazuje jej odchudzenie (*Lean management*), na technikę – Przemysł 4.0, a na pracownika – humanizację pracy. W modelu kompetencji dla Przemysłu 4.0 przywołany autor cztery podgrupy kompetencji niezbędnych w przemyśle tradycyjnym wzbogacił kluczowymi kompetencjami dla Przemysłu 4.0 i dodaje, że „potrzeby w zakresie nowych kompetencji będą miały wpływ na edukację szkolną, kształcenie na poziomie studiów wyższych oraz kształcenie ustawiczne” (tabela 6.8.).

Tabela 6.8.

Model kompetencji dla Przemysłu 4.0

Kompetencje tradycyjne				Kompetencje specyficzne dla Przemysłu 4.0
Kompetencje miękkie	Wiedza ścisła	Stanowisko pracy	Przedsiębiorstwo	
– motywowanie	– matematyka	– zarządzanie	– techniki wytwarzania	– eksploracja danych
– zaufanie	– informatyka	– planowanie	– organizacja produkcji	– Internet Rzeczy
– przewodzenie	– myślenie analityczne	– marketing	– utrzymanie ruchu	– wirtualna rzeczywistość
– integrowanie	– myślenie krytyczne	– rozwiązywanie problemów	– logistyka łańcucha dostaw	– ciągłe usprawnienia
– kompetencje interpersonalne		– podejmowanie decyzji	– jakość	– łączność bezprzewodowa
		– narzędzia i technologie	– zrównoważony rozwój	– orientacja na klienta
		– zrównoważony rozwój	– ergonomia i bezpieczeństwo	– czujniki, sensoryka
		– ciągle usprawnienia		

Źródło: K. Santarek, 2017.

Przyjęcie dowolnego z podanych zestawów kompetencji i ich nabywanie lub doskonalenie będzie wymagać dużych przedsięwzięć edukacyjnych realizowanych w różnym zakresie i przez różne instytucje. Beneficjentami tych przedsięwzięć będą przede wszystkim już zatrudnieni, jak podkreśla bowiem K. Schwab (World Economic Forum, 2016, s. V) „nie można przetrwać obecnej rewolucji technologicznej, czekając, aż siła robocza następnego pokolenia będzie lepiej przygotowana”. Stąd też ważną rolę do odegrania mają zarządzający przedsiębiorstwami w zakresie wspierania zatrudnionych w przekwalifikowaniu oraz wyrabianiu proaktywnych postaw do uczenia się przez całe życie. Przywołany autor zwraca uwagę także na rolę rządów w poszczególnych krajach, które powinny stwarzać przyjazne środowisko wspierające rozmaite działania edukacyjne i podkreśla, że reakcja na szybkie i głębokie zmiany technologiczne „musi być zintegrowana i kompleksowa, z udziałem wszystkich zainteresowanych stron globalnej polityki, od sektora publicznego i prywatnego po środowisko akademickie i społeczeństwo obywatelskie”. W kontekście ustawicznego uczenia się przez całe życie E. Weber (2017, ss. 372–374) dodaje, że kształcenie ustawiczne powinno „stać się normą, a nie wyjątkiem”. Jednocześnie W. Eichhorst i U. Rinne (2017, s. 17) sygnalizują, że ze względu na duże potrzeby w zakresie zmiany kompetencji pracowników, konieczne jest znalezienie odpowiedniej „formy organizacji i finansowania uczenia się przez całe życie”.

Z uwagi na szybkość postępu technologicznego pilne jest dokonanie zmian we wszystkich instytucjach zajmujących się edukowaniem na różnych poziomach i w różnych formach dydaktycznych. Szczególną rolę przypisuje się uczelniom wyższym, które powinny dążyć do „uzupełniania wiedzy teoretycznej praktycznymi umiejętnościami, odpowiedzialnością społeczną, etyką i wartościami oraz przedsiębiorczością” (Selamat i in., 2017, ss. 23–24). S. Venkatraman i in. (2018, ss. 469–483). Autorzy dodają, że programy studiów muszą być nakierowane na „osiągnięcie umiejętności uczenia się i innowacji, umiejętności informatycznych oraz umiejętności życiowych i zawodowych”, co jest możliwe, jeżeli ich podstawą będzie nie tylko teoria, ale i praktyka. Takie same rozumienie roli edukacji na poziomie wyższym prezentuje K. Baker (2016, s. 17) pisząc, że „abstrakcyjna wiedza i rozumowanie muszą być powiązane z prawdziwym światem poprzez praktyczne zastosowania”. Zdaniem cytowanego autora konieczna jest współpraca między przemysłem a instytucjami szkolnictwa wyższego prowadząca do rozwiązywania rzeczywistych problemów przez realizowanie prac projektowych. Z kolei H. Ruohomaa i in. (2018) piszą o „odnowieniu uniwersytetu” poprzez multidyscyplinarną strukturę i zmienione programy nauczania w celu skutecznego wspierania i współdziałania w implementacji inteligentnej produkcji i Przemysłu 4.0 w regionie. L. Priffi i in. (2017, ss. 46–60) dodają, że umiejętności w zakresie Przemysłu 4.0 będą wymagały pewnego poziomu profesjonalnego szkolenia inżynierskiego, w którym poza wiedzą dziedzinową, istotną rolę będą odgrywać umiejętności osobiste i behawioralne oraz interdyscyplinarne zrozumienie.

W poszukiwaniu sposobów nadążania za potrzebami wyrównania i dostosowania poziomów kompetencji do sprawnej pracy z wykorzystaniem technologii cyfrowych często rekomendowany jest niemiecki model edukacyjny, w którym, najogólniej rzecz ujmując, jest realizowany system podwójnego przygotowania zawodowego, łączącego kształcenie i szkolenie zawodowe w miejscu pracy. Praktyka dowodzi, że edukacja w tym systemie zapewnia

„wyposażenie” absolwenta w umiejętności oczekiwane na rynku pracy oraz pozwala kształtować takie kompetencje, jak „wysoka identyfikacja z pracodawcą, duch pracy i etyka pracy w konkretnym środowisku zawodowym” (zob. m.in. Eichhorst, 2015, ss. 1–10). W uzupełnieniu przywołanego sposobu nauczania Federalne Ministerstwo Gospodarki i Energii dodaje, iż niemieckie modele szkolenia zawodowego powinny mieć charakter hybrydowy i interdyscyplinarności, w których stacjonarne formy i metody nauki są łączone z nauczaniem zdalnym (e-edukacja: e-learning i/lub blended learning) (zob. m.in. W. I. O’Byrne i K. E. Pytash, 2015, ss. 137–140; N. Tyilo, 2017, ss. 87–93). Jednocześnie podkreśla się konieczność silnej współpracy i ściślejszego powiązania między instytucjami edukacyjnymi, organizatorami szkoleń oraz podmiotami gospodarczymi (BMW, 2017, ss. 57–63).

Z uwagi na niezwykle szerokie potrzeby szkoleniowe sugeruje się, aby w powszechnym użytku były mobilne aplikacje do nauki, które pozwalają uczniom „wejść do wirtualnego środowiska pracy i umożliwią im samodzielną pracę” (Jaschke, 2014, ss. 605–608; przywoł. za Maisiri i in. 2019, s. 95). W świetle potrzeb edukacyjnych World Economic Forum (2017a) widzi możliwości rozszerzenia oferty rynkowej dla organizacji trzeciego sektora. Organizacje te, szczególnie małe i borykające się ciągle z płynnością finansową, mogą poprzez wykorzystywanie technologii cyfrowych, np. korzystanie z chmury danych, dotrzeć do większej liczby klientów i specjalistów, mają większe możliwości kojarzenia podmiotów czy też mogą świadczyć usługi w formie zdalnego nauczania.

7. Model kompetencji pracowników ery cyfrowej

Zidentyfikowane i opisane w poprzednim podrozdziale zestawy kompetencji były podstawą do opracowania listy kompetencji, w które powinni być wyposażeni pracownicy ery cyfrowej. Zbudowana lista zawierała 51 kompetencji. Nazwano ją teoretycznym modelem kompetencji pracownika Przemysłu 4.0. Budowa tej listy była zadaniem trudnym i zapewne pozostaje kontrowersyjna. Trudność wynikała głównie z faktu, iż poszczególni badacze podawali w swoich zestawach różne liczby kompetencji, różnie je klasyfikowali oraz różnie nazywali. Trudnością było także określenie rodzaju kompetencji klasyfikowanych według kryterium treści (kompetencje profesjonalne, społeczne i osobowościowe). Na przykład komunikatywność może być kwalifikowana jako kompetencja społeczna, ale też i jako profesjonalna. W tabeli 7.1. zestawiono w przypadkowej kolejności wszystkie kompetencje zakwalifikowane do modelu teoretycznego.

Tabela 7.1.

Teoretyczny model kompetencji pracownika Przemysłu 4.0

Lp.	Nazwa kompetencji
1	wiedza i umiejętności z obszaru nauk STEM (P)
2	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)
3	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)
4	umiejętność współpracy i wspierania (S)
5	myślenie projektowe (P)
6	myślenie krytyczne (O)
7	myślenie analityczne (O)
8	kreatywność (O)
9	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)
10	zdolność aktywnego uczenia się (O)

Lp.	Nazwa kompetencji
11	umiejętności negocjacyjne (S)
12	elastyczność i radzenie sobie (O)
13	otwartość na nowości (P)
14	pozytywne nastawienie do zmian (P)
15	gotowość do zmiany zawodu (O)
16	inteligencja emocjonalna (O)
17	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)
18	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)
19	nastawienie na jakość (P)
20	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)
21	gotowość do ciągłych usprawnień (P)
22	orientacja na klienta (P)
23	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości (P)
24	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)
25	zaufanie (S)
26	zmysł obserwacji (O)
27	mobilność kompetencyjna (P)
28	mobilność przestrzenna (P)
29	motywacja i pewność siebie (O),
30	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy (P)
31	komunikatywność (S)
32	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)
33	wielozadaniowość (P)
34	poczucie estetyki (O)
35	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)
36	pasja (O)
37	dyskrecja i takt (O)
38	ogólna wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań (S)
39	zarządzanie informacjami (P)
40	analiza dużych zbiorów danych (P)
41	wiedza i umiejętności informatyczne (P)
42	umiejętności programowania / kodowania (P)
43	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)
44	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)
45	wiedza o procesach i systemach (P)

Lp.	Nazwa kompetencji
46	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)
47	odpowiedzialność (O)
48	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzania w chmurze (P)
49	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi (P)
50	transdyscyplinarność (P)
51	przedsiębiorczość (O)

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Zródło: opracowanie własne.

Po uporządkowaniu poszczególnych kompetencji według kryterium treści zauważa się, że w teoretycznym modelu przeważają kompetencje profesjonalne (58,8%). Kompetencje osobowościowe stanowią 27,5%, a społeczne — 13,7%. Z rozważań przedstawionych w podrozdziale 4.2. wynika, że często dokonywanym podziałem kompetencji jest wyróżnianie tylko dwóch bardzo ogólnie zdefiniowanych podgrup, a mianowicie tzw. kompetencji twardych i kompetencji miękkich. Do pierwszej podgrupy zalicza się zazwyczaj kompetencje profesjonalne, a do drugiej — kompetencje społeczne i osobowościowe. Według tej klasyfikacji, w zaprojektowanym teoretycznym modelu zawartych jest 41,2% kompetencji miękkich.

Utworzoną listę kompetencji przeniesiono do kwestionariusza ankiety celem jej empirycznej weryfikacji według kryterium sprawnego wykonywania zadań w „otoczeniu” technologii cyfrowych. Wypełniających kwestionariusze poproszono o dokonanie oceny wszystkich 51 kompetencji pod kątem ich ważności, poziomu pożądanego oraz poziomu, na jakim dana kompetencja występuje aktualnie u wypełniającego kwestionariusz. Oceny dokonano w skali od 1 (poziom najniższy) do 5 (poziom najwyższy).

Zweryfikowaną opiniami respondentów listę kompetencji poddano analizie statystycznej w celu ustalenia hierarchii ważności poszczególnych kompetencji. Natomiast kompetencje kluczowe wyłoniono przez zastosowanie metody ABC opartej na zasadach Pareto. Przyjęto, że wyznaczać je będzie podzbiór kompetencji zapewniających sprawność działania na poziomie 80%. Uzyskane rezultaty odnoszone do ogółu respondentów przedstawiono w tabeli 7.2.

Z rezultatów zawartych w tabeli 7.2. wynika, że ogół ankietowanych pracowników, bez kategoryzowania ich na branże, w których pracują oraz na zajmowane stanowiska, zaliczył pierwszych dziesięć kompetencji do podzbioru A — najistotniejszego, zgodnie z zasadami Pareto. Stanowią one blisko 20% (19,60%) całego zbioru 51 kompetencji. Jednakże, gdyby pracownik ery cyfrowej, przejawiał działania zawodowe tylko według tych kompetencji, wówczas jego sprawność byłaby zaledwie na poziomie 21,33% (wiersz 10., kolumna 6. w tabeli 7.2.). W takiej sytuacji podzbiór wymaganych kompetencji, które zapewniałyby założoną 80% sprawność, należy powiększyć o wszystkie kompetencje z podzbioru B oraz

Tabela 7.2.
Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników ogółem

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba pkt.	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	1,96	4,38	4,38	2,17	A
2	umiejętność podejmowania decyzji (P)	3,92	4,36	8,74	4,34	
3	odpowiedzialność (O)	5,88	4,32	13,06	6,48	
4	myślenie analityczne (O)	7,84	4,31	17,37	8,62	
5	nastawienie na jakość (P)	9,80	4,29	21,66	10,75	
6	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	11,76	4,29	25,95	12,87	
7	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	13,72	4,28	30,23	15,00	
8	orientacja na klienta (P)	15,68	4,26	34,49	17,11	
9	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	17,64	4,26	38,75	19,22	
10	zdolność aktywnego uczenia się (O)	19,60	4,25	43,00	21,33	
11	umiejętność współpracy i wspierania (S)	21,56	4,25	47,25	23,44	B
12	komunikatywność (S)	23,52	4,22	51,47	25,53	
13	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	25,48	4,21	55,68	27,62	
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	27,44	4,19	59,87	29,70	
15	otwartość na nowości (P)	29,4	4,19	64,06	31,78	
16	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	31,36	4,17	68,23	33,85	
17	kreatywność (O)	33,32	4,14	72,37	35,90	
18	elastyczność i radzenie sobie (O)	35,28	4,13	76,50	37,95	
19	zarządzanie informacjami (P)	37,24	4,12	80,62	39,99	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba pkt.	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	zaufanie (S)	39,20	4,11	84,73	42,03	B
21	motywacja i pewność siebie (O)	41,16	4,10	88,83	44,07	
22	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	43,12	4,09	92,92	46,10	
23	pozytywne nastawienie do zmian (P)	45,08	4,02	96,94	48,09	
24	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	47,04	4,01	100,95	50,08	
25	wielozadaniowość (P)	49,00	4,01	104,96	52,07	
26	myślenie projektowe (P)	50,96	3,97	108,93	54,04	C
27	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	52,92	3,97	112,90	56,01	
28	przedsiębiorczość (O)	54,88	3,97	116,87	57,98	
29	analiza danych i zaawansowane analizy (big data) (P)	56,84	3,92	120,79	59,92	
30	zmysł obserwacji (O)	58,80	3,92	124,71	61,87	
31	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	60,76	3,86	128,57	63,78	
32	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	62,72	3,85	132,42	65,69	
33	umiejętności negocjacyjne (S)	64,68	3,85	136,27	67,60	
34	mobilność kompetencyjna (P)	66,64	3,84	140,11	69,51	
35	wiedza o procesach i systemach (P)	68,60	3,84	143,95	71,41	
36	dyskrecja i takt (O)	70,56	3,81	147,76	73,30	
37	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	72,52	3,78	151,54	75,18	
38	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	74,48	3,72	155,26	77,02	
39	myślenie krytyczne (O)	76,44	3,72	158,98	78,87	
40	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	78,40	3,71	162,69	80,71	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba pkt.	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	inteligencja emocjonalna (O)	80,36	3,69	166,38	82,54	C
42	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	82,32	3,65	170,03	84,35	
43	wiedza i umiejętności implementacji Internetu Rzeczy (P)	84,28	3,62	173,65	86,14	
44	gotowość do zmiany zawodu (O)	86,24	3,58	177,23	87,92	
45	mobilność przestrzenna (O)	88,20	3,56	180,79	89,69	
46	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (P)	90,16	3,55	184,34	91,45	
47	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	92,12	3,53	187,87	93,20	
48	pasja (O)	94,08	3,49	191,36	94,93	
49	umiejętności programowania / kodowania (P)	96,04	3,47	194,83	96,65	
50	poczucie estetyki (O)	98,00	3,41	198,24	98,34	
51	transdyscyplinarność (P)	100,00	3,34	201,58	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe; liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

kolejnych czternaście z podzbioru C. Zatem w opinii ogółu ankietowanych model kluczowych kompetencji pracownika ery cyfrowej tworzy zbiór 40 kompetencji (wiersz 40., kolumna 6. w tabeli 7.2.), w którym kompetencje kategoryzowane jako profesjonalne, osobowościowe i społeczne stanowią odpowiednio 60%, 25% i 15%. Jednocześnie zwraca się uwagę na relatywnie niskie oceny niektórych kompetencji wskazywanych w literaturze jako konieczne do sprawnego działania pracowników w środowisku nowoczesnych technologii. Z grupy kompetencji profesjonalnych nie uzyskały priorytetowego znaczenia m.in. wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM oraz wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy, a z kompetencji społecznych — inteligencja emocjonalna, ogólna wiedza dotycząca zachowań człowieka, a także nastawienie na zmianę zawodu.

Postępując według przyjętej i zaprezentowanej wyżej metodyki ustalania hierarchii ważności kompetencji oraz wyłaniania z nich kompetencji kluczowych, zweryfikowano teoretyczny model z opiniami kierowników, potencjalnych kierowników oraz pracowników zatrudnionych na stanowiskach eksploatacyjnych. Zestawienie list kluczowych kompetencji w wymienionych kategoriach respondentów zawarto w tabeli 7.3., natomiast szczegółowe obliczenia i hierarchię ważności wszystkich 51 ocenianych kompetencji przedstawiono w tabelach A1, A2 i A3 w aneksie.

Tabela 7.3.

Modele kluczowych kompetencji wg stanowisk pracy

Lp.	Wyszczególnienie	Kierownicy	Potencjalni kierownicy	Pracownicy eksploatacyjni
1	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	x	x	x
2	umiejętność podejmowania decyzji (P)	x	x	x
3	odpowiedzialność (O)	x	x	x
4	myślenie analityczne (O)	x	x	x
5	nastawienie na jakość (P)	x	x	x
6	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	x	x	x
7	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	x	x	x
8	orientacja na klienta (P)	x	x	x
9	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	x	x	x
10	zdolność aktywnego uczenia się (O)	x	x	x
11	umiejętność współpracy i wspierania (S)	x	x	x
12	komunikatywność (S)	x	x	x
13	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	x	x	x
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	x	x	x
15	otwartość na nowości (P)	x	x	x
16	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	x	x	x
17	kreatywność (O)	x	x	x

Lp.	Wyszczególnienie	Kierownicy	Potencjalni kierownicy	Pracownicy eksploatacyjni
18	elastyczność i radzenie sobie (O)	x	x	x
19	zarządzanie informacjami (P)	x	x	x
20	zaufanie (S)	x	x	x
21	motywacja i pewność siebie (O)	x	x	x
22	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	x	x	x
23	pozytywne nastawienie do zmian (P)	x	x	x
24	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	x	x	x
25	wielozadaniowość (P)	x	x	x
26	myślenie projektowe (P)	x	x	x
27	przedsiębiorczość (O)	x	x	x
28	analiza danych i zaawansowane analizy (big data) (P)	x	x	x
29	zmysł obserwacji (O)	x	x	x
30	znajomość oprogramowania i interfejsów(P)	x	–	x
31	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	x	x	–
32	umiejętności negocjacyjne (S)	x	x	x
33	mobilność kompetencyjna (P)	x	x	x
34	wiedza o procesach i systemach (P)	x	x	x
35	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	x	x	–
36	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	x	–	x
37	myślenie krytyczne (O)	x	x	x
38	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	–	x	x
39	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	x	–	x
40	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	–	–	x
41	pasja (O)	x	–	x
42	umiejętności programowania / kodowania (P)	x	–	x
43	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości (P)	–	x	–
44	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	–	x	–
45	inteligencja emocjonalna (O)	–	x	–
46	gotowość do zmiany zawodu (O)	–	x	–

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: opracowanie własne.

Porównując modele kluczowych kompetencji powstałe w wyniku weryfikacji modelu teoretycznego przez kierowników, potencjalnych kierowników oraz pracowników eksploatacyjnych, zauważa się nieznaczne rozbieżności. Respondenci z wymienionych podgrup wskazali po 40 kompetencji rozmieszczonych w podzbiorach A, B i C. 33 kompetencje są wspólne, tj. występują w każdym modelu. Odnotowano przemieszczenie poszczególnych kompetencji w poszczególnych podzbiorach i na pozycjach wyznaczających ważność danej kompetencji. Na przykład na pierwszym miejscu kierownicy wymienili umiejętności pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem, potencjalni kierownicy — komunikatywność, a pracownicy — wiedzę i umiejętności cyfrowe. Różnica wystąpiła także w umiejscowieniu kluczowej kompetencji, a mianowicie umiejętności z obszaru nauk ścisłych STEM. Z przeglądu literatury wynika, iż w kontekście czwartej rewolucji technologicznej, kompetencja ta powinna być wiodącą (zob. m.in. Wolter i in., 2015, s. 62), tymczasem osoby biorące udział w badaniu umocowali tę kompetencję w różnych podzbiorach i na różnych pozycjach. Kierownicy na miejscu 14. (podzbiór B), potencjalni kierownicy — na miejscu 46. (podzbiór C), a pracownicy na miejscu 10. w podzbiorze A.

Z analizy danych prezentowanych w tabelach zawierających obliczenia szczegółowe, wynikają relatywnie niskie oceny ważności niektórych kompetencji wskazywanych w literaturze jako konieczne do sprawnego działania pracowników w środowisku nowoczesnych technologii. W opinii kierowników nie uzyskały priorytetowego znaczenia takie kompetencje jak wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy oraz umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości. Z kolei w modelu pracowników eksploatacyjnych w podzbiorze kompetencji trzeciorzędnych znalazły się umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości, wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy oraz znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze.

Artykułując różnice w kompetencjach ujętych w omawianych trzech modelach, uważa się, iż studenci, którzy zapewne w przyszłości będą pełnić funkcje kierownicze, już dzisiaj deklarują umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości. Wynik ten należy przyjąć jako wysoce wiarygodny, bowiem ta grupa respondentów, to ludzie młodzi (do 23 lat życia), którzy od lat wrażliwi na nowe technologie, głównie informatyczno-telekomunikacyjnymi, i potrafią funkcjonować w wirtualnej rzeczywistości. Jednocześnie nie zadeklarowali oni — jako kluczowych, takich kompetencji, jak znajomość oprogramowania i interfejsów, wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM, czy też umiejętności programowania i kodowania. Kompetencje te wskazywali kierownicy i osoby nie pełniące tych funkcji. Być może brak wskazań w tych pierwszych wynika z luk w programach edukacyjnych na nauczonym kierunku, a deklaratywna znajomość u tych drugich jest konsekwencją nabywania jej podczas szkoleń oraz w procesie pracy. Zrozumiałym rezultatem jest też występowanie u ludzi młodych — studentów, kompetencji gotowości do zmiany zawodu, która nie wystąpiła wśród pozostałych grup respondentów.

Analizę list kluczowych kompetencji weryfikowano także opiniami pracowników zatrudnionych w poszczególnych branżach. Zestawienie porównawcze ujęto w tabeli 7.4., a obliczenia szczegółowe w tabelach A4–A14 zamieszczonych w aneksie.

Tabela 7.4.
Modele kluczowych kompetencji w górnictwie

Lp.	Kompetencje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	umiejętność podejmowania decyzji (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	odpowiedzialność (O)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	myślenie analityczne (O)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	nastawienie na jakość (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	orientacja na klienta (P)	x	x	x	-	x	x	x	-	x	x	x
9	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10	zdolność aktywnego uczenia się (O)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
11	umiejętność współpracy i wspierania (S)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
12	komunikatywność (S)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
13	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
15	otwartość na nowości (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
16	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
17	kreatywność (O)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
18	elastyczność i radzenie sobie (O)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
19	zarządzanie informacjami (P)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	zaufanie (S)	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Lp.	Kompetencje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	motywacja i pewność siebie (O)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	pozytywne nastawienie do zmian (P)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	wielozadaniowość (P)	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	X
26	myślenie projektowe (P)	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X
27	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	-
28	przedsiębiorczość (O)	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X	X
29	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X
30	zmysł obserwacji (O)	X	-	X	X	X	X	-	X	X	X	-
31	znajomość oprogramowania i interfejsów(P)	-	X	X	-	-	-	X	X	-	X	X
32	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	X
33	umiejętności negocjacyjne (S)	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	X
34	mobilność kompetencyjna (P)	X	X	X	X	-	-	X	X	X	X	-
35	wiedza o procesach i systemach (P)	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X
36	dyskrecja i takt (O)	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X	X
37	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	-	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-
38	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X
39	myślenie krytyczne (O)	X	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X
40	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	X
41	inteligencja emocjonalna	X	-	X	X	-	-	X	X	X	X	X
42	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	-

Lp.	Kompetencje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
43	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	X
44	gotowość do zmiany zawodu	-	-	-	X	-	X	X	-	X	X	-
45	mobilność przestrzenna	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
46	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	X
47	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-
48	pasja	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X
49	umiejętności programowania / kodowania	-	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-
50	poczucie estetyki	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
51	transdyscyplinarność	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-

Uwagi:

Oznaczenia branż: 1 — rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo; 2 — przetwórstwo przemysłowe; 3 — budownictwo; 4 — transport i gospodarka magazynowa; 5 — informacja i komunikacja; 6 — działalność profesjonalna, naukowa i techniczna; 7 — edukacja; 8 — opieka zdrowotna i pomoc społeczna; 9 — administracja publiczna i obrona narodowa; 10 — działalność finansowa i ubezpieczeniowa; 11 — handel hurt. i detaliczny, naprawa pojazdów.

W badaniach nie uczestniczyli respondenci prowadzący następujące działalności: leśnictwo, łowiectwo i rybactwo; obrona narodowa oraz naprawa pojazdów.

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: opracowanie własne.

Z danych zawartych w wymienionych tabelach wynika zbliżona liczba kompetencji. W modelach dla ośmiu branż ujęto po 40 kompetencji, a w branżach: edukacja, opieka zdrowotna i działalność finansowa — po 39 kompetencji. 23 kompetencje występują we wszystkich 11 modelach.

W pierwszej trójce — według hierarchii ważności — kompetencje cyfrowe wymieniali pracownicy branż: przetwórstwo przemysłowe, informacja i komunikacja, działalność profesjonalna, naukowa i techniczna, opieka zdrowotna oraz handel hurtowy i detaliczny. Pracownicy pozostałych branż wskazywali te kompetencje na odległych miejscach, a wśród nie ujętych w podzbiorze kompetencji kluczowych znalazły się m.in. wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy, umiejętność programowania/ kodowania, wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM), wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy, znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze, umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości oraz znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi.

Zdiagnozowaną sytuację należy ocenić krytycznie. Podobnie niekorzystne rezultaty uzyskano w kompetencji gotowość do zmian zawodu. W modelu kompetencji kluczowych kompetencja ta wystąpiła tylko w branżach: transport i gospodarka magazynowa oraz działalność profesjonalna, naukowa i techniczna, a także w modelu potencjalnych kierowników. Respondenci nie preferują mobilności przestrzennej. Kompetencja ta — jako kluczowa — wystąpiła jedynie w modelu kompetencyjnym dla branż: budownictwo oraz działalność profesjonalna, naukowa i techniczna. Jednocześnie korzystny rezultat odnotowano w nadawaniu ważności kompetencji mobilność kompetencyjna, definiowanej jako zdolność i chęci do ustawicznego zdobywania nowej wiedzy i umiejętności. Kompetencja ta zlokalizowana jest wewnątrz lub na bliskim obrzeżu we wszystkich analizowanych modelach kompetencji kluczowych.

W dokonanych we wcześniejszym podrozdziale przeglądzie literatury przedmiotu uważa się, iż wielu autorów (zob. m.in. Adolph i in., 2014, ss. 1001–1010; Rinne i Zimmermann, 2016, ss. 5–6; Gudanowska i in., 2018, ss. 65–74) podkreśla porównywalną strukturę kompetencji twardych i miękkich w modelach kompetencji pracowników Przemysłu 4.0. W celu empirycznego zweryfikowania podawanych zależności porównano struktury tak klasyfikowanych kompetencji we wszystkich modelach analizowanych w badaniach własnych. Uzyskane rezultaty zestawiono w tabelach: 7.5. i 7.6.

Tabela 7.5.

Struktura kompetencji wg stanowisk pracy (%)

Wyszczególnienie	Kompetencje twarde (cyfrowe, zawodowe)	Kompetencje miękkie		
		osobowościowe	społeczne	razem
kierownicy	57,5	27,5	15,0	42,5
potencjalni kierownicy	55,0	27,5	17,5	45,0
pracownicy eksploatacyjni	60,0	25,0	15,0	40,0

Źródło: badania własne.

Tabela 7.6.
Struktura kompetencji według branż (%)

Wyszczególnienie	Kompetencje twarde (cyfrowe, zawodowe)	Kompetencje miękkie		
		osobowościowe	społeczne	razem
rolnictwo, leśnictwo, ...	51,3	33,3	15,4	48,7
przetwórstwo przemysłowe	72,5	17,5	10,0	27,5
budownictwo	62,5	25,0	12,5	37,5
transport i gospodarka magazynowa	60,0	27,5	12,5	40,0
informacja i komunikacja	62,5	25,0	12,5	37,5
działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	56,4	30,8	12,8	43,6
edukacja	64,1	25,6	10,3	35,9
opieka zdrowotna i pomoc społeczna	59,0	23,1	17,9	41,0
administracja publiczna i obrona narodowa	61,5	23,1	15,4	38,5
działalność finansowa i ubezpieczeniowa	56,4	30,8	12,8	43,6
handel hurt. i detaliczny, naprawa pojazdów ...	55,0	27,5	17,5	45,0

Źródło: badania własne.

W zweryfikowanych opiniach respondentów modelach kompetencyjnych zidentyfikowano zbliżoną strukturę rodzajów kompetencji według podziału na kompetencje profesjonalne, osobowościowe i społeczne. Jednocześnie zauważa się, że w modelach kompetencji kluczowych zbudowanych na podstawie opinii poszczególnych grup respondentów, dominują kompetencje profesjonalne, stanowiące około 60% wszystkich kompetencji tworzących model (średnia wartość z wszystkich modeli wyniosła 59,6%). Jedyne odstępstwo, polegające na przeszło dziesięcioprocentowej różnicy, odnotowano w strukturze kompetencji ujętych w modelu dla branży przetwórstwo przemysłowe. Na drugim miejscu występują kompetencje osobowościowe (od 23% do 30%), a najmniej wskazywano kompetencje społeczne (od 10% do 17,5%). Jeżeli zidentyfikowane zbiory kompetencji klasyfikować według podziału na kompetencje twarde (profesjonalne zarówno cyfrowe jak i zarządcze) i kompetencje miękkie (suma kompetencji osobowościowych i społecznych), to odnotuje się pomiędzy nimi zależność w przybliżeniu, jak 60:40. Stąd można stwierdzić, że podkreślana w literaturze porównywalność ważności kompetencji miękkich i twardych, została potwierdzona w badaniach własnych.

Jak podano w założeniach badawczych, osoby biorące udział w badaniach, oceniały stany kompetencji, tj. poziom wymagany, który ich zdaniem zapewniłby sprawną pracę oraz poziom, na jakim oni sami przejawiają daną kompetencję w zachowaniach zawodowych. Porównanie obydwu poziomów pozwoliło oszacować niedobór kompetencji (lukę kompetencyjną). Profil kluczowych kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 samoocenie wszystkich respondentów, przedstawiono w tabeli 7.7.

Tabela 7.7.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników ogółem

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna (3-4)
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,41	3,78	-0,63
2	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,38	3,78	-0,60
3	odpowiedzialność (O)	4,40	4,21	-0,19
4	myślenie analityczne (O)	4,42	3,61	-0,81
5	nastawienie na jakość (P)	4,35	4,00	-0,35
6	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	4,34	3,92	-0,42
7	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,54	3,66	-0,88
8	orientacja na klienta (P)	4,26	3,87	-0,39
9	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,35	3,90	-0,45
10	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,27	3,85	-0,42
11	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,42	4,19	-0,23
12	komunikatywność (S)	4,32	3,99	-0,33
13	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,31	3,85	-0,46
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	4,20	3,68	-0,52
15	otwartość na nowości (P)	4,25	3,99	-0,26
16	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	4,36	3,70	-0,66
17	kreatywność (O)	4,21	3,83	-0,38
18	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,28	3,86	-0,42
19	zarządzanie informacjami (P)	4,22	3,68	-0,54
20	zaufanie (S)	4,25	3,91	-0,34
21	motywacja i pewność siebie (O)	4,15	3,68	-0,47
22	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	4,16	3,43	-0,73
23	pozytywne nastawienie do zmian (P)	4,10	3,78	-0,32
24	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	4,09	3,37	-0,52
25	wielozadaniowość (P)	4,12	3,80	-0,32
26	myślenie projektowe (P)	4,06	3,16	-0,90
27	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,05	3,62	-0,43
28	przedsiębiorczość (O)	4,15	3,54	-0,61
29	analiza danych i zaawansowane analizy (big data) (P)	3,99	2,95	-1,04
30	zmysł obserwacji (O)	4,01	3,91	-0,1
31	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	3,90	2,97	-0,93
32	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	3,99	3,55	-0,44

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna (3–4)
		pożądzany (wzorcowy)	aktualny	
33	umiejętności negocjacyjne (S)	3,99	3,37	-0,62
34	mobilność kompetencyjna (P)	3,83	3,43	-0,40
35	wiedza o procesach i systemach (P)	3,93	3,10	-0,83
36	dyskrecja i takt (O)	4,00	3,99	-0,01
37	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	3,88	3,09	-0,79
38	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	3,87	2,97	-0,90
39	myślenie krytyczne (O)	3,88	3,31	-0,57
40	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	3,76	3,00	-0,76

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

Z wielkości zamieszczonych w tabeli 7.7. wynika, że w samoocenie pracowników występują niedomagania we wszystkich kompetencjach zaliczonych do kluczowych. Największe odnotowano w kompetencjach profesjonalnych, w tym przede wszystkim w zakresie techniki cyfrowej. Luki w przedziale od -0,8 do -1 pkt. w pięciostopniowej skali wystąpiły w umiejętnościach analizowania dużych zbiorów danych, znajomości oprogramowania i interfejsów, zdolności do interakcji z nowoczesnymi interfejsami oraz w wiedzy i umiejętnościach cyfrowych.

W kolejnym etapie procedury badań identyfikowano profile kompetencyjne pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie wszystkich respondentów różnicowanych zajmowanymi stanowiskami oraz branżami działalności. Zestawienie największych niedomagań kompetencyjnych podano w tabelach: 7.8. i 7.9., natomiast szczegółowe dane o poziomach i lukach kompetencyjnych zawarto w tabelach A15–A27 zamieszczonych w aneksie.

Z wielkości zamieszczonych w tabeli 7.8. wynika, że w modelu kluczowych kompetencji osób zajmujących stanowiska kierownicze, wszystkie niedomagania kompetencyjne dotyczą kompetencji cyfrowych oraz ocenione zostały na poziomie I i powyżej jednego punktu w 5-cio stopniowej skali. Z kolei w modelu kompetencji pracowników eksploatacyjnych zidentyfikowano luki także w dziesięciu kompetencjach z zakresu wiedzy i umiejętności cyfrowych oraz cztery niedomagania w kompetencjach profesjonalnych z obszaru zarządzania. Natomiast u studentów — potencjalnych kierowników — odnotowano tylko trzy luki w kompetencjach cyfrowych, ale także aż czternaści w pozostałych rodzajach kompetencji, w tym głównie w kompetencjach profesjonalnych w zakresie zarządzania. Największe niedomagania wystąpiły w kompetencji umiejętność programowania/ kodowania, natomiast luki w kompetencjach wiedza i umiejętność informatyczne oraz analiza danych i zaawansowane analizy (big data) wystąpiły u wszystkich respondentów. Znaczące niedomaganie kompetencyjne w zakresie wiedzy i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM), odnotowano u kierowników oraz pracowników eksploatacyjnych.

Tabela 7.8.

Luki kompetencyjne pracowników wg stanowisk pracy (pkt.)

Lp.	Wyszczególnienie	Kierownicy	Potencjalni kierownicy	Pracownicy eksploatacyjni
1	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowanie	-1,0	-	-
2	wiedza i umiejętności cyfrowe	-1,2	-	-1,2
3	umiejętność programowania/ kodowania	-1,5	-	-1,6
4	wiedza i umiejętności informatyczne	-1,1	-1,2	-1,2
5	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	-1,2	-	-1,3
6	analiza danych i zaawansowane analizy (big data)	-1,0	-1,4	-1,3
7	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami	-1,2	-	-1,3
8	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	-1,3	-1,0	-
9	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	-1,0	-	-1,1
10	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowanie	-	-	-1,1
11	myślenie analityczne	-	-1,0	-1,0
12	myślenie projektowe	-	-1,1	-1,1
13	gotowość do ciągłych usprawnień	-	-1,1	-
14	wiedza o procesach i systemach	-	-1,4	-1,1
15	motywacja i pewność siebie	-	-1,0	-
16	umiejętności negocjacyjne	-	-1,2	-
17	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	-	-1,1	-1,1
18	przedsiębiorczość	-	-1,0	-
19	umiejętności przywódcze i zarządcze	-	-1,0	-
20	umiejętność podejmowania decyzji	-	-1,2	-
21	zdolność aktywnego uczenia się	-	-1,0	-
22	orientacja na klienta	-	-1,0	-
23	nastawienie na zrównoważony rozwój	-	-1,1	-
24	nastawienie na rozwiązywanie problemów	-	-1,0	-

Uwagi:

Znak „-” oznacza występowanie luki kompetencyjnej poniżej 1 pkt.

Źródło: badania własne.

Tabela 7.9.
Najistotniejsze luki kompetencyjne pracowników wg branży (pkt.)

Lp.	Kompetencje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	wiedza i umiejętności cyfrowe	-2,0	-1,2	-1,3	-	-1,1	-	-	-1,6	-1,1	-	-1,0
2	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	-	-1,2	-1,0	-	-	-1,0	-	-1,3	-	-	-
3	wiedza i umiejętności informatyczne	-	-1,3	-1,0	-1,2	-	-	-1,2	-1,5	-	-	-
4	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	-1,0	-1,1	-1,0	-1,0	-1,1	-1,0	-1,2	-1,5	-	-	-
5	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami	-	-1,5	-	-	-	-	-	-1,7	-	-	-1,2
6	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	-	-1,1	-1,2	-	-1,0	-	-	-	-	-	-
7	umiejętność programowania/ kodowania	-	-1,8	-	-	-1,0	-1,1	-1,8	-1,1	-1,7	-	-
8	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	-	-1,1	-	-1,7	-1,3	-	-	-	-	-	-
9	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	-	-1,3	-	-	-	-	-	-1,4	-1,4	-	-
10	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	-1,7	-	-	-1,0	-	-1,2	-1,5	-1,8	-1,6	-1,4	-
11	wiedza i umiejętności implementacji Internetu Rzeczy	-	-	-	-	-1,1	-	-	-	-	-	-
12	myślenie projektowe	-1,7	-1,0	-	-1,2	-1,0	-1,0	-1,5	-1,2	-	-	-
13	umiejętności przywódcze i zarządcze	-1,3	-1,0	-	-	-1,3	-	-	-	-1,3	-	-
14	gotowość do ciągłych usprawnień	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
15	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
16	wiedza o procesach i systemach	-	-	-1,0	-	-1,0	-	-1,5	-1,7	-1,3	-	-
17	wiedza i umiejętności pozyskiwania danych	-	-	-	-1,3	-	-	-	-	-	-	-
18	kreatywność	-	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-
19	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	-	-	-	-1,0	-	-	-1,2	-	-1,1	-	-
20	kommunikatywność	-	-	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-

Lp.	Kompetencje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	otwartość na nowości	-	-	-	-1,5	-	-	-	-	-	-	-
22	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	-1,0	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-
23	wielozadaniowość	-	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-
24	myślenie analityczne	-1,0	-	-	-1,0	-	-	-1,0	-1,1	-1,3	-	-
25	umiejętność dzielenia się wiedzą	-	-	-	-1,0	-	-	-	-	-	-	-
26	mobilność przestrzenna	-	-	-	-	-	-1,0	-	-	-	-	-
27	motywacja i pewność siebie	-1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	myślenie krytyczne	-	-	-	-	-	-	-1,0	-	-	-	-
29	przedsiębiorczość	-	-	-	-	-	-	-	-1,1	-	-	-
30	transdyscyplinarność	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,2	-	-
31	gotowość do zmiany zawodu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,1

Uwagi:

Oznaczenia branż: 1 – rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo; 2 – przetwórstwo przemysłowe; 3 – budownictwo; 4 – transport i gospodarka magazynowa; 5 – informacja i komunikacja; 6 – działalność profesjonalna, naukowa i techniczna; 7 – edukacja; 8 – opieka zdrowotna i pomoc społeczna; 9 – administracja publiczna i obrona narodowa; 10 – działalność finansowa i ubezpieczeniowa; 11 – handel hurt. i detaliczny, naprawa pojazdów.

Znak „-” oznacza występowanie luki kompetencyjnej poniżej 1 pkt.

Źródło: badania własne.

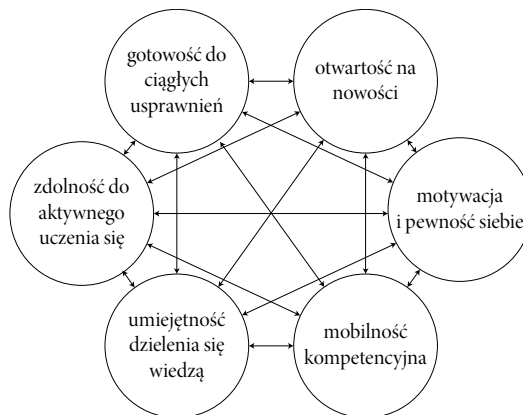
Na podstawie danych zestawionych w tabeli 7.9. można stwierdzić, że w kompetencjach z zakresu wiedzy i umiejętności w technikach cyfrowych, największe niedomagania, w sensie ilościowym i jakościowym, zidentyfikowano wśród pracowników branż: przetwórstwo przemysłowe oraz opieka zdrowotna i pomoc społeczna. Ponadto zauważa się, że największe braki wystąpiły w kompetencjach wiedza i umiejętności cyfrowe, umiejętność programowania/ kodowania oraz wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (odpowiednio $-2,0$ pkt. i $-1,8$ pkt., w pięciopunktowej skali samooceny). Z kolei niedomagania najczęściej wymieniane przez respondentów odnoszą się do kompetencji wiedza i umiejętności cyfrowe, analiza danych i zaawansowane analizy (big data) oraz wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM).

Wśród pozostałych kompetencji kluczowych najwięcej niedomagań zgłaszali pracownicy branży transport i gospodarka magazynowa, zaś największa różnica między stanem pożądanym i aktualnym, wynosząca $-1,7$ pkt., zidentyfikowano w kompetencjach myślenie projektowe (w branży rolnictwo, ...) oraz wiedza o procesach i systemach (w branży opieka zdrowotna i pomoc społeczna). W samoocenie pracowników, niezależnie od branży, w której pracują, najczęściej wymienianymi na pierwszych miejscach niedomaganiem były braki w takich kompetencjach, jak myślenie projektowe, myślenie analityczne, umiejętności przywódcze i zarządcze oraz wiedza o procesach i systemach.

Zdiagnozowane w samoocenie stany kompetencji wśród osób biorących udział w badaniu należy ocenić krytycznie, nie tylko w zakresie wiedzy i umiejętności w technikach cyfrowych (w kompetencjach twardych), ale także i w pozostałych zidentyfikowanych kompetencjach kluczowych (w kompetencjach miękkich). Luki kompetencyjne zidentyfikowano w zdecydowanej większości kluczowych kompetencji. Niepokojące są nie tylko niedomagania znaczne, przekraczające 1 pkt. w pięciopunktowej skali, ale również te na poziomie poniżej jednego punktu. Ważność problemu wynika z występowania sprzężenia zwrotnego między poszczególnymi kompetencjami — składowymi modelu (rysunek 7.1.).

Rysunek 7.1.

Zależności między wybranymi kompetencjami

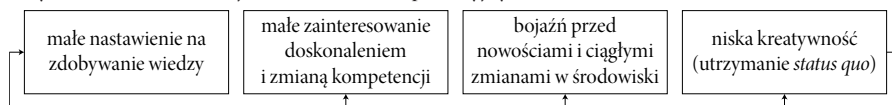


Źródło: opracowanie własne.

Każdy z zaprojektowanych modeli kompetencji kluczowych dla stanowisk pracy i branż stanowi pewien system. Na rysunku 7.1. przedstawiono przykładowy podsystem zbudowany z wybiórczo dobranych kompetencji. Posiłkując się interpretacją R. Walkowiaka (2004, s. 20), analizującego składowe kompetencji, można stwierdzić, że kompetencje tworzące system lub podsystem są zbiorem spójnym i probabilistycznym. Ze spójności wynika, że każda zmiana chociażby w jednej kompetencji może skutkować zmianą innych w tym samym zbiorze. Na przykład przez aktywne uczenie się zdobywa się nową wiedzę, którą można podzielić się z innymi uczestnikami procesu pracy, a to może skutkować otwartością na nowości, większą pewnością siebie i większą motywacją do pracy, w tym do wprowadzania usprawnień. Z kolei probabilistyczność zbioru kompetencji oznacza, że nie można jednoznacznie przewidzieć i określić skutków wzajemnego oddziaływania. Trudność ta wynika z dużej liczby kompetencji tworzących model, a tym samym wzajemnych zależności, podobnych do przedstawionych, może być wiele. Różne też mogą być konsekwencje tych zależności. Przykładowe konsekwencje występowania sprzężeń zwrotnych między różnymi zestawieniami kompetencji przedstawiono na rysunku 7.2.

Rysunek 7.2.

Przykładowe konsekwencje niedoborów kompetencyjnych



Źródło: opracowanie własne.

Z rysunku 7.2. można odczytać występowanie reakcji łańcuchowej wynikającej z występujących luk w poszczególnych kompetencjach. Obliczone na podstawie samooceny respondentów luki pozwalają na uchwycenie zależności i ich skutków. Na przykład wielu respondentów, niezależnie od zajmowanego stanowiska czy też branży, w jakiej pracują, wskazywało niedomagania w takich kompetencjach jak zdolność aktywnego uczenia się (-0,4 pkt.), umiejętność dzielenia się wiedzą (-0,5 pkt.), mobilność kompetencyjna (-0,4 pkt.), otwartość na nowości (-0,3 pkt.) oraz gotowość do ciągłych usprawnień (-0,5 pkt.). Na tej podstawie można wnioskować, że skutkiem wymienionych niedomagań jest także niedomaganie w zakresie kreatywności poszczególnych pracowników (luka w tej kompetencji wyniosła -0,4 pkt.).

Zdiagnozowane w badaniach luki kompetencyjne pozwalają opracowywać trafniejsze programy rozwoju pracowników w wymiarze operacyjnym oraz strategicznym. Poprzez modelowanie kompetencji można zminimalizować niepowodzenia w określonej perspektywie czasowej, co jest wykazywane w wielu badaniach. Na przykład A. Matuszewska-Kubicz (2020, ss. 65–66) wskazała na zgodność między kompetencjami prognozowanymi na 2020 r. i kompetencjami oczekiwanymi przez pracodawców w 2020 r. w takich kompetencjach jak: „projektowanie i programowanie technologii, kompetencje cyfrowe, umiejętność przekładania dużej ilości danych na abstrakcyjne pojęcia i wnioskowanie na podstawie danych, współpraca w zespole, analityczne/krytyczne myślenie oraz umiejętność podejmowania decyzji, kreatywność/innowacyjność oraz umiejętność rozwiązywania problemów, a także aktywne uczenie się”.

R. Sanchez (2004, s. 523) proponuje, aby tworzone (projektowane) modele kompetencyjne organizacji, jak i pracowników, analizować w czterech aspektach: dynamicznym, systemowym, kognitywnym i holistycznym. Aspekt dynamiczny wynika z ciągłych zmian w otoczeniu każdej organizacji, które z kolei wymuszają wprowadzanie zmian wewnątrz organizacji. Zmian w różnych obszarach, w tym w strukturze kompetencji pracowników. Systemowe ujęcie modeli kompetencyjnych oznacza, że kompetencje kierowników i pracowników powinny ogniskować się wokół umiejętności analizowania wejścia i wyjścia, które także ulega zmianom, za którymi powinno nadążać modelowanie kompetencji. W dzisiejszych organizacjach, a tym bardziej w organizacjach przyszłości, przy czym ta przyszłość już jest „dzisiaj”, odchodzi się od zarządzania działaniami na rzecz zarządzania procesami. I właśnie w tym aspekcie przejawia się kognitywna natura kompetencji, tj. „znajomości i rozumienia procesów wewnętrznych, po to, aby skutecznie i efektywnie wykorzystywać zasoby”. Każdy podmiot gospodarczy nie działa na „bezludnej wyspie”, jest systemem otwartym i z tej otwartości wynika holistyczny aspekt modeli kompetencyjnych (interpretację przywołano za R. Walkowiakiem 2004, s. 21).

Uogólniając treści prezentowane w tym rozdziale, zauważa się zbliżone struktury ilościowe i jakościowe w modelach kompetencji kluczowych zbudowanych na podstawie opinii pracowników zatrudnionych na stanowiskach kierowniczych i eksploatacyjnych oraz w jedenastu branżach działalności gospodarczej, a także studentów — potencjalnych kierowników. Niestety w samoocenie respondentów zdiagnozowano istotne luki kompetencyjne zarówno w kompetencjach profesjonalnych (głównie cyfrowych, ale też i zarządczych), jak i osobowościowych i społecznych.

W niedomagania kierowników wpisują się także pracownicy, którzy ponadto mają kłopoty w dzieleniu się wiedzą oraz z rozwiązywaniem problemów. Mają też niską motywację i pewność siebie. Konglomerat niedomagań kompetencyjnych kierowników i pracowników należy ocenić krytycznie, bilanse ich kompetencji powinny bowiem uzupełniać się. Tymczasem badania wykazują, że nie tylko nie uzupełniają się, ale niedomagania jednych i drugich „współgrają ze sobą”, są wspólne. Wnioskować można, że występowanie takich zależności może istotnie determinować przygotowanie kompetentnych pracowników Przemysłu 4.0.

Zakończenie

Przygotowanie społeczeństwa i podmiotów gospodarczych do efektywnego funkcjonowania w otoczeniu technologii cyfrowych nie jest możliwe bez szczegółowego rozeznania wyzwań, jakie Przemysł 4.0 stawia wobec rynku pracy, a dokładniej wobec osób już zatrudnionych oraz potencjalnych pracowników. W tym opracowaniu skupiono się na ilości i jakości potencjału kompetencyjnego siły roboczej. Identyfikacja tego potencjału pozwoliła na zaprojektowanie modeli kluczowych kompetencji pracowników ery cyfrowej zatrudnionych na stanowiskach kierowniczych oraz wykonawczych (eksploatacyjnych) w przedsiębiorstwach jedenastu branż.

Cel badań został zrealizowany. W postępowaniu badawczym uzyskano odpowiedzi na wszystkie postawione pytania szczegółowe. Z trzech postawionych hipotez tylko pierwsza została zweryfikowana pozytywnie. Druga i trzecia hipoteza nie były trafnie postawione, rezultaty badań nie wykazały bowiem odpowiednio istotnych różnic w modelach kompetencyjnych pracowników Przemysłu 4.0 zatrudnionych w różnych branżach oraz braków kompetencyjnych tylko w wiedzy i umiejętnościach cyfrowych.

Zebrany w postępowaniu badawczym materiał empiryczny upoważnia do sformułowania następujących wniosków:

1. Model kompetencji kluczowych pracownika ery cyfrowej składa się aż z 40 kompetencji. Niestety we wszystkich zdiagnozowano znaczące luki i to nie tylko w twardych kompetencjach cyfrowych, ale także w kompetencjach miękkich o charakterze umiejętności zarządczych (np. podejmowanie decyzji, rozwiązywanie problemów), osobowościowych (np. motywacja i pewność siebie, nastawienie na zmiany) oraz społecznych (np. dzielenie się wiedzą). Bez różnicowania ważności niedoborów w poszczególnych kompetencjach, niepokojącym stanem jest niskie nastawienie do zmian zawodu, w kontekście polaryzacji miejsc pracy występuje bowiem pilna konieczność przekwalifikowania się, a często nawet zmiany zawodu.
2. Zjawisko polaryzacji zawodów wskazuje ważność wieku pracowników wykonujących zadania rutynowe. Jeżeli są to młode osoby, to można przyjąć, że szybciej i łatwiej pora-

dążą sobie oni z nabyciem nowych kompetencji i/lub przekwalifikowaniem. Natomiast jeżeli są to osoby starsze wiekiem, to problemy mogą być znacznie większe, ponieważ zazwyczaj u nich występuje większa luka w zakresie wiedzy i umiejętności cyfrowych. Wraz ze wzrostem wymagań kompetencyjnych, problemy te będą się nasilały w przyszłości. Stąd też uczenie się przez całe życie i przede wszystkim szkolenie w miejscu pracy są potrzebne, aby sprostać wyzwaniom stojącym przed starszymi pracownikami. Ta forma doskonalenia zawodowego powinna być preferowana, ponieważ starsi pracownicy zazwyczaj nie podejmują studiów i rzadziej uczestniczą w szkoleniach zewnętrznych.

3. W świetle zidentyfikowanych luk kompetencyjnych muszą zmieniać się polityki personalne i zatrudnienia realizowane we wszystkich organizacjach. Zmiany powinny polegać nie tylko na poszukiwaniu nowych pracowników, których na rynku brakuje od kilku lat, ale przede wszystkim na uruchamianiu programów inwestujących w rozwój zawodowy już zatrudnionych pracowników (doskonalenie kompetencji i przekwalifikowania), a także inwestowanie w potencjalnych pracowników.
4. W badaniach własnych potwierdzono twierdzenia wielu badaczy, że w kontekście Przemysłu 4.0, kompetencje miękkie będą tak samo ważne, jak kompetencje twarde. Zdiagnozowana zależność wyniosła odpowiednio 40% i 60%.
5. W wyniku digitalizacji życia gospodarczego będą powstawały nowe miejsca pracy, które trudno dzisiaj nazwać i opisać. Trudność bierze się z relatywnie krótkiego okresu obserwowania wpływu Przemysłu 4.0 na rzeczywistość gospodarczą, gdyż analizy ilościowe i jakościowe dokonywane są w zasadzie od 2010 r.

Na podstawie przeprowadzonych badań i otrzymanych rezultatów można postawić nowe pytania badawcze, takie jak:

- Jakie mogą być konsekwencje ilościowe i jakościowe w zakresie zatrudnienia i ogólnie rynku pracy, wynikłe z wdrażania Przemysłu 4.0 w woj. warmińsko-mazurskim?
- W jakim stopniu podmioty gospodarcze w województwie już wdrażają lub przygotowują się do wdrożenia technologii cyfrowych?
- Jaki jest poziom wiedzy o przemyśle ery cyfrowej i możliwościach implementacji wysokich technologii w województwie wśród kadry zarządzającej podmiotami gospodarczymi i pracowników zatrudnionych w tych podmiotach oraz wśród zarządzających i pracowników organizacji samorządowych i instytucji trzeciego sektora działających na rzecz wspierania innowacji?
- Jaka jest rola i zakresy działań instytucji edukacyjnych (szkół podstawowych, średnich, wyższych, instytucji otoczenia biznesu, itp.) w przygotowaniu obecnych i przyszłych pracowników oraz całego społeczeństwa do pracy i życia w otoczeniu technologii cyfrowych?
- Czy potencjał naukowy i dydaktyczny w województwie jest przygotowany i wystarczający do prowadzenia ustawicznego szkolenia, przekwalifikowania i zawodowego przygotowania pracowników Przemysłu 4.0?

W świetle powyższych wniosków i postawionych nowych pytań, można sformułować dwie zasadnicze rekomendacje kierowane pod adresem władz politycznych i administracyjnych oraz zarządzających podmiotami gospodarczymi:

- zachodzi potrzeba modyfikacji (programowej i treściowej) systemu edukacyjnego w kierunku kształcenia w zakresie technik cyfrowych, a ze względu na ważność także kompetencji miękkich, szerokiego kształcenia interdyscyplinarnego w zakresie ogólnej techniki, informatyki, robotyki, socjologii, psychologii, zarządzania i innych dyscyplin w zależności od potrzeb;
- potrzeby edukacyjne są różnorodne ze względu na zróżnicowany poziom technologiczny podmiotów gospodarczych, różne jest też przygotowanie merytoryczne i wyposażenie techniczne instytucji edukacyjnych na wszystkich poziomach nauczania, koniecznością jest zatem wzmocnienie istniejących dzisiaj instytucji edukacyjnych przez utworzenie nowego podmiotu – umownie nazwanego, np. Wojewódzkie (lub Regionalne) Centrum Rozwoju Kompetencji. W tym względzie są dostępne dokładne opisy struktur i zakresów działań oraz doświadczenia podobnych centrów w regionach krajów europejskich, ale także i w Polsce.

Badania przeprowadzono w podmiotach działających w województwie warmińsko-mazurskim. Jest to niewątpliwie pewne ograniczenie. Jednakże utylitarnymi walorami przeprowadzonych badań są reprezentatywność próby badawczej, studia literaturowe wykonane według metodyki systematycznego przeglądu literatury oraz wspólne wymogi w zakresie wiedzy i umiejętności pracowników Przemysłu 4.0, stąd – zdaniem autorki – zaprojektowane modele kompetencji kluczowych mogą być przydatne w politykach zatrudnienia i rynku pracy, niezależnie od terytorialnej lokalizacji podmiotów gospodarczych. Mogą być również przyczynkiem i inspiracją w opracowaniu Wojewódzkich Strategii Przemysłu 4.0.

Bibliografia

- Acatech, (Hrsg.). (2016). *Kompetenzentwicklungsstudie Industrie 4.0 — Erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen*. München: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften — Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML. Pobrane 21.05.2020 z https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_DOSSIER_neu_Kompetenzentwicklung_Web.pdf.
- Acemoglu, D., i Restrepo, P. (2017). *Robots and jobs: evidence from the US*. VOX CEPR Policy Portal. Research-based policy analysis and commentary from leading economists. Pobrane 27.04.2020 z <https://voxeu.org/article/robots-and-jobs-evidence-us>.
- Acemoglu D., i Restrepo P. (2019). The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz022>.
- Acemoglu, D., i Robinson, J. (2012). *Why nations fail: the origins of power, prosperity, and poverty*. Random House Digital, Inc. Przywołano za C. Frey i M. Osborne 2013.
- Adolph, S., Tisch, M., i Metternich, J. (2014). Challenges and approaches to competency development for future production. *Journal of International Scientific Publications — Educational Alternatives*, 12(1). Pobrane 22.04.2020 z <https://pdfs.semanticscholar.org/c0fa/b636045b938de4f6562a5634bd291c499ea7.pdf>.
- Agolla, J.E. (2018). Human Capital in the Smart Manufacturing and Industry 4.0 Revolution, W: A. Petrillo, R. Cioffi, i F. De Felice (red.), *Digital Transformation in Smart Manufacturing*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73575>.
- Aloisi, A. (2016). Commoditized Workers: Case Study Research on Labor Law Issues Arising from a Set of “On-Demand/Gig Economy” Platforms. *Comparative Labor Law & Policy Journal*, 37. Pobrane 22.05.2020 z https://www.academia.edu/24217559/COMMODITIZED_WORKERS_Case_study_research_on_labour_law_issues_arising_from_a_set_of_on-demand_gig_economy_platforms.
- Amiti, M., i Wei, S.J. (2005). Fear of service outsourcing: Is it justified? *Economic Policy*, 20(42), 308–347. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0327.2005.00140.x>.

- Ansell M. (2016). Jobs for life are a thing of the past. Bring on lifelong learning. *Guardian*, 31 05. 2016. Pobrane 23.01.2021 z <https://www.theguardian.com/higher-education-network/2016/may/31/jobs-for-life-are-a-thing-of-the-past-bring-on-lifelong-learning>.
- ARAW. (2020). *Perspectives on Investing in Industry 4.0 in Wrocław: Before, During, and After the COVID-19 Pandemic*. Agencja Rozwoju Aglomeracji Wrocławskiej SA. Wrocław. Pobrane 20.02.2021 z https://www.wroclaw.pl/biznes/files/Perspectives_on_Investing_in_Industry_4_0_in_Wroclaw.pdf.
- Arendt Ł. (2015). Zmiana technologiczna faworyzująca wysokie kwalifikacje czy polaryzacja polskiego rynku pracy — zarys problemu. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 401, 13–25. Pobrane 22.01.2021 z https://www.researchgate.net/profile/Lukasz-Arendt/publication/285755283_Zmiana_tehnologiczna_faworyzujaca_wysokie_kwalifikacje_czy_polaryzacja_polskiego_ryнку_pracy_-_zarys_problemu/links/59faf9a14585152240ec7d3c/Zmiana_tehnologiczna-faworyzujaca-wysokie-kwalifikacje-czy-polaryzacja-polskiego-ryнку-pracy-zarys-problemu.pdf.
- Arendt, Ł., i Gajdos, A. (2018). Zmiany w strukturze zawodowej w Polsce do 2022 roku — czy rynek pracy podąża w kierunku polaryzacji? *Problemy Polityki Społecznej*, 42. Pobrane 22.05.2020 z <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-8b40a963-d4cc-4384-9f66-d2b76100e1f2>.
- Armstrong, M. (2000). *Zarządzanie zasobami ludzkimi*. Kraków: Oficyna Ekonomiczna — Dom Wydawniczy ABC.
- Arntz, M., Gregory T., i Zierahn U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Paper*, 189. <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.
- ASD Consulting. (2018). *Wyzwania polskich przedsiębiorstw w erze Industry 4.0*. Pobrane 21.06.2020 z <https://asdconsulting.pl/wp-content/uploads/2018/06/Raport-ASD-06-2018.pdf>.
- Aulbur, W., Cj, A., i Bigghe R. (2016). *Skill Development for Industry 4.0*. Roland Berger — FICCI, BRICS Skill Development Working Group. Pobrane 24.05.2020 z <http://www.globalskillsummit.com/whitepaper-summary.pdf>.
- Autor, D.H. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29. Pobrane 10.05. 2020 z <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.29.3.3>.
- Autor, D.H., i Dorn D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. *The American Economic Review*, 103(5). <https://doi.org/10.1257/aer.103.5.1553>. Pobrane 10.05. 2020 z <http://economics.mit.edu/files/1474>.
- Autor, D., Dorn, D., i Hanson, G. (2011). The China syndrome: local labour market effects of import competition in the United States, *MIT Working Paper*, August 2011, 1–53. Pobrane 21.01.2021 z <http://economics.mit.edu/files/7723>.
- Autor, D.H., Levy, F.K., i Murnane, R.J. (2003). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, November. Pobrane 22.03.2020 z <https://economics.mit.edu/files/11574>.

- Baker, K. (2016). *The digital revolution: The impact of the fourth industrial revolution on employment and education*. London: Edge Foundation. Pobrane 23.05.2020 z https://www.edge.co.uk/sites/default/files/documents/digital_revolution_web_version.pdf.
- Bauer, W., Schlund S., i Ganschar, O. (2015). *Industrie 4.0—Volkswirtschaftliches Potential für Deutschland*. Stuttgart: FhG IAO. Pobrane 22.04.2020 z <https://www.produktionsarbeit.de/content/dam/produktionsarbeit/de/documents/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potential-fuer-Deutschland.pdf>.
- BCG — Boston Consulting Group (Hg.). (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. München. Pobrane 12.03.2020 z https://www.bcg.com/pl/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx.
- Becker, B.E., Huselid, M.A., i Urlich, D. (2002). *Karta wyników zarządzania zasobami ludzkimi*. Kraków: Oficyna Ekonomiczna.
- Benešová, A., i Tupa, J. (2017). Requirements for education and qualification of people in Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11. Pobrane 22.05.2020 z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917305747/pdf?md5=ba0e5326fc08151ee959af4d4288c965&pid=1-s2.0-S2351978917305747-main.pdf>
- Blinder, A.S. (2007). How Many U.S. Jobs Might Be Offshorable? *CEPS Working Paper*, 142, 1–44. Pobrane 22.01.2021 z <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.360.5806&rep=rep1&type=pdf>.
- BMBF (2014). *High-Tech Strategy 2020: The new High-Tech Strategy Innovations for Germany*. Bonn-Berlin: Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Pobrane 24.03.2020 z <https://rio.jrc.ec.europa.eu/en/library/new-high-tech-strategy-innovations-germany>.
- BMWi. (2017). *Shaping the Digital Transformation within Companies — Examples and Recommendations for Action Regarding Basic and Further Training*. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). Pobrane 12.06.2020 z https://www.plattform-i40.de/PI40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/digital-transformation-training.pdf?__blob=publicationFile&v=6.
- Bonciu, F. (2017). Evaluation Of The Impact Of The 4th Industrial. Revolution On The Labor Market. *Romanian Economic Business Review*, 12(2), 7–16. Pobrane 12.01.2021 z <http://www.rebe.rau.ro/RePEc/rau/journal/SU17/REBE-SU17-A1.pdf>.
- Boruta, I. (2020). O przyszłości pracy. *Praca i zabezpieczenie społeczne/Labour and Social Security Journal*, LXI(1), 3–10. <https://doi.org/10.33226/0032-6186.2020.1.1>.
- Bouée, Ch.E. (2015). Digital Transformation Doesn't Have to Leave Employees Behind. *Harvard Business Review*, Sep 30, 2015 Pobrane 22.11. 2020 z <https://hbr.org/2015/09/digital-transformation-doesnt-have-to-leave-employees-behind>.
- Bögenhold, D., Klinglmair, R., i Kandutsch, F. (2017). Solo-Self-Employment, Human Capital and Hybrid Labour in the Gig Economy. *Foresight and STI Governance*, 11(4). Pobrane 22.03.2020 z <https://foresight-journal.hse.ru/data/2018/01/08/1160529939/2Boegenhold%20et%20al%20-%202023-32.pdf>.

- Brannen, K. (2015). Air Forces lack of drone pilots reaching “crisis” levels. *Foreign Policy*, 15 stycznia 2015. Pobrane 12.01.2021 z <http://foreignpolicy.com/2015/01/15/air-forces-lack-of-drone-pilots-reaching-crisis-levels>.
- Brooks, L. (2017). Universal basic income trials being considered in Scotland. *Guardian*, 1 Jan 2017. Pobrane 21.01.2021 z <https://www.theguardian.com/politics/2017/jan/01/universal-basic-income-trials-being-considered-in-scotland>.
- Cedefop. (2010). *Skills supply and demand in Europe Medium-term forecast up to 2020*. European Centre for the Development of Vocational Training, Luxembourg: Publications Office of the European Union. Pobrane 12.01. 2021 z https://www.cedefop.europa.eu/files/3052_en.pdf.
- Cedefop. (2011). Labour-market polarisation and elementary occupations in Europe. Blip or long-term trend? *Research Paper*, 9. Pobrane 15.06.2020 z https://www.cedefop.europa.eu/files/5509_en.pdf.
- Chui, M., Manyika J., i Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans — and where they can't (yet). *McKinsey Quarterly*, July. Pobrane 22.04.2020 z <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/where%20machines%20could%20replace%20humans%20and%20where%20they%20cant/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet.pdf>
- Cotet, G.B., Balgiu, B.A., i Zaleschi, V.C. (2017). *Assessment procedure for the soft skills requested by Industry 4.0*. MATEC Web of Conferences, przywoł. za W. Maisiri i in., 2019.
- Davis, N. (2016). *What is the fourth industrial revolution?* World Economic Forum. Pobrane 2.03.2021 z <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/what-is-the-fourth-industrial-revolution>.
- Deloitte. (2015). *Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies*. Pobrane 21.01.2021 z <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en-manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf>.
- Deloitte. (2017). *Making maintenance smarter Predictive maintenance and the digital supply network*. Pobrane 21.01.2021 z <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/using-predictive-technologies-for-asset-maintenance.html>.
- Deloitte. (2018). *Deloitte MillennSurvey*. Pobrane 22.02.2021 z <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/About-Deloitte/gx-2018-millennial-survey-report.pdf>.
- Domański, Z. (2016). Prekariat a bezpieczeństwo społeczne. *Journal of Modern Science*, 3(30), 335–355. Pobrane 22.01.2021 z <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-66b6c4b0-e61d-46f0-83ca-52c411da232d>.
- van Doren, C. (1997). *Historia wiedzy od zarania dziejów do dziś*. Warszawa: Al. Fine.
- Drath, R., (2014). *Industrie 4.0 — eine Einführung*. Pobrane 22.01.2021 z http://www.openautomation.de/fileadmin/user_upload/Stories/Bilder/oa_2014/oa_3/oa_3_14_ABB.Pdf. (przywoł. za Hermann 2015, s. 3).

- Dwyer, R.E, i Wright E.O. (2019). Low-wage job growth, polarization, and the limits and opportunities of the service economy, *RSF: The Russell Sage Foundation. Journal of the Social Sciences*, 5(4), 56–76. Pobrane 22.01.2021 z <https://www.rsfsjournal.org/content/rsfjss/5/4/56.full.pdf>.
- Dziennik internautów. (2018). *Przemysł 5.0 i kolejna rewolucja przemysłowa*. Pobrane 12.01.2021 z <http://di.com.pl/przemysl-50-i-kolejna-rewolucja-przemyslowa-59876>.
- Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej. (2019). *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/128 z dnia 16 stycznia 2019 r. ustanawiające Europejskie Centrum Rozwoju Kształcenia Zawodowego (Cedefop) i uchylające rozporządzenie Rady (EWG) 337/75*. Pobrane 23.02.2021 z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0128&from=PL>.
- Eichhorst, W. (2015). Does Vocational Training Help Young People Find a Good Job? *IZA World of Labor*, January. <https://doi.org/10.15185/izawol.112>.
- Eichhorst, W., i Rinne, U. (2017). Der digitale Gestaltungsauftrag. *ifo Schnelldienst*, 70(7). Pobrane 22.03.2020 z <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2017-07-2017-04-13.pdf>.
- Encyklopedia Zarządzania. (2020). *Generacja X*. Pobrane 14.02.2020 z https://mfiles.pl/pl/index.php/Rewolucja_przemys%C5%82owa.
- EU-OSHA. (2019). *Third European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 3)*. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Bilbao, Spain. Pobrane 20.03.2021 z <http://194.30.59.188/pl/publications/third-european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-3/view>.
- European Commission. (2015). *A Digital Single Market Strategy for Europe*. COM/2015/0192 final. Pobrane 14.03.2020 z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2015%3A192%3AFIN>.
- European Commission. (2017). *Investing in a smart, innovative and sustainable Industry. A renewed EU Industrial Policy Strategy*. COM/2017/0479 final. Pobrane 14.03.2020 z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2017:479:FIN>.
- Eurostat. (2019). *Temporary Employment*. Pobrane 21.01.2021 z <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20191120-1>.
- Eurostat. (2020). *Polska wydała w 2018 roku mniej na edukację niż w roku 2015*. Pobrane 22.05.2020 z <https://alebank.pl/eurostat-polska-wydala-w-2018-roku-mniej-na-edukacje-niz-w-roku-2015>.
- European Union. (2019a). *Education and Training Monitor 2019*. Luxembourg. Pobrane 22.04.2020 z <https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/document-library-docs/volume-1-2019-education-and-training-monitor.pdf>.
- Evangelista, R., Guerrieri, P., i Melicani, V. (2014). The economic impact of digital technologies in Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, 23(8). Pobrane 14.04.2020 z <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10438599.2014.918438>.
- Fernández-Macías, E., i Hurley, J. (2017). Routine-biased technical change and job polarization in Europe. *Socio-Economic Review*, 15(3), 563–585. Pobrane 22.01.2021 z <https://doi.org/10.1093/ser/mww016>.

- Frey, C.B., i Osborne, M.A. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* Oxford Martin School. Pobrane 22.03.2020 z https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.
- Friedman, T.L. (2010). The Election That Wasn't. *New York Times*, October 23. <https://www.nytimes.com/2010/10/24/opinion/24friedman.html>.
- Gajewski, J., Paprocki, W., i Pieriegud, J. (red.). (2016). *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa — szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*. Gdańsk. Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową — Gdańska Akademia Bankowa.
- Gehrke, L., i Rule, D. (2015). *A Discussion of Qualifications and Skills in the Factory of the Future: A German and American Perspective*. Conference Paper — Hannover Messe 2015. Düsseldorf: VDI — Haus. Pobrane 24.05.2020 z https://www.researchgate.net/publication/279201790_A_Discussion_of_Qualifications_and_Skills_in_the_Factory_of_the_Future_A_German_and_American_Perspective.
- Ghobakhloo, M. (2018). The future of manufacturing industry: a strategic roadmap toward industry 4.0. *Journal Manuf Technol Manag*, 29(6). Pobrano 22.03.2020 z <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JMTM-02-2018-0057/full/html>.
- Goldin, C., i Katz, L.F. (2008). *The Race between Education and Technology*. Harvard University Press. Pobrane 12.02. 2021 z https://scholar.harvard.edu/files/lkatz/files/the_race_between_education_and_technology_the_evolution_of_u.s_educational_wage_differentials_1890_to_2005_1.pdf.
- Goos, M., i Manning, A. (2007). Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarisation of Work in Britain. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 118–133. Pobrane 23.02. 2021 z https://econpapers.repec.org/article/tprrestat/v_3a89_3ay_3a2007_3ai_3a1_3ap_3a118-133.htm.
- Goos, M, Manning, A. i Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509–26. <https://doi.org/10.1257/aer.104.8.2509>.
- Goudin, P. (2016). *The Cost of Non-Europe in the Sharing Economy: Economic, Social and Legal Challenges and Opportunities*. Brussels: European Parliament. Pobrane 22.05.2020 z [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/558777/EPRS_STU\(2016\)558777_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/558777/EPRS_STU(2016)558777_EN.pdf).
- Grace, K., Savatier, J., Dafoe, A., Zhang, B.I. i Evans, O. (2018). When Will AI Exceed Human Performance? Evidence from AI Experts. *Journal of Artificial Intelligence Research*, arXiv:1705.08807[cs.AI]. Pobrane 12.02. 2021 z <https://arxiv.org/pdf/1705.08807.pdf>.
- Grzelczak, A., Kosacka, M., i Werner-Lewandowska, K. (2017). *Employees' competences for Industry 4.0 in Poland — preliminary research results*. 24th International Conference on Production Research (ICPR). Poznań. Pobrane 22.05.2020 z <https://pdfs.semanticscholar.org/e974/a9fea6ac4ca545448a2c1f66de82edd88694.pdf>.

- Grzyb, K. (2017). Cyfryzacja przedsiębiorstw produkcyjnych w Unii Europejskiej w perspektywie koncepcji Przemysłu 4.0. *Prace Naukowe WSZIP*, 43(4), 89–110. Pobrane 20.01.2021 z https://www.researchgate.net/publication/327667741_Cyfryzacja_przedsiębiorstw_produkcyjnych_w_Unii_Europejskiej_w_perspektywie_koncepcjiPrzemyslu_4.0.
- Guardian. (2016). *Swiss voters reject proposal to give basic income to every adult and child*. Agence France-Presse in Geneva, 5 Jun 2016. Pobrane 22.01.2021 z <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/05/swiss-vote-give-basic-income-every-adult-child-marxist-dream>.
- Gudanowska, A.E., Alonso, J.P., i Törmänen, A. (2018). What competencies are needed in the production industry? The case of the Podlaskie Region. *Engineering Management in Production and Services*, 10(1). <https://doi.org/10.1515/emj-2018-0006>.
- Hays. (2019). *The global skills dilemma. How can supply keep up with demand?* The Hays Global Skills Index 2019/20. Pobrane 24.05.2020 z https://www.hays-index.com/wp-content/uploads/2019/09/Hays_Global_Skills_Index_2019-20_final.pdf.
- Hardy, W., Keister, R., i Lewandowski, P. (2016). Technology or Upskilling? Trends in the Task Composition of Jobs in Central and Eastern Europe. *IBS Working Paper*, 01. Pobrane 22.05.2020 z file:///C:/Users/Ryszard/AppData/Local/Temp/IBS_Working_Paper_01_2016_revised.pdf.
- Harari, Y.N. (2020). *21 lekcji na XXI wiek*. (Tytuł oryginału: 21 Lessons for the 21st Century, tłumaczenie M. Romanek). Kraków, Wydawnictwo Literackie.
- Henley, J. (2017). Finland Trials basic Income for Unemployed. *Guardian*, 3 stycznia 2017. Pobrane 14.01.2021 z <https://www.theguardian.com/world/2017/jan/03/finland-trials-basic-income-for-unemployed>.
- Harris, S., i Krueger, A.B. (2015). A Proposal for Modernizing Labor Laws for Twenty-First-Century Work: “The Independent Worker”. *The Hamilton Project Discussion Paper*, 2015–10. Pobrane 22.05.2020 z https://www.hamiltonproject.org/assets/files/modernizing_labor_laws_for_twenty_first_century_work_krueger_harris.pdf.
- Hensvik, L, i Skans, N. (2019). The skill-specific impact of past and projected occupational decline, *IFAU Working Paper*, 28. Pobrane 22.02. 2021 z <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/227848/1/1686326963.pdf>.
- Hermann, M., Pentek, T., i Otto, B. (2015). Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. *Working Paper*, 01/2015, 1–16. Technische Universität Dortmund. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29269.22248>.
- Hijzen, A., Görg, H., i Hine, R.C. (2005). International outsourcing and the skill structure of labour demand in the United Kingdom. *Economic Journal*, 115, 860–878. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2005.01022.x>.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016). Digitization of industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 49. Pobrane 10.07.2020 z <https://link.springer.com/article/10.1007/s12651-016-0200-6>.
- Hofmann, E., i Rüscher, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89(1). Pobrane 10.07.2020 z <http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/83979.pdf>.

- Holzer, H.J. (2015). Job Market Polarization and U.S. Worker Skills: A Tale of Two Middles. *Brookings Institution Economic Studies Working Paper*, April 6, 1–6. Pobrane 12.01.2021 z https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/polarization_jobs_policy_holzer.pdf.
- IFR. (2020). *IFR presents World Robotics Report 2020*. International Federation of Robotics, Frankfurt. Pobrane 12.01.2021 z <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-2.7-million-robots-work-in-factories-around-the-globe>.
- ILO. (2012). *International Standard Classification of Occupations*. Structure, group definitions and correspondence tables. ISCO-08, Vol. 1. International Labour Organization. Geneva. Pobrane 12.01.2021 z https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/wcms_172572.pdf.
- IndustriALL Global Union. (2017). *The Challenge of Industry 4.0 and the Demand for New Answers*. Second Draft of Internal Working Paper as of 11 September 2017. Pobrane 26.05.2020 z http://www.industriall-union.org/sites/default/files/uploads/documents/2017/SWITZERLAND/Industry4point0Conf/draft_integrated_industry_4.0_paper_5_17.10.2017.pdf.
- Infuture Hatalska Foresight Institute. (2019). *Pracownik przyszłości*. Gdańsk. Pobrane 12.03.2020 z https://images.samsung.com/is/content/samsung/p5/pl/pracownik/pracownik_przyszlosci_2019infuturesamsung.pdf.
- Innogy. (2019). *Megatrendy w światowym przemyśle. Polskie firmy produkcyjne na tle globalnych megatrendów przemysłowych*. Innogy Polska S.A. — SpotData. Pobrane 22.01.2021 z <https://przemysl-40.pl/wp-content/uploads/2019-innogy.pdf>.
- Jaschke, S. (2014). *Mobile learning applications for technical vocational and engineering education: The use of competence snippets in laboratory courses and industry 4.0*. International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). Dubai: UAE, IEEE; przywoł. za W. Maisiri i in. 2019.
- Jędrzejewski, M. (2016). *Cztery nowe zawody w przemyśle przyszłości*. Pobrane 20.02.2021 z <https://biznesalert.pl/jedrzejewski-cztery-nowe-zawody-w-przemysle-przyszlosci>.
- Kagermann, H., Lukas, W., i Wahlster, W. (2011). *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution*. *VDI nachrichten*, 13. Pobrane 24.04.2020 z http://www.wolfgang-wahlster.de/wordpress/wpcontent/uploads/Industrie_4_0_Mit_dem_Internet_der_Dinge_auf_dem_Weg_zur_vierten_industriellen_Revolution_2.pdf.
- Kagermann, H., Wahlster, W., i Helbig, J. (red.). (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. Frankfurt/Main: Acatech — National Academy of Science and Engineering. Pobrane 17.04.2020 z <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>.
- Kaplan, A. (2016). *ITALY: Basic Income Pilot Launched in Italian Coastal City*. Basic Income European Network (BIEN), 28 December, 2016. Pobrane 21.01.2021 z <https://basicincome.org/news/2016/12/italy-basic-income-pilot-launched-italian-coastal-city>.

- Kassam, A. (2016). Ontario pilot project puts universal basic income to the test. *Guardian*, 28 Oct. 2016. Pobrane 23.02.2021 z <https://www.theguardian.com/world/2016/oct/28/universal-basic-income-ontario-poverty-pilot-project-canada>.
- Kergroach, S. (2017). Industry 4.0: New Challenges and Opportunities for the Labour Market. *Foresight and STI Governance*, 11(4). Pobrane 17.03.2020 z <https://foresight-journal.hse.ru/data/2018/01/09/1160538630/0-Kergroach-6-8.pdf>.
- KIGC. (2019). *Praca w dobie czwartej rewolucji przemysłowej — szanse i zagrożenia*. Warszawa, Krajowa Izba Gospodarki Cyfrowej. Pobrane 21.02.2021 z https://dialogkig.pl/wp-content/uploads/2020/02/praca-w-dobie-czwartej-rewolucji-przemyslowej_2019.pdf.
- Klimczuk-Kochańska, M., i Klimczuk, A. (2015). Technological Unemployment, W: M. Odekon (red.), *The SAGE Encyclopedia of World Poverty* (ss. 1510–1511), 2nd Edition, SAGE Publications, Thousand Oaks 2015. <https://doi.org/10.4135/9781483345727.n783>.
- Knapieńska, M. (2019). Precariat as a phenomenon of the modern labour market in Poland end in the European Union. *Archives of Business Research*, 7(3), 157–170. <https://doi.org/10.14738/abr.73.6196>.
- Komisja Europejska. (2010). *Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*. Komunikat Komisji Europa 2020. KOM(2010) 2020, Bruksela, s. 12. Pobrane 12.01.2021 z https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_PL_ACT_part1_v1.pdf.
- Komisja Europejska. (2010). *Projekt przewodni strategii Europa 2020. Unia Innowacji*. Komunikat (2010/546) Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów. SEC(2010)1161 COM(2010)546 wersja ostateczna, Bruksela. Pobrane 14.02.2020 z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52010DC0546&from=EN>.
- Komisja Europejska. (2010). *Ocena strategii lizbońskiej*. SEK(2010) 114, wersja ostateczna. Pobrane 1.07. 2020 z https://zielonalinia.gov.pl/upload/epsz/Ocena_strategii_lizbońskiej_SEK114.pdf.
- Kopaliński, W. (1989). *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*. Warszawa: Wiedza Powszechna.
- Kryńska, E., i Kwiatkowski, E. (2013). *Podstawy wiedzy o rynku pracy*. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego.
- Kucharski, R., i Kwiatkowski, E. (2020). Odpływy z zatrudnienia w przekroju zawodów i sekcji PKD w Polsce w latach 2015–2018. W: Z. Wiśniewski, C. Sadowska-Snarska (red.). *Praca i rynek pracy w perspektywie Gospodarki 4.0*. Toruń, Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Kulikowski, K. (2021). *Jak przygotować się na cyfrową transformację w HR?* Sedlak & Sedlak. Pobrane 22.02. 2021 z https://wskaznikihr.pl/biblioteka/jak_przygotowac_sie_na_cyfrowa_transformacje_w_hr__6725a742?smclient=8038e1ec-b1ed-4087-b2d7-6d35d306fcc4&utm_source=salesmanago&utm_medium=email&utm_campaign=default.

- von der Leyen, U. (2019). *Political guidelines for the next European Commission 2019–2024*. Pobrane 23.03.2020 z https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/political-guidelines-next-commission_en.pdf.
- Levy-Leboyer, C. (1997). *Kierowanie kompetencjami. Bilanse doświadczeń zawodowych*. Warszawa: Poltext.
- Levy, Y., i Ellis, T.J. (2006). A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. *Informing Science*, 9. Pobrane 10.08. 2019 z <http://www.inform.nu/Articles/Vol9/V9p181-212Levy99.pdf>.
- Lewandowski, A. (2019). *Co to Big Data? Realne korzyści i zastosowania dla każdego*. Pobrane 21.02.2021 z <https://almine.pl/big-data-definicja-co-to-historia>.
- Lewandowski, P. (2017). The changing nature of jobs in Central and Eastern Europe. Restructuring and upskilling prevents job polarization but may leave countries vulnerable to routine-biased technical change. *IZA World of Labor*, 351. <https://doi.org/10.15185/izawol.351>.
- Lewandowski, P., Keister, R., Hardy, W., i Górka, S. (2017). Routine and Ageing? The Intergenerational Divide in the Deroutinisation of Jobs in Europe. *IZA Discussion Paper*, 10732, 1–23. Pobrane 15.06.2020 z <http://ftp.iza.org/dp10732.pdf>.
- Longman Dictionary of Contemporary English. (1989). Warszawa: PWN.
- Louard, P. (1995). *Kierowanie kompetencjami w przedsiębiorstwie*. Warszawa: Poltext.
- Lööw, J., Abrahamsson, L., i Johansson, J. (2019). Mining 4.0 — the Impact of New Technology from a Work Place Perspective. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 36. Pobrane 22.05.2020 z <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs42461-019-00104-9.pdf>.
- Maselli, I. (2012). The Evolving Supply and Demand of Skills in the Labour Market. *Intereconomics*, 47(1), 22–30. <https://doi.org/10.1007/s10272-012-0402-2>.
- Maisiri, W., Darwish, H., i van Dyk, L. (2019). An investigation of Industry 4.0 skills requirements. *South African Journal of Industrial Engineering*, 30(3) Special Edition. <https://doi.org/10.7166/30-3-2230>.
- Maselli, I., Lenaerts, K., i Beblavý, M. (2016). *Five Things We Need to Know about the On-Demand Economy*. CEPS Essay 21, Brussels: Centre for European Policy Studies (CEPS). Pobrane 22.05.2020 z <https://www.ceps.eu/system/files/CEPS%20Essay%20No%2021%20On%20Demand%20Economy.pdf>.
- Matuszewska-Kubicz, A. (2020). Prognozowane kompetencje przyszłości na rynku pracy a oczekiwania pracodawców — na przykładzie branży IT w woj. łódzkim. W: Z. Wiśniewski, C. Sadowska-Snarska (red.). *Praca i rynek pracy w perspektywie Gospodarki 4.0*. Toruń, Wydawnictwo Adam Marszałek.
- McKinsey & Company. (2016). *Cyfrowa Polska. Szansa na technologiczny skok do globalnej pierwszej ligi gospodarczej*. Pobrane 11.04. 20120 z https://www.mckinsey.com/pl/~/_media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Polska/Raporty/Cyfrowa%20Polska/Cyfrowa-Polska.ashx.

- McKinsey & Company. (2021). *Industry 4.0: Reimagining manufacturing operations after COVID-19*. Pobrane 13.03. 2021 z <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/industry-40-reimagining-manufacturing-operations-after-covid-19>.
- McKinsey Digital. (2016). *Digital in industry: From buzzword to value creation*. Pobrane 12.01.2021 z <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/digital-in-industry-from-buzzword-to-value-creation>.
- Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. (2014). *Klasyfikacja zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy*. Warszawa. Pobrane 12.01.2021 z <https://psz.praca.gov.pl/documents/10240/54723/Klasyfikacja%20zawod%C3%B3w%20i%20specjalno%C5%9Bci%20na%20potrzeby%20ryнку%20pracy%20-%202014.pdf/bca1e08c-6a33-494a-a75b-e2d7258ce796?t=1421667227000>.
- MIT. (2014). *How Human-Robot Teamwork Will Upend Manufacturing*. MIT Technology review. Pobrane 21.01.2021 z <https://www.technologyreview.com/2014/09/16/171369/how-human-robot-teamwork-will-upend-manufacturing>.
- Nowacki, T.W. (1999). *O kwalifikacjach prawie wszystko*. Warszawa: Ośrodek Doskonalenia Nauczycieli.
- Nowacki, T. W. (2004). *Leksykon Pedagogiki Pracy*. Radom: Wydawnictwo i Zakład Poligrafii Instytutu Technologii Eksploatacji.
- Obserwator finansowy. (2020). *Mit polaryzacji: struktura pracy w Europie ulega poprawie*. Pobrane 12.01.2021 z <https://www.obserwatorfinansowy.pl/bez-kategorii/rotator/mit-polaryzacji-struktura-pracy-w-europie-ulega-poprawie>.
- O'Byrne, W.I., i Pytash, K.E. (2015). Hybrid and Blended Learning. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 59. <https://doi.org/10.1002/jaal.463>.
- OECD. (2015). Non-standard work, job polarisation and inequality. W: *It Together: Why Less Inequality Benefits All*. Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264235120-7-en>.
- OECD. (2017). *Going digital: The future of work for women*. The Pursuit of Gender Equality: An Uphill Battle. Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264281318-26-en>.
- OECD. (2017). *OECD Employment Outlook 2017*. OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/empl_outlook-2017-en.
- Oesch, D. (2013). *Occupational change in Europe. How technology and education transform the job structure*. Oxford: Oxford University Press. Oxford Scholarship Online: January 2014; <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199680962.001.0001>.
- Oesch, D, i Piccitto, G. (2019). The polarization myth: Occupational upgrading in Germany, Spain, Sweden and the UK, 1992–2015. *Work and Occupations*, 46(4): 441–69. <https://doi.org/10.1177/0730888419860880>.
- Oltmann, P. (2016). State handouts for all? Europe set to pilot universal basic incomes. *Guardian*, 2 Jun 2016. Pobrane 14.01.2021 z <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/02/state-handouts-for-all-europe-set-to-pilot-universal-basic-incomes>.

- Osterman, P., i Shulman, B. (2011). *Good Jobs America: Making Work Better for Everyone*. New York: Russell Sage Foundation. Pobrano Abstrakt 12.01.2021 z <https://www.russellsage.org/publications/good-jobs-america>.
- PARP. (2020). *Czwarta rewolucja przemysłowa i jej wpływ na rynek pracy*. Pobrane 20.01.2021 z <https://www.parp.gov.pl/component/publications/publication/czwarta-rewolucja-przemyslowa-i-jej-wplyw-na-rynek-pracy>.
- Pawłowski, A. (2009). Rewolucja rozwoju zrównoważonego. *Problemy ekorozwoju — problems of sustainable development*, 4(1). Pobrane 23.03.2020 z <https://ekorozwoj.pollub.pl/no7/e.pdf>.
- Peters, M.A. (2017). Technological unemployment: Educating for the fourth industrial revolution. *Educational Philosophy and Theory*, 49 (1). Pobrane 22.04.2020 z <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00131857.2016.1177412?scroll=top&needAccess=true>.
- Petropoulos, G. (2017). An Economic Review of the Collaborative Economy, *Policy Contribution*, 5, 1–17. <http://bruegel.org/2017/02/an-economic-review-of-the-collaborative-economy>.
- Pew Research Center. (2014). *Digital life in 2025. AI, Robotics, and the Future of Jobs*. Pobrane 20.02.2021 z <https://www.pewresearch.org/internet/2014/08/06/future-of-jobs>.
- PFR. (2021). *Słownik pojęć. Polski Fundusz Rozwoju*. Pobrane 12.01.2021 z <https://pfr.pl/sloownik/sloownik-itict.html>.
- Płoszczyński, M. (2018). *Prześwietlamy fabrykę Tesli. Fabryka 4.0. Raport Specjalny*. Pobrane 18.01.2021 z <https://www.controlengineering.pl/przeswietlamy-fabryke-tesli>.
- Pieriegud, J. (2016). Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa — wymiar globalny, europejski i krajowy. W: J. Gajewski, W. Paprocki, i J. Pieriegud (red.), *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa — szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*. Gdańsk, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową — Gdańska Akademia Bankowa.
- Prifti, L., Knigge, M., Kienegger, H., i Krcmar, H. (2017). *A competency Model for Industrie 4.0 Employees*. 13th International Conference on Wirtschaftsinformatik. St. Gallen. Pobrane 21.04.2020 z <https://www.wi2017.ch/images/wi2017-0262.pdf>.
- PWC. (2016). *Netherlands, Industry 4.0: Building the Digital Enterprise*. PricewaterhouseCoopers LLP. Pobrane 21.01.2021 z <https://www.pwc.nl/en/publicaties/industry-4-0-building-the-digital-enterprise.html>.
- PWC. (2019). *Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation*. PricewaterhouseCoopers LLP. Pobrane 14.01.2021 z https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/impact_of_automation_on_jobs.pdf.
- PWN-OXFORD. (2002). *Wielki Słownik Angielsko-Polski. English-Polish Dictionary*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Rinne, U., i Zimmermann, K.F. (2016). Die digitale Arbeitswelt von heute und morgen. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, 66 (18–19). Pobrane 17.06.2020 z <https://www.bpb.de/apuz/225685/die-digitale-arbeitswelt-von-heute-undmorgen?p=all>.

- Roland Berger, BDI. (2015). *The digital transformation of industry*. Roland Berger Strategy Consultants GmbH — München, Bundesverband der Deutschen Industrie E.V. (BDI) — Berlin. Pobrane 22.02.2021 z https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_digital_transformation_of_industry_20150315.pdf.
- Roland Berger. (2016). The industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model, *Think Act*, 1–19. Pobrane 22.02.2021 z <https://przemysl-40.pl/wp-content/uploads/2016-The-Industrie-40-transition-quantified.pdf>.
- Rose, J., i Sirkin, H.L. (2015). *The Robotics Revolution: The Next Great Leap in Manufacturing*. Boston Consulting Group. Pobrane 12.01.2021 z <https://www.bcg.com/publications/2015/lean-manufacturing-innovation-robotics-revolution-next-great-leap-manufacturing>.
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 7 sierpnia 2014 r. w sprawie klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy oraz zakresu jej stosowania (Dz.U. z 2014 r., poz. 1145). Pobrane 12.01.2021 z <http://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20140001145/O/D20141145.pdf>.
- Ruohomaa, H., Mäntyneva, M., i Salminen, V. (2018). Renewing a University to Support Smart Manufacturing Within a Region, W: A. Petrillo (red.), *Digital Transformation in Smart Manufacturing*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72115>.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., i Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group. https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf.
- Sackey, S.M., i Bester, A. (2016). Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(4). <https://doi.org/10.7166/27-4-1579>.
- Sajkiewicz, A. (2001). Organizacja procesów personalnych w firmie. W: K. Makowski (red.), *Zarządzanie pracownikami. Instrumenty polityki personalnej*. Warszawa: Poltext.
- Sanchez, R. (2004). Understanding competence — based management: Identifying and managing five modes of competence. *Journal of Business Research*, 57(5:), 518–532. Pobrane 21.08.2020 z https://www.researchgate.net/publication/4967021_Understanding_competence_based_management_Identifying_and_managing_five_modes_of_competence.
- Santarek, K. (2017). *Przemysł 4.0 — nadzieje i obawy*. Prezentacja opracowana w projekcie Innowacje w procedurach transferu technologii: Nauka — Przemysł realizowanego w programie DIALOG 0047/2016. Pobrane 24.06.2020 z <https://www.cziitt.pw.edu.pl/wp-content/uploads/2017/10/Przemys%C5%82-4.0-K.-Santarek.pdf>.
- Schlund, S., Hämmerle, M., i Strölin, T. (2014). *Industrie 4.0 eine Revolution der Arbeitsgestaltung — Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern wird*. Ingenics AG, Ulm-Stuttgart. Pobrane 29.03.2020 z https://www.ingenics.com/assets/downloads/de/Industrie40_Studie_Ingenics_IAO_VM.pdf.

- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum. Davos. Pobrane 24.06.2020 z <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>.
- Sejnowski, T.J. (2019). *Głęboka rewolucja. Kiedy sztuczna inteligencja spotka się z ludzką*. Warszawa: Poltext.
- Selamat, A., Taspir, S.H., Puteh, M., i Alias, R.A. (2017). Higher education 4.0: Current status and readiness in meeting the Fourth Industrial Revolution Challenges. *Redesigning Higher Education towards Industry*, 4; przywoł. Za W. Maisiri i in. 2019.
- Shamsi, A. (2017). Relationship between Knowledge Management and Managerial Skills: The Role of Creative Thinking. *Foresight and STI Governance*, 11(4). Pobrane 22.05.2020 z <https://foresight-journal.hse.ru/data/2018/01/09/1160679192/3-Roschin%20et%20al%20-33-43.pdf>.
- SIAD. (2020). *Additive Manufacturing. SIAD Società Italiana Acetilene e Derivati*. Pobrane 21.02.2021 z <https://www.siad.com/pl/przemysl/produkcja-dodatkowa>.
- Simon, H.A. (1966). Automation (a letter in response to "Where Do We Go From Here?"). *New York Review of Books*, March 17, 1966. Pobrane 12.01.2021 z <https://www.nybooks.com/articles/1966/05/26/automation-3>.
- Soldaty A. (2017). *Cyfrowy bliźniak — jeszcze wizja czy już rzeczywistość?* Control Engineering Polska. Pobrane 20.01.2021 z <https://www.controlengineering.pl/cyfrowy-blizniak-jeszcze-wizja-czy-juz-rzeczywistosc>.
- Spath, D., Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., i Schlund, S. (red.). (2015). *Produktionsarbeit der Zukunft — Industrie 4.0*. Stuttgart: Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Pobrane 14.03.2020 z <https://www.iao.fraunhofer.de/images/iao-news/produktionsarbeit-der-zukunft.pdf>.
- Standing, G. (2014). *Prekariat. Nowa niebezpieczna klasa*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Sztokfisz, B. (2017). Gospodarka współdzielenia — pojęcie, źródła, potencjał. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 6/2017, 89–103. <https://doi.org/10.15678/ZNUEK.2017.0966.0606>.
- Tegmark, M. (2019). *Życie 3.0. Człowiek w erze sztucznej inteligencji*. Warszawa, Prószyński Media.
- Thierry, D., i Sauret, C. (1994). *Zatrudnienie i kompetencje w przedsiębiorstwie w procesie zmian*. Warszawa: Poltext.
- Tomaszewski, F. (2019). *Rzeczywistość wirtualna kontra rozszerzona. Znasz różnicę?* Pobrane 21.02.2021 z <https://www.toucan-systems.pl/rzeczywistosc-wirtualna-kontra-rozszerzona-znasz-roznice>.
- Tutaj, J. (2019). Innowacje — próba pomiaru. W: Z. Malara, i J. Tutaj (red.), *Innowacje a dobrostan społeczeństwa, gospodarki i przedsiębiorstw. Próba pomiaru*. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.

- Tyilo, N. (2017). E-Learning as Instructional Innovation in Higher Education Institutions (HEIs): Lessons Learnt from the Literature. *Journal of Communication*, 8. <https://doi.org/10.1080/0976691X.2017.1305687>.
- UNIDO. (2017). *Industry 4.0 – the opportunities behind the challenge*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) General Conference, Partnering for impact – achieving the Sustainable Development Goals. Pobrane 21.03.2020 z https://www.unido.org/sites/default/files/files/2018-11/UNIDO_GC17_Industry40.pdf.
- Urząd Publikacji Unii Europejskiej. (2019). *Monitor Kształcenia i Szkolenia 2019*. Polska. Luksemburg. Pobrane 12.05.2020 z https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/document-library-docs/et-monitor-report-2019-poland_pl.pdf.
- Urząd Statystyczny w Olsztynie. (2019). *Rocznik Statystyczny Województwa Warmińsko-Mazurskiego 2018*. Olsztyn.
- Useme. (2020). *Freelancing w Polsce – edycja 2020*. Pobrane 21.02.2021 z <https://forsal.pl/praca/aktualnosci/artykuly/7984530,freelancerzy-w-polsce-zarobki-stawki-za-godzine-2020-zlecenia-raport.html>.
- Varoufakis, Y. (2016). *Two-thirds of Europeans for basic*. Future of Work conference on May 4th in Zurich. Pobrane 23.02.2021 z <https://daliaresearch.com/blog/two-thirds-of-europeans-for-basic-income-dalia-ceo-presents-surprising-results-in-zurich>.
- Venkatraman, S., de Souza-Daw, T., i Kaspi, S. (2018). Improving employment outcomes of career and technical education students. *Higher Education, Skills and Work-based Learning*, 8(4). <https://doi.org/10.1108/HESWBL-01-2018-0003>.
- Volini, E., Ocean, P., Stephan, M., i Walsh, B. (2017). *Digital HR: Platforms, people, and work*. Deloitte Insights. Pobrane 12.02.2021 z <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/human-capital-trends/2017/digital-transformation-in-hr.html>.
- Walkowiak, R. (2004). *Model kompetencji menedżerów organizacji samorządowych*. Olsztyn: Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie.
- Weber, E. (2017). Digitalisierung als Herausforderung für eine Weiterbildungspolitik. *Wirtschaftsdienst*, 97. <https://doi.org/10.1007/s10273-017-2146-x>.
- Webster, J., i Watson, R.T. (2002). Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly*, 26. Przywołane 10.08.2019 z <https://pdfs.semanticscholar.org/2d1c/e5f4b8d57fa659ed7e49a50531180f0e0fef.pdf>.
- Wieczorek, P. (2018). Czwarta rewolucja przemysłowa. Wizja przemysłu nowej generacji – perspektywa dla Polski. *Państwo i społeczeństwo*, 3/maj-czerwiec/2018, 405–431 (89–115). Pobrane 21.01.2021 z <http://cejsh.icm.edu.pl/cejsh/element/bwmeta1.element.desklight-81f54f02-3d65-4724-8abe-912eb4113507>.
- Wikipedia. (2020a). *Chmura obliczeniowa*. Pobrane 21.02.2021 z https://pl.wikipedia.org/wiki/Chmura_obliczeniowa.
- Wikipedia. (2020b). *Cyberbezpieczeństwo*. Pobrane 21.02.2021 z <https://pl.wikipedia.org/wiki/Cyberbezpiecze%C5%84stwo>.
- Wikipedia. (2020c). *Drukowanie przestrzenne*. Pobrane 21.02.2021 z https://pl.wikipedia.org/wiki/Drukowanie_przestrzenne.

- Wikipedia. (2021). *Media społecznościowe*. Pobrane 21.02.2021 z https://pl.wikipedia.org/wiki/Media_spo%C5%82eczno%C5%9Bciowe.
- Wilson, J.H., i Daugherty, P.R. (2018). Collaborative Intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*, July–August. Pobrane 21.05.2020 z <https://hbr.org/2018/07/collaborative-intelligence-humans-and-ai-are-joining-forces>.
- Wiśniewski, Z., i Sadowska-Snarska C. (red.). (2020). *Praca i rynek pracy w perspektywie Gospodarki 4.0*. Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Wojewódzki Urząd Pracy w Olsztynie. (2018). *Barometr Zawodów 2019*. Olsztyn. Pobrane 24.06.2020 z https://barometrzwodow.pl/userfiles/Barometr/2019/warminsko-mazurskie/raport_wojewodztwo_warminsko-mazurskie.pdf.
- Wojewódzki Urząd Pracy w Olsztynie. (2019). *Barometr zawodów 2020*. Wojewódzki Urząd Pracy w Olsztynie. Pobrane 23.01.2021 z https://wupolsztyn.praca.gov.pl/documents/106902/14079481/Raport_wojewodztwo_warminsko_mazurskie_2020.pdf/d758805f-0f60-4024-8746-03b29bd7509c.
- Wolter, M.I., Mönnig, A., Hummel, M., Schneemann, Ch., Weber, E., Zika, G., Helmrich, R., Maier, T., i Neuber-Pohl, C. (2015). *Industry 4.0 and the consequences for labour market and economy*. Nuremberg: IAB Forschungsbericht. Institute for Employment Research of the Federal Employment Agency. Pobrane 22.03.2020 z http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815_en.pdf.
- World Economic Forum. (2016). *The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Global Challenge Insight Report. Geneva. Pobrane 22.04.2020 z http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.
- World Economic Forum. (2017a). *Five ways the Fourth Industrial Revolution will transform NGOs*. Geneva. Pobrane 23.05.2020 z <https://www.weforum.org/agenda/2017/01/the-top-five-ways-the-fourth-industrial-revolution-will-transform-social-good-organizations>.
- World Economic Forum. (2017b). *Realizing human potential in the Fourth Industrial Revolution: An agenda for leaders to shape the future of education, gender and work*. White Paper. Geneva. Pobrane 23.05.2020 z http://www3.weforum.org/docs/WEF_EGW_Whitepaper.pdf.
- Wydawnictwo Naukowe PWN. (2004). *Nowa encyklopedia powszechna PWN*. Tom 1. Warszawa.
- Wysocka, M. (2006). Kluczowe kompetencje zarządzających przedsięwzięciami gospodarczymi. *Zeszyt Naukowy Olsztyńskiej Wyższej Szkoły Informatyki i Zarządzania im. Prof. Tadeusza Kotarbińskiego*, 1, 53–58.
- Wysocka, M. (2016). *Rola elastycznych form zatrudnienia w kształtowaniu regionalnego rynku pracy*. Olsztyn: Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
- Wysocka, M. (2018). Determinanty rozwoju innowacyjności w województwie warmińsko-mazurskim. *Zarządzanie i Finanse. Journal of Management and Finance*, 16(4/1). Pobrane 22.06.2020 z http://www.wzr.ug.edu.pl/.zif/13_17.pdf.

- Wysocka, M. (red.). (2018). *Uwarunkowania innowacyjności przedsiębiorstw w województwie warmińsko-mazurskim*. Olsztyn: Stowarzyszenie Instytut Upowszechniania Nowych Technologii i Rozwoju.
- Wysocka, M. (2020a). Wpływ technologii cyfrowych na miejsca pracy w przedsiębiorstwach. W: Z. Wiśniewski, i C. Sadowska-Snarska (red.), *Praca i rynek pracy w perspektywie Gospodarki 4.0*. Toruń: Wydawnictwo Adam Marszałek.
- Wysocka, M. (red.). (2020b). *Zasoby pracy w województwie warmińsko-mazurskim. Zagadnienia wybrane*. Olsztyn. Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
- Zarząd Województwa Warmińsko-Mazurskiego. (2019). *Analiza sytuacji na rynku pracy w województwie warmińsko-mazurskim w 2018 roku*. Pobrane 12.12.2020 z <https://wupolsztyn.praca.gov.pl/documents/106902/7963595/Analiza>.
- Zymonik, Z. (2003). *Koszty jakości w zarządzaniu przedsiębiorstwem*. (Wydanie drugie poszerzone). Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Pobrane 23.05.2020 z https://www.dbc.wroc.pl/Content/11170/PDF/zymonik_koszty_jakosci.pdf.

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Ewolucja rewolucji przemysłowych	10
Rysunek 1.2. Interpretacja Przemysłu 4.0	17
Rysunek 2.1. Polaryzacja miejsc pracy	20
Rysunek 2.2. Popyt i podaż pracy	23
Rysunek 4.1. Perspektywy zatrudnienia w przemyśle w krajach Europy Zachodniej	39
Rysunek 7.1. Zależności między wybranymi kompetencjami	90
Rysunek 7.2. Przykładowe konsekwencje niedoborów kompetencyjnych	91

Spis tabel

Tabela 1.1. Dźwignie transformacji cyfrowej	12
Tabela 1.2. Komponenty przemysłu 4.0	13
Tabela 1.3. Zasady funkcjonowania przedsiębiorstwa zgodnie z koncepcją Przemysłu 4.0	14
Tabela 5.1. Ogólna charakterystyka przedsiębiorstw i respondentów	51
Tabela 6.1. Hays Global Skills Index dla Polski	57
Tabela 6.2. Systematyzacja kompetencji i umiejętności pracowników firmy	61
Tabela 6.3. Kompetencje inżyniera Przemysłu 4.0	62
Tabela 6.4. Kompetencje inżyniera inteligentnej produkcji	63
Tabela 6.5. Kwalifikacje i umiejętności pracowników w fabryce przyszłości	64
Tabela 6.6. Kwalifikacje i umiejętności dla Przemysłu 4.0	65
Tabela 6.7. Podstawowe umiejętności związane z pracą	66
Tabela 6.8. Model kompetencji dla Przemysłu 4.0	67
Tabela 7.1. Teoretyczny model kompetencji pracownika Przemysłu 4.0	71
Tabela 7.2. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników ogółem	74
Tabela 7.3. Modele kluczowych kompetencji wg stanowisk pracy	77
Tabela 7.4. Modele kluczowych kompetencji wg branży	80
Tabela 7.5. Struktura kompetencji wg stanowisk pracy (%)	83
Tabela 7.6. Struktura kompetencji według branż (%)	84
Tabela 7.7. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników ogółem	85
Tabela 7.8. Luki kompetencyjne pracowników wg stanowisk pracy (pkt.)	87
Tabela 7.9. Najistotniejsze luki kompetencyjne pracowników wg branży (pkt.)	88
Tabela A1. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii kierowników	123
Tabela A2. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii potencjalnych kierowników	126

Tabela A3. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników eksploatacyjnych	129
Tabela A4. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż: rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo	132
Tabela A5. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży przetwórstwa przemysłowego	135
Tabela A6. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży budownictwa	138
Tabela A7. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży transportu i gospodarki magazynowej	141
Tabela A8. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży informacji i komunikacji	144
Tabela A9. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży działalności profesjonalnej, naukowej i technicznej	147
Tabela A10. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży edukacji	150
Tabela A11. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży opieki zdrowotnej i pomocy społecznej	153
Tabela A12. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż: administracji publicznej i obrony narodowej	156
Tabela A13. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży działalności finansowej i ubezpieczeniowej	159
Tabela A14. Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branży handlu hurt. i detalicznego; naprawy pojazdów	162
Tabela A15. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie kierowników	165
Tabela A16. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie potencjalnych kierowników	167
Tabela A17. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników eksploatacyjnych	169
Tabela A18. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branż: rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo	171
Tabela A19. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży przetwórstwa przemysłowego	173
Tabela A20. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży budownictwa	175
Tabela A21. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży transportu i gospodarki magazynowej	177
Tabela A22. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w ocenie pracowników branży informacji i komunikacji	179

Tabela A23. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży działalności profesjonalnej, naukowej i technicznej	181
Tabela A24. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży edukacji	183
Tabela A25. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży opieki zdrowotnej i pomocy społecznej	185
Tabela A26. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży administracji publicznej i obrony narodowej	187
Tabela A27. Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży działalności finansowej i ubezpieczeniowej	189

Aneks:

szczegółowe modele kompetencyjne dla branż

Tabela A1.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii kierowników

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	1,96	4,6	4,6	2,22	A
2	myślenie analityczne (O)	3,92	4,5	9,1	4,39	
3	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	5,88	4,5	13,5	6,52	
4	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	7,84	4,5	18,0	8,69	
5	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	9,80	4,4	22,4	10,81	
6	kreatywność (O)	11,76	4,4	26,8	12,93	
7	odpowiedzialność (O)	13,72	4,4	31,2	15,06	
8	nastawienie na jakość (P)	15,68	4,4	35,5	17,13	
9	otwartość na nowości (P)	17,64	4,4	39,9	19,26	
10	wiedza i umiej. pozyskiwania danych (P)	19,60	4,4	44,3	21,38	
11	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	21,56	4,3	48,6	23,46	B
12	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	23,52	4,3	52,8	25,48	
13	zdolność aktywnego uczenia się (O)	25,48	4,3	57,1	27,56	
14	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (P)	27,44	4,3	61,4	29,63	
15	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	29,4	4,3	65,6	31,56	
16	elastyczność i radzenie sobie (O)	31,36	4,2	69,9	33,74	
17	pozytywne nastawienie do zmian (O)	33,32	4,2	74,1	35,76	
18	przedsiębiorczość (O)	35,28	4,2	78,3	37,79	
19	myślenie projektowe (P)	37,24	4,2	82,4	39,77	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	orientacja na klienta (P)	39,20	4,2	86,6	41,80	B
21	komunikatywność (S)	41,16	4,2	90,7	43,77	
22	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	43,12	4,1	94,8	45,75	
23	umiejętność współpracy i wspierania (S)	45,08	4,1	98,9	47,73	
24	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	47,04	4,1	103,0	49,71	
25	motywacja i pewność siebie (O)	49,00	4,1	107,1	51,69	
26	zarządzanie informacjami (P)	50,96	4,1	111,2	53,67	
27	wielozadaniowość (P)	52,92	4,1	115,2	55,60	C
28	umiejętność programowania/kodowania (P)	54,88	4,1	119,3	57,58	
29	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	56,84	4,0	123,3	59,51	
30	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi (P)	58,80	4,0	127,4	61,49	
31	umiejętności negocjacyjne (S)	60,76	4,0	131,4	63,42	
32	zmysł obserwacji (O)	62,72	4,0	135,3	65,30	
33	zaufanie (S)	64,68	4,0	139,3	67,23	
34	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	66,64	3,9	143,2	69,11	
35	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze (P)	68,60	3,9	147,1	70,99	
36	myślenie krytyczne (O)	70,56	3,9	151,0	72,88	
37	mobility kompetencyjna (P)	72,52	3,9	154,9	74,76	
38	pasja (O)	74,48	3,9	158,8	76,64	
39	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	76,44	3,9	162,6	78,48	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
40	wiedza o procesach i systemach (P)	78,40	3,9	166,5	80,36	C
41	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	80,36	3,8	170,3	82,19	
42	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	82,32	3,8	174,2	84,07	
43	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	84,28	3,8	178,0	85,91	
44	dyskrekcja i takt	86,24	3,8	181,8	87,74	
45	gotowość do zmiany zawodu	88,20	3,8	185,5	89,53	
46	mobilność przestrzenna	90,16	3,7	189,3	91,36	
47	transdyscyplinarność	92,12	3,7	192,9	93,10	
48	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	94,08	3,6	196,5	94,84	
49	poczucie estetyki	96,04	3,6	200,2	96,62	
50	inteligencja emocjonalna	98,00	3,5	203,7	98,31	
51	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań	100,00	3,5	207,2	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A2.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii potencjalnych kierowników

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	komunikatywność (S)	1,96	4,38	4,38	2,17	A
2	odpowiedzialność (O)	3,92	4,36	8,71	4,32	
3	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	5,88	4,36	13,10	6,49	
4	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	7,84	4,32	17,42	8,63	
5	umiejętność podejmowania decyzji (P)	9,80	4,30	21,72	10,77	
6	motywacja i pewność siebie (O)	11,76	4,28	26,00	12,89	
7	przedsiębiorczość (O)	13,72	4,24	30,24	14,99	
8	umiejętność współpracy i wspierania (S)	15,68	4,24	34,48	17,09	
9	zdolność aktywnego uczenia się (O)	17,64	4,24	38,72	19,19	
10	myślenie analityczne (O)	19,60	4,22	42,94	21,28	
11	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	21,56	4,20	47,14	23,36	B
12	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	23,52	4,18	51,32	25,44	
13	nastawienie na jakość (P)	25,48	4,18	55,50	27,51	
14	elastyczność i radzenie sobie (O)	27,44	4,14	59,64	29,56	
15	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	29,4	4,14	63,78	31,61	
16	zaufanie (S)	31,36	4,14	67,92	33,66	
17	kreatywność (O)	33,32	4,12	72,04	35,71	
18	orientacja na klienta (P)	35,28	4,12	76,16	37,75	
19	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	37,24	4,12	80,28	39,79	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	39,20	4,10	84,38	41,82	B
21	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	41,16	4,10	88,48	43,85	
22	otwartość na nowości (P)	43,12	4,08	92,56	45,88	
23	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	45,08	4,04	96,60	47,88	
24	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	47,04	4,02	100,62	49,87	
25	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	49,00	4,02	104,64	51,86	
26	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	50,96	3,98	108,62	53,84	
27	pozytywne nastawienie do zmian (P)	52,92	3,96	112,58	55,80	C
28	zmysł obserwacji (O)	54,88	3,96	116,54	57,76	
29	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	56,84	3,94	120,48	59,72	
30	zarządzanie informacjami (P)	58,80	3,94	124,42	61,67	
31	myślenie projektowe (P)	60,76	3,92	128,34	63,61	
32	umiejętności negocjacyjne (S)	62,72	3,88	132,22	65,53	
33	mobilność kompetencyjna (P)	64,68	3,82	136,04	67,43	
34	wielozadaniowość (P)	66,64	3,82	139,86	69,32	
35	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	68,60	3,80	143,66	71,20	
36	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	70,56	3,80	147,46	73,09	
37	wiedza o procesach i systemach (P)	72,52	3,80	151,26	74,97	
38	inteligencja emocjonalna (O)	74,48	3,76	155,02	76,83	
39	gotowość do zmiany zawodu (O)	76,44	3,72	158,74	78,68	
40	myślenie krytyczne (O)	78,40	3,72	162,46	80,52	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	80,36	3,68	166,14	82,35	C
42	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	82,32	3,68	169,82	84,17	
43	dyskrecja i takt	84,28	3,62	173,44	85,96	
44	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	86,24	3,62	177,06	87,76	
45	znajomość programowania i interfejsów	88,20	3,62	180,68	89,55	
46	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM	90,16	3,58	184,26	91,33	
47	umiejętności programowania / kodowania	92,12	3,56	187,82	93,09	
48	mobilność przestrzenna	94,08	3,54	191,36	94,85	
49	transdyscyplinarność	96,04	3,50	194,86	96,58	
50	poczucie estetyki	98,00	3,46	198,32	98,30	
51	pasja	100,00	3,44	201,76	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A3.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników eksploatacyjnych

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	1,96	4,3	4,3	2,23	A
2	nastawienie na jakość (P)	3,92	4,2	8,5	4,40	
3	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	5,88	4,2	12,7	6,57	
4	otwartość na nowości (P)	7,84	4,2	16,8	8,70	
5	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	9,80	4,1	21,0	10,87	
6	umiejętność współpracy i wspierania (S)	11,76	4,1	25,1	12,99	
7	zdolność aktywnego uczenia się (O)	13,72	4,1	29,2	15,11	
8	kreatywność (O)	15,68	4,1	33,3	17,24	
9	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	17,64	4,1	37,4	19,36	
10	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (P)	19,60	4,1	41,4	21,43	
11	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	21,56	4,1	45,5	23,55	B
12	odpowiedzialność (O)	23,52	4,1	49,6	25,67	
13	komunikatywność (S)	25,48	4,1	53,7	27,80	
14	orientacja na klienta (P)	27,44	4,1	57,7	29,87	
15	myślenie analityczne (O)	29,40	4,1	61,8	31,99	
16	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	31,36	4,0	65,8	34,06	
17	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	33,32	4,0	69,8	36,13	
18	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	35,28	4,0	73,8	38,20	
19	motywacja i pewność siebie (O)	37,24	4,0	77,8	40,27	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	elastyczność i radzenie sobie (O)	39,20	4,0	81,8	42,34	B
21	pozytywne nastawienie do zmian (P)	41,16	4,0	85,8	44,41	
22	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	43,12	4,0	89,7	46,43	
23	zaufanie (S)	45,08	3,9	93,7	48,50	
24	myślenie projektowe (P)	47,04	3,9	97,6	50,52	
25	zarządzanie informacjami (P)	49,00	3,9	101,5	52,54	
26	wielozadaniowość (P)	50,96	3,8	105,2	54,45	C
27	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	52,92	3,8	109,0	56,42	
28	umiejętności negocjacyjne (S)	54,88	3,7	112,7	58,33	
29	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	56,84	3,7	116,5	60,30	
30	myślenie krytyczne (O)	58,80	3,7	120,1	62,16	
31	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi (P)	60,76	3,6	123,7	64,03	
32	zmysł obserwacji (O)	62,72	3,6	127,4	65,94	
33	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	64,68	3,6	131,0	67,81	
34	pasja (O)	66,64	3,6	134,6	69,67	
35	mobilność kompetencyjna (P)	68,60	3,6	138,1	71,48	
36	wiedza o procesach i systemach (P)	70,56	3,6	141,7	73,34	
37	przedsiębiorczość (O)	72,52	3,6	145,3	75,21	
38	umiejętność programowania/ kodowania (P)	74,48	3,5	148,8	77,02	
39	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	76,44	3,5	152,4	78,88	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
40	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	78,40	3,5	155,9	80,69	C
41	gotowość do zmiany zawodu	80,36	3,5	159,4	82,51	
42	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	82,32	3,5	162,9	84,32	
43	wiedza i umiejętności implementacji Internetu Rzeczy	84,28	3,5	166,3	86,08	
44	nastawienie na zrównoważony rozwój	86,24	3,4	169,8	87,89	
45	dyskrekcja i takt	88,20	3,4	173,2	89,65	
46	mobilność przestrzenna	90,16	3,4	176,6	91,41	
47	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań	92,12	3,4	179,9	93,12	
48	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	94,08	3,4	183,3	94,88	
49	poczucie estetyki	96,04	3,3	186,6	96,58	
50	transdyscyplinarność	98,00	3,3	190,0	98,34	
51	inteligencja emocjonalna	100,00	3,3	193,2	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A4.
Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż: rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	komunikatywność (S)	1,96	4,67	4,67	2,53	A
2	nastawienie na jakość (P)	3,92	4,67	9,34	5,07	
3	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	5,88	4,33	13,67	7,42	
4	orientacja na klienta (P)	7,84	4,33	18,00	9,77	
5	umiejętność współpracy i wspierania (S)	9,80	4,33	22,33	12,12	
6	dyskrecja i takt (O)	11,76	4,00	26,33	14,29	
7	elastyczność i radzenie sobie (O)	13,72	4,00	30,33	16,46	
8	motywacja i pewność siebie (O)	15,68	4,00	34,33	18,63	
9	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	17,64	4,00	38,33	20,80	
10	odpowiedzialność (O)	19,60	4,00	42,33	22,97	
11	poczucie estetyki (O)	21,56	4,00	46,33	25,14	B
12	przedsiębiorczość (O)	23,52	4,00	50,33	27,31	
13	umiejętności negocjacyjne (S)	25,48	4,00	54,33	29,48	
14	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	27,44	4,00	58,33	31,65	
15	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	29,4	4,00	62,33	33,82	
16	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	31,36	4,00	66,33	35,99	
17	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	33,32	4,00	70,33	38,16	
18	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	35,28	3,67	74,00	40,15	
19	kreatywność (O)	37,24	3,67	77,67	42,14	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	myślenie krytyczne (O)	39,20	3,67	81,34	44,13	B
21	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	41,16	3,67	85,01	46,12	
22	umiejętność podejmowania decyzji (P)	43,12	3,67	88,68	48,11	
23	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	45,08	3,67	92,35	50,10	
24	wiedza i umiejętności pozyskiwania danych (P)	47,04	3,67	96,02	52,09	
25	wielozadaniowość (P)	49,00	3,67	99,69	54,09	
26	zarządzanie informacjami (P)	50,96	3,67	103,36	56,08	C
27	zdolność aktywnego uczenia się (O)	52,92	3,67	107,03	58,07	
28	zmysł obserwacji (O)	54,88	3,67	110,70	60,06	
29	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	56,84	3,33	114,03	61,87	
30	inteligencja emocjonalna (O)	58,80	3,33	117,36	63,67	
31	mobilność kompetencyjna (P)	60,76	3,33	120,69	65,48	
32	myślenie analityczne (O)	62,72	3,33	124,02	67,29	
33	myślenie projektowe (P)	64,68	3,33	127,35	69,09	
34	otwartość na nowości (P)	66,64	3,33	130,68	70,90	
35	pasja (O)	68,60	3,33	134,01	72,71	
36	pozytywne nastawienie do zmian (P)	70,56	3,33	137,34	74,51	
37	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	72,52	3,33	140,67	76,32	
38	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	74,48	3,33	144,00	78,13	
39	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	76,44	3,33	147,33	79,93	
40	wiedza i umiejętności informatyczne	78,40	3,33	150,66	81,74	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	80,36	3,33	153,99	83,55	C
42	zaufanie	82,32	3,33	157,32	85,35	
43	znajomość oprogramowania i interfejsów	84,28	3,33	160,65	87,16	
44	gotowość do zmiany zawodu	86,24	3,00	163,65	88,79	
45	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury)	88,20	3,00	166,65	90,42	
46	mobilność przestrzenna	90,16	3,00	169,65	92,04	
47	transdyscyplinarność	92,12	3,00	172,65	93,67	
48	umiejętności programowania / kodowania	94,08	3,00	175,65	95,30	
49	wiedza o procesach i systemach	96,04	3,00	178,65	96,92	
50	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	98,00	3,00	181,65	98,55	
51	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	100,00	2,67	184,32	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A5.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż przetwórstwa przemysłowego

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	1,96	4,5	4,5	2,27	A
2	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	3,92	4,4	8,9	4,48	
3	nastawienie na jakość (P)	5,88	4,4	13,3	6,69	
4	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	7,84	4,4	17,7	8,91	
5	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	9,80	4,3	22,0	11,07	
6	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	11,76	4,3	26,3	13,24	
7	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (P)	13,72	4,3	30,5	15,35	
8	wiedza i umiejętności pozyskiwania danych (P)	15,68	4,3	34,8	17,51	
9	orientacja na klienta (P)	17,64	4,3	39,0	19,63	
10	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	19,60	4,3	43,3	21,79	
11	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	21,56	4,3	47,5	23,91	B
12	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	23,52	4,2	51,8	26,07	
13	odpowiedzialność (O)	25,48	4,2	56,0	28,18	
14	kreatywność (O)	27,44	4,2	60,1	30,25	
15	otwartość na nowości (P)	29,40	4,1	64,3	32,36	
16	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	31,36	4,1	68,4	34,42	
17	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi (P)	33,32	4,1	72,5	36,49	
18	komunikatywność (S)	35,28	4,1	76,6	38,55	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji	
19	myślenie analityczne (O)	37,24	4,0	80,6	40,56	B	
20	zdolność aktywnego uczenia się (O)	39,20	4,0	84,7	42,63		
21	zarządzanie informacjami (P)	41,16	4,0	88,7	44,64		
22	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	43,12	4,0	92,7	46,65		
23	umiejętność współpracy i wspierania (S)	45,08	3,9	96,6	48,62		
24	wielozadaniowość (P)	47,04	3,9	100,5	50,58		
25	elastyczność i radzenie sobie (O)	49,00	3,9	104,4	52,54		
26	zaufanie (S)	50,96	3,9	108,3	54,50		
27	myślenie projektowe (P)	52,92	3,8	112,1	56,42		C
28	pozytywne nastawienie do zmian (P)	54,88	3,8	115,9	58,33		
29	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	56,84	3,8	119,8	60,29		
30	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	58,80	3,8	123,6	62,20		
31	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	60,76	3,8	127,4	64,12		
32	mobilność kompetencyjna (P)	62,72	3,8	131,2	66,03		
33	umiejętność programowania/ kodowania (P)	64,68	3,8	135,0	67,94		
34	przedsiębiorczość (P)	66,64	3,8	138,7	69,80		
35	myślenie krytyczne (O)	68,60	3,7	142,4	71,67		
36	motywacja i pewność siebie (O)	70,56	3,7	146,1	73,53		
37	wiedza o procesach i systemach (P)	72,52	3,7	149,8	75,39		
38	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości (P)	74,48	3,6	153,5	77,25		
39	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	76,44	3,6	157,1	79,06		

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
40	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze (P)	78,40	3,6	160,7	80,88	C
41	transdyscyplinarność	80,36	3,6	164,3	82,69	
42	umiejętności negocjacyjne	82,32	3,5	167,8	84,45	
43	zmysł obserwacji	84,28	3,5	171,4	86,26	
44	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	86,24	3,5	174,9	88,02	
45	mobilność przestrzenna	88,20	3,5	178,4	89,78	
46	inteligencja emocjonalna	90,16	3,5	181,9	91,55	
47	dyskrecja i takt	92,12	3,5	185,3	93,26	
48	gotowość do zmiany zawodu	94,08	3,4	188,7	94,97	
49	poczucie estetyki	96,04	3,4	192,1	96,68	
50	pasja	98,00	3,3	195,4	98,34	
51	wiedza psychologiczna dot. człowieka i jego zachowań	100,00	3,3	198,7	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A6.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż budownictwa

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	1,96	4,6	4,6	2,26	A
2	myślenie analityczne (O)	3,92	4,4	9,0	4,41	
3	kreatywność (O)	5,88	4,4	13,4	6,57	
4	zdolność aktywnego uczenia się (O)	7,84	4,4	17,9	8,78	
5	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	9,80	4,4	22,3	10,94	
6	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	11,76	4,3	26,6	13,05	
7	myślenie projektowe (P)	13,72	4,3	30,9	15,16	
8	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	15,68	4,3	35,1	17,21	
9	otwartość na nowości (P)	17,64	4,3	39,4	19,32	
10	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	19,60	4,3	43,7	21,43	
11	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	21,56	4,3	48,0	23,54	B
12	zmysł obserwacji (O)	23,52	4,3	52,3	25,65	
13	mobility kompetencyjna (P)	25,48	4,3	56,6	27,76	
14	motywacja i pewność siebie (O)	27,44	4,3	60,9	29,87	
15	przedsiębiorczość (P)	29,40	4,3	65,1	31,93	
16	umiejętność współpracy i wspierania (S)	31,36	4,1	69,3	33,99	
17	elastyczność i radzenie sobie (O)	33,32	4,1	73,4	36,00	
18	pozytywne nastawienie do zmian (P)	35,28	4,1	77,6	38,06	
19	nastawienie na jakość (P)	37,24	4,1	81,7	40,07	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	39,20	4,1	85,9	42,13	B
21	zaufanie (S)	41,16	4,1	90,0	44,14	
22	komunikatywność (S)	43,12	4,1	94,1	46,15	
23	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	45,08	4,1	98,3	48,21	
24	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	47,04	4,1	102,4	50,22	
25	umiejętności negocjacyjne (S)	49,00	4,0	106,4	52,18	
26	mobilność przestrzenna (P)	50,96	4,0	110,4	54,14	C
27	zarządzanie informacjami (P)	52,92	4,0	114,4	56,11	
28	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	54,88	4,0	118,4	58,07	
29	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	56,84	4,0	122,4	60,03	
30	odpowiedzialność (O)	58,80	4,0	126,4	61,99	
31	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi (P)	60,76	4,0	130,4	63,95	
32	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	62,72	3,9	134,3	65,87	
33	myślenie krytyczne (O)	64,68	3,9	138,1	67,73	
34	orientacja na klienta (P)	66,64	3,9	142,0	69,64	
35	dyskrecja i takt (O)	68,60	3,9	145,9	71,56	
36	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań (P)	70,56	3,9	149,7	73,42	
37	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	72,52	3,9	153,6	75,33	
38	wiedza o procesach i systemach (P)	74,48	3,9	157,4	77,20	
39	transdyscyplinarność (P)	76,44	3,9	161,3	79,11	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
40	inteligencja emocjonalna (O)	78,40	3,7	165,0	80,92	C
41	nastawienie na zrównoważony rozwój	80,36	3,7	168,7	82,74	
42	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	82,32	3,7	172,4	84,55	
43	pasja	84,28	3,7	176,1	86,37	
44	umiejętność programowania/ kodowania	86,24	3,7	179,9	88,23	
45	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	88,20	3,6	183,4	89,95	
46	gotowość do zmiany zawodu	90,16	3,6	187,0	91,71	
47	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	92,12	3,6	190,6	93,48	
48	poczucie estetyki	94,08	3,4	194,0	95,15	
49	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	96,04	3,4	197,4	96,81	
50	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	98,00	3,3	200,7	98,43	
51	wielozadaniowość	100,00	3,1	203,9	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A7.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż transportu i gospodarki magazynowej

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	1,96	5,0	5,0	2,31	A
2	zdolność aktywnego uczenia się (O)	3,92	5,0	10,0	4,62	
3	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	5,88	5,0	15,0	6,93	
4	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	7,84	5,0	20,0	9,24	
5	kreatywność (O)	9,80	4,8	24,8	11,46	
6	umiejętności negocjacyjne (S)	11,76	4,8	29,5	13,63	
7	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	13,72	4,8	34,3	15,84	
8	komunikatywność (S)	15,68	4,8	39,0	18,01	
9	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	17,64	4,5	43,5	20,09	
10	umiejętność współpracy i wspierania (S)	19,60	4,5	48,0	22,17	
11	elastyczność i radzenie sobie (O)	21,56	4,5	52,5	24,25	B
12	otwartość na nowości (P)	23,52	4,5	57,0	26,33	
13	pozytywne nastawienie do zmian (P)	25,48	4,5	61,5	28,41	
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	27,44	4,5	66,0	30,49	
15	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	29,40	4,5	70,5	32,56	
16	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy (P)	31,36	4,5	75,0	34,64	
17	wielozadaniowość (P)	33,32	4,5	79,5	36,72	
18	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	35,28	4,5	84,0	38,80	
19	odpowiedzialność (O)	37,24	4,5	88,5	40,88	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	przedsiębiorczość (P)	39,20	4,5	93,0	42,96	B
21	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (P)	41,16	4,3	97,3	44,94	
22	myślenie analityczne (O)	43,12	4,3	101,5	46,88	
23	gotowość do zmiany zawodu(O)	45,08	4,3	105,8	48,87	
24	nastawienie na jakość (P)	47,04	4,3	110,0	50,81	
25	zaufanie (S)	49,00	4,3	114,3	52,80	
26	zmysł obserwacji (O)	50,96	4,3	118,5	54,73	
27	motywacja i pewność siebie (O)	52,92	4,3	122,8	56,72	C
28	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	54,88	4,3	127,0	58,66	
29	pasja (O)	56,84	4,3	131,3	60,65	
30	wiedza o procesach i systemach (P)	58,80	4,3	135,5	62,59	
31	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	60,76	4,3	139,8	64,57	
32	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	62,72	4,0	143,8	64,42	
33	myślenie projektowe (P)	64,68	4,0	147,8	68,27	
34	inteligencja emocjonalna (O)	66,64	4,0	151,8	70,12	
35	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości (P)	68,60	4,0	155,8	71,96	
36	mobilność kompetencyjna (P)	70,56	4,0	159,8	73,81	
37	poczucie estetyki (O)	72,52	4,0	163,8	75,66	
38	zarządzanie informacjami (P)	74,48	4,0	167,8	77,51	
39	analiza danych i zaawansowane analizy (big data) (P)	76,44	4,0	171,8	79,35	
40	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	78,40	4,0	175,8	81,20	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	80,36	4,0	179,8	83,05	C
42	transdyscyplinarność	82,32	4,0	183,8	84,90	
43	nastawienie na zrównoważony rozwój	84,28	3,8	187,5	86,61	
44	orientacja na klienta	86,24	3,8	191,3	88,36	
45	dyskretność i takt	88,20	3,8	195,0	90,07	
46	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań	90,16	3,8	198,8	91,83	
47	umiejętność programowania/kodowania	92,12	3,8	202,5	93,53	
48	myślenie krytyczne	94,08	3,5	206,0	95,15	
49	mobilność przestrzenna	96,04	3,5	209,5	96,77	
50	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	98,00	3,5	213,0	98,38	
51	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi	100,00	3,5	216,5	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A8.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż informatyki i komunikacji

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	myślenie projektowe (P)	1,96	4,6	4,6	2,27	A
2	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (P)	3,92	4,5	9,1	4,48	
3	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	5,88	4,5	13,6	6,70	
4	myślenie analityczne (O)	7,84	4,4	18,0	8,87	
5	kreatywność (O)	9,80	4,4	22,4	11,04	
6	otwartość na nowości (P)	11,76	4,4	26,8	13,20	
7	umiejętność programowania/kodowania (P)	13,72	4,4	31,1	15,32	
8	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	15,68	4,3	35,4	17,44	
9	zdolność aktywnego uczenia się (O)	17,64	4,3	39,6	19,51	
10	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	19,60	4,3	43,9	21,63	
11	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	21,56	4,3	48,1	23,70	B
12	motywacja i pewność siebie (O)	23,52	4,3	52,4	25,81	
13	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy (P)	25,48	4,3	56,6	27,88	
14	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	27,44	4,3	60,9	30,00	
15	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	29,40	4,3	65,1	32,07	
16	umiejętność współpracy i wspierania (S)	31,36	4,1	69,3	34,14	
17	myślenie krytyczne (O)	33,32	4,1	73,4	36,16	
18	pozytywne nastawienie do zmian (P)	35,28	4,1	77,5	38,18	
19	nastawienie na jakość (P)	37,24	4,1	81,6	40,20	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	39,20	4,1	85,8	42,27	B
21	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	41,16	4,1	89,9	44,29	
22	pasja (O)	43,12	4,1	94,0	46,31	
23	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	45,08	4,1	98,1	48,33	
24	elastyczność i radzenie sobie (O)	47,04	4,0	102,1	50,30	
25	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości (P)	49,00	4,0	106,1	52,27	C
26	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	50,96	4,0	110,1	54,24	
27	zaufanie (S)	52,92	4,0	114,1	56,21	
28	komunikatywność (S)	54,88	4,0	118,1	58,18	
29	zarządzanie informacjami (P)	56,84	4,0	122,1	60,15	
30	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	58,80	4,0	126,1	62,12	
31	wiedza o procesach i systemach (P)	60,76	4,0	130,1	64,09	
32	orientacja na klienta (P)	62,72	3,9	134,0	66,01	
33	zmysł obserwacji (O)	64,68	3,9	137,9	67,93	
34	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	66,64	3,9	141,8	69,85	
35	odpowiedzialność (O)	68,60	3,9	145,6	71,72	
36	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	70,56	3,8	149,4	73,60	
37	umiejętności negocjacyjne (S)	72,52	3,8	153,1	75,42	
38	wielozadaniowość (P)	74,48	3,8	156,9	77,29	
39	poczucie estetyki (O)	76,44	3,8	160,6	79,11	
40	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	78,40	3,8	164,4	80,99	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	80,36	3,8	168,1	82,81	C
42	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi	82,32	3,8	171,9	84,68	
43	mobilność kompetencyjna	84,28	3,6	175,5	86,45	
44	mobilność przestrzenna	86,24	3,6	179,1	88,23	
45	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań	88,20	3,6	182,8	90,05	
46	przedsiębiorczość	90,16	3,6	186,4	91,82	
47	gotowość do zmiany zawodu	92,12	3,5	189,9	93,55	
48	nastawienie na zrównoważony rozwój	94,08	3,4	193,3	95,22	
49	dyskrecja i takt	96,04	3,4	196,6	96,85	
50	transdyscyplinarność	98,00	3,3	199,9	98,47	
51	inteligencja emocjonalna	100,00	3,1	203,0	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A9.
Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż działalności profesjonalnej, naukowej i technicznej

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	myślenie analityczne (O)	1,96	4,6	4,6	2,38	A
2	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	3,92	4,6	9,2	4,76	
3	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM) (P)	5,88	4,5	13,7	7,08	
4	myślenie projektowe (P)	7,84	4,5	18,2	9,41	
5	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	9,80	4,4	22,7	11,74	
6	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników (P)	11,76	4,4	27,1	14,01	
7	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	13,72	4,4	31,5	16,29	
8	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	15,68	4,3	35,8	18,51	
9	nastawienie na jakość (P)	17,64	4,3	40,2	20,79	
10	elastyczność i radzenie sobie (O)	19,60	4,3	44,4	22,96	
11	otwartość na nowości (P)	21,56	4,3	48,7	25,18	B
12	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji (P)	23,52	4,3	53,0	27,40	
13	odpowiedzialność (O)	25,48	4,3	57,3	29,63	
14	umiejętność współpracy i wspierania (S)	27,44	4,2	61,5	31,80	
15	zdolność aktywnego uczenia się (O)	29,40	4,2	65,7	33,97	
16	zaufanie (S)	31,36	4,2	69,9	36,14	
17	pozytywne nastawienie do zmian (P)	33,32	4,1	74,0	38,26	
18	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	35,28	4,1	78,1	40,38	
19	myślenie krytyczne (O)	37,24	4,1	82,2	42,50	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	umiejętności negocjacyjne (S)	39,20	4,1	86,2	44,57	B
21	orientacja na klienta (P)	41,16	4,0	90,2	46,64	
22	kreatywność (O)	43,12	3,9	94,2	48,71	
23	komunikatywność (S)	45,08	3,9	98,1	50,72	
24	wielozadaniowość (P)	47,04	3,9	102,1	52,79	
25	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	49,00	3,9	105,9	54,76	
26	motywacja i pewność siebie (O)	50,96	3,9	109,8	56,77	C
27	przedsiębiorczość (O)	52,92	3,9	113,7	58,79	
28	umiejętność programowania/ kodowania (P)	54,88	3,7	117,4	60,70	
29	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	56,84	3,7	121,1	62,62	
30	zarządzanie informacjami (P)	58,80	3,7	124,8	64,53	
31	pasja (O)	60,76	3,6	128,4	66,39	
32	gotowość do zmiany zawodu (O)	62,72	3,6	131,9	68,20	
33	zmysł obserwacji (O)	64,68	3,5	135,4	70,01	
34	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	66,64	3,5	138,9	71,82	
35	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	68,60	3,5	142,4	73,63	
36	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	70,56	3,5	145,9	75,44	
37	mobilność przestrzenna (P)	72,52	3,4	149,4	77,25	
38	dyskrecja i takt (O)	74,48	3,4	152,8	79,01	
39	wiedza o procesach i systemach (P)	76,44	3,4	156,3	80,82	
40	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	78,40	3,3	159,6	82,52	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	mobility kompetencyjna	80,36	3,3	162,9	84,23	C
42	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	82,32	3,3	166,2	85,94	
43	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi	84,28	3,3	169,4	87,59	
44	nastawienie na zrównoważony rozwój	86,24	3,2	172,7	89,30	
45	transdyscyplinarność	88,20	3,2	175,9	90,95	
46	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	90,16	3,1	179,0	92,55	
47	poczucie estetyki	92,12	3,1	182,1	94,16	
48	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań	94,08	3,0	185,1	95,71	
49	inteligencja emocjonalna	96,04	2,9	187,9	97,16	
50	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	98,00	2,8	190,7	98,60	
51	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	100,00	2,7	193,4	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe. Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A10.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż edukacji

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	odpowiedzialność (O)	1,96	4,67	4,67	2,30	A
2	umiejętność podejmowania decyzji (P)	3,92	4,67	9,34	4,60	
3	kreatywność (O)	5,88	4,50	13,84	6,82	
4	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	7,84	4,50	18,34	9,04	
5	zaufanie (S)	9,80	4,50	22,84	11,26	
6	zdolność aktywnego uczenia się (O)	11,76	4,50	27,34	13,48	
7	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	13,72	4,33	31,67	15,61	
8	elastyczność i radzenie sobie (O)	15,68	4,33	36,00	17,75	
9	motywacja i pewność siebie (O)	17,64	4,33	40,33	19,88	
10	myślenie analityczne (O)	19,60	4,33	44,66	22,01	
11	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	21,56	4,33	48,99	24,15	B
12	otwartość na nowości (P)	23,52	4,33	53,32	26,28	
13	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	25,48	4,33	57,65	28,42	
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	27,44	4,17	61,82	30,47	
15	myślenie projektowe (P)	29,4	4,17	65,99	32,53	
16	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	31,36	4,17	70,16	34,58	
17	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	33,32	4,17	74,33	36,64	
18	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	35,28	4,17	78,50	38,69	
19	umiejętność współpracy i wspierania (S)	37,24	4,17	82,67	40,75	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	zarządzanie informacjami (P)	39,20	4,17	86,84	42,80	B
21	inteligencja emocjonalna (O)	41,16	4,00	90,84	44,78	
22	mobilność kompetencyjna (P)	43,12	4,00	94,84	46,75	
23	nastawienie na jakość (P)	45,08	4,00	98,84	48,72	
24	orientacja na klienta (P)	47,04	4,00	102,84	50,69	
25	umiejętności programowania / kodowania (P)	49,00	4,00	106,84	52,66	
26	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	50,96	4,00	110,84	54,63	
27	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	52,92	4,00	114,84	56,61	C
28	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	54,88	4,00	118,84	58,58	
29	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	56,84	4,00	122,84	60,55	
30	wiedza o procesach i systemach (P)	58,80	4,00	126,84	62,52	
31	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	60,76	4,00	130,84	64,49	
32	dyskrekcja i takt (O)	62,72	3,83	134,67	66,38	
33	gotowość do zmiany zawodu (O)	64,68	3,83	138,50	68,27	
34	myślenie krytyczne (O)	66,64	3,83	142,33	70,16	
35	pozytywne nastawienie do zmian (P)	68,60	3,83	146,16	72,04	
36	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	70,56	3,83	149,99	73,93	
37	znajomość programowania i interfejsów (P)	72,52	3,83	153,82	75,82	
38	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	74,48	3,71	157,53	77,65	
39	komunikatywność (S)	76,44	3,67	161,20	79,46	
40	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury)	78,40	3,67	164,87	81,27	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	umiejętności negocjacyjne	80,36	3,67	168,54	83,07	C
42	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań	82,32	3,67	172,21	84,88	
43	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	84,28	3,67	175,88	86,69	
44	zmysł obserwacji	86,24	3,67	179,55	88,50	
45	mobilność przestrzenna	88,20	3,50	183,05	90,23	
46	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	90,16	3,50	186,55	91,95	
47	wielozadaniowość	92,12	3,50	190,05	93,68	
48	pasja	94,08	3,33	193,38	95,32	
49	przedsiębiorczość	96,04	3,33	196,71	96,96	
50	poczucie estetyki	98,00	3,17	199,88	98,52	
51	transdyscyplinarność	100,00	3,00	202,88	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A11.
Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż opieki zdrowotnej i pomocy społecznej

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	1,96	4,27	4,27	2,24	A
2	umiejętność współpracy i wspierania (S)	3,92	4,27	8,54	4,47	
3	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	5,88	4,27	12,81	6,71	
4	odpowiedzialność (O)	7,84	4,20	17,01	8,91	
5	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	9,80	4,20	21,21	11,11	
6	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	11,76	4,20	25,41	13,31	
7	zarządzanie informacjami (P)	13,72	4,20	29,61	15,51	
8	elastyczność i radzenie sobie (O)	15,68	4,13	33,74	17,67	
9	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	17,64	4,07	37,81	19,80	
10	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	19,60	4,07	41,88	21,93	
11	zdolność aktywnego uczenia się (O)	21,56	4,07	45,95	24,07	B
12	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	23,52	4,00	49,95	26,16	
13	kreatywność (O)	25,48	4,00	53,95	28,26	
14	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	27,44	4,00	57,95	30,35	
15	otwartość na nowości (P)	29,4	4,00	61,95	32,45	
16	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	31,36	4,00	65,95	34,54	
17	nastawienie na jakość (P)	33,32	3,93	69,88	36,60	
18	umiejętność podejmowania decyzji (P)	35,28	3,93	73,81	38,66	
19	komunikatywność (S)	37,24	3,87	77,68	40,68	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	myślenie analityczne (O)	39,20	3,87	81,55	42,71	B
21	pozytywne nastawienie do zmian (P)	41,16	3,87	85,42	44,74	
22	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	43,12	3,87	89,29	46,76	
23	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	45,08	3,87	93,16	48,79	
24	inteligencja emocjonalna (O)	47,04	3,80	96,96	50,78	
25	motywacja i pewność siebie (O)	49,00	3,80	100,76	52,77	
26	myślenie projektowe (P)	50,96	3,80	104,56	54,76	
27	wielozadaniowość (P)	52,92	3,80	108,36	56,75	C
28	umiejętności negocjacyjne (S)	54,88	3,73	112,09	58,70	
29	umiejętności programowania / kodowania (P)	56,84	3,73	115,82	60,66	
30	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	58,80	3,73	119,55	62,61	
31	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	60,76	3,73	123,28	64,57	
32	przedsiębiorczość (O)	62,72	3,71	126,99	66,51	
33	zaufanie (S)	64,68	3,67	130,66	68,43	
34	zmysł obserwacji (O)	66,64	3,67	134,33	70,35	
35	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	68,60	3,60	137,93	72,24	
36	mobility kompetencyjna (P)	70,56	3,60	141,53	74,12	
37	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	72,52	3,60	145,13	76,01	
38	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	74,48	3,53	148,66	77,86	
39	wiedza o procesach i systemach (P)	76,44	3,53	152,19	79,71	
40	dyskretność i takt	78,40	3,47	155,66	81,52	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	orientacja na klienta	80,36	3,47	159,13	83,34	C
42	mobilność przestrzenna	82,32	3,33	162,46	85,08	
43	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	84,28	3,33	165,79	86,83	
44	gotowość do zmiany zawodu	86,24	3,27	169,06	88,54	
45	myślenie krytyczne	88,20	3,27	172,33	90,25	
46	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	90,16	3,27	175,60	91,97	
47	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	92,12	3,20	178,80	93,64	
48	poczucie estetyki	94,08	3,07	181,87	95,25	
49	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	96,04	3,07	184,94	96,86	
50	pasja	98,00	3,00	187,94	98,43	
51	transdyscyplinarność	100,00	3,00	190,94	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A12.
Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż: administracji publicznej i obrony narodowej

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	myślenie analityczne (O)	1,96	4,73	4,73	2,38	A
2	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	3,92	4,64	9,37	4,70	
3	komunikatywność (S)	5,88	4,55	13,92	6,99	
4	umiejętność podejmowania decyzji (P)	7,84	4,55	18,47	9,27	
5	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	9,80	4,55	23,02	11,56	
6	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	11,76	4,45	27,47	13,79	
7	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	13,72	4,45	31,92	16,02	
8	zarządzanie informacjami (P)	15,68	4,36	36,28	18,21	
9	zdolność aktywnego uczenia się (O)	17,64	4,36	40,64	20,40	
10	zaufanie (S)	19,60	4,36	45,00	22,59	
11	odpowiedzialność (O)	21,56	4,36	49,36	24,78	B
12	umiejętność współpracy i wspierania (S)	23,52	4,27	53,63	26,92	
13	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	25,48	4,27	57,90	29,07	
14	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	27,44	4,27	62,17	31,21	
15	wielozadaniowość (P)	29,4	4,18	66,35	33,31	
16	elastyczność i radzenie sobie (O)	31,36	4,18	70,53	35,41	
17	dyskrecja i takt (O)	33,32	4,18	74,71	37,51	
18	motywacja i pewność siebie (O)	35,28	4,09	78,80	39,56	
19	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	37,24	4,09	82,89	41,61	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	39,20	4,00	86,89	43,62	B
21	nastawienie na jakość (P)	41,16	4,00	90,89	45,63	
22	kreatywność (O)	43,12	4,00	94,89	47,64	
23	pozytywne nastawienie do zmian (P)	45,08	4,00	98,89	49,64	
24	przedsiębiorczość (O)	47,04	4,00	102,89	51,65	
25	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	49,00	3,91	106,80	53,62	
26	mobilność kompetencyjna (P)	50,96	3,82	110,62	55,53	
27	orientacja na klienta (P)	52,92	3,82	114,44	57,45	C
28	otwartość na nowości (P)	54,88	3,82	118,26	59,37	
29	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	56,84	3,82	122,08	61,29	
30	inteligencja emocjonalna (O)	58,80	3,73	125,81	63,16	
31	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	60,76	3,73	129,54	65,03	
32	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	62,72	3,73	133,27	66,90	
33	myślenie krytyczne (O)	64,68	3,64	136,91	68,73	
34	umiejętności programowania / kodowania (P)	66,64	3,64	140,55	70,56	
35	gotowość do zmiany zawodu (O)	68,60	3,64	144,19	72,39	
36	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	70,56	3,64	147,83	74,21	
37	transdyscyplinarność (P)	72,52	3,64	151,47	76,04	
38	wiedza o procesach i systemach (P)	74,48	3,64	155,11	77,87	
39	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	76,44	3,64	158,75	79,69	
40	zmysł obserwacji	78,40	3,55	162,30	81,48	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	80,36	3,55	165,85	83,26	C
42	myślenie projektowe	82,32	3,55	169,40	85,04	
43	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	84,28	3,55	172,95	86,82	
44	znajomość oprogramowania i interfejsów	86,24	3,45	176,40	88,55	
45	umiejętności negocjacyjne	88,20	3,36	179,76	90,24	
46	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	90,16	3,36	183,12	91,93	
47	mobilność przestrzenna	92,12	3,27	186,39	93,57	
48	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	94,08	3,27	189,66	95,21	
49	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	96,04	3,18	192,84	96,81	
50	poczucie estetyki	98,00	3,18	196,02	98,40	
51	pasja	100,00	3,18	199,20	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A13.

Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż działalności finansowej i ubezpieczeniowej

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	myślenie analityczne (O)	1,96	4,40	4,40	2,35	A
2	orientacja na klienta (P)	3,92	4,40	8,80	4,69	
3	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	5,88	4,40	13,20	7,04	
4	umiejętność współpracy i wspierania (S)	7,84	4,30	17,50	9,33	
5	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	9,80	4,30	21,80	11,62	
6	zaufanie (S)	11,76	4,30	26,10	13,92	
7	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	13,72	4,20	30,30	16,16	
8	odpowiedzialność (O)	15,68	4,20	34,50	18,40	
9	nastawienie na jakość (P)	17,64	4,10	38,60	20,58	
10	umiejętność podejmowania decyzji (P)	19,60	4,10	42,70	22,77	
11	komunikatywność (S)	21,56	4,00	46,70	24,90	B
12	motywacja i pewność siebie (O)	23,52	4,00	50,70	27,03	
13	myślenie projektowe (P)	25,48	4,00	54,70	29,17	
14	otwartość na nowości (P)	27,44	4,00	58,70	31,30	
15	pozytywne nastawienie do zmian (P)	29,4	4,00	62,70	33,43	
16	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	31,36	3,90	66,60	35,51	
17	gotowość do zmiany zawodu (O)	33,32	3,90	70,50	37,59	
18	kreatywność (O)	35,28	3,90	74,40	39,67	
19	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	37,24	3,90	78,30	41,75	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	wielozadaniowość (P)	39,20	3,90	82,20	43,83	B
21	zdolność aktywnego uczenia się (O)	41,16	3,90	86,10	45,91	
22	dyskreja i takt (O)	43,12	3,80	89,90	47,94	
23	mobilność kompetencyjna (P)	45,08	3,80	93,70	49,96	
24	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	47,04	3,80	97,50	51,99	
25	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	49,00	3,80	101,30	54,02	
26	zmysł obserwacji (O)	50,96	3,80	105,10	56,04	C
27	myślenie krytyczne (O)	52,92	3,70	108,80	58,01	
28	przedsiębiorczość (O)	54,88	3,70	112,50	59,99	
29	zarządzanie informacjami (P)	56,84	3,70	116,20	61,96	
30	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	58,80	3,60	119,80	63,88	
31	umiejętności przywódcze i zaradcze (P)	60,76	3,60	123,40	65,80	
32	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	62,72	3,50	126,90	67,67	
33	umiejętność działania wirtualnej rzeczywistości (P)	64,68	3,50	130,40	69,53	
34	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	66,64	3,50	133,90	71,40	
35	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	68,60	3,44	137,34	73,23	
36	elastyczność i radzenie sobie (O)	70,56	3,40	140,74	75,05	
37	inteligencja emocjonalna (O)	72,52	3,40	144,14	76,86	
38	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	74,48	3,40	147,54	78,67	
39	wiedza i umiejętności implementacji Internetu Rzeczy (P)	76,44	3,40	150,94	80,48	
40	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	78,40	3,30	154,24	82,24	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	mobility przestrzenna	80,36	3,30	157,54	84,00	C
42	umiejętności negocjacyjne	82,32	3,30	160,84	85,76	
43	transdyscyplinarność	84,28	3,20	164,04	87,47	
44	wiedza o procesach i systemach	86,24	3,20	167,24	89,18	
45	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	88,20	3,10	170,34	90,83	
46	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	90,16	3,00	173,34	92,43	
47	pasja	92,12	2,90	176,24	93,98	
48	poczucie estetyki	94,08	2,90	179,14	95,52	
49	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań	96,04	2,90	182,04	97,07	
50	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	98,00	2,80	184,84	98,56	
51	umiejętności programowania / kodowania	100,00	2,70	187,54	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczby punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A14.
Hierarchia kompetencji pracownika Przemysłu 4.0 w opinii pracowników branż handlu hurt. i detalicznego; naprawy pojazdów

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
1	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	1,96	4,70	4,70	2,23	A
2	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	3,92	4,60	9,30	4,41	
3	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	5,88	4,60	13,90	6,59	
4	wiedza i umiejętności pozyskiwania danych (P)	7,84	4,60	18,50	8,78	
5	komunikatywność (S)	9,80	4,50	23,00	10,91	
6	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	11,76	4,50	27,50	13,05	
7	odpowiedzialność (O)	13,72	4,50	32,00	15,18	
8	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	15,68	4,50	36,50	17,32	
9	orientacja na klienta (P)	17,64	4,50	41,00	19,45	
10	umiejętności negocjacyjne (S)	19,60	4,50	45,50	21,58	
11	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	21,56	4,50	50,00	23,72	B
12	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	23,52	4,40	54,40	25,81	
13	nastawienie na jakość (P)	25,48	4,40	58,80	27,89	
14	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	27,44	4,40	63,20	29,98	
15	otwartość na nowości (P)	29,4	4,40	67,60	32,07	
16	przedsiębiorczość (O)	31,36	4,40	72,00	34,16	
17	umiejętność podejmowania decyzji (P)	33,32	4,40	76,40	36,24	
18	umiejętność współpracy i wspierania (S)	35,28	4,40	80,80	38,33	
19	zdolność aktywnego uczenia się (O)	37,24	4,40	85,20	40,42	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
20	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	39,20	4,30	89,50	42,46	B
21	motywacja i pewność siebie (O)	41,16	4,30	93,80	44,50	
22	zaufanie (S)	43,12	4,30	98,10	46,54	
23	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	45,08	4,30	102,40	48,58	
24	elastyczność i radzenie sobie (O)	47,04	4,20	106,60	50,57	
25	kreatywność (O)	49,00	4,20	110,80	52,56	
26	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	50,96	4,20	115,00	54,55	C
27	zarządzanie informacjami (P)	52,92	4,20	119,20	56,55	
28	dyskreja i takt (O)	54,88	4,10	123,30	58,49	
29	myślenie analityczne (O)	56,84	4,10	127,40	60,44	
30	pozytywne nastawienie do zmian (P)	58,80	4,10	131,50	62,38	
31	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	60,76	4,10	135,60	64,33	
32	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	62,72	4,10	139,70	66,27	
33	wiedza o procesach i systemach	64,68	4,10	143,80	68,22	
34	inteligencja emocjonalna (O)	66,64	4,00	147,80	70,11	
35	pasja (O)	68,60	4,00	151,80	72,01	
36	wielozadaniowość (P)	70,56	4,00	155,80	73,91	
37	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	72,52	4,00	159,80	75,81	
38	myślenie krytyczne (O)	74,48	3,90	163,70	77,66	
39	myślenie projektowe (P)	76,44	3,90	167,60	79,51	
40	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy (P)	78,40	3,90	171,50	81,36	

Lp.	Nazwa kompetencji	Kumulowany % liczby komp.	Liczba punktów	Kumulowana liczba pkt.	Kumulowany % liczby pkt.	Podzbiór kompetencji
41	mobility kompetencyjna	80,36	3,80	175,30	83,16	C
42	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości	82,32	3,80	179,10	84,96	
43	zmysł obserwacji	84,28	3,80	182,90	86,77	
44	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury)	86,24	3,60	186,50	88,47	
45	mobility przestrzenna	88,20	3,60	190,10	90,18	
46	poczucie estetyki	90,16	3,60	193,70	91,89	
47	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	92,12	3,60	197,30	93,60	
48	gotowość do zmiany zawodu	94,08	3,50	200,80	95,26	
49	transdyscyplinarność	96,04	3,50	204,30	96,92	
50	umiejętności programowania / kodowania	98,00	3,30	207,60	98,48	
51	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM	100,00	3,20	210,80	100,00	

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Liczbę punktów podano jako wartość średnią ocen ważności danej kompetencji.

Źródło: badania własne.

Tabela A15.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie kierowników

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,6	3,6	-1,0
2	myślenie analityczne	4,5	3,7	-0,8
3	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,5	4,2	-0,3
4	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,4	4,2	-0,2
5	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,5	3,3	-1,2
6	kreatywność	4,4	3,7	-0,7
7	odpowiedzialność	4,5	4,3	-0,2
8	nastawienie na jakość	4,5	4,2	-0,3
9	otwartość na nowości	4,4	3,8	-0,6
10	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,5	4,0	-0,5
11	wiedza i umiejętności informatyczne	4,4	3,3	-1,1
12	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,4	4,1	-0,3
13	zdolność aktywnego uczenia się	4,5	3,9	-0,6
14	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	4,4	3,2	-1,2
15	umiejętności przywódcze i zarządcze	4,3	4,0	-0,3
16	elastyczność i radzenie sobie	4,3	4,1	-0,2
17	pozytywne nastawienie do zmian	4,3	3,8	-0,5
18	przedsiębiorczość	4,3	3,9	-0,4
19	myślenie projektowe	4,3	3,5	-0,8
20	orientacja na klienta	4,3	4,1	-0,2
21	komunikatywność	4,4	4,1	-0,3
22	gotowość do ciągłych usprawnień	4,3	3,6	-0,7
23	umiejętność współpracy i wspierania	4,2	3,8	-0,4
24	umiej. dzielenia się wiedzą	4,2	3,9	-0,3
25	motywacja i pewność siebie	4,2	3,9	-0,3
26	zarządzanie informacjami	4,3	3,8	-0,5
27	wielozadaniowość	4,2	3,8	-0,4
28	umiejętność programowania/ kodowania	4,1	2,6	-1,5
29	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	4,2	3,2	-1,0
30	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami	4,1	2,9	-1,2

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
31	umiejętności negocjacyjne	4,2	3,9	-0,3
32	zmysł obserwacji	4,1	3,7	-0,4
33	zaufanie	4,1	3,7	-0,4
34	nastawienie na zrównoważony rozwój	4,0	3,6	-0,4
35	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	4,0	2,7	-1,3
36	myślenie krytyczne	3,9	3,6	-0,3
37	mobilność kompetencyjna	4,1	3,5	-0,6
38	pasja	4,0	3,8	-0,2
39	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	4,0	3,0	-1,0
40	wiedza o procesach i systemach	4,0	3,2	-0,8

Źródło: badania własne.

Tabela A16.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie potencjalnych kierowników

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	komunikatywność (S)	4,24	3,42	-0,8
2	odpowiedzialność (O)	4,38	3,96	-0,4
3	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,22	3,46	-0,8
4	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,32	3,48	-0,8
5	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,42	3,20	-1,2
6	motywacja i pewność siebie (O)	4,18	3,18	-1,0
7	przedsiębiorczość (O)	4,34	3,37	-1,0
8	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,04	3,56	-0,5
9	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,16	3,20	-1,0
10	myślenie analityczne (O)	4,00	3,06	-1,0
11	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	4,30	3,50	-0,8
12	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	4,35	3,26	-1,1
13	nastawienie na jakość (P)	4,10	3,52	-0,6
14	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,16	3,22	-0,9
15	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,24	3,38	-0,9
16	zaufanie (S)	4,06	3,78	-0,3
17	kreatywność (O)	4,18	3,38	-0,8
18	orientacja na klienta (P)	4,22	3,22	-1,0
19	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	4,12	3,24	-0,9
20	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	4,12	3,12	-1,0
21	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	4,30	3,06	-1,2
22	otwartość na nowości (P)	4,00	3,39	-0,6
23	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	4,12	3,04	-1,1
24	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,22	3,20	-1,0
25	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,10	3,42	-0,7
26	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	4,10	2,72	-1,4
27	pozytywne nastawienie do zmian (P)	3,96	3,20	-0,8
28	zmysł obserwacji (O)	3,90	3,54	-0,4
29	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	4,10	3,06	-1,0
30	zarządzanie informacjami (P)	3,96	3,36	-0,6
31	myślenie projektowe (P)	4,16	3,04	-1,1
32	umiejętności negocjacyjne (S)	4,14	2,90	-1,2

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
33	mobilność kompetencyjna (P)	3,90	3,06	-0,8
34	wielozadaniowość (P)	4,06	3,12	-0,9
35	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	3,76	3,16	-0,6
36	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych (P)	3,78	2,72	-1,1
37	wiedza o procesach i systemach (P)	3,92	2,53	-1,4
38	inteligencja emocjonalna (O)	3,80	3,20	-0,6
39	gotowość do zmiany zawodu (O)	3,74	2,84	-0,9
40	myślenie krytyczne (O)	3,78	2,84	-0,9

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

Tabela A17.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników eksploatacyjnych

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,5	3,3	-1,2
2	nastawienie na jakość	4,3	4,0	-0,3
3	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,6	3,5	-1,1
4	otwartość na nowości	4,4	3,8	-0,6
5	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,4	3,7	-0,7
6	umiejętność współpracy i wspierania	4,2	3,8	-0,4
7	zdolność aktywnego uczenia się	4,3	3,8	-0,5
8	kreatywność	4,2	3,7	-0,5
9	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,4	3,6	-0,8
10	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	4,4	3,1	-1,3
11	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,2	3,6	-0,6
12	odpowiedzialność	4,3	4,0	-0,3
13	komunikatywność	4,2	3,7	-0,5
14	orientacja na klienta	4,3	3,7	-0,6
15	myślenie analityczne	4,3	3,3	-1,0
16	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,3	3,6	-0,7
17	gotowość do ciągłych usprawnień	4,2	3,6	-0,6
18	wiedza i umiejętności informatyczne	4,4	3,2	-1,2
19	motywacja i pewność siebie	4,3	3,4	-0,9
20	elastyczność i radzenie sobie	4,0	3,6	-0,4
21	pozytywne nastawienie do zmian	4,1	3,6	-0,5
22	umiejętność dzielenia się wiedzą	4,2	3,6	-0,6
23	zaufanie	4,1	3,7	-0,4
24	myślenie projektowe	4,2	3,1	-1,1
25	zarządzanie informacjami	4,1	3,3	-0,8
26	wielozadaniowość	4,1	3,5	-0,6
27	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	4,2	2,9	-1,3
28	umiejętności negocjacyjne	3,9	3,1	-0,8
29	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	4,0	2,9	-1,1

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
30	myślenie krytyczne	3,7	3,1	-0,6
31	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami	4,0	2,7	-1,3
32	zmysł obserwacji	3,9	3,7	-0,2
33	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	4,2	3,1	-1,1
34	pasja	3,7	3,4	-0,3
35	mobilność kompetencyjna	3,8	3,2	-0,6
36	wiedza o procesach i systemach	4,0	2,9	-1,1
37	przedsiębiorczość	3,8	3,0	-0,8
38	umiejętność programowania/ kodowania	4,1	2,5	-1,6
39	umiejętności przywódcze i zarządcze	3,8	2,9	-0,9
40	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	3,8	3,1	-0,7

Źródło: badania własne.

Tabela A18.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branż: rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	komunikatywność (S)	4,67	4,00	-0,7
2	nastawienie na jakość (P)	4,67	4,67	0,0
3	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	5,00	4,00	-1,0
4	orientacja na klienta (P)	4,67	4,33	-0,3
5	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,67	4,33	-0,3
6	dyskrecja i takt (O)	4,33	4,00	-0,3
7	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,67	4,00	-0,7
8	motywacja i pewność siebie (O)	4,67	3,67	-1,0
9	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,67	4,33	-0,3
10	odpowiedzialność (O)	4,67	4,00	-0,7
11	poczucie estetyki (O)	4,33	4,00	-0,3
12	przedsiębiorczość (O)	4,33	4,00	-0,3
13	umiejętności negocjacyjne (S)	4,67	4,00	-0,7
14	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	4,33	3,00	-1,3
15	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,67	4,00	-0,7
16	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	4,00	3,33	-0,7
17	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,67	2,67	-2,0
18	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	4,00	3,67	-0,3
19	kreatywność (O)	4,67	4,00	-0,7
20	myślenie krytyczne (O)	4,00	3,33	-0,7
21	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	4,33	4,00	-0,3
22	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,33	4,00	-0,3
23	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	3,67	2,00	-1,7
24	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,33	3,67	-0,7
25	wielozadaniowość (P)	4,00	3,67	-0,3
26	zarządzanie informacjami (P)	4,00	3,33	-0,7
27	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,33	3,67	-0,7
28	zmysł obserwacji (O)	4,33	3,67	-0,7
29	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	4,00	3,00	-1,0
30	inteligencja emocjonalna (O)	4,33	4,00	-0,3
31	mobilność kompetencyjna (P)	4,00	3,67	-0,3

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
32	myślenie analityczne (O)	4,33	3,33	-1,0
33	myślenie projektowe (P)	4,33	2,67	-1,7
34	otwartość na nowości (P)	4,33	3,67	-0,7
35	pasja (O)	3,33	3,33	0,0
36	pozytywne nastawienie do zmian (P)	4,33	3,67	-0,7
37	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	3,67	3,33	-0,3
38	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,00	3,67	-0,3
39	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	3,33	3,33	0,0

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

Tabela A19.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży przetwórstwa przemysłowego

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,8	3,6	-1,2
2	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,8	3,6	-1,2
3	nastawienie na jakość	4,5	4,1	-0,4
4	wiedza i umiejętności informatyczne	4,7	3,4	-1,3
5	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,5	3,8	-0,7
6	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	4,7	4,0	-0,7
7	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM: nauka, technologia, inżynieria, matematyka)	4,5	3,8	-0,7
8	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,4	3,8	-0,6
9	orientacja na klienta	4,6	3,8	-0,8
10	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,6	3,7	-0,9
11	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	4,5	3,4	-1,1
12	gotowość do ciągłych usprawnień	4,5	3,6	-0,9
13	odpowiedzialność	4,5	4,0	-0,5
14	kreatywność	4,4	3,9	-0,5
15	otwartość na nowości	4,5	3,9	-0,6
16	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,5	3,7	-0,8
17	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami	4,4	2,9	-1,5
18	komunikatywność	4,6	3,8	-0,8
19	myślenie analityczne	4,3	3,6	-0,7
20	zdolność aktywnego uczenia się	4,3	3,8	-0,5
21	zarządzanie informacjami	4,5	3,7	-0,8
22	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	4,6	3,5	-1,1
23	umiejętność współpracy i wspierania	4,3	3,8	-0,5
24	wielozadaniowość	4,3	3,7	-0,6
25	elastyczność i radzenie sobie	4,2	4,0	-0,2
26	zaufanie	4,1	3,5	-0,6
27	myślenie projektowe	4,2	3,2	-1,0
28	pozytywne nastawienie do zmian	4,3	3,6	-0,7
29	nastawienie na zrównoważony rozwój	3,8	3,2	-0,6

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
30	umiejętności przywódcze i zarządcze	4,2	3,2	-1,0
31	umiej. dzielenia się wiedzą	4,1	3,7	-0,4
32	mobilność kompetencyjna	4,1	3,3	-0,8
33	umiejętność programowania/ kodowania	4,5	2,7	-1,8
34	przedsiębiorczość	4,0	3,1	-0,9
35	myślenie krytyczne	3,6	3,4	-0,2
36	motywacja i pewność siebie	4,0	3,3	-0,7
37	wiedza o procesach i systemach	4,2	3,4	-0,8
38	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	4,1	3,0	-1,1
39	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	4,0	3,2	-0,8
40	znajomość dużych zbiorów danych i przetwarzanie w chmurze	4,0	2,7	-1,3

Źródło: badania własne.

Tabela A20.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży budownictwa

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,6	4,4	-0,2
2	myślenie analityczne	4,6	3,9	-0,7
3	kreatywność	4,4	3,7	-0,7
4	zdolność aktywnego uczenia się	4,0	3,6	-0,4
5	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,6	3,6	-1,0
6	umiejętność dzielenia się wiedzą	4,1	3,9	-0,2
7	myślenie projektowe	4,4	3,9	-0,5
8	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,3	4,0	-0,3
9	otwartość na nowości	4,1	3,6	-0,5
10	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,4	4,1	-0,4
11	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,4	4,0	-0,4
12	zmysł obserwacji	4,1	4,0	-0,1
13	mobilność kompetencyjna	4,3	3,4	-0,9
14	motywacja i pewność siebie	4,3	3,9	-0,4
15	przedsiębiorczość	4,4	4,0	-0,4
16	umiejętność współpracy i wspierania	4,3	4,1	-0,2
17	elastyczność i radzenie sobie	4,1	4,0	-0,1
18	pozytywne nastawienie do zmian	4,1	3,4	-0,7
19	nastawienie na jakość	4,4	4,3	-0,1
20	gotowość do ciągłych usprawnień	4,6	3,6	-1,0
21	zaufanie	4,3	3,6	-0,7
22	komunikatywność	4,3	3,9	-0,4
23	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	4,3	3,3	-1,0
24	umiejętności przywódcze i zarządcze	4,3	4,0	-0,3
25	umiejętności negocjacyjne	4,3	3,7	-0,6
26	mobilność przestrzenna	4,0	3,6	-0,4
27	zarządzanie informacjami	4,3	3,7	-0,6
28	wiedza i umiejętności informatyczne	4,3	3,3	-1,0
29	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	4,6	3,4	-1,2
30	odpowiedzialność	4,4	4,3	-0,1

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		požadany (wzorcowy)	aktualny	
31	znajomość oprogramowania i interfejsów wspierających zarządzanie operacjami i zarządzanie nimi	4,0	3,1	-0,9
32	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,4	3,1	-1,3
33	myślenie krytyczne	4,0	3,7	-0,3
34	orientacja na klienta	4,6	3,7	-0,9
35	dyskrecja i takt	4,0	4,3	+0,3
36	wiedza psychologiczna dotycząca człowieka i jego zachowań	4,0	3,6	-0,4
37	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	4,6	3,6	-1,0
38	wiedza o procesach i systemach	4,4	3,4	-1,0
39	transdyscyplinarność	4,0	3,1	-0,9
40	inteligencja emocjonalna	4,0	3,4	-0,6

Źródło: badania własne.

Tabela A21.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży transportu i gospodarki magazynowej

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,8	4,0	-0,8
2	zdolność aktywnego uczenia się	4,8	4,0	-0,8
3	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,8	3,5	-1,3
4	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,0	3,5	-0,5
5	kreatywność	4,3	3,3	-1,0
6	umiejętności negocjacyjne	4,3	3,8	-0,5
7	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,8	3,8	-1,0
8	komunikatywność	4,8	3,8	-1,0
9	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,0	4,3	+0,3
10	umiejętność współpracy i wspierania	4,5	3,8	-0,7
11	elastyczność i radzenie sobie	4,5	3,8	-0,7
12	otwartość na nowości	4,8	3,3	-1,5
13	pozytywne nastawienie do zmian	4,5	4,0	-0,5
14	gotowość do ciągłych usprawnień	4,0	3,3	-0,7
15	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,0	3,0	-1,0
16	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	4,3	3,8	-0,5
17	wielozadaniowość	4,5	3,5	-1,0
18	wiedza i umiejętności informatyczne	4,5	3,3	-1,2
19	odpowiedzialność	4,5	4,0	-0,5
20	przedsiębiorczość	4,5	3,8	-0,7
21	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	4,0	3,0	-1,0
22	myślenie analityczne	4,0	3,0	-1,0
23	gotowość do zmiany zawodu	3,8	3,3	-0,5
24	nastawienie na jakość	4,3	3,5	-0,8
25	zaufanie	4,5	4,3	-0,2
26	zmysł obserwacji	4,8	4,3	-0,5
27	motywacja i pewność siebie	4,8	4,3	-0,5
28	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	4,0	3,5	-0,5
29	pasja	4,5	3,8	-0,7

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
30	wiedza o procesach i systemach	3,5	3,3	-0,2
31	umiejętności przywódcze i zarządcze	4,0	3,5	-0,5
32	umiejętność dzielenia się wiedzą	3,8	3,3	-0,5
33	myślenie projektowe	4,0	2,8	-1,2
34	inteligencja emocjonalna	3,5	3,3	-0,2
35	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	4,0	2,3	-1,7
36	mobilność kompetencyjna	3,8	3,5	-0,3
37	poczucie estetyki	4,0	3,5	-0,5
38	zarządzanie informacjami	4,3	3,8	-0,5
39	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	4,0	3,0	-1,0
40	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	3,5	3,0	-0,5

Źródło: badania własne.

Tabela A22.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w ocenie pracowników branży informacji i komunikacji

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	myślenie projektowe	4,8	3,8	-1,0
2	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	4,6	3,8	-0,8
3	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,9	3,8	-1,1
4	myślenie analityczne	4,6	4,0	-0,6
5	kreatywność	4,5	4,0	-0,5
6	otwartość na nowości	4,8	3,9	-0,9
7	umiejętność programowania/ kodowania	4,9	3,9	-1,0
8	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,3	3,9	-0,4
9	zdolność aktywnego uczenia się	4,5	3,8	-0,7
10	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,5	3,6	-0,9
11	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,6	3,9	-0,7
12	motywacja i pewność siebie	4,5	3,8	-0,7
13	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy	4,4	3,3	-1,1
14	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,6	4,0	-0,6
15	wiedza i umiejętności informatyczne	4,8	3,9	-0,9
16	umiejętność współpracy i wspierania	4,1	3,6	-0,5
17	myślenie krytyczne	4,4	3,8	-0,6
18	pozytywne nastawienie do zmian	4,6	4,3	-0,3
19	nastawienie na jakość	4,1	4,0	-0,1
20	gotowość do ciągłych usprawnień	4,4	3,6	-0,8
21	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	4,0	3,5	-0,5
22	pasja	4,1	3,9	-0,2
23	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami	4,6	3,5	-1,1
24	elastyczność i radzenie sobie	4,1	3,5	-0,6
25	umiejętność działania w rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości	4,8	3,5	-1,3
26	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,6	3,9	-0,7
27	zaufanie	3,9	3,5	-0,4
28	komunikatywność	3,8	3,5	-0,3
29	zarządzanie informacjami	4,4	3,6	-0,8

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
30	wiedza na temat działań i procesów produkcyjnych	3,8	3,4	-0,4
31	wiedza o procesach i systemach	4,4	3,4	-1,0
32	orientacja na klienta	4,3	3,5	-0,8
33	zmysł obserwacji	4,0	3,8	-0,2
34	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	4,4	3,3	-1,1
35	odpowiedzialność	4,3	3,8	-0,5
36	umiej. dzielenia się wiedzą	4,3	3,3	-1,0
37	umiejętności negocjacyjne	4,1	3,3	-0,8
38	wielozadaniowość	4,1	3,5	-0,6
39	poczucie estetyki	3,8	3,5	-0,3
40	umiejętności przywódcze i zarządcze	4,3	3,0	-1,3

Źródło: badania własne.

Tabela A23.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży działalności profesjonalnej, naukowej i technicznej

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	myślenie analityczne	4,4	3,6	-0,8
2	umiejętność pracy z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem	4,7	3,7	-1,0
3	wiedza i umiejętności z obszaru nauk ścisłych (kompetencje STEM)	4,6	3,4	-1,2
4	myślenie projektowe	4,4	3,4	-1,0
5	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych	4,3	3,8	-0,5
6	umiejętność organizacji pracy własnej i współpracowników	4,4	3,7	-0,7
7	wiedza i umiejętności cyfrowe	4,4	3,6	-0,8
8	umiejętność dzielenia się wiedzą	4,3	3,8	-0,5
9	nastawienie na jakość	4,6	4,3	-0,3
10	elastyczność i radzenie sobie	4,3	3,8	-0,5
11	otwartość na nowości	4,2	4,1	-0,1
12	umiejętność wnioskowania i podejmowania decyzji	4,1	3,9	-0,2
13	odpowiedzialność	4,5	4,2	-0,3
14	umiejętność współpracy i wspierania	4,3	3,6	-0,7
15	zdolność aktywnego uczenia się	4,5	3,9	-0,6
16	zaufanie	4,4	3,8	-0,6
17	pozytywne nastawienie do zmian	3,9	4,1	+0,2
18	wiedza i umiejętności informatyczne	4,3	3,7	-0,6
19	myślenie krytyczne	3,9	3,6	-0,3
20	umiejętności negocjacyjne	4,1	3,6	-0,5
21	orientacja na klienta	3,9	3,7	-0,2
22	kreatywność	4,0	3,4	-0,6
23	komunikatywność	4,3	4,1	-0,2
24	wielozadaniowość	4,2	3,8	-0,4
25	nastawienie na rozwiązywanie problemów	4,2	3,4	-0,8
26	motywacja i pewność siebie	4,2	3,8	-0,4
27	przedsiębiorczość	4,0	3,7	-0,3
28	umiejętność programowania/ kodowania	4,0	2,9	-1,1
29	gotowość do ciągłych usprawnień	3,9	3,6	-0,3

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		požadany (wzorcowy)	aktualny	
30	zarządzanie informacjami	3,9	3,5	-0,4
31	pasja	3,9	3,7	-0,2
32	gotowość do zmiany zawodu	3,6	3,1	-0,5
33	zmysł obserwacji	3,8	3,3	-0,5
34	umiejętność tworzenia i konceptualizacji	3,8	3,4	-0,4
35	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>)	3,9	2,9	-1,0
36	umiejętności przywódcze i zarządcze	3,8	3,5	-0,3
37	mobilność przestrzenna	3,8	2,8	-1,0
38	dyskrecja i takt	4,0	3,5	-0,5
39	wiedza o procesach i systemach	3,9	3,2	-0,7

Źródło: badania własne.

Tabela A24.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży edukacji

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	odpowiedzialność (O)	4,67	4,83	+0,2
2	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,83	3,67	-1,2
3	kreatywność (O)	4,67	4,20	-0,5
4	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	4,83	3,67	-1,2
5	zaufanie (S)	4,83	4,33	-0,5
6	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,67	4,17	-0,5
7	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	4,50	3,33	-1,2
8	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,67	3,83	-0,8
9	motywacja i pewność siebie (O)	4,67	4,00	-0,7
10	myślenie analityczne (O)	4,83	3,83	-1,0
11	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	4,50	3,67	-0,8
12	otwartość na nowości (P)	4,83	4,50	-0,3
13	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,33	3,83	-0,5
14	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	4,50	3,83	-0,7
15	myślenie projektowe (P)	4,33	2,83	-1,5
16	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,83	4,00	-0,8
17	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	4,50	3,83	-0,7
18	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	4,67	4,17	-0,5
19	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,67	4,50	-0,2
20	zarządzanie informacjami (P)	4,67	4,00	-0,7
21	inteligencja emocjonalna (O)	4,33	4,17	-0,2
22	mobilność kompetencyjna (P)	4,00	3,33	-0,7
23	nastawienie na jakość (P)	4,50	4,33	-0,2
24	orientacja na klienta (P)	4,17	3,33	-0,8
25	umiejętności programowania / kodowania (P)	4,17	2,33	-1,8
26	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	4,33	3,50	-0,8
27	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,17	4,50	+0,3
28	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,67	4,17	-0,5
29	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,67	3,83	-0,8
30	wiedza o procesach i systemach (P)	4,17	2,67	-1,5
31	zdolność do interakcji z nowoczesnymi interfejsami (P)	4,00	3,33	-0,7

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		požadany (wzorcowy)	aktualny	
32	dyskrecja i takt (O)	4,67	4,67	0,0
33	gotowość do zmiany zawodu (O)	4,17	3,50	-0,7
34	myślenie krytyczne (O)	4,00	3,00	-1,0
35	pozytywne nastawienie do zmian (P)	4,17	4,33	+0,2
36	umiejętność tworzenia i konceptualizacji (P)	3,83	3,33	-0,5
37	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	4,00	3,33	-0,7
38	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	4,50	3,00	-1,5
39	komunikatywność (S)	4,17	4,17	0,0

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

Tabela A25.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży opieki zdrowotnej i pomocy społecznej

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	4,20	3,87	-0,3
2	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,07	4,20	+0,1
3	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	4,40	2,87	-1,5
4	odpowiedzialność (O)	4,20	3,93	-0,3
5	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	4,53	3,20	-1,3
6	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,13	3,93	-0,2
7	zarządzanie informacjami (P)	4,13	3,27	-0,9
8	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,27	3,60	-0,7
9	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	4,20	3,33	-0,9
10	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,27	3,60	-0,7
11	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,00	3,67	-0,3
12	analiza danych i zaawansowane analizy (<i>big data</i>) (P)	4,07	2,60	-1,5
13	kreatywność (O)	4,13	3,53	-0,6
14	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,13	3,80	-0,3
15	otwartość na nowości (P)	4,13	3,60	-0,5
16	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,50	2,94	-1,6
17	nastawienie na jakość (P)	4,07	3,60	-0,5
18	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,00	3,13	-0,9
19	komunikatywność (S)	4,07	3,40	-0,7
20	myślenie analityczne (O)	4,07	2,93	-1,1
21	pozytywne nastawienie do zmian (P)	3,93	3,33	-0,6
22	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	3,53	2,73	-0,8
23	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,00	3,07	-0,9
24	inteligencja emocjonalna (O)	3,93	3,67	-0,3
25	motywacja i pewność siebie (O)	3,67	2,93	-0,7
26	myślenie projektowe (P)	3,93	2,73	-1,2
27	wielozadaniowość (P)	3,87	3,60	-0,3
28	umiejętności negocjacyjne (S)	3,60	2,93	-0,7
29	umiejętności programowania / kodowania (P)	4,00	1,87	-1,1
30	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	4,07	2,27	-1,8
31	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	3,86	2,20	-1,7

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		požadany (wzorcowy)	aktualny	
32	przedsiębiorczość (O)	4,00	2,93	-1,1
33	zaufanie (S)	3,67	3,53	-0,1
34	zmysł obserwacji (O)	3,60	3,33	-0,2
35	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	3,40	2,00	-1,4
36	mobilność kompetencyjna (P)	3,60	2,80	-0,8
37	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	3,67	2,93	-0,7
38	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	3,47	3,20	-0,3
39	wiedza o procesach i systemach (P)	3,80	2,13	-1,7

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

Tabela A26.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży administracji publicznej i obrony narodowej

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	myślenie analityczne (O)	4,82	3,55	-1,3
2	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,45	3,73	-0,7
3	komunikatywność (S)	4,55	4,00	-0,6
4	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,45	3,36	-1,1
5	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	4,82	3,91	-0,9
6	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,73	3,64	-1,1
7	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,55	3,82	-0,7
8	zarządzanie informacjami (P)	4,36	3,91	-0,5
9	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,27	3,91	-0,4
10	zaufanie (S)	4,73	4,09	-0,6
11	odpowiedzialność (O)	4,55	4,36	-0,2
12	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,64	4,45	-0,2
13	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,36	3,82	-0,5
14	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	4,36	3,73	-0,6
15	wielozadaniowość (P)	3,91	3,91	0,0
16	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,45	3,82	-0,6
17	dyskrecja i takt (O)	4,27	4,27	0,0
18	motywacja i pewność siebie (O)	4,18	3,73	-0,5
19	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,36	3,64	-0,7
20	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	4,27	3,82	-0,5
21	nastawienie na jakość (P)	4,27	3,55	-0,7
22	kreatywność (O)	4,09	3,64	-0,5
23	pozytywne nastawienie do zmian (P)	4,27	3,64	-0,6
24	przedsiębiorczość (O)	4,00	3,27	0,0
25	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	4,09	3,45	-0,6
26	mobilność kompetencyjna (P)	3,82	3,36	-0,5
27	orientacja na klienta (P)	4,00	3,64	-0,4
28	otwartość na nowości (P)	4,09	3,91	-0,2
29	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	4,18	2,91	-1,3
30	inteligencja emocjonalna (O)	4,09	3,82	0,3
31	wiedza dotycząca człowieka i jego zachowań (S)	4,00	3,64	-0,4

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		požadany (wzorcowy)	aktualny	
32	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	3,82	3,45	-0,4
33	myślenie krytyczne (O)	3,82	3,00	-0,8
34	umiejętności programowania / kodowania (P)	3,55	1,82	-1,7
35	gotowość do zmiany zawodu (O)	4,00	3,27	-0,7
36	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	3,73	2,09	-1,6
37	transdyscyplinarność (P)	3,64	2,45	-1,2
38	wiedza o procesach i systemach (P)	3,73	2,45	-1,3
39	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	3,73	2,36	-1,4

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

Tabela A27.

Profil kompetencji kluczowych pracownika Przemysłu 4.0 w samoocenie pracowników branży działalności finansowej i ubezpieczeniowej

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
1	myślenie analityczne (O)	4,70	4,10	-0,6
2	orientacja na klienta (P)	4,40	4,20	-0,2
3	umiejętność dzielenia się wiedzą (S)	4,50	4,00	-0,5
4	umiejętność współpracy i wspierania (S)	4,70	4,40	-0,3
5	wiedza i umiejętności cyfrowe (P)	4,60	4,30	-0,3
6	zaufanie (S)	4,30	4,50	+0,2
7	nastawienie na rozwiązywanie problemów (P)	4,60	4,10	-0,5
8	odpowiedzialność (O)	4,60	4,40	-0,2
9	nastawienie na jakość (P)	4,40	4,30	-0,1
10	umiejętność podejmowania decyzji (P)	4,50	3,90	-0,6
11	komunikatywność (S)	4,40	4,30	-0,1
12	motywacja i pewność siebie (O)	4,40	4,00	-0,4
13	myślenie projektowe (P)	4,20	3,70	-0,5
14	otwartość na nowości (P)	4,60	4,20	-0,4
15	pozytywne nastawienie do zmian (P)	4,20	3,70	-0,5
16	gotowość do ciągłych usprawnień (P)	3,90	3,90	0,0
17	gotowość do zmiany zawodu (O)	3,90	2,80	-1,1
18	kreatywność (O)	4,40	4,20	-0,2
19	organizacja pracy własnej i współpracowników (P)	4,40	4,40	0,0
20	wielozadaniowość (P)	4,30	4,00	-0,3
21	zdolność aktywnego uczenia się (O)	4,20	4,40	+0,2
22	dyskrecja i takt (O)	4,30	4,10	-0,2
23	mobilność kompetencyjna (P)	3,60	3,40	-0,2
24	nastawienie na zrównoważony rozwój (S)	3,90	3,70	-0,2
25	wiedza i umiejętność pozyskiwania danych (P)	4,50	4,00	-0,5
26	zmysł obserwacji (O)	3,70	4,60	+0,9
27	myślenie krytyczne (O)	4,20	4,00	-0,2
28	przedsiębiorczość (O)	4,20	3,60	-0,6
29	zarządzanie informacjami (P)	4,40	3,80	-0,6
30	korzystanie z dużych zbiorów danych (chmury) (P)	3,80	3,30	-0,5
31	umiejętności przywódcze i zarządcze (P)	4,50	3,80	-0,7

Lp.	Kompetencje	Poziomy kompetencji		Luka kompetencyjna
		pożądany (wzorcowy)	aktualny	
32	praca z cyfrowymi narzędziami i oprogramowaniem (P)	4,30	3,80	-0,5
33	umiejętność działania w wirtualnej rzeczywistości (P)	4,00	3,90	-0,1
34	znajomość oprogramowania i interfejsów (P)	3,60	3,20	-0,4
35	wiedza i umiejętności z obszaru kompetencji STEM (P)	4,33	2,89	-1,4
36	elastyczność i radzenie sobie (O)	4,30	4,10	-0,2
37	inteligencja emocjonalna (O)	4,20	4,10	-0,2
38	wiedza i umiejętności informatyczne (P)	3,90	3,50	-0,4
39	wiedza i umiejętność implementacji Internetu Rzeczy (P)	3,90	3,30	-0,6

Uwagi:

Litery P, S i O w nawiasach oznaczają rodzaj kompetencji — odpowiednio profesjonalne, społeczne i osobowościowe.

Źródło: badania własne.

„Treści zawarte w recenzowanej monografii uważam za bardzo ważne i aktualne, bowiem dotyczą wpływu automatyzacji i robotyzacji, powszechnie nazywanych Przemysłem 4.0, na sytuację na rynku pracy. W opracowaniu postawiono ważne pytania dotyczące ekonomiczno-społecznych konsekwencji wynikających z implementacji najnowszych technologii. Chociaż materiał umieszczony w części empirycznej zebrany został od pracowników zatrudnionych w podmiotach działających w woj. warmińsko-mazurskim, to jednak zastosowana metodyka badań, dyskusja wyników i wnioskowanie, na podstawie których zaprojektowano modele kluczowych kompetencji pracowników ery cyfrowej, są uniwersalne i mogą być stosowane w dowolnym podmiocie gospodarczym w Polsce”.

DR HAB. LECH NIEŻURAWSKI, PROF. WSB

„Praca ma charakter naukowy o wysokim poziomie merytorycznym. Poprawnie i logicznie jest prowadzony wywód naukowy. Bardzo obszernie został omówiony aktualny stan badań i autorka odwołuje się do tego stanu w tekście. Praca zawiera oryginalne treści ze względu na wykonanie pogłębionej analizy procesów rewolucji technologicznej w gospodarce „Przemysł 4.0”. Recenzowaną przeze mnie publikację należy ocenić wysoko na tle publikacji konkurencyjnych. Elementem nowatorskim pracy jest rozważenie zagadnienia „Przemysł 4.0”, które wyraża rewolucję technologiczną w gospodarce. Rewolucja ta nazywana jest czwartą rewolucją i aktualnie wywiera bardzo istotny wpływ na życie gospodarcze i społeczne”.

DR HAB. MICHAŁ PIETRZAK, PROF. UG

IBG
INSTYTUT BADAŃ
GOSPODARCZYCH

