Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.

Kompetencje 4.0

Część I

Cyfrowa transformacja rynku pracy i przemysłu w perspektywie roku 2030

Kompetencje 4.0

Część I:

Cyfrowa transformacja
rynku pracy i przemysłu
w perspektywie roku 2030

Kompetencje 4.0

Część I:

Cyfrowa transformacja rynku pracy i przemysłu w perspektywie roku 2030

Warszawa 2020

Raport powstał na zlecenie Agencji Rozwoju Przemysłu S.A.

Autor raportu:
Krzysztof Głomb, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie”

Autor jest ekspertem w zakresie rozwoju cyfrowego, specjalizującym się w strategicznych zagadnieniach cyfrowych usług publicznych oraz tematyce wpływu edukacji na dynamikę rozwoju gospodarczego. Kieruje Stowarzyszeniem „Miasta w Internecie”, jest członkiem Komitetu Informatyki Polskiej Akademii Nauk, członkiem Rady Naukowej Instytutu Badań Edukacyjnych w Warszawie, a także pełnomocnikiem Ministra Cyfryzacji ds. współpracy z administracją samorządową RP.

Redakcja i korekta merytoryczna:
Konrad Szeląg, Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.
Stanisław Starnawski, Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.

Korekta językowa:
Joanna Liczner, Nadzorca Czcionek – Joanna Liczner

Opracowanie graficzne:
Działania Wizualne – Agencja Kreatywna. Błażej Zych
dzialaniawizualne.pl

ISBN: 978-83-904711-0-5

Warszawa, sierpień 2020

Spis treści

Słowo wstępne 6

Kluczowe liczby 8

Wprowadzenie 10

1. Kompetencyjne wyzwania ery cyfrowej 14

1.1. Definicja kompetencji cyfrowych 15
1.2. Kompetencje transwersalne 21
1.3. Deficyt kompetencji cyfrowych w Europie i w Polsce 25

2. Cyfrowa transformacja rynku pracy 42

2.1. Cyfrowa dysrupcja i perspektywa głębokich zmian na rynku pracy 43
2.2. Ewolucja rynku pracy – branże wschodzące i schyłkowe 51

3. Przemysł 4.0 a zapotrzebowanie na kompetencje cyfrowe 56

3.1. Profile kompetencji Przemysłu 4.0 57
3.2. Niedobory, niedopasowania i luki kompetencji cyfrowych 61
3.3. Kompetencje cyfrowe a wiodące technologie 66

4. Addendum: Potencjalny wpływ pandemii na rozwój kompetencji cyfrowych ... 72

Podsumowanie 82

Słowo wstępne

Proces wolnorynkowej transformacji gospodarczej i integracji ze strukturami Unii Europejskiej przez wiele lat dostarczał nam gotowych wzorców modernizacyjnych. Miało to swoje koszty, gdy próbowaliśmy stosować zachodnie recepty zbyt dogmatycznie lub brakowało nam refleksji nad gospodarczymi i społecznymi uwarunkowaniami, które różnią Polskę od państw zachodnich. Miało też jednak niezaprzeczalne zalety – przez długi czas po 1989 roku rozwijająca się polska gospodarka mogła oprzeć się na rozwiązaniach, które wcześniej wdrożyły najbardziej rozwinięte państwa świata. Mogliśmy uczyć się na nie swoich błędach i skorzystać z renty późnego przybysza, co pozwalało nam wdrażać od razu najlepsze, najbardziej nowoczesne rozwiązania.

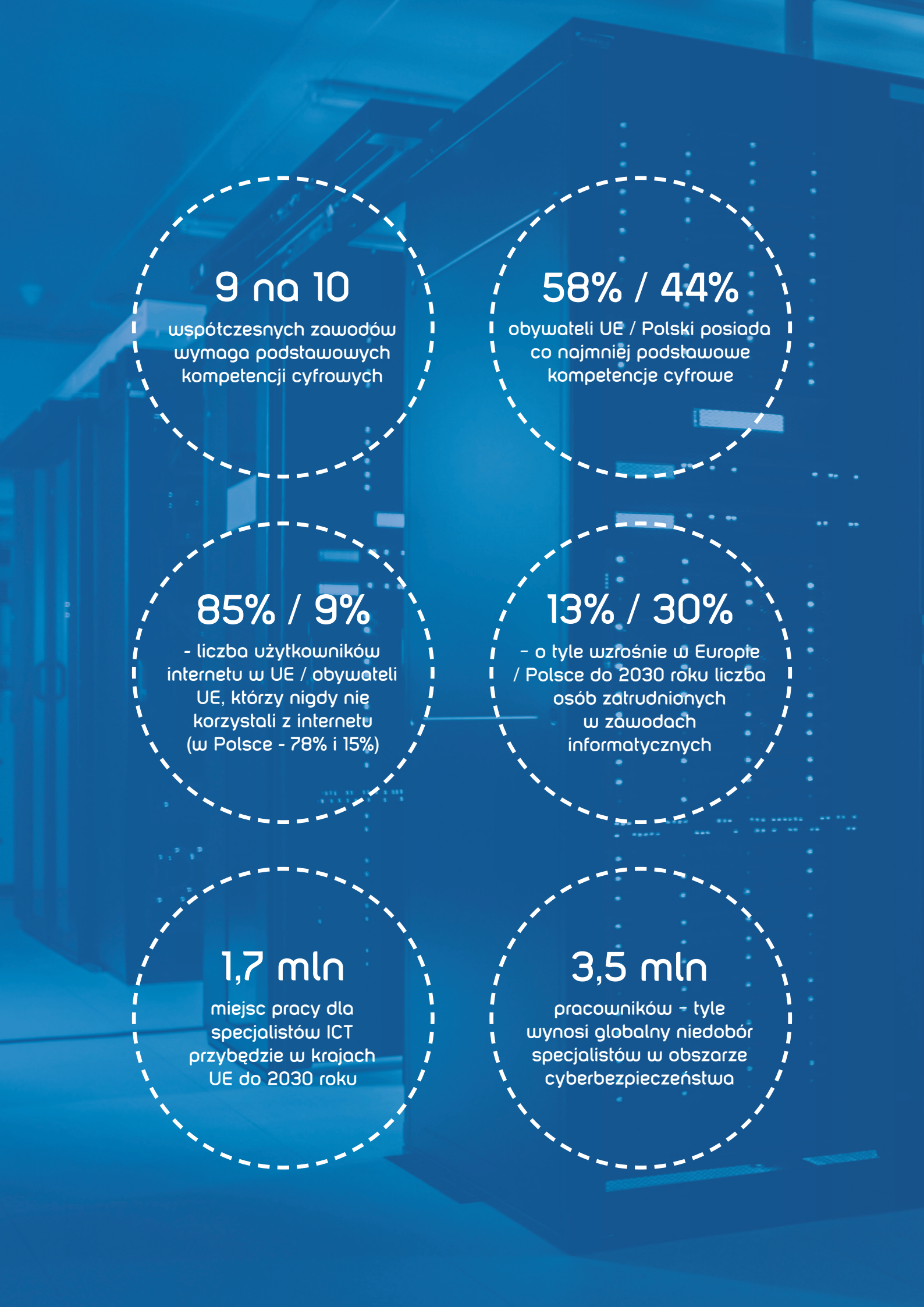
Obecnie, od co najmniej kilku lat, sytuacja wygląda już jednak inaczej. Rozwój Przemysłu 4.0 i związanych z nim kompetencji 4.0 sprawia, że stajemy wobec pytań, na które nie ma gotowych odpowiedzi – jak przygotować nasze społeczeństwo i gospodarkę do wyzwań, które niosą ze sobą cyfryzacja, automatyzacja, robotyzacja i inne elementy Przemysłu 4.0. Dodatkowo sprawę komplikuje obecna pandemia COVID-19, która również ma istotny wpływ na rozwój kompetencji cyfrowych, wymuszając zastosowanie na masową skalę e-handlu, pracy i nauki zdalnej itp. Niniejszy raport jest próbą odpowiedzi na przynajmniej część tych pytań, a także punktem wyjścia do dalszej dyskusji na temat kompetencji przyszłości – w społeczeństwie i w biznesie. Jest to istotne, jeśli chcemy przejść od gospodarki imitacyjnej do gospodarki innowacyjnej.

Cezariusz Lesisz, Prezes Agencji Rozwoju Przemysłu S.A.

Dysruptywne zmiany w wymiarze globalnym tworzą warunki dla transformacji tradycyjnych branż gospodarki w domeny Przemysłu 4.0. W otoczeniu wschodzących technologii – sztucznej inteligencji, *big data*, chmury obliczeniowej, wirtualnej rzeczywistości i innych – umiejętności, wiedza oraz postawy proaktywne wysuwają się na plan pierwszy, stając się głównym motorem rozwoju i konkurencyjności gospodarek. W Polsce prawdę tę przyswoiliśmy we wciąż niewystarczającym stopniu, co ujawniła także obecna pandemia COVID-19.

By sprostać wyzwaniom trzeciej dekady XXI wieku, Polska musi zerwać z modelem edukacji odziedziczonym po minionym stuleciu i zbudować system, którego jądrem będą z jednej strony kompetencje 4.0, łączące umiejętności cyfrowe ze zbiorem kompetencji społecznych, komunikacyjnych i interpersonalnych, z drugiej zaś – zintegrowany w skali indywidualnego doświadczenia proces uczenia się przez całe życie, zainicjowany w szkole, a następnie przebiegający w naturalnym środowisku aktywności – przedsiębiorstwie, instytucji czy organizacji. Powinniśmy porzucić dotychczasowe reaktywne zmiany i korekty istniejących rozwiązań na rzecz wykreowania w latach 2020-2021 podstaw nowego – programowo i strukturalnie – systemu rozwoju nowoczesnych kompetencji społeczeństwa adekwatnych do czasów czwartej rewolucji przemysłowej.

Krzysztof Głomb, Prezes Stowarzyszenia „Miasta w Internecie”.



9 na 10

współczesnych zawodów wymaga podstawowych kompetencji cyfrowych

58% / 44%

obywateli UE / Polski posiada co najmniej podstawowe kompetencje cyfrowe

85% / 9%

- liczba użytkowników internetu w UE / obywateli UE, którzy nigdy nie korzystali z internetu (w Polsce - 78% i 15%)

13% / 30%

- o tyle wzrośnie w Europie / Polsce do 2030 roku liczba osób zatrudnionych w zawodach informatycznych

1,7 mln

miejsc pracy dla specjalistów ICT przybędzie w krajach UE do 2030 roku

3,5 mln

pracowników - tyle wynosi globalny niedobór specjalistów w obszarze cyberbezpieczeństwa

57%

firm w UE, które chciały zatrudnić specjalistów ICT, miało trudności z obsadzeniem takich wakatów

12%

menedżerów w UE podjęło jakiekolwiek działania w związku z wystąpieniem luki kompetencji cyfrowych

47%

pracowników w UE uważa, że część ich obecnych umiejętności zdezaktualizuje się w ciągu najbliższych 5 lat

48%

pracowników w Polsce uważa, że w ciągu najbliższych 10 lat w ich pracy nie nastąpią żadne zmiany

45%

polskich przedsiębiorstw organizuje szkolenia z zakresu nowych technologii

9-45%

obecnych zawodów zostanie częściowo lub całkowicie zautomatyzowanych do 2030 roku

Wprowadzenie

Wprowadzenie

Znajdujemy się w szczególnym okresie rozwoju gospodarczego – skokowych zmian uwarunkowań gospodarczych (technologicznych, prawnych, biznesowych i społecznych), które prowadzą tradycyjny przemysł w kierunku tzw. Przemysłu 4.0 (zwanego także czwartą rewolucją przemysłową)[1]. To, w jakim stopniu zrozumiemy ich wyjątkowy charakter i jakich wyborów dokonamy obecnie, zadecyduje o kształcie Polski na kilka najbliższych dekad. Kluczową rolę w tym procesie odegrają kompetencje ery cyfrowej – tzw. kompetencje 4.0.

W trzeciej dekadzie XXI wieku automatyzacja i robotyzacja, będące podstawą Przemysłu 4.0, wpłyną silnie na rynek pracy. Praca w nowym otoczeniu produkcyjnym oraz w warunkach dynamicznego rozwoju wschodzących technologii (sztucznej inteligencji, internetu rzeczy, *big data*, chmury obliczeniowej, komputerów kwantowych itp.) będzie wymagać dostosowanych kompetencji wykraczających poza – dotychczas uznawane za kluczowe i rozumiane tradycyjnie – techniczne kompetencje cyfrowe. W edukacji zawodowej istotne miejsce muszą znaleźć także inne umiejętności (w zakresie cyberbezpieczeństwa, medialne, społeczne itp.). Miejscem zdobywania nowych kompetencji i podnoszenia ich poziomu w stopniu znacznie większym niż dotychczas muszą stać się przedsiębiorstwa prowadzące własną politykę edukacyjną.

Tymczasem Polska – z perspektywy europejskiej i globalnej – należy do krajów dotkniętych kryzysem kompetencji cyfrowych niezbędnych do rozwoju kraju, w tym w zakresie Przemysłu 4.0. W większości rankingów kompetencji zajmuje ona od lat miejsce w ostatniej piątce państw Unii Europejskiej (UE).

W perspektywie roku 2030 Polska zmierzy się z globalnym boomem Przemysłu 4.0, który może mieć istotny wpływ na jej europejską i globalną pozycję konkurencyjną. Będzie też musiała stawić czoła ogólnoświatowym megatrendom, takim jak dynamiczny wzrost liczby ludności w krajach rozwijających się (zwłaszcza w Azji i Afryce), wzrost liczby ludności w miastach, starzenie się społeczeństw itp.[2] Technologie będą stanowić napęd cyfrowej transfor-

1 Pod pojęciem „Przemysł 4.0" rozumie się zaawansowaną transformację cyfrową łańcuchów wartości, produktów, usług i modeli biznesowych. Por. np. PwC, *Przemysł 4.0, czyli wyzwania współczesnej produkcji*, 2017.

2 Por. S. Atkinson, *10 Mega Trends That Are (Re)shaping Our World, Ipsos*, 2019; K. Beaver, *The Ten Mega Trends That Are Changing Our World*, Ipsos, 2019.

macji gospodarki, która stanie się efektem wspomnianej czwartej rewolucji przemysłowej, ale jednocześnie stworzą nowe problemy cywilizacyjne (np. zmniejszanie prywatności, ryzyko naruszania swobód obywatelskich itp.).

Przemysł 4.0 to nie przyszłość, do której możemy się przygotowywać przez lata, lecz rzeczywistość, z jaką mamy do czynienia już dziś w skali globalnej. Działaniem podejmowanym w tej sytuacji nie może być jedynie reaktywne dostosowywanie decyzji władz publicznych i przedsiębiorstw do nowych zjawisk i zachodzących zmian. Przeciwnie, kluczem do rozwoju biznesów będą postawy proaktywne. Konieczna jest również kompleksowa polityka rozwoju cyfrowego w skali państwa, w tym dokonanie skoku jakościowego w zakresie edukacji cyfrowej, co wymaga wspólnej aktywności władz publicznych, środowiska akademickiego i biznesu.

Zasadnicze analizy i treści niniejszego raportu powstały na przełomie 2019 i 2020 roku, a jego publikacja zaplanowana była na marzec 2020 roku. Data publikacji raportu została przesunięta z uwagi na pandemię COVID-19, która w pierwszych miesiącach 2020 roku rozwinęła się na szeroką skalę najpierw w Chinach i Korei Południowej, następnie w Europie i Stanach Zjednoczonych, a także w innych regionach świata (Brazylia, Rosja, Indie). Raport w odnosi się więc głównie do sytuacji sprzed pandemii (rozdziały 1-3), ale został uzupełniony o dostępne dane statystyczne i informacje - w szczególności na temat działań antykryzysowych w czasie pandemii (rozdział 4). Na obecnym etapie badań nad wpływem pandemii na globalne zmiany gospodarcze i społeczne przedwczesne jest modyfikowanie dotychczasowych i formułowanie nowych rekomendacji odnoszących się do roli i rozwoju kompetencji 4.0 w czasach „nowej normalności", która nastąpi po pandemii. Możliwe, że wiele dotychczasowych tez i prognoz nie straci, lecz zyska na aktualności, gdyż pandemia będzie czynnikiem wymuszającym szybszy rozwój kompetencji cyfrowych, o których mowa w niniejszym raporcie.

1

Kompetencyjne wyzwania ery cyfrowej

1. Kompetencyjne wyzwania ery cyfrowej

1.1. Definicja kompetencji cyfrowych

Tradycyjne rozumienie kompetencji cyfrowych ogranicza się do definiowania ich jako technicznych kompetencji informatycznych, niezbędnych do świadomego korzystania z internetu i aplikacji usługowych oraz do obsługi urządzeń cyfrowych, a w przypadku umiejętności na wyższym poziomie – programowania, czyli tworzenia kodu programów informatycznych. Jednak definicja ta w niewielkim stopniu pozwala zrozumieć miejsce, znaczenie i rolę kompetencji niezbędnych do funkcjonowania w środowisku nasyconym rozwiązaniami cyfrowymi, tak jak rozumie je Komisja Europejska:

„Szybka cyfrowa transformacja gospodarki oznacza, że obecnie niemal wszystkie prace – podobnie jak ogólnie udział w życiu społeczeństwa – wymagają posiadania pewnych umiejętności cyfrowych. **Umiejętności cyfrowe są obecnie równie ważne jak umiejętność czytania, pisania i rozumowania matematycznego**, więc Europa potrzebuje ludzi z kompetencjami cyfrowymi, którzy nie tylko są w stanie korzystać z tych technologii, ale również wprowadzać w nich innowacje i odgrywać wiodącą rolę”[3].

W ostatnich latach pojęcie „kompetencji cyfrowych” *sensu stricto* silnie ewoluuje, a jego tradycyjne, kojarzone wyłącznie z informatyką ujęcie traci przydatność. Utrudnia bowiem uchwycenie bezpośrednich związków między posiadanymi kompetencjami a ich wpływem na życie i pracę w uwarunkowaniach drugiej dekady XXI wielu. Aby lepiej pokazać związek funkcjonalny między cyfrowym środowiskiem życia i pracy a pakietem przydatnych do aktywnego uczestnictwa w nim kompetencji cyfrowych, te ostatnie definiuje się poprzez odniesienia do **umiejętności, wiedzy, zachowań, postaw, kompetencji, zdolności i cech charakteru**[4].

3 *Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 roku w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie* (2006/962/WE), Dziennik Urzędowy UE, 30 grudnia 2006.

4 E. Kispeter, *Digital Skills and Inclusion Research Working Group Evidence Brief. What digital skills do adults need to succeed in the workplace now and in the next 10 years?*, Warwick Institute for Employment Research, Warwick University, 2018.

Ewolucję podejść definicyjnych przedstawia w skrócie poniższe zestawienie:

1. W 2006 roku Komisja Europejska sformułowała, a Parlament i Rada Europejska zaleciły do stosowania pakiet tzw. **kompetencji kluczowych**[5] obejmujący: porozumiewanie się w języku ojczystym, komunikowanie się w językach obcych, kompetencje matematyczne, podstawowe kompetencje naukowo-techniczne, umiejętność uczenia się, kompetencje społeczne i obywatelskie, inicjatywę i przedsiębiorczość oraz świadomość i ekspresję kulturową (Komisja wyróżniła także tradycyjnie wówczas rozumiane „kompetencje informatyczne"). Chociaż w ostatnich latach pojawiły się rozszerzające interpretacje zakresu poszczególnych kompetencji (np. czytanie to dziś już nie tylko zdolność odczytania zapisanego tekstu, ale także jego analizowanie, refleksja nad nim oraz odnoszenie się do jego treści i kontekstów)[6], to definicja ta wydaje się dziś odbiegać od współczesnego rozumienia pełnego spectrum niezbędnych kompetencji ery cyfrowej.

2. Opublikowane w 2010 roku w USA opracowanie taksonomiczne[7] do kanonu „kompetencji przyszłości" zaliczyło przydatne w pracy tzw. **kompetencje miękkie** (*soft skills*): kompetencje społeczne, umiejętności zarządzania własną pracą i efektywnego uczenia się oraz innowacyjność i kreatywność, rozumiane jako rozwiązywanie niestandardowych problemów. Model ten stanowi podstawę nowoczesnego ujęcia zakresu pożądanych kompetencji ery cyfrowej.

3. W 2013 roku rząd Australii zaproponował pakiet **kluczowych kompetencji pracowniczych**[8], w którym wydzielił cztery obszary: a) korzystanie z technologii, b) łączność z innymi, c) dostęp do informacji oraz jej organizacja i prezentacja, a także d) zarządzanie ryzykiem. Zaproponował ponadto pięć poziomów zaawansowania umiejętności cyfrowych przydatnych w pracy.

4. Na przełomie 2013 i 2014 roku jeden z centrów badawczych Komisji Europejskiej (IPTS) przedstawił model **kompetencji informatycznych i informacyjnych** (*Digital Competence Framework* – DigComp), który stanowił syntezę podejścia technicznego (odnoszącego się do sprawnej obsługi urządzeń i aplikacji cyfrowych) i informacyjnego (związanego z korzystaniem z informacji, wywiedzionego z wielu poprzednich propozycji taksonomicznych)[9]. Model ten, stanowiący krok naprzód w kierunku współczesnej definicji kompetencji ery cyfrowej, tylko w części odnosi się do pakietu kompetencji dostosowanych do współczesnych potrzeb pracowników Przemysłu 4.0, w którym istotną rolę odgrywają kompetencje miękkie[10]. DigComp definiuje kompetencje cyfrowe jako umiejętności szukania, pozyskiwania i przetwa-

5 Zalecenie 2006/962/WE (zob. przypis 3).

6 Komisja Europejska, *Wniosek w sprawie Zalecenia Rady w sprawie kompetencji kluczowych w procesie uczenia się przez całe życie*, COM(2018)24, Bruksela, 17 stycznia 2018.

7 *P21 Framework for 21st Century Learning*, Partnership for 21st Century Learning, 2010.

8 *Core Skills for Work Developmental Framework*, Commonwealth of Australia, 2013.

9 A. Ferrari, *Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks*, Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies, Sewilla 2012.

10 A. Ferrari, *DigComp: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*, Joint Research Centre – Institute for Prospective Technological Studies, Sewilla 2013.

rzania informacji oraz wykorzystywania ich w krytyczny i systematyczny sposób, z oceną ich znaczenia i odróżnieniem treści realnych od wirtualnych.

5. W 2015 roku, na potrzeby badania PISA[11], **alfabetyzację cyfrową** (*digital literacy*) zdefiniowano jako „zdolność do ewaluacji informacji z wielu źródeł oraz oceny wiarygodności i użyteczności treści przy zastosowaniu własnych kryteriów, a także zdolność do realizacji zadań, które wymagają od czytelnika zlokalizowania informacji powiązanych z nieznanym kontekstem, w sytuacji wieloznaczności treści i bez wyraźnych wskazówek".

6. W 2016 roku w raporcie OECD[12] wyróżniono trzy poziomy **umiejętności cyfrowych**:

   - **ogólne** – umożliwiające pracownikom korzystanie z technologii w codziennej pracy dla uzyskania dostępu do informacji *online* lub korzystania z oprogramowania;
   - **szczegółowe** – umożliwiające pracę przy tworzeniu produktów i usług cyfrowych, stron internetowych, aplikacji e-handlu, z wykorzystaniem *big data* i chmury, a także obejmujące wiedzę o programowaniu, rozwoju aplikacji i/lub zarządzaniu sieciami;
   - k**omplementarne** – umożliwiające rozwiązywanie problemów, przetwarzanie złożonych informacji itp.

7. Również w 2016 roku Ecorys UK[13] zaproponował w swoim raporcie dla rządu Wielkiej Brytanii trzy kategorie zaawansowania umiejętności cyfrowych:

   - **podstawowe** – zapewniające zdolność do życia w otoczeniu rozwiązań technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT), np. posługiwania się aplikacjami w celu komunikacji i przeszukiwania zasobów internetu oraz w zakresie cyberbezpieczeństwa;
   - **pracownicze (średnio zaawansowane, dla pracowników branż nietechnologicznych)** – obejmujące umiejętności podstawowe oraz dodatkowo kompetencje potrzebne w pracy, związane głównie z obsługą aplikacji;
   - **kluczowe (dla profesjonalistów ICT)** – umiejętności podstawowe, pracownicze i kompetencje niezbędne do pracy w zróżnicowanym sektorze ICT, np. tworzenia nowych rozwiązań, produktów i usług.

W opracowaniu określono także rodzaje kompetencji właściwych dla szerokiego spektrum pracowników, które uzupełniają podstawowe oraz kluczowe umiejętności cyfrowe: zarządzanie informacjami i przetwarzanie ich (np. tworzenie prezentacji, praca z edytorem tekstu i z arkuszem kalkulacyjnym, obsługa baz danych), umiejętności odnoszące się do bezpieczeństwa oraz umiejętności specyficzne dla danej branży gospodarki (takie jak: druk 3D, projektowanie graficzne z wykorzystaniem oprogramowania CAD, obsługa maszyn[14]).

11 OECD, *Students, Computers and Learning: Making the Connection*, PISA, OECD Publishing, 2015.

12 OECD, *Skills for Digital World*, Working Party on Measurement and Analysis of the Digital Economy, 2016.

13 Ecorys UK, Digital Skills for the UK Economy, Department for Business, Innovation & Skills, Department for Culture Media & Sport, 2016.

14 Tamże.

Powyższą klasyfikację można wywieść także z podejścia do umiejętności cyfrowych (czy też zgodnie z ówczesną terminologią: *e-skills*) zaproponowanego w raporcie *e-Leadership Skills* przygotowanym na zlecenie Komisji Europejskiej[15]. Przedstawiony w raporcie model piramidy kompetencji cyfrowych przedstawia rysunek 1.

8. W 2017 roku w raporcie Parlamentu Europejskiego uznano, iż umiejętności cyfrowe obejmują z jednej strony **kompetencje techniczne**, tj. wachlarz od podstawowych do zaawansowanych umiejętności umożliwiających korzystanie z technologii cyfrowych (cyfrowej wiedzy), z drugiej zaś **kompetencje poznawcze, emocjonalne i społeczne** niezbędne do korzystania z nich[16].

Rysunek 1. Piramida kompetencji cyfrowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: D. van Welsum, B. Lanvin, e-Leadership Skills. Vision Report, ISEAD, 2012.

9. W 2016 roku Komisja Europejska wprowadziła system *e-Competence Framework* złożony z 40 kompetencji w zakresie technologii cyfrowych, określonych w kontekście profesjonalnych zastosowań w pracy zawodowej. Ramy **e-kompetencji**, stanowiące normę europejską[17], zapewniają wspólne rozumienie zdefiniowanych w nich umiejętności, wiedzy oraz ich poziomów zaawansowania. Na polu profesjonalnych kompetencji cyfrowych stanowią one system analogiczny do *DigComp Framework* – modelu odnoszącego się do **kompetencji funkcjonalnych**, które pozwalają żyć w otoczeniu nasyconym narzędziami i aplikacjami cyfrowymi.

15 D. van Welsum, B. Lanvin, *e-Leadership Skills. Vision Report*, ISEAD, 2012.

16 Parlament Europejski, *Digital Skills in the EU Labour Market*, European Parliamentary Research Service, 2017.

17 European Committee for Standarization, e-Competence Framework (e-CF) – A Common European Framework for ICT Professionals in All Industry Sectors, EN 16234-1, 2016.

10. W 2018 roku rząd Wielkiej Brytanii wprowadził *Ramy kluczowych kompetencji cyfrowych*, które zastąpiły *Ramy podstawowych kompetencji cyfrowych* przyjęte w 2015 roku[18]. W tej systematyce wydzielono następujące **grupy umiejętności**: bazowe, komunikacyjne, obsługi informacji i treści, transakcyjne, rozwiązywania problemów, a także zapewniania bezpieczeństwa cyfrowego i legalności działań. Porządkuje ona **umiejętności niezbędne w życiu i pracy** oraz dodatkowe umiejętności przydatne w pracy.

11. W 2018 roku PwC zaadaptowało do potrzeb sektora IT koncepcję **„T-kształtnych kompetencji"** (*T-shaped skills*), odpowiadających na wyzwania inteligentnych specjalizacji przemysłowych i transformacji cyfrowej (zob. tabela 1 i rysunek 2). Ujęcie to stanowi **kombinację kompetencji ogólnych** (przydatnych w wielu dziedzinach) i **specjalistycznych** (w co najmniej jednej z nich). Koncepcja ta została uznana przez Komisję Europejską za wiodącą w analizie potrzeb rozwijających się gospodarek europejskich i stanowi inspirujący punkt wyjścia dla analiz dotyczących Przemysłu 4.0 w perspektywie roku 2030.

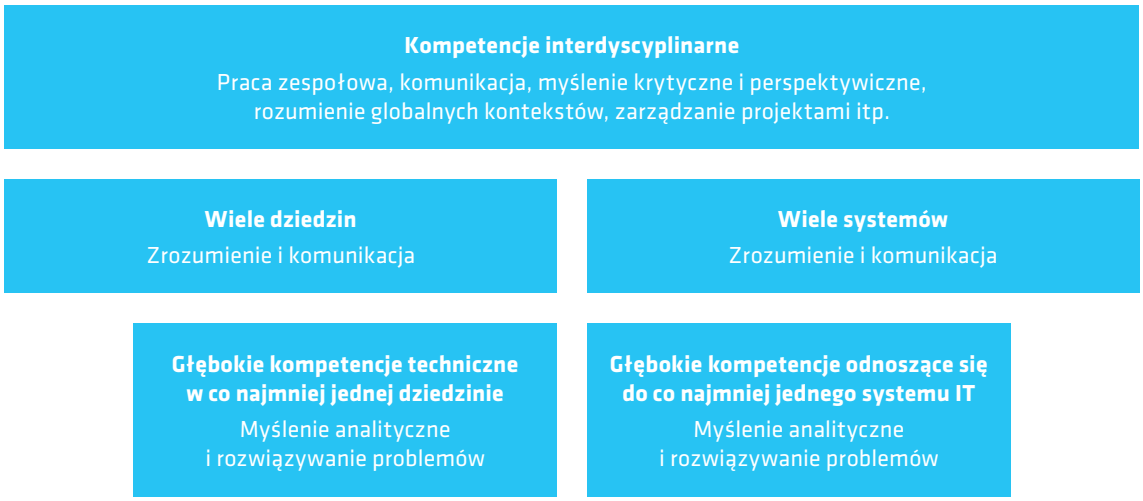
Tabela 1. Model T-kształtnych kompetencji

Lp.	Obszar kompetencji	Opis kategorii kompetencji
1	**Technika**	Kompetencje odnoszące się do praktycznego wykorzystania nauki, np. integracja systemów, modelowanie matematyczne i symulacja, wytwarzanie nanostruktur metodą *top-down* itp.
2	**Jakość, ryzyko i bezpieczeństwo**	Kompetencje w zakresie zarządzania jakością, oceny ryzyka, zarządzania kryzysowego, bezpieczeństwa i higieny pracy itp.
3	**Zarządzanie i przedsiębiorczość**	Kompetencje odnoszące się do zarządzania, administrowania, własności intelektualnej i finansów
4	**Komunikacja**	Kompetencje komunikacji interpersonalnej, np. komunikacji werbalnej i pisemnej, prezentacji, komunikacji publicznej, współpracy *online*
5	**Innowacje**	Umiejętność tworzenia nowych rozwiązań, rozwiązywanie złożonych problemów, myślenie systemowe, kreatywność itp.
6	**Inteligencja emocjonalna**	Zdolność do radzenia sobie z emocjami swoimi i innych ludzi, entuzjazm, odpowiedzialność, odporność na stres, samokontrola, decyzyjność itp.
7	**Etyka**	Zdolność do uwzględniania etycznych aspektów wpływu na społeczeństwo wywieranego przez pracę i nowe technologie

Źródło: PwC, Skills for Smart Industrial Specialisation and Digital Transformation. Interim Report, Komisja Europejska, 2018; PwC, Skills for Smart Industrial Specialisation and Digital Transformation. Final Report, Komisja Europejska, 2019.

18 UK Government, *Guidance – Essential Digital Skills Framework*, Department for Education, 2019.

Rysunek 2. Koncepcja T-kształtnych kompetencji sektora IT



Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Empirica, PwC, High-Tech Skills Challenges of Today and Tomorrow, 2018; PwC, Skills for Smart Industrial Specialisation and Digital Transformation. Final Report, Komisja Europejska, 2019.

W powyższym ujęciu obszar kompetencji technicznych obejmuje szeroki zakres technologii, zdefiniowany w oparciu o koncepcję tzw. **kluczowych technologii wspomagających** (KET)[19] oraz umiejętności cyfrowe. Składają się na to umiejętności w zakresie badań i rozwoju dotyczące:

- **technologii produkcyjnych** – np. zaawansowanych technologii wytwarzania, zaawansowanych materiałów i nanotechnologii, technologii *life science*;
- **technologii cyfrowych** – np. w mikro- i nanoelektronice, fotonice i sztucznej inteligencji;
- **cybertechnologii** – np. bezpieczeństwa cyfrowego, łączności;
- **podstawowych kompetencji w obszarze technologii cyfrowych** – np. umiejętności użytkownika rozwiązań cyfrowych ujęte w *DigComp Framework*;
- **zaawansowanych kompetencji w obszarze technologii cyfrowych** – np. umiejętności zawodów informatycznych ujęte w *European e-Competence Framework*.

Model T-kształtnych kompetencji odgrywa dużą rolę w koncepcjach kompetencyjnego rozwoju Przemysłu 4.0 w Europie, które zaproponowała Komisja Europejska (Dyrekcja Generalna ds. Rynku Wewnętrznego, Przemysłu, Przedsiębiorczości i MŚP).

Przedstawione powyżej podejścia do kompetencji ery cyfrowej (1, 3, 5, 6 i 7) należy uznać za odległe od kanonu złożonych potrzeb kompetencyjnych gospodarki 4.0. Perspektywa roku 2030 wymaga szerszego włączenia do niego wiedzy i umiejętności odnoszących się do pracy w złożonym środowisku technologicznym i w interdyscyplinarnych zespołach ukierunkowanych na kreowanie innowacji w kontekście globalnego rynku. W niniejszym raporcie definicja

19 Na kluczowe technologie wspomagające (*Key Enabling Technologies*), zwane też kluczowymi technologiami prorozwojowymi, składają się mikro- i nanoelektronika, fotonika, nanotechnologie, biotechnologie, zaawansowane materiały i zaawansowane systemy produkcyjne.

kompetencji ery cyfrowej wywiedziona została z ducha propozycji (2, 9, 10 i 11), które proponują poszerzone ujęcie, od kilku lat dominujące w literaturze przedmiotu[20].

1.2. Kompetencje transwersalne

Jak pokazują wyniki badań, w nowym otoczeniu technologicznym zmiany w kompetencyjnym portfolio pracowników dotyczyć będą w znacznym stopniu kompetencji odnoszących się do **interakcji międzyludzkich** oraz **zaawansowanych zdolności kognitywnych**[21]. Duże znaczenie zyskają nierutynowe umiejętności społeczne i emocjonalne, kreatywność oraz inne zdolności, których zastosowanie w pracy jest trudne do zautomatyzowania[22]. Wejdą one do kanonu kompetencji ery cyfrowej. Zarazem jednak posiadanie **podstawowych technicznych umiejętności cyfrowych** stanie się obowiązkiem każdego pracownika, niezależnie od wykonywanego zawodu.

Konieczna jest zatem nowa definicja kompetencji niezbędnych do życia i pracy w erze dysruptywnych zmian trzeciej dekady XXI wieku (zob. rozdział 2.1). Obecne definicje kompetencji cyfrowych *sensu stricto* są silnie powiązane z tradycyjnym rozumieniem technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT), otwartym raczej na doświadczenia przeszłości niż wizję przyszłości.

Nowa definicja niezbędna jest także z uwagi na **rozwój i upowszechnienie nowych technologii cyfrowych**. Nadchodząca dekada ma być okresem szybkiego rozwoju uczenia maszynowego i **sztucznej inteligencji**[23]. Przewiduje się, że do końca tej dekady ponad 80% zadań związanych z obsługą procesów będzie realizowanych przez systemy sztucznej inteligencji. Zadania z obszaru rozumowania ilościowego będą realizować po połowie ludzie i maszyny, przy czym ludzie będą wciąż odpowiedzialni za wypełnienie 80% zadań z obszaru rozumowania wielofunkcyjnego[24]. Przewiduje się także, że w postępie geometrycznym rosnąć będzie wykorzystanie **chmury obliczeniowej**. Na lata 2020-2023 planowane jest wdrożenie w Europie rozwiązań technologii 5G w skali użytkowej, co stworzy warunki dla bezprecedensowego rozkwitu różnorodnych funkcjonalności i usług klasy smart city. Do edukacji i zarządzania wejdą powszechnie narzędzia bazujące na VR (*Virtual Reality*) i AR (*Augmented Reality*), na co dzień będziemy konfrontować się z rzeczywistością **internetu rzeczy** (*Internet of Things* – IoT). Robotyzacja i automatyzacja produkcji staną się napędem Przemysłu 4.0.

Trzecia dekada XXI wieku ma być w skali globalnej (również w Polsce) czasem **dynamicznego rozwoju „gospodarki danych"**[25]. W opinii ekspertów Światowego Forum Ekonomicznego do

20 Ecorys UK, *Digital Skills for the UK Economy, Department for Business, Innovation & Skills, Department for Culture Media & Sport*, 2016.

21 P. Baudry, D. A. Green, B. M. Sand, *The Great Reversal in the Demand for Skill and Cognitive Tasks*, NBER Working Paper, No. 18901, 2013.

22 McKinsey & Company, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, McKinsey Global Institute, 2017.

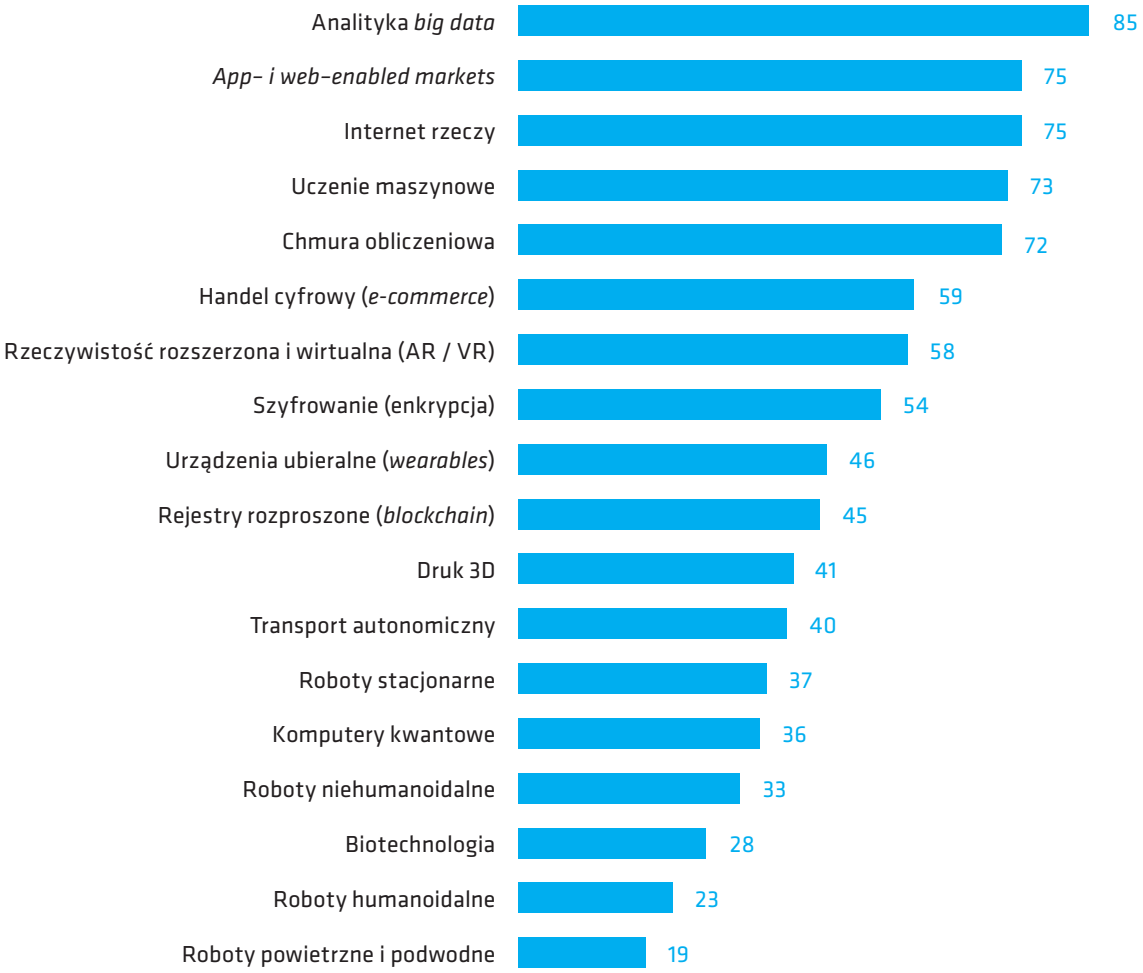
23 *Polityka rozwoju sztucznej inteligencji w Polsce na lata 2019-2027. Godna zaufania sztuczna inteligencja. Autonomia i konkurencja*, 2019.

24 Tamże.

25 G. Koloch, K. Grobelna, K. Zakrzewska-Szlichtyng, B. Kamiński, D. Kaszyński, *Intensywność wykorzystania danych w gospodarce a jej rozwój – analiza diagnostyczna*, Ministerstwo Cyfryzacji, 2017.

2022 roku najbardziej rozpowszechnionymi technologiami cyfrowymi w przedsiębiorstwach będą: **analityka *big data*** (w 85% firm), internet rzeczy, a także *app-* i *web-enabled markets* (w 75% firm) (zob. wykres 1).

Wykres 1. Przewidywane wdrożenie technologii cyfrowych w przedsiębiorstwach do 2022 roku (% firm)



Źródło: World Economic Forum, The Future of Jobs Report, 2018.

Nowe trendy w rozwoju ICT, jak również nowe urządzenia i aplikacje wymagają innych, zmienionych umiejętności oraz postaw użytkowników. W przyszłości **konieczność projektowania, wdrażania i utrzymania rozwiązań technologicznych**, które zostały przedstawione powyżej, będzie stanowić **wyzwanie dla pracowników w kontekście ich kompetencji**. Już tylko powyższe spektrum wschodzących technologii wskazuje na nieadekwatność obecnej wąskiej definicji kompetencji cyfrowych do nowego krajobrazu technologii towarzyszących nam na co dzień w życiu i pracy. Potrzebna jest nowa definicja, odpowiadająca na rodzące

się wyzwania cywilizacyjne nadchodzącej dekady i uwarunkowania rozwoju Przemysłu 4.0 – definicja praktycznie nawiązująca do najważniejszych procesów drugiej dekady XXI wieku, absorbująca aktualną wiedzę na temat uwarunkowań wydajnej pracy i efektywnego zarządzania, a także pozwalająca lepiej niż dotąd zaplanować i skuteczniej realizować politykę rozwoju cyfrowego w Polsce.

Jeśli chodzi o przygotowanie do procesów automatyzacji pracy, umiejętności ludzkie można podzielić na trzy podstawowe grupy:

- **umiejętności zorientowane na procesy** – obejmujące aktywności fizyczne lub powtarzalne w środowisku silnie przewidywalnym i uregulowanym; odpowiadają one za około połowę codziennych działań ludzkich (takich jak: budowanie domów, wyrób produktów, tworzenie dokumentów, realizacja zamówień i procedur księgowych);
- **umiejętności rozumowania ilościowego** – wymagające inteligencji (np. wiedza lingwistyczna, rozwiązywanie problemów, rozumowanie logiczne, rozumienie analiz i programowanie);
- **umiejętności rozumowania wielofunkcyjnego** (*cross-functional skills*) – odnoszące się głównie do zdolności społecznych i kreatywności (m.in. nadawanie sensu rzeczom, zarządzanie ludźmi, podejście projektowe, inteligencja emocjonalna i rozwiązywanie konfliktów)[26].

W tym zestawie największe znaczenie mają różnorodne kompetencje miękkie, a zwłaszcza kategoria **kompetencji transwersalnych** (*transversal skills*)[27], przez którą rozumie się pakiet kompetencji: społecznych, obywatelskich, medialnych, komunikacyjnych, interpersonalnych (samodyscyplina, automotywacja), umiejętności krytycznego i innowacyjnego myślenia, pracy grupowej itp. W nowej definicji kompetencji ery cyfrowej konieczne jest zatem synergiczne **połączenie umiejętności transwersalnych z tradycyjnie definiowanymi umiejętnościami cyfrowymi**, a także położenie nacisku na kształtowanie postaw proaktywnych i aprobujących w stosunku do różnorodnych przejawów świata cyfrowego[28]. Podejście takie znajduje potwierdzenie np. w klasyfikacji **siedmiu głównych umiejętności XXI wieku** (zarządzania informacją, komunikowania, współpracy, krytycznego myślenia, rozwiązywania problemów, kreatywności oraz umiejętności technicznych)[29], a także wcześniejszej taksonomii amerykańskiej National Research Council[30].

26 P. Uria-Recio, *Artificial Intelligence will Make the Workplace More Human, not Less*, Towards Data Science, 8 sierpnia 2019.

27 S. Glasbeek, *The Importance of Transversal Skills and Competences for Young People in a Modern Europe*. Policy Paper, AEGEE Europe, 2018.

28 W badaniach nad korzystaniem z ICT przez osoby dorosłe oraz nad uczeniem się coraz większe znaczenie przypisuje się trzeciemu – obok wiedzy i umiejętności – wymiarowi kompetencji: aprobatywnym postawom dorosłych wobec technologii w jej wielorakich przejawach. Już nie koszt korzystania, brak urządzeń czy problem z dostępem do internetu stanowią podstawowe przeszkody w integracji cyfrowej, lecz brak chęci, zainteresowania i subiektywnie definiowanych potrzeb. Istotną przyczyną niekorzystania dorosłych z internetu jest brak poczucia korzyści, jakie daje obecność w nim tak w wymiarze prywatnym, jak i zawodowym. Dlatego proaktywna i aprobująca postawa wobec świata cyfrowego stanowi bardzo ważny czynnik nabywania nowocześnie rozumianych kompetencji cyfrowych. Por. np. Stowarzyszenie „Miasta w Internecie", *Pokolenie 50+. Pierwsze kroki w cyfrowy świat. Ku sieciowej codzienności. Raport z badań*, Warszawa-Białystok-Tarnów, 2011.

29 E. van Laar et al., *The Relation Between 21st-Century Skills and Digital Skills: A Systematic Literature Review*, 2017.

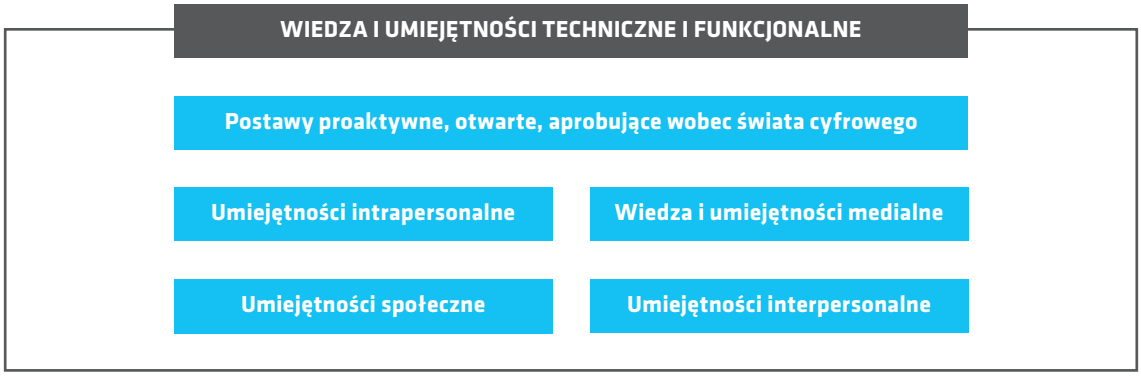
30 National Research Council, *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*, Washington, DC, 2012.

Dla potrzeb analiz związanych z relacjami między kompetencjami ery cyfrowej i rozwojem Przemysłu 4.0 w Polsce można zdefiniować kompetencje cyfrowe *sensu largo* jako tzw. **kompetencje 4.0**[31], czyli pakiet wzajemnie powiązanych ze sobą:

- funkcjonalnych i zawodowych (informatycznych) **umiejętności cyfrowych** oraz wiedzy na ten temat;
- **umiejętności społecznych**, np. zdolności rozwiązywania problemów, przywództwa;
- **umiejętności intrapersonalnych**, np. uczenia się, autodyscypliny, wytrwałości, automotywacji, krytycznego myślenia;
- **umiejętności interpersonalnych**, np. komunikowania się, organizacji, pracy w grupie;
- **umiejętności medialnych**, np. krytycznej analizy i oceny informacji;
- **postaw proaktywnych** i aprobujących świat cyfrowy – otwartych na aktywność w tej domenie.

Powyższe podejście (zilustrowane na rysunku 3) nawiązuje do przedstawionej wcześniej koncepcji kompetencji T-kształtnych, które są kluczowe na współczesnym rynku pracy (zob. tabela 1 i rysunek 2).

Rysunek 3. Koncepcja kompetencji 4.0



Źródło: Opracowanie własne.

W zaproponowanym ujęciu **kompetencje techniczne stanowią naturalne środowisko do wykorzystywania „zanurzonych" w nich kompetencji miękkich**. Takie szerokie ujęcie kompetencji ery cyfrowej wiąże się w praktyczny sposób z zagadnieniami rozwoju Przemysłu 4.0, gdzie ważną rolę odgrywać będą kreatywność, skuteczność i efektywność pracowników. Takie ujęcie pozwoli także włączyć do debaty kwestie związane z deficytem kompetencji miękkich. Pomoże także lepiej zaplanować działania w zakresie edukacji formalnej oraz rozwoju i upowszechniania kompetencji bezpośrednio nastawionych na potrzeby przyszłego rynku pracy, tj. adresowanych do przedsiębiorstw gospodarki 4.0.

31 Wymiennie stosować będziemy określenie: „kompetencje ery cyfrowej". W europejskich debatach nad kompetencjami 4.0 używane jest także pojęcie „*enterprise skills*".

1.3. Deficyt kompetencji cyfrowych w Europie i w Polsce

Deficyt wykwalifikowanych pracowników[32] został w 2019 roku uznany za **największą barierę rozwoju gospodarczego w państwach UE** przez 42% firm objętych badaniem Eurochambres[33]. Zapotrzebowanie na specjalistów posiadających kompetencje ery cyfrowej rośnie i będzie rosło, co pogłębi skalę deficytu.

Nowe zawody będą wymagały od pracowników nabywania kompetencji 4.0. Deficyt tych ostatnich jest i będzie w coraz większym stopniu barierą rozwoju gospodarczego. Jak wynika z badania PwC, w ostatnich latach blisko czterech na pięciu (79%) prezesów firm na świecie wyrażało zaniepokojenie **problemami z zatrudnieniem osób o odpowiednich kompetencjach**. Dostęp do talentów i kluczowych umiejętności to także problem od wielu lat wymieniany na pierwszym miejscu przez prezesów firm w **Europie Środkowo-Wschodniej**. W 2018 roku na to zagrożenie wskazało 86% kierujących firmami w tym regionie (rok wcześniej było to 76%). Problem z dostępem do talentów i kluczowych umiejętności dotyczy głównie cyfryzacji: 62% prezesów z Europy Środkowo-Wschodniej (50% na świecie) uważa, że już obecnie trudno lub bardzo trudno zrekrutować pracowników z kompetencjami cyfrowymi. W związku z tym 60% respondentów z tego regionu deklarowało, że jest w trakcie zmiany strategii i roli działu HR w swojej organizacji[34].

Powyższe, a także inne przykłady potwierdzają, że **rozbieżność między popytem na specjalistów ICT a podażą wykwalifikowanej kadry pogłębia się dynamicznie**. W największym stopniu dotyczy to dużych firm, branż produkcyjnej i budowlanej. Duże deficyty kompetencji cyfrowych notuje się wśród wysoko kwalifikowanych menedżerów i techników oraz wśród sprzedawców i pracowników biurowych. Mniejsze niedobory występują wśród zawodów wymagających niższych kwalifikacji (z wyjątkiem robotników).

Ograniczenia związane z niedoborami kompetencji mają **negatywny wpływ na plany rozwojowe firm** – hamują ich skalę i zakres. Według Capgemini ponad połowa organizacji, które wzięły udział w przeprowadzonym w 2018 roku badaniu, deklarowała, że deficyt kompetencji[35] spowalnia realizację ich programów transformacji cyfrowej i powoduje, iż tracą one przewagi kon-

32 W ostatnich latach opublikowano wiele wyników przeprowadzonych przez pracodawców badań, które diagnozują deficyt pracowników posiadających pożądane kompetencje cyfrowe. Na ogół mierzą one zapotrzebowanie na umiejętności obsługi konkretnych narzędzi lub aplikacji cyfrowych, nie zaś szerzej zdefiniowane kompetencje cyfrowe. Do części z tych wyników należy podchodzić krytycznie, bowiem bazują one na analizie zbyt małych grup pracowników oraz nie były podejmowane regularnie, co uniemożliwia dokonanie porównań w czasie. Burning Glass Technologies zaproponowała w 2017 roku metodologię określania zapotrzebowania na pracowników opartą na analizie publikowanych w mediach ogłoszeń reklamowych o poszukiwaniu pracowników, która pozwala na bardziej szczegółowe określenie potrzeb rynku pracy niż tradycyjne badania w czasie rzeczywistym. Można się spodziewać, że w wkrótce do takich analiz zostanie zastosowana sztuczna inteligencja (por. E. Kispeter, *Digital Skills and Inclusion Research Working Group Evidence Brief. What digital skills do adults need to succeed in the workplace now and in the next 10 years?*, Warwick Institute for Employment Research, Warwick University, 2018).

33 Europejski Bank Inwestycyjny, *EIB Investment Report 2018/2019 – Retooling Europe's Economy*, 2018.

34 PwC, *21st CEO Survey: Central and Eastern Europe, 2018; zob. także: PwC, Prezesi firm z Polski i Europy Środkowo-Wschodniej coraz bardziej zaniepokojeni brakiem pracowników z kluczowymi umiejętnościami*, 2018.

35 Por. definicje w tabeli 12.

kurencyjne na rynkach z powodów niedoboru specjalistów IT[36]. Natomiast w opinii IDC obecnie 90% wszystkich badanych organizacji musi spowalniać plany wprowadzenia na rynek nowych produktów lub usług właśnie z powodu braków kompetencji cyfrowych w organizacji, a koszt tych niedoborów sięgał **390 mld dolarów rocznie**[37].

Grupy pracowników wykonujących dane zawody w UE różnią się poziomem i powszechnością posiadanych kompetencji cyfrowych. Jak wynika z badań opublikowanych przez Komisję Europejską, **brak podstawowych kompetencji cyfrowych** występuje głównie wśród techników (22%), robotników wykonujących proste i rutynowe czynności (21%) oraz pracowników biurowych (17%). Z kolei **deficyt zaawansowanych umiejętności cyfrowych** cechuje głównie sprzedawców (18%), techników (17%), operatorów maszyn (17%), pracowników biurowych (16%) i robotników (15%). Natomiast **niedobór kompetencji specjalistycznych** występuje przede wszystkim u sprzedawców (23%), robotników (18%) i techników (16%)[38]. Kompetencje pracowników różnych zawodów według podziału na poziomy zaawansowania prezentuje tabela 2[39].

Tabela 2. Pracownicy różnych zawodów w UE w podziale na poziom kompetencji cyfrowych

Zawód	Poziom kompetencji	Odsetek pracowników (%)
Menedżer	Podstawowy	88.3
	Zaawansowany	18.7
	Specjalistyczny	23,3
Specjalista	Podstawowy	38.4
	Zaawansowany	8.9
	Specjalistyczny	10.3
Technik	Podstawowy	40.5
	Zaawansowany	9.8
	Specjalistyczny	11.8
Pracownik biurowy	Podstawowy	56.3
	Zaawansowany	13.2
	Specjalistyczny	14.1

36 Capgemini Digital Institute, *The Digital Talent Gap. Are Companies Doing Enough?*, 2017.

37 C. Anderson, 2019 *IT Training Buyer Survey Spotlight: Impact of Skills Gap and the Need for Strategic IT Skills Development*, International Data Corporation, 2019.

38 Komisja Europejska, ICT for Work: Digital Skills in the Workplace. *A Study prepared for the European Commission DG Communications Networks, Content and Technology*, 2016.

39 Tamże.

Sprzedawca	Podstawowy	34.3
	Zaawansowany	7.7
	Specjalistyczny	6.7
Rolnik wykwalifikowany	Podstawowy	59.7
	Zaawansowany	21.3
	Specjalistyczny	25.0
Robotnik budowlany	Podstawowy	30.6
	Zaawansowany	8.3
	Specjalistyczny	7.7
Operator maszyn	Podstawowy	27.5
	Zaawansowany	7.1
	Specjalistyczny	4.7
Robotnik	Podstawowy	35.1
	Zaawansowany	7.5
	Specjalistyczny	5.7

Źródło: Komisja Europejska, ICT for Work: Digital Skills in the Workplace, 2016.

Ponad jedna trzecia (36%) przedsiębiorców, którzy stwierdzili w swoich biznesach deficyty kompetencji cyfrowych, uznała, że mają one niekorzystny wpływ na działalność przedsiębiorstwa, gdyż obniżają produktywność lub ograniczają sprzedaż. **Jednak aż 62% respondentów nie widziało takiego wpływu i nie podejmuje żadnych działań, aby skłonić pracowników do nabycia kompetencji cyfrowych**. W sposób szczególny dotyczy to mikroprzedsiębiorców, spośród których aż 91% powstrzymuje się od jakikolwiek działań niwelujących niedobór kompetencji cyfrowych wśród pracowników, motywując takie decyzje wysokimi kosztami szkoleń[40].

W tradycyjnych przedsiębiorstwach **kompetencje cyfrowe w pracy są niezbędne przede wszystkim wysoko kwalifikowanym pracownikom**, a w mniejszym stopniu tym, którzy posiadają średnie kwalifikacje. Nisko kwalifikowani i niewykwalifikowani pracownicy potrzebują ich w mniejszym stopniu, nawet na poziomie podstawowym. **Ten trend polaryzowania się struktury kompetencyjnej siły roboczej w Europie prowadzi do ryzyka wykluczenia cyfrowego dużych grup pracowników o niskich kwalifikacjach, szczególnie w mikroprzedsiębiorstwach**.

Sytuację pogarsza dodatkowo fakt, iż z powodu dynamicznego rozwoju ICT, szybszego niż nabywanie nowych umiejętności przez pracowników, pracodawcy nie są w stanie pozyskiwać na ryn-

40 Tamże.

ku pracowników o pożądanych kompetencjach cyfrowych. Tymczasem **starsi, bardziej doświadczeni i związani z przedsiębiorstwem pracownicy mają na ogół niższe kompetencje cyfrowe**[41]. Dotyczy to także kadry kierowniczej, która nie posiada umiejętności rozpoznania negatywnego wpływu deficytu kompetencji cyfrowych pracowników na ich efekty pracy i w związku z tym nie podejmuje żadnych działań, aby temu problemowi zaradzić. Obniża to produktywność firm, a także poziom innowacyjności ich produktów i usług. Problem ten w Polsce stanowi jeden z najważniejszych czynników hamujących rozwój MŚP.

Z drugiej strony pracodawcy i pracownicy w większości branż przemysłu są coraz bardziej świadomi tego, że technologie cyfrowe zmieniają sposób wykonywania zawodów i że proces ten będzie się rozwijał w nadchodzącym pięcioleciu, w szczególności w popularnych zawodach[42]. Szacuje się, że **dziewięć na dziesięć współcześnie wykonywanych zawodów wymaga podstawowych kompetencji cyfrowych**. Tymczasem 43% mieszkańców UE nie posiada kompetencji cyfrowych odpowiednich dla swej pracy, a 40% pracowników **obawia się utraty pracy w przyszłości z powodu niedostatecznych umiejętności**[43].

Z kolei 26% pracowników uważa za umiarkowanie prawdopodobne, a 21% za bardzo prawdopodobne, że **część obecnych umiejętności zdezaktualizuje się i stanie bezużyteczna w ciągu najbliższych pięciu lat**. W przypadku pracowników sektora ICT poczucie utraty rynkowych kompetencji deklaruje już co trzeci pracownik (30%)[44]. Ten sam raport wskazuje na fakt, iż 70% dorosłych pracowników powinno nabyć co najmniej podstawowe umiejętności w zakresie korzystania z technologii cyfrowych, by pracować w swoich zawodach. Co więcej, różnica pomiędzy kompetencjami pożądanymi a posiadanymi przez pracowników dotyczy nie tylko osób o niskich kwalifikacjach zawodowych, których praca może zostać zautomatyzowana, ale także pracowników wykwalifikowanych.

Największe **ryzyko dezaktualizacji umiejętności i wiedzy** dotyczy – paradoksalnie – osób związanych z sektorem naukowo-badawczym czy zajmujących stanowiska inżynierskie, a także kadry kierowniczej. Jak wynika z badań, aż 29% respondentów pracujących **w sektorze ICT** stwierdziło, że ich umiejętności zdezaktualizują się w przewidywalnej przyszłości. Podobnego zdania były 24% pracowników sektor**a finansów, ubezpieczeń i handlu nieruchomościami**, a także 23% zatrudnionych w sektorze **usług profesjonalnych, naukowych i technicznych**. Blisko jedna trzecia (31%) podejmujących pracę po ukończeniu szkoły posiadała umiejętności niższe niż niezbędne do pracy w danym zawodzie[45]. W tym kontekście autorzy studium Światowego Forum Ekonomicznego szacują, że każda osoba pracująca na świecie powinna zostać objęta szkoleniami w wymiarze 101 dni[46].

41 Tamże.
42 Tamże.
43 Cedefop, *Insights into Skill Shortages and Skill Mismatch. Learning from Cedefop's European Skills and Jobs Survey*, 2018.
44 Cedefop, *European Skills and Jobs Survey (ESJS)*, 2018.
45 Cedefop, *Insights into Skill Shortages and Skill Mismatch. Learning from Cedefop's European Skills and Jobs Survey*, 2018.
46 World Economic Forum, *The Future of Jobs Report*, 2018.

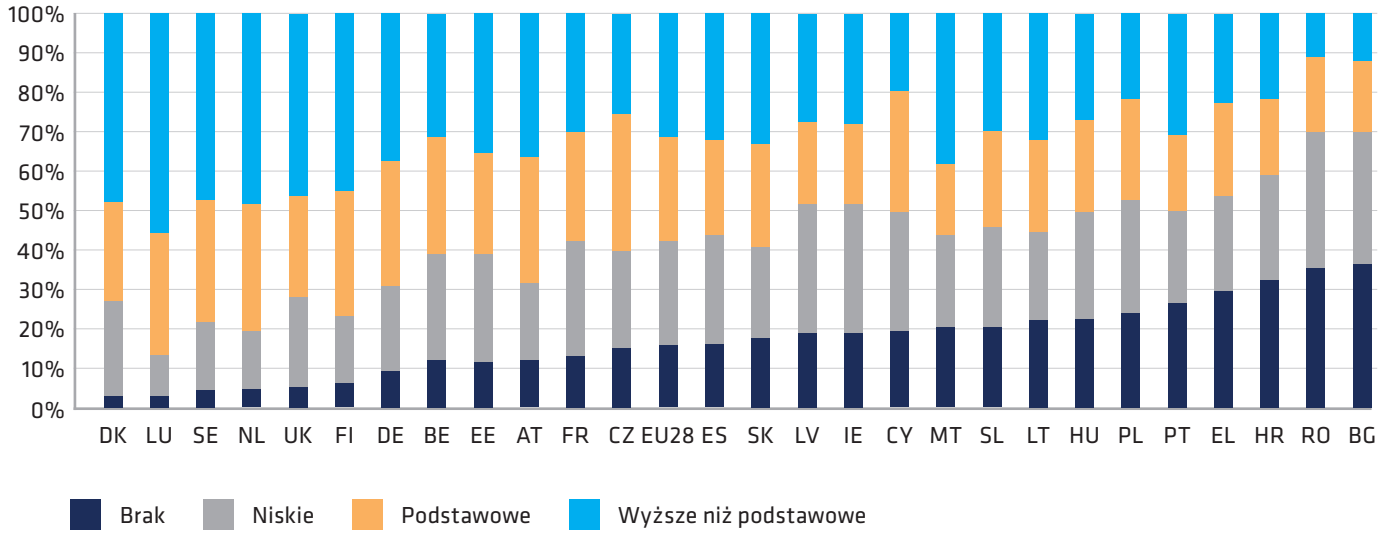
Mamy zatem do czynienia z narastającym kryzysem kompetencyjnym w całej UE. Aż 60% firm wiąże go z poszukiwaniem specjalistów w związku z cyfryzacją swojej produkcji i usług[47].

Jak wynika z badań Komisji Europejskiej (DESI) dotyczących **poziomu kompetencji cyfrowych** obywateli UE[48], w 2019 roku średnio 28% obywateli UE w wieku 16-74 lata posiadało **niskie** kompetencje cyfrowe. Natomiast w Polsce było to 35%. Analogicznie, **podstawowe** kompetencje cyfrowe charakteryzowały 25% mieszkańców UE (Polska: 23%), zaś **wyższe niż podstawowe** kompetencje osiągnęło 33% Europejczyków (Polska: 21%)[49].

Do liderów rankingu DESI 2019 zaliczają się Dania, Szwecja, Wielka Brytania, Finlandia, Niemcy i Estonia. Ostatnie miejsca w rankingu – za Polską – zajmują Portugalia, Grecja, Chorwacja, Rumunia i Bułgaria. Z niskimi kompetencjami cyfrowymi najsilniej skorelowane są zaawansowany wiek, niski status wykształcenia oraz zamieszkiwanie w obszarach wiejskich. Należy też wspomnieć, że aż **17% Europejczyków nie posiada żadnych kompetencji cyfrowych** (zob. wykres 2).

Jak wynika z badań Komisji Europejskiej i danych Eurostatu, **Polska od lat zajmuje bardzo niskie miejsca w europejskich rankingach kompetencji cyfrowych (podobnie jak Bułgaria i Rumunia)**. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest m.in. fakt, że Polska charakteryzuje się jednym z najwyższych w państwach UE odsetków osób posiadających niskie kompetencje cyfrowe (zob. tabela 3).

Wykres 2. Umiejętności cyfrowe mieszkańców państw UE (2017)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital, 2019.

47 Association of European Chambres of Commerce, *Eurochambers Economic Survey* 2019.
48 Komisja Europejska, *Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital*, 2019.
49 Eurostat, dane za rok 2019.

Tabela 3. Kompetencje cyfrowe osób w wieku 25-64 lata w wybranych państwach (w %)

Państwo	Kompetencje cyfrowe (% populacji)		
	niskie	podstawowe	wyższe niż podstawowe
Czechy	24	36	24
Finlandia	18	30	45
Holandia	16	32	48
Litwa	22	23	32
Niemcy	22	31	37
Polska	**28**	**25**	**21**
Słowacja	22	26	33
Szwecja	18	31	46
UE	**26**	**26**	**31**
Wielka Brytania	23	25	46

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu za rok 2018.

Ponadto, **polskie społeczeństwo cechuje niski, w porównaniu z krajami europejskimi, odsetek osób posiadających wyższe niż podstawowe kompetencje cyfrowe** (niższy o 10 punktów procentowych od średniej w krajach UE). Kompetencje takie posiada zaledwie co dziesiąta osoba po 44 roku życia, co dwudziesta – po 54 roku życia i co pięćdziesiąta po 64 roku życia. Średnie UE w tych grupach wiekowych są trzykrotnie wyższe. Wyższa jest także w tych grupach średnia europejska dotycząca osób posiadających kompetencje podstawowe. Jedynie w kategorii niskich kompetencji cyfrowych Polska osiąga wyniki porównywalne do średniej europejskiej (zob. tabela 4).

Tabela 4. Kompetencje cyfrowe mieszkańców Polski na tle średniej dla UE (w %)

Przedział wiekowy (lata)	Kompetencje cyfrowe (%)					
	niskie		podstawowe		wyższe niż podstawowe	
	EU	PL	EU	PL	EU	PL
16-24	15	14	25	37	57	48
25-34	21	23	29	38	46	35
35-44	27	37	29	30	36	24
45-54	30	39	29	22	27	11

55-64	31	31	25	14	16	5
65-74	26	20	18	6	7	2
Całość populacji	**26**	**28**	**26**	**25**	**31**	**21**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu za rok 2018.

Duży dystans od krajów europejskiej czołówki dzieli Polskę **w grupie wiekowej 55-74 lata**, w której **zaledwie 55% osób korzysta z internetu**, w porównaniu z 73% w UE[50]. Niespełna jedna trzecia z nich nabyła kompetencje cyfrowe na poziomie niskim (27%), podstawowe – co dziesiąta (11%), a wyższe niż podstawowe posiada zaledwie 4% (zob. tabela 5).

Tabela 5. Kompetencje cyfrowe osób w wieku 55-74 lata w wybranych państwach (w %)

Państwo	**Kompetencje cyfrowe (% populacji)**		
	niskie	**podstawowe**	**wyższe niż podstawowe**
Bułgaria	21	8	2
Czechy	28	25	6
Dania	41	31	20
Estonia	35	20	8
Finlandia	31	32	19
Holandia	26	41	23
Litwa	26	13	9
Niemcy	30	30	16
Norwegia	36	30	26
Polska	**27**	**11**	**4**
Rumunia	21	8	2
Słowacja	26	16	10
Słowenia	25	16	7
Szwecja	32	39	19
UE	**29**	**22**	**12**
Turcja	16	3	2
Wielka Brytania	32	30	23

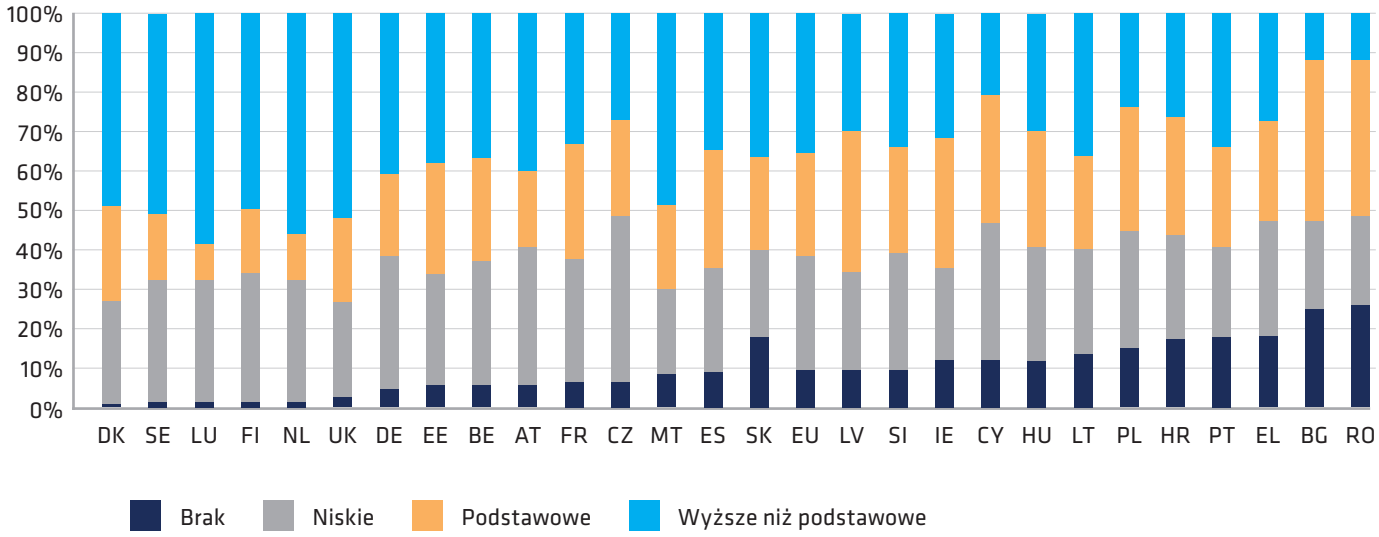
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu za rok 2018.

50 Eurostat, dane za rok 2018.

W Polsce wyraźne jest wykluczenie cyfrowe grupy wiekowej osób powyżej 45 roku życia. Liczba niekorzystających z internetu w grupie wiekowej 45-74 lata sięga aż 4,3 mln osób. W grupie 65-74 lata co drugi Polak nie korzystał nigdy z internetu[51]. Zjawisko to negatywnie wpływa na rozwój usług cyfrowych w Polsce i opóźnia upowszechnienie ich zastosowania w sektorze publicznym: administracji, ochronie zdrowia, sferze wsparcia społecznego i edukacji. Ogranicza też popyt na cyfrowe usługi MŚP.

Największy odsetek pracujących, którzy posiadają co najmniej podstawowe kompetencje cyfrowe (między 82% a 89%), zanotowano w Luksemburgu, Holandii, Wielkiej Brytanii i Szwecji. W krajach tych więcej niż połowa zatrudnionych posiada kompetencje wyższe niż podstawowe. Natomiast odsetek osób w wieku produkcyjnym, które nie posiadają żadnych kompetencji cyfrowych, wynosił w UE średnio 10% w 2017 roku (zob. wykres 3).

Wykres 3. Umiejętności cyfrowe pracowników w państwach UE (2017)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital, 2019

Odsetek pracowników posiadających kompetencje cyfrowe wyższe niż podstawowe jest w Polsce ponad dwa razy niższy niż w państwach będących europejskimi liderami, takich jak Wielka Brytania, kraje skandynawskie czy Holandia. Jest również niższy niż u sąsiadów Polski, tj. Niemiec, Czech, Słowacji i Litwy. Kompetencje podstawowe i niskie posiada odsetek pracowników zbliżony do średniej europejskiej[52] (zob. tabela 6).

51 GUS, *Badanie wykorzystania technologii informacyjno-komunikacyjnych w gospodarstwach domowych*, 2019.

52 Indeks kapitału ludzkiego, stanowiący jeden ze wskaźników cząstkowych rankingu DESI, mierzony jest w ramach badania realizowanego przez Eurostat i krajowe urzędy statystyczne państw członkowskich UE. Badanie to opiera się na deklaracjach osób ankietowanych, nie zaś na rzeczywistym sprawdzeniu posiadanych przez nich umiejętności. Od lat budzi w związku z tym poważne wątpliwości metodologiczne. Por. np. K. Głomb, *Kompetencje cyfrowe – co mierzymy w rankingach?*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie", 2014.

Tabela 6. Kompetencje cyfrowe pracowników w wybranych państwach (w %)

Państwo	Kompetencje cyfrowe (% populacji)		
	niskie	podstawowe	wyższe niż podstawowe
Bułgaria	42	25	14
Czechy	26	43	26
Dania	22	26	50
Estonia	28	30	36
Finlandia	16	32	50
Holandia	12	33	53
Litwa	24	27	38
Niemcy	20	35	41
Norwegia	17	25	59
Polska	**31**	**30**	**24**
Rumunia	39	22	13
Słowacja	23	32	37
Słowenia	26	30	35
Szwecja	17	30	51
UE	**25**	**30**	**36**
Turcja	33	15	30
Wielka Brytania	20	25	53

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu za rok 2018.

Aż 35% populacji UE nie posiada umiejętności cyfrowych na poziomie co najmniej niskim, które są niezbędne do pracy w większości zawodów. Najwyższy odsetek pracowników o tej charakterystyce znajduje się w Rumunii (26%), Bułgarii (25%) i Portugalii (18%). Polska zajmuje szóste miejsce od końca[53].

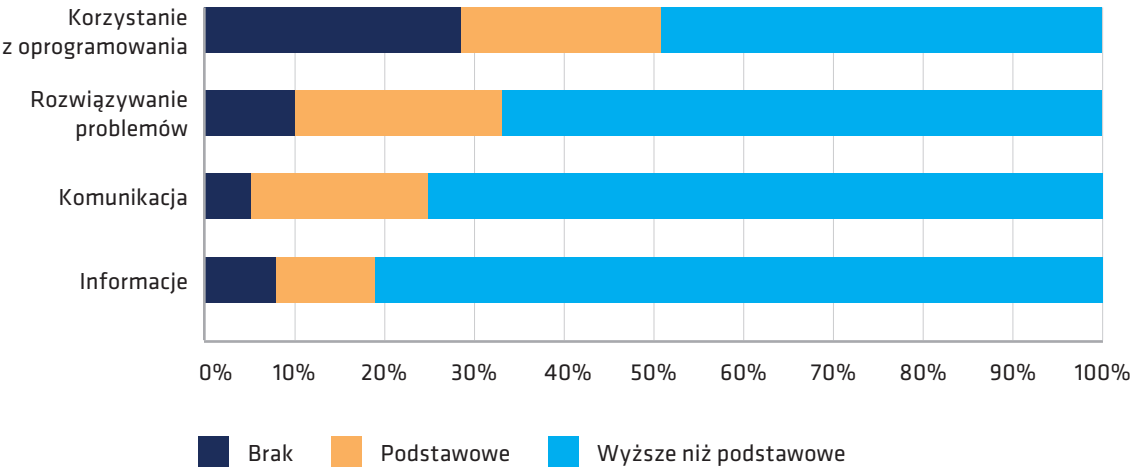
Ocenia się, że deficyt kompetencji cyfrowych na wyższym poziomie – niezbędnych dla efektywnej pracy w środowisku cyfrowym – stanowić będzie jedną z kluczowych barier w rozwoju Przemysłu 4.0 w Polsce. Posiadanie co najmniej podstawowych kompetencji cy-

53 Komisja Europejska, *Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital*, 2019.

frowych stanowi bowiem warunek wstępny wejścia na rynek pracy w coraz liczniejszej grupie zawodów. Rośnie ponadto liczba miejsc pracy, w których obsługiwanie aplikacji cyfrowych stanowi podstawowe zadanie.

Największy deficyt kompetencji notuje się w Europie w zakresie wykorzystania oprogramowania do przetwarzania treści[54] (zob. wykres 4). Umiejętności takich nie posiada co trzeci z badanych użytkowników. W największej skali deficyt ten występuje w Bułgarii i Rumunii, gdzie umiejętności takich nie posiada ponad połowa użytkowników (51%), a także na Łotwie (40%) i w Irlandii (39%). Na drugim biegunie – z wysokim odsetkiem internautów korzystających z różnorodnych programów komputerowych – znajdują się Luksemburg (69%), Portugalia i Wielka Brytania (po 58%) oraz Holandia (57%). Umiejętność programowania należy do kompetencji niszowych – posiada ją zaledwie 7% użytkowników internetu.

Wykres 4. Kompetencje cyfrowe pracowników w państwach UE według poziomu i zakresu kompetencji (% użytkowników internetu, 2017)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital, 2019.

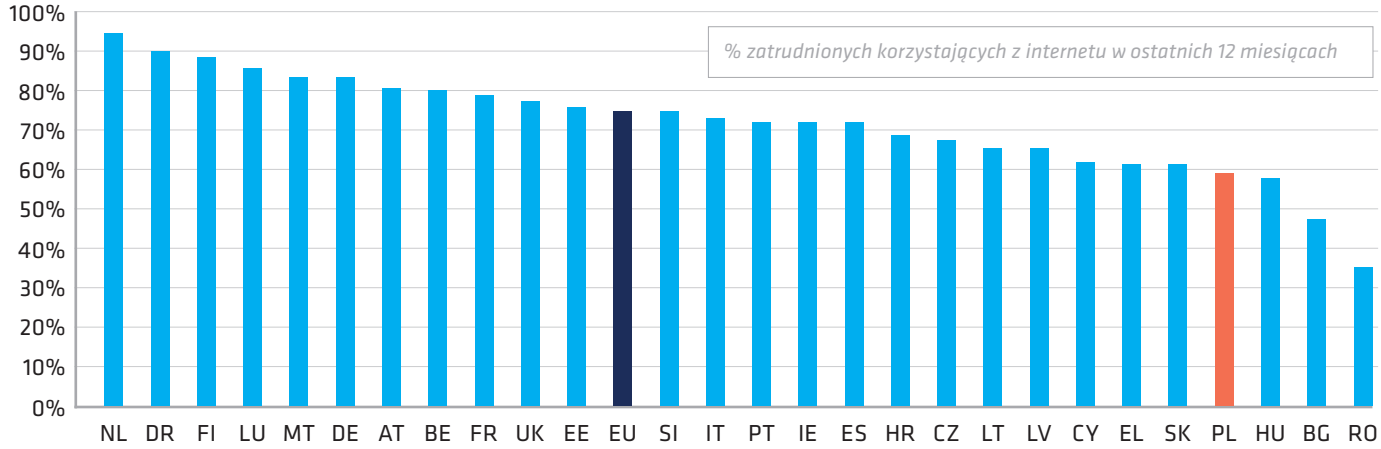
Tak wysoki odsetek osób pozbawionych kompetencji cyfrowych, a zarazem niskie tempo zmiany tego stanu rzeczy wskazują na wysokie zagrożenie dla rozwoju UE, jakie stanowi deficyt kompetencji przy jednocześnie przyśpieszającej w skali globalnej transformacji cyfrowej gospodarki. Oznacza on de facto niepowodzenie dotychczasowej polityki oraz narzędzi upowszechniania i podnoszenia kompetencji cyfrowych w krajach UE.

Blisko trzy czwarte (74%) zatrudnionych w państwach członkowskich UE w 2018 roku korzystało w pracy z **komputerów stacjonarnych, laptopów, tabletów i smartfonów**, ale widoczne są duże różnice geograficzne. Jak wynika z badań, prawie jedna piąta (19%) wykorzystuje w pracy

54 Pojęcie to obejmuje m.in. edycję tekstów, obsługę arkusza kalkulacyjnego, edycję wideo i programowanie.

skomputeryzowany sprzęt lub maszyny, które stanowią element linii produkcyjnych wspomagających sprzedaż lub dostawy. W Holandii aż 93% internautów zadeklarowało wykonywanie pracy z wykorzystaniem urządzeń cyfrowych (w Danii było to 90%, natomiast w Finlandii – 87%). Polska lokuje się w tym europejskim rankingu na czwartym miejscu od końca, ze wskaźnikiem znacznie niższym niż unijna średnia (zob. wykres 5).

Wykres 5. Korzystanie z urządzeń cyfrowych w pracy (2018)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital, 2019.

W 2018 roku w państwach członkowskich UE 61% pracowników korzystających w pracy z internetu używało **poczty elektronicznej** lub wprowadzało dane do **baz danych**, 47% tworzyło lub edytowało **dokumenty elektroniczne**, a 38% pracowało z wykorzystaniem specjalnego profesjonalnego oprogramowania, np. do projektowania oraz analiz i przetwarzania danych. Z kolei **media społecznościowe** wspomagały pracę 18% zatrudnionych. Tylko 9% pracowników realizowało działania związane z rozwojem i utrzymaniem systemów IT w pracy[55].

Należy jednak zauważyć, iż analizę jakości kompetencji cyfrowych w Europie (w tym w Polsce) utrudnia **metodologia pomiaru stosowana przez Komisję Europejską**, która w niewielkim stopniu uwzględnia tematykę kompetencji związanych z dysruptywnymi technologiami Przemysłu 4.0, choć widoczny jest postęp w stosunku do ujęcia sprzed dekady. Metodologia ta została przyjęta przez Eurostat oraz Komisję Europejską i wprowadzona do praktyki badawczej w 2015 roku. Nowy wskaźnik (*Digital Skills Indicator*[56]) zastąpił metody pomiarowe stosowane przez Eurostat od 2005 roku, nieadekwatne do współczesnego krajobrazu technologii cyfrowych i korzystania z nich. Stosowany od 2015 roku model wprowadza pomiar czterech obszarów tematycznych: informacji, komunikacji, rozwiązywania problemów oraz tworzenia treści i oprogramowania (zob. tabela 7).

55 Komisja Europejska, D*igital Economy and Social Index (DESI). Human Capital*, 2019.
56 Komisja Europejska, *A New Comprehensive Digital Skills Indicator*, 2016.

Tabela 7. Zakres umiejętności cyfrowych mierzonych w ramach metodologii Digital Skills Indicator

Lp.	Obszar tematyczny	Rodzaj umiejętności cyfrowej
1	**Informacja**	• kopiowanie i przenoszenie plików i folderów • zapisywanie plików w pamięci komputera lub zewnętrznej • uzyskiwanie informacji do administracji publicznej/z usługowych stron www • znajdowanie informacji o produktach i usługach • szukanie informacji odnoszących się do zdrowia
2	**Komunikacja**	• wysyłanie i odbieranie *e-maili* • uczestnictwo w sieciach społecznych • telefonowanie/wideokonferencje przez internet • przesyłanie samodzielnie stworzonych treści na strony internetowe w celu udostępniania
3	**Rozwiązywanie problemów**	A. Rozwiązywanie problemów • transferowanie plików miedzy komputerami lub innymi urządzeniami • instalowanie oprogramowania i aplikacji • zmienianie ustawień programów komputerowych, także programów operacyjnych i zapewniających bezpieczeństwo B. Znajomość serwisów/usług *online* • zakupy *online* • sprzedaż *online* • wykorzystywanie zasobów edukacyjnych *online* • korzystanie z bankowości elektronicznej
4	**Tworzenie treści i oprogramowania**	A. Podstawowe • używanie oprogramowania do edycji tekstu • używanie arkusza kalkulacyjnego • używanie oprogramowania do edycji zdjęć, oraz pliku wideo i audio B. Wyższe niż podstawowe • tworzenie prezentacji lub dokumentów integrujących tekst, zdjęcia tabele i wykresy • używanie zaawansowanych funkcji arkusza kalkulacyjnego, organizowanie i analizowanie danych (sortowanie, filtrowanie, używanie formuł i tworzenie wykresów) • pisanie kodu w językach programowania

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Digital Skills Indicator – Derived from Eurostat Survey on ICT Usage by Individuals – Methodological Note, 2015.

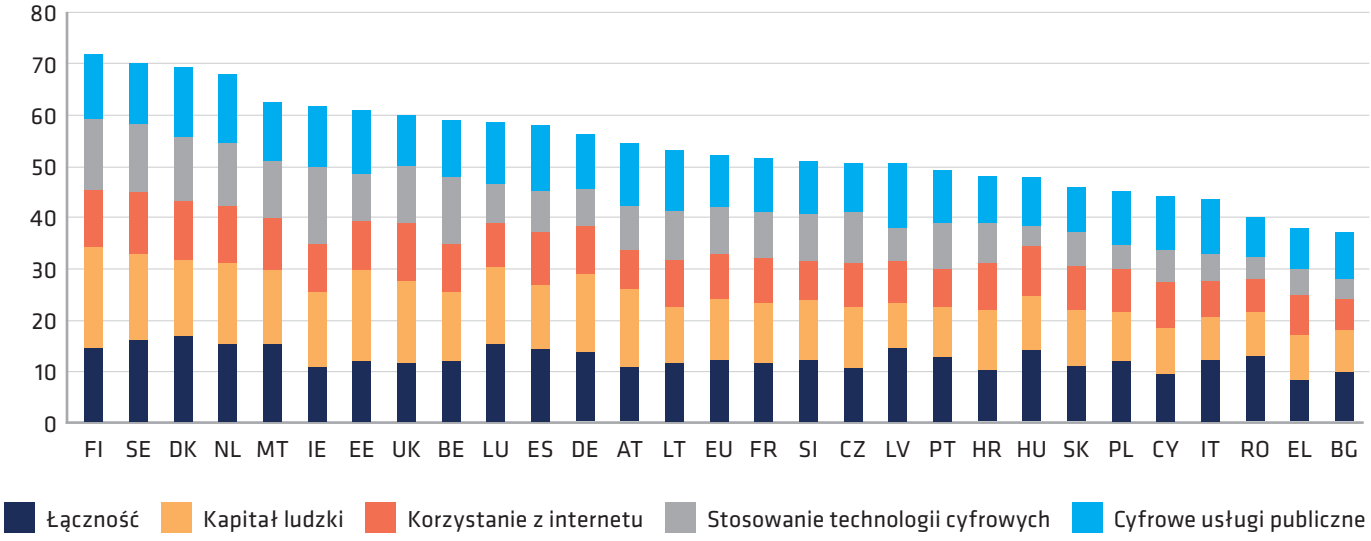
Relatywnie słabo rozwiniętym kompetencjom cyfrowym Polaków towarzyszy **stosunkowo wysoka świadomość** w tym zakresie oraz deklarowana potrzeba zmiany takiego stanu rzeczy. Aż 79% badanych uważa, iż technologie pozytywnie wpływają na zmiany ich miejsc pracy (w grupach wiekowych 18-24 lata i 25-44 lata odpowiednio 83% i 84%). Lokuje to Polskę na czwartym miejscu w UE po Włoszech, Grecji i Portugalii[57].

57 Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, System Rad ds. Kompetencji, *Rynek pracy, edukacja, kompetencje. Aktualne trendy i wyniki badań*, 2019.

Polacy poszerzają swoją **wiedzę z zakresu nowych technologii** głównie samodzielnie, chociaż blisko cztery piąte z nich (79%) uważa, że szkolenia takie powinny być organizowane przez firmy. Jednocześnie deklarują oni, że **tylko 45% przedsiębiorstw organizuje szkolenia**. Wskaźnik ten w skali europejskiej należy jednak uznać za wysoki, gdyż Polska zajmuje w tej klasyfikacji drugie miejsce po Grecji (47%) – wspólnie z Rumunią (45%). Dla porównania: w Indiach wskaźnik ten wynosi 78%[58].

Omówione wyniki badań zostały generalnie potwierdzone **w najnowszym unijnym raporcie DESI 2020** (*Digital Economy and Society Index*), który został opublikowany przez Komisję Europejską w czerwcu 2020 roku[59]. W ogólnym rankingu odnoszącym się łącznie do pięciu analizowanych obszarów[60] liderami są niezmiennie państwa skandynawskie (Finlandia, Szwecja i Dania), a ostatnie miejsca zajmują Rumunia, Grecja i Bułgaria (zob. wykres 6). Również w rankingach z 2018 i 2019 roku te same państwa były w pierwszej i ostatniej trójce rankingu. W tegorocznym rankingu (dotyczącym sytuacji w poprzednim roku) Polska zajmuje 23 miejsce na 28 państw, co oznacza poprawę pozycji o dwa miejsca w stosunku do ubiegłorocznego rankingu DESI. Nadal jest to jednak niska pozycja w skali całej UE.

Wykres 6. Ranking państw UE według wskaźnika gospodarki cyfrowej i społeczeństwa cyfrowego (DESI 2020)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI), 2020.

58 Tamże.

59 Komisja Europejska, *Digital Economy and Social Index (DESI)*, 2020.

60 Wskaźnik DESI obliczany jest na podstawie ponad 30 wskaźników w pięciu kategoriach: (1) łączność (*connectivity*) – stałe łącza szerokopasmowe, sieć 5G itp.; (2) kapitał ludzki (*human capital*) – poziom kompetencji cyfrowych społeczeństwa, liczba absolwentów i specjalistów ICT; (3) korzystanie z internetu przez obywateli (*use of internet services*) – liczba użytkowników internetu i ich aktywność w sieci; (4) stosowanie technologii cyfrowych w biznesie (*integration of digital technology*) – wykorzystanie technologii cyfrowych przez przedsiębiorstwa, handel elektroniczny itp.; (5) cyfrowe usługi publiczne (*digital public services*) – e-administracja, e-zdrowie itp.

Jeśli chodzi o analizowaną wcześniej w niniejszym rozdziale kategorię wskaźnika DESI – kapitał ludzki i kompetencje cyfrowe (*human capital / digital skills*) – to **w ostatnich latach zaszły pozytywne, choć raczej niewielkie zmiany**. Nieco większe zmiany zaobserwowano w innej powiązanej kategorii – korzystanie z internetu (zob. tabela 8). Komisja Europejska zauważa, że choć odsetek obywateli UE, którzy są użytkownikami internetu wzrósł w 2019 roku do 85%, to tylko 58% społeczeństwa posiada przynajmniej podstawowe umiejętności cyfrowe (w Polsce te wskaźniki wynoszą odpowiednio 78% i 44%).

Tabela 8. Wyniki raportów DESI 2018 i DESI 2020 (wybrane wskaźniki)

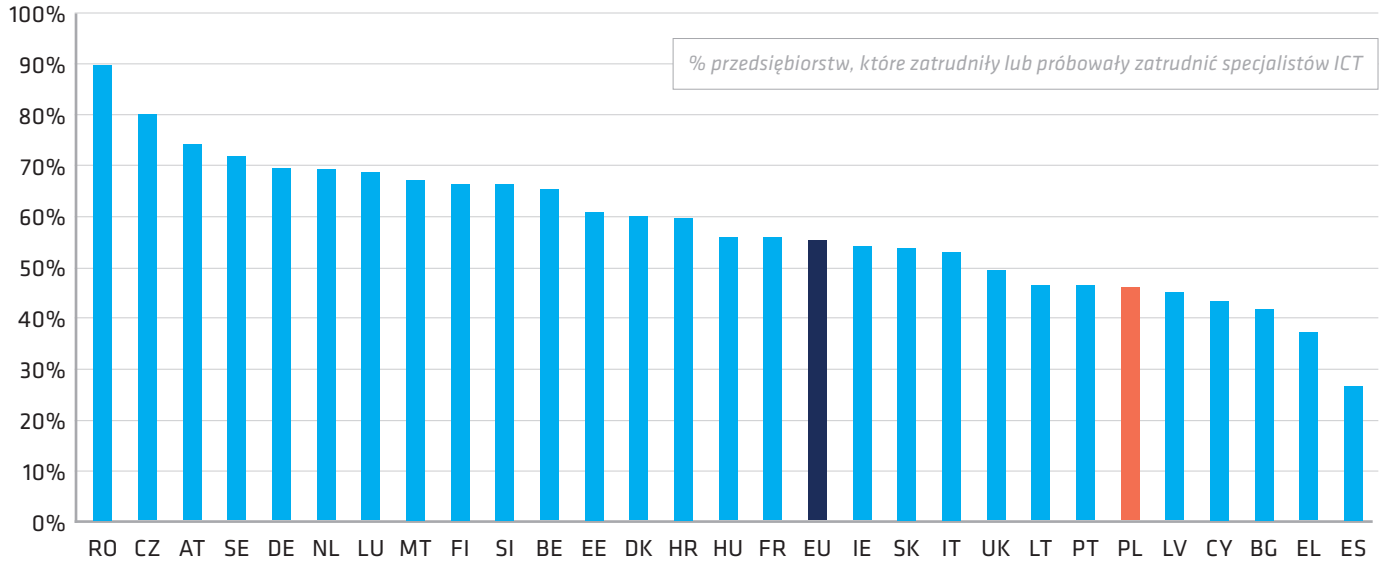
Kategoria / wskaźnik			DESI 2018	DESI 2020
Kapitał ludzki / kompetencje cyfrowe	Osoby posiadające co najmniej podstawowe kompetencje cyfrowe	% wszystkich obywateli (2017, 2019)	57%	58%
	Osoby posiadające wyższe niż podstawowe kompetencje cyfrowe	% wszystkich obywateli (2017, 2019)	31%	33%
	Osoby posiadające co najmniej podstawowe umiejętności obsługi oprogramowania	% wszystkich obywateli (2017, 2019)	60%	61%
	Specjaliści w dziedzinie informatyki (ICT)	% wszystkich zatrudnionych (2016, 2018)	3,7%	3,9%
	Absolwenci kierunków informatycznych (ICT)	% wszystkich absolwentów (2015, 2017)	3,5%	3,6%
Korzystanie z internetu	Osoby, które nigdy nie korzystały z internetu	% wszystkich obywateli (2017, 2019)	13%	9%
	Użytkownicy internetu	% wszystkich obywateli (2017, 2019)	81%	85%

Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI), 2020.

Jak wynika z raportu DESI 2020, w 2018 roku około 9,1 mln osób pracowało w UE jako specjaliści ICT – najwięcej w Wielkiej Brytanii i Niemczech (po 1,6 mln) oraz we Francji (1,1 mln). W 2019 roku 20% przedsiębiorstw zatrudniało specjalistów ICT do tworzenia, obsługi i utrzymania systemów lub aplikacji ICT. Jednocześnie w 2018 roku **57% przedsiębiorstw, które zatrudniły lub próbowały zatrudnić specjalistów ICT, zgłosiło trudności z obsadzeniem takich wakatów** (doświadczyło tego 64% dużych przedsiębiorstw oraz 56% małych i średnich firm). Największy problem w tym zakresie występował w Rumunii i Czechach, gdzie 80-90% przedsiębiorstw miało takie trudności, a najmniejszy w Hiszpanii, gdzie dotyczyło to niespełna 30% firm (zob. wykres 7).

Przedsiębiorstwa oferują coraz więcej szkoleń pracownikom, aby rozwijać ich kompetencje cyfrowe. W 2018 roku ogółem 24% firm zapewniło pracownikom szkolenia w zakresie ICT. Liderami w tej dziedzinie są Finlandia (37%) i Belgia (36%). W krajach takich jak Polska (13%), Litwa (11%), Bułgaria (10%) i Rumunia (6%) tego typu szkoleń jest znacznie mniej. Szkolenia te zapewniały głównie duże przedsiębiorstwa (70% z nich), a w grupie małych i średnich firm zdarzało się to znacznie rzadziej (23%).

Wykres 7. Przedsiębiorstwa w UE mające problem z obsadzeniem wakatów na stanowiskach specjalistów ICT (2019)



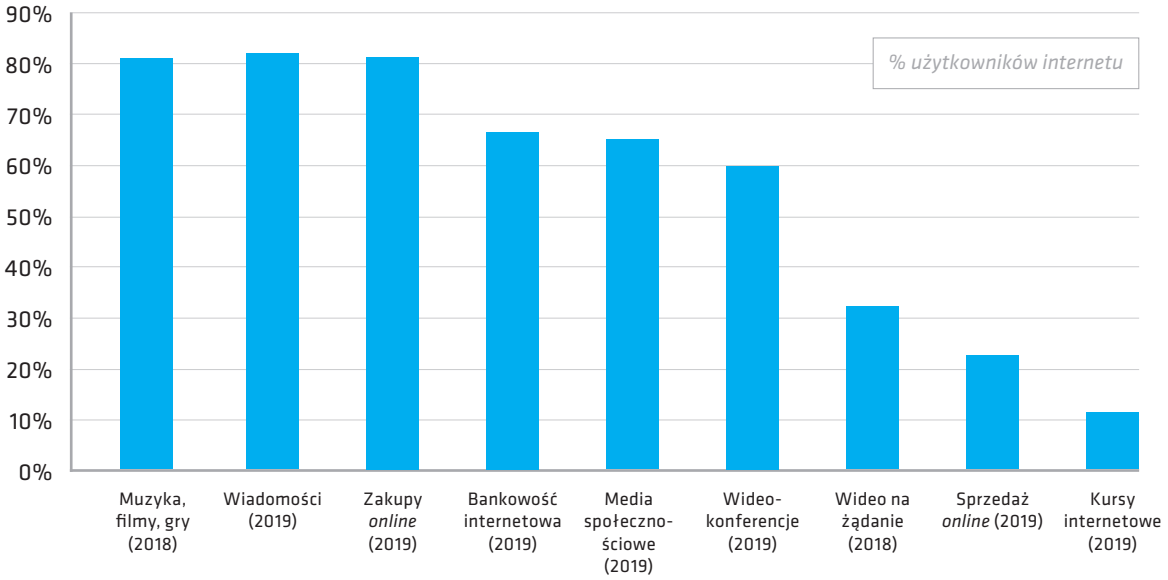
Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital, 2020.

Odsetek obywateli UE, którzy nigdy nie korzystali z internetu, ponownie spadł w 2019 roku – do poziomu 9,5%. Utrzymują się jednak znaczne różnice między państwami członkowskimi. Najniższy odsetek (2-3%) występuje w państwach skandynawskich (Szwecji, Danii, Finlandii), a także w Holandii, Luksemburgu i Wielkiej Brytanii. Natomiast najwyższy – w Portugalii, Grecji i Bułgarii (22-24%). W Polsce jest to około 16%. Jeśli zaś chodzi o obywateli UE, którzy korzystają z internetu, to ich najczęstszą aktywnością (81%) była rozrywka (muzyka, filmy, gry), a następnie czytanie wiadomości online, dokonywanie zakupów *online* i korzystanie z bankowości internetowej (zob. wykres 8). Natomiast **kursy internetowe (*e-learning*) należą do najmniej popularnych działań online** (11%). Uczestnictwo w takich kursach jest bardziej popularne w Wielkiej Brytanii (20%) i Finlandii (22%).

Z raportu DESI 2020 wynika, że **w 2019 roku blisko 40% obywateli UE**, którzy korzystali z internetu w ciągu ostatniego roku, **doświadczyło problemów związanych z bezpieczeństwem w sieci**. Odsetek ten różnił się znacznie w poszczególnych państwach: od ponad 50% w Wielkiej Brytanii, Danii i Francji do około 10% na Litwie, Łotwie i w Polsce (zob. wykres 9). Najczęściej spotykanymi problemami było podszywanie się pod instytucje lub osoby w celu wyłudzenia

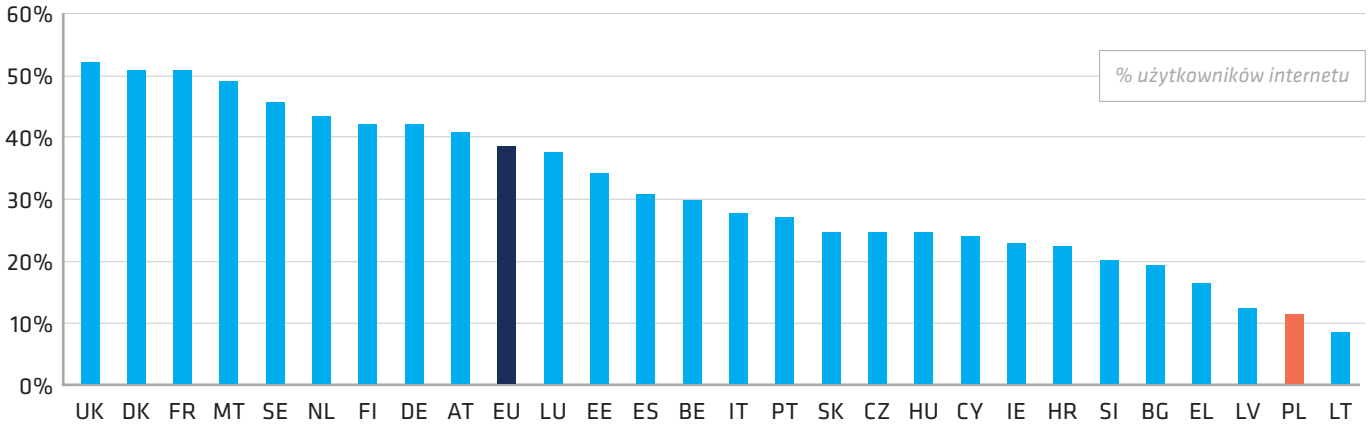
danych osobowych (*phishing*) oraz przekierowania na fałszywe strony internetowe z prośbą o podanie takich danych (*pharming*), czego doświadczyło odpowiednio 30% i 15% użytkowników internetu w UE. Większość firm w UE informuje swoich pracowników o obowiązkach dotyczących bezpieczeństwa w internecie, ale tylko **24% przedsiębiorstw planuje obowiązkowe szkolenia z zakresu cyberbezpieczeństwa** (zob. wykres 10). Istnieją tu jednak znaczne różnice między państwami członkowskimi: w Estonii, Wielkiej Brytanii i Danii ponad 35% firm zapewnia tego typu obowiązkowe szkolenia, a w Rumunii, Grecji i na Węgrzech jest to mniej niż 10% przedsiębiorstw.

Wykres 8. Rodzaje aktywności w internecie wśród obywateli UE (2018 i 2019)



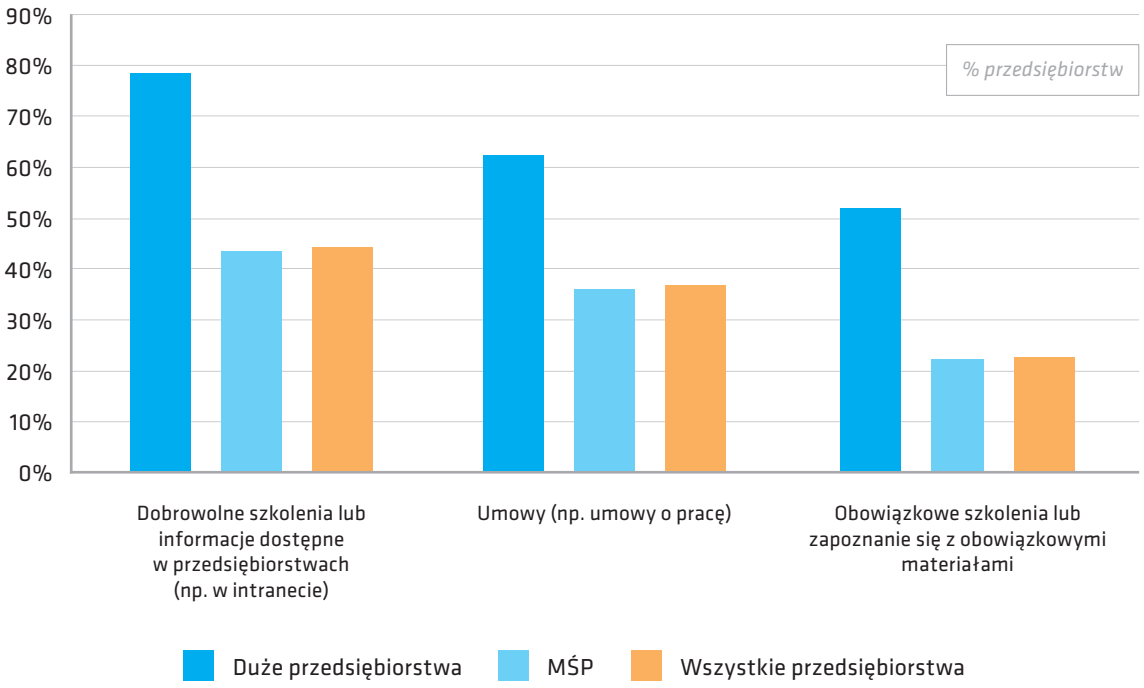
Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Use of Internet Services, 2020.

Wykres 9. Obywatele UE, którzy doświadczyli problemów z bezpieczeństwem w internecie (2019)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Cybersecurity, 2020.

Wykres 10. Metody uświadamiania pracownikom w UE ich obowiązków w zakresie cyberbezpieczeństwa (2019)



Źródło: Komisja Europejska, Digital Economy and Social Index (DESI). Cybersecurity, 2020.

2

Cyfrowa transformacja rynku pracy

2. Cyfrowa transformacja rynku pracy

2.1. Cyfrowa dysrupcja i perspektywa głębokich zmian na rynku pracy

Druga dekada XXI wieku to czas nagłych, skokowych zmian w gospodarce, rozpowszechniających się w skali globalnej. Określane są one mianem **dysrupcji** lub **cyfrowej dysrupcji**[61], gdyż ich kluczową cechą jest nieciągłość wobec tradycyjnych uwarunkowań prawnych, społecznych czy biznesowych oraz zakorzenienie w środowisku cyfrowym, pełniącym z jednej strony funkcję inkubatora zmian, z drugiej zaś – jednocześnie lub rozłącznie – silnego czynnika transformacji procesów gospodarczych.

Powyższe procesy cyfrowej dysrupcji wkraczają w tradycyjne obszary aktywności życiowych i zawodowych, zmieniając „zasady gry" i rewolucjonizując relacje klientów z biznesem. Liczne przykłady nowych modeli, procesów i formatów aktywności gospodarczej, bazujących na założeniach **„ekonomii współdzielenia"** (*sharing economy*)[62] – począwszy od mediów społecznościowych (takich jak Facebook czy Instagram), poprzez globalne platformy *e-commerce* (np. Amazon, Alibaba, eBay), współdzielenie zasobów mieszkaniowych (m.in. Airbnb), *streaming* rozrywkowy (Netflix, Spotify), po nowe formaty edukacyjne i szkoleniowe (np. MOOC czy iTunes U) – zajmują dziś na całym świecie wyobraźnię przedsiębiorców, którzy myślą w kategoriach strategicznych. Stawiają także władzom publicznym pytania odnoszące się do koniecznych regulacji prawnych.

61 J. B. Hill, *Leading Through Digital Disruption*, Gartner Research, 2017.

62 Ekonomia współdzielenia (nazywana także ekonomią współpracy) to zjawisko społeczno-gospodarcze, które opiera się na wspólnym użytkowaniu zasobów lub dzieleniu się nimi z innymi ludźmi (w zamian za określone korzyści), co prowadzi do zwiększenia efektywności ich wykorzystania, oszczędności itp. Rozwojowi ekonomii współdzielenia sprzyja rozwój nowych technologii, czego efektem są aplikacje i platformy umożliwiające współużytkowanie posiadanych dóbr lub udostępnianie ich innym. Zagadnienia z zakresu ekonomii współdzielenia badane są już od kilku dekad (zob. np. M. Felson, J. L. Spaeth, *Community Structure and Collaborative Consumption: A Routine Activity Approach*, American Behavioral Scientist, No. 21, 1978). Natomiast termin „*sharing economy*" został zaproponowany kilkanaście lat temu przez prof. Lessiga z Uniwersytetu Harvarda (zob. L. Lessig, *Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy*, Nowy Jork, 2008).

Najbliższa dekada stanie przed wyzwaniem rozwoju **dysruptywnych technologii i trendów**: sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego, *big data*, chmury obliczeniowej, przemysłowego internetu rzeczy, wirtualnej i rozszerzonej rzeczywistości, druku 3D, komputerów kwantowych, tagowania, technologii immersyjnych, *blockchain* itp. Zdaniem Gartnera już do 2022 roku 70% przedsiębiorstw będzie eksperymentowało z rzeczywistością rozszerzoną, wirtualną oraz mieszaną w rozwiązaniach dla klientów indywidualnych i firm, a 40% projektów nowych aplikacji będzie powstawać w zespołach posiadających w swoim składzie tzw. wirtualnych deweloperów bazujących na sztucznej inteligencji[63].

O ile czasy cyfrowej transformacji dokonującej się pod koniec XX wieku oznaczały stopniowy i synergiczny rozwój technologii cyfrowych oraz obsługiwanych przez nie usług czy procesów, o tyle **cyfrowa dysrupcja** wiąże się z ogromną zmianą, jaką niosą ze sobą zaawansowane technologie w zakresie tradycyjnych rozwiązań, praktyk i aktywności. Zmiana ta sięga aż do fundamentów – i tym samym **zrywa z dotychczasową ciągłością naszych praktyk biznesowych, zawodowych, a nawet prywatnych**[64]. Zadaniem władz publicznych, ale także liderów zmiany w gospodarce, jest zrozumienie natury tych zmian i znalezienie na nie odpowiedzi w postaci nowoczesnej polityki rozwoju w wielu obszarach aktywności społeczno-gospodarczej. Jedno z najważniejszych wyzwań w tym zakresie stanowi **upowszechnienie w społeczeństwie wiedzy o naturze dokonujących się zmian** i nabywania kompetencji niezbędnych do mierzenia się z nowymi uwarunkowaniami życia i pracy. Ten proces zmiany postaw – a w nim zdobywania wiedzy i kształtowania umiejętności – odgrywa fundamentalną rolę, jeśli chodzi o młode pokolenie oraz pracowników sektora przemysłu.

Tymczasem **w Polsce w 2017 roku niemal połowa obecnych pracowników (48%) uważała, że w ciągu najbliższych dziesięciu lat w ich zawodzie nie nastąpią żadne zmiany na rynku pracy**. Sądzą, iż będą pracować w tym samym zawodzie i wykonywać te same zadania co obecnie. Z kolei tylko co piąty zatrudniony w przemyśle uważa, iż pracując na tym samym stanowisku, będzie wykonywać czynności związane z obsługą technologii cyfrowych lub programowaniem. Oznacza to, że **siedmiu na dziesięciu pracowników nie prognozowało zmiany zawodu**. Kolejne 16% pracowników liczyło się ze zmianą zawodu, ale wyłącznie na taki, który będzie polegał na wykonywaniu czynności podobnych do realizowanych na obecnym stanowisku pracy. Zaledwie 8% z nich rozważało zmianę zawodu na wymagający posługiwania się narzędziami ICT[65]. Wynika z tego, że **świadomość i wiedza Polaków o nadchodzących zmianach na rynku pracy są raczej niewielkie**. Oznacza to, że w Polsce znaczenie i złożoność dysruptywnych zmian, które zdominują nadchodzącą dekadę, nie zostały dotychczas dostrzeżone ani docenione adekwatnie do ich znaczenia jako kluczowego czynnika przemian.

63 G. Petri, *Top Strategic Technology Trends and the Importance of Skills*, High-Level Conference: Skills for Industry Strategy 2030, Bruksela, 19-20 czerwca 2019.

64 K. Głomb, M. Jakubowski, A. Krawczyk, T. Kulisiewicz, Z. Nowakowski, A. Złotnicki, T. Gajderowicz, *Kompetencje przyszłości w czasach cyfrowej dysrupcji. Studium wyzwań dla Polski w perspektywie roku 2030*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie", Fundacja Naukowa Evidence Institute, Warszawa 2019.

65 *Raport Gumtree. Aktywni+. Przyszłość na rynku pracy 2017*, DELab UW, Warszawa, 2017.

Jak powszechnie wiadomo, jednym z istotnych elementów przyszłego rynku pracy będzie **branża technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT)**. Specjaliści z tej branży zaliczają się do pięciu priorytetowych i deficytowych zawodów w UE[66]. W 2017 roku liczba specjalistów ICT w UE sięgnęła 8,4 mln pracowników[67] i jest daleko niewystarczająca ze względu na stale rosnące zapotrzebowanie oraz na nieadekwatną do potrzeb podaż absolwentów szkół wyższych i średnich specjalizujących się w tematyce ICT. Zapotrzebowanie na specjalistów ICT na świecie będzie rosnąć. Szacuje się, że **do 2030 roku w krajach UE przybędzie 1,7 mln miejsc pracy dla specjalistów ICT** (w 2016 roku ich liczba wynosiła 3 mln osób)[68].

Innym istotnym elementem mającym wpływ na kształt przyszłego rynku pracy będzie **automatyzacja i robotyzacja produkcji**. Na postęp w tym zakresie w największym stopniu wpływać będą w najbliższych latach następujące czynniki:

1. **rozwój algorytmów uczenia maszynowego** – badania w tym zakresie i wiedza na ich temat rozwinęły się w ostatnich latach szczególnie dzięki rozwojowi „uczenia głębokiego" (deep learning) oraz technik „uczenia ze wzmacnianiem" (*reinforcement learning*) bazujących na sieciach neuronowych;
2. **ekspotencjalny wzrost mocy obliczeniowej komputerów**, który tworzy możliwości szybszego niż dotychczas uczenia się większych i coraz bardziej złożonych modeli (te moce obliczeniowe lokalizowane są w hiperskalowalnych centrach danych i udostępniane poprzez chmury obliczeniowe);
3. **wielkie ilości danych, które można wykorzystywać do treningu modelu uczenia maszynowego**, m.in. miliardy obrazów, streamingi *online*, pliki wideo i audio oraz sensory wbudowane w aplikacjach internetu rzeczy.

Przewiduje się jednak, że w perspektywie roku 2030 **realizacja przez maszyny zadań kognitywnych będzie wciąż stosunkowo ograniczona**. Stoją przed nimi bowiem wciąż wyzwania w zakresie kreatywności, kontekstowego korzystania z wiedzy, samodzielnego improwizowania, myślenia zdroworozsądkowego w kontekście ludzkiego doświadczenia i emocji itp. Komputery nie są zdolne działać bez predefiniowanych metodologii („Potrafią kopiować fugi w stylu Bacha, ale nie są zdolne zrozumieć sarkazmu lub miłości")[69]. Ponadto wyzwaniem wciąż pozostaje przetwarzanie języków naturalnych do poziomu właściwego ludzkiej mowie, co hamująco wpływa na rozwój wielu produktów i usług. Innym problemem do rozwiązania jest integracja różnorodnych technologii oprogramowania i urządzeń do postaci holistycznych rozwiązań niezbędnych dla automatyzacji pracy[70].

66 Cedefop, *Deficytowe i nadwyżkowe umiejętności zawodowe w Europie*, 2016. Obok informatyków zawodami deficytowymi są m.in. specjaliści nauk ścisłych, technologii, inżynierii i matematyki, lekarze oraz nauczyciele.

67 Komisja Europejska, *Digital Economy and Social Index (DESI). Human Capital*, 2019.

68 Cedefop, *Skills Forecast: Key EU Trends to 2030*, Skills Panorama, 2018.

69 D. Gershgorn, *You Probably Can't Tell the Difference Between Bach and Music Written by AI in His Style*, Quartz, 2016.

70 McKinsey & Company, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, McKinsey Global Institute, 2017.

Należy przy tym pamiętać, iż **zakres automatyzacji pracy będzie różnił się w zależności od kraju i regionu**. W przypadku Słowacji do 2030 roku może ona objąć aż 33% miejsc pracy, a w Norwegii tylko 6%. W opinii OECD miejsca pracy w krajach nordyckich i anglojęzycznych będą mniej podatne na automatyzację niż we wschodniej i południowej Europie, Niemczech, Chile czy Japonii[71]. W jednej z poprzednich analiz OECD[72] przewidywano, że procesowi automatyzacji w 21 krajach OECD ulegnie średnio tylko **9% zawodów** i że wartość tego wskaźnika będzie zależna od różnic dotyczących organizacji rynku pracy, wcześniejszych inwestycji w automatyzację produkcji, a także edukacji pracowników (np. w Korei Południowej wskaźnik ten ma wynieść 6%, w Polsce 7%, a w Austrii 12%). W Polsce na największe ryzyko automatyzacji narażone będą miejsca pracy w województwie świętokrzyskim, a na najmniejsze – w mazowieckim[73].

W innych raportach mówi się o wyższych odsetkach, ale generalnie eksperci wskazują na **niższy niż dotąd sądzono odsetek zawodów, które zostaną w pełni zastąpione, zautomatyzowane i zrobotyzowane**, a także na fakt zautomatyzowania raczej niektórych zadań w ramach zawodów niż samych zawodów w całości[74]. Według ekspertów firmy McKinsey automatyzacja procesów dotknie do 2030 roku około **45% obecnych zawodów**. Nie oznacza to jednak, iż każdy z zawodów można zautomatyzować w całości (w przypadku 62% zawodów można zautomatyzować około 30% czynności). Natomiast według raportu OECD w perspektywie roku 2030 zautomatyzowanych zostanie niemal **całkowicie 14% zawodów** (z prawdopodobieństwem 70%), a **32% zawodów w stopniu istotnym** (z ryzykiem na poziomie między 50% a 70%)[75].

Ponadto wpływ nowych technologii automatyzujących czynności zawodowe na zmiany na rynku pracy będzie **zależny od poziomu rozwoju gospodarek, w tym od ich innowacyjności i produktywności**. Polska lokuje się w dolnej stawce krajów europejskich, ale od państw o wyższym wskaźniku PKB na mieszkańca dzieli ją relatywnie niewielki dystans (zob. wykres 11)[76].

71 L. Nedelkoska, G. Quintini, *Automation, Skills Use and Training*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, 2018.

72 M. Arntz, T. Gregory, U. Zierahn, *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, 2016.

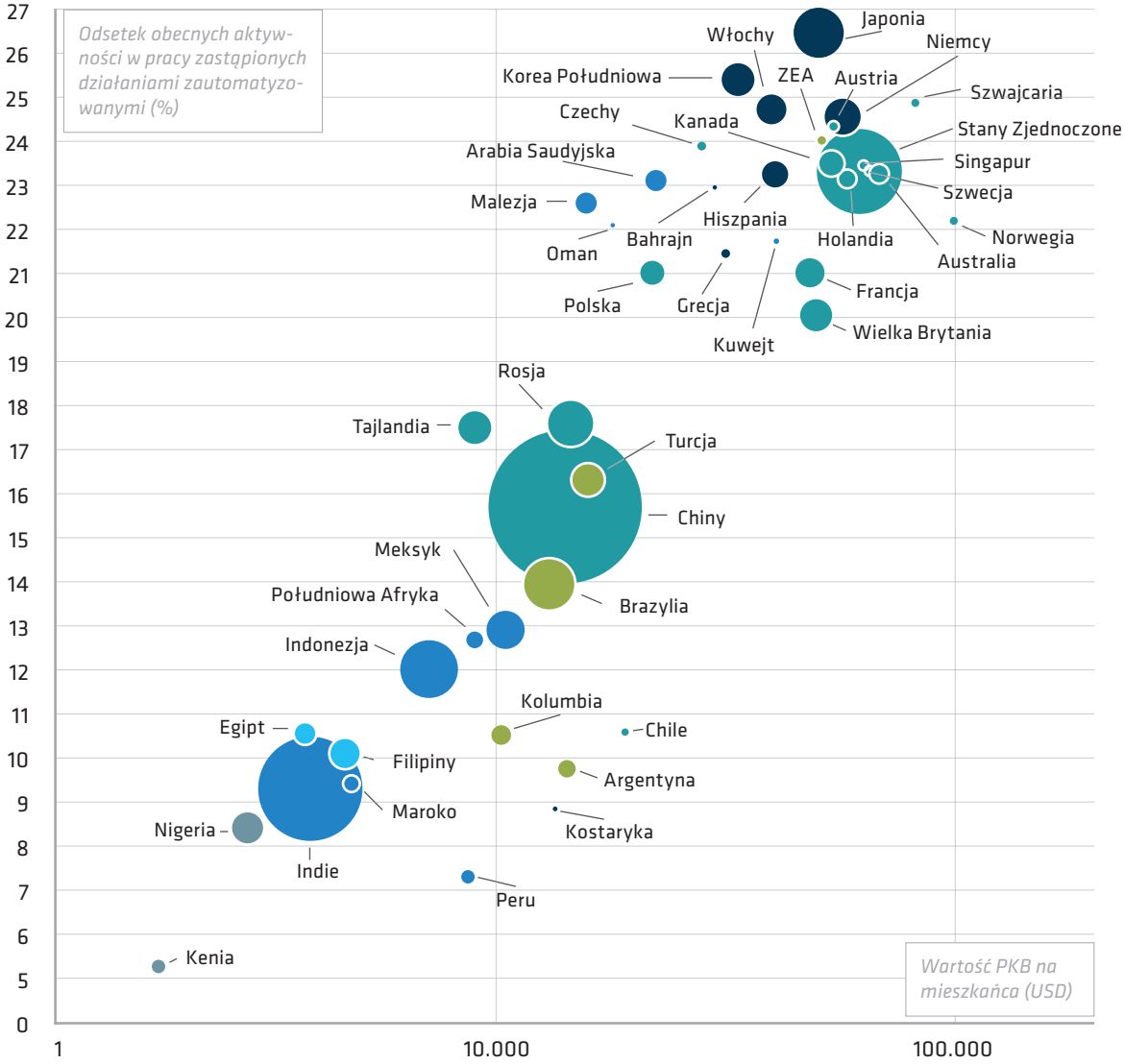
73 OECD, *Skills Outlook 2019. Thriving in a Digital World*, 2019.

74 Cedefop, *Nota informacyjna – Ludzie, maszyny, roboty i umiejętności*, 2017.

75 OECD, *Future of Work Highlights 2019.*

76 McKinsey & Company, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, McKinsey Global Institute, 2017.

Wykres 11. Przewidywany stopień automatyzacji pracy w wybranych państwach (2016-2030)



Źródło: McKinsey & Company, Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation, McKinsey Global Institute, 2017.

W opinii Komisji Europejskiej najsilniejszy wpływ na szybkość i zakres implementacji rozwiązań automatyzujących pracę ma pięć czynników:

- **techniczna wykonalność** – rozwiązania technologiczne muszą zostać opracowane, zintegrowane i zaadaptowane do postaci adekwatnej do konkretnego przypadku;
- **koszty wytworzenia i wdrożenia rozwiązań** – czyli ile będą kosztować urządzenia i oprogramowanie;
- **dynamika rynku pracy** – podaż i popyt oraz koszty pracy wpływają na to, które czynności są automatyzowane;

- **korzyści gospodarcze** – m.in. wyższa wydajność i zwiększona jakość, a także oszczędności w sferze siły roboczej;
- **akceptacja czynników regulacyjnych i społeczna** – w wielu przypadkach automatyzacja ma sens biznesowy, ale napotyka na przeszkody prawne lub ludzkie[77].

Od końca XX wieku **zmienia się paradygmat produkcyjny urządzeń cyfrowych i elektroniki konsumpcyjnej** (smartfonów, tabletów, komputerów). Efektem procesu produkcji, często przemysłowo zrobotyzowanej, stają się urządzenia zbudowane w sposób wymuszający wymianę całych modułów lub zakup nowego produktu – pozbawione możliwości naprawy lub zamiany pojedynczych części. Zjawisko to daje się zaobserwować m.in. w **produkcji AGD** (pralki, lodówki, zmywarki) i **przemyśle lotniczym** (produkcja podzespołów). Należy zauważyć, że **obie branże należą do polskich specjalizacji przemysłowych w skali europejskiej**, a w wyniku postępującej robotyzacji będą dotknięte mniejszym niż dziś zapotrzebowaniem na pracę montażystów i serwisantów, których zastępować będą mniej liczni operatorzy zrobotyzowanych linii produkcyjnych, diagnostycznych i logistyczno-dystrybucyjnych. Obecnie produkcja białego AGD odbywa się w Polsce w 30 zakładach zatrudniających ponad 25 tys. pracowników, zaś w Dolinie Lotniczej w 155 firmach pracuje 25 tys. osób[78].

Robotyzacja dotknie także sfery produkcji niematerialnej – głównie usług. Pierwsza faza transformacji **robotyzacji procesów biznesowych** (*Robotic Process Automation* – **RPA**), zwana także **robonomiką** (*robonomics*), z którą mamy obecnie do czynienia, polega na odtwarzaniu w oprogramowaniu pracy ludzi korzystających z systemów informatycznych. Programy RPA (np. roboty softwarowe) wyręczają pracowników w prostych czynnościach rutynowych, możliwych do zalgorytmizowania, takich jak uruchamianie płatności, sprawdzanie poprawności faktur i zamówień czy przekazywanie danych. W bankowości roboty softwarowe dokonują wstępnej oceny wniosków kredytowych lub kontrolują spłatę kredytu. Upowszechnienie RPA w usługach planowania, finansowych, finansowo-księgowych i logistycznych wywrze silny wpływ na rynek pracy tych branż polskiej gospodarki, gdzie w centrach BPO i SSC (*Business Process Outsourcing / Shared Services Centers*) pracuje ponad 250 tys. osób.

Upowszechnienie sieci nowych generacji wykorzystujących technologie 5G i skojarzonych z nimi rozwiązań internetu rzeczy wymagać będzie pojawienia się na rynku pracy specjalistów z zakresu programowalnej sieci komputerowej (*Software Defined Network* – SDN) oraz rozwiązań klasy *smart city*. Spowoduje to konieczność nabycia nowych kwalifikacji przez pracowników firm telekomunikacyjnych i energetycznych, firm projektujących i utrzymujących sieci, ale także urzędników i pracowników technicznych administracji publicznej[79]. **W Polsce na wysokie ryzyko automatyzacji narażeni są przede wszystkim pracownicy: biur i urzędów** (około 1,1 mln osób), **handlu i sprzedaży** (2,2 mln) **oraz przemysłu i przetwórstwa** (2,3 mln). W tej ostatniej kategorii

77 Komisja Europejska, *A Concept Paper on Digitisation, Employability and Inclusiveness – the Role of Europe*, DG Communications Networks, Content & Technology, 2017.

78 K. Głomb, M. Jakubowski, A. Krawczyk, T. Kulisiewicz, Z. Nowakowski, A. Złotnicki, T. Gajderowicz, *Kompetencje przyszłości w czasach cyfrowej dysrupcji. Studium wyzwań dla Polski w perspektywie roku 2030*, Stowarzyszenie „Miasta w Internecie", Fundacja Naukowa Evidence Institute, Warszawa 2019.

79 Tamże.

najbardziej zagrożeni – paradoksalnie – są zatrudnieni w przemyśle elektronicznym, samochodowym, maszynowym i wydobywczym[80].

Wpływ transformacji cyfrowej na rynek pracy nie ogranicza się do eliminacji tradycyjnych zawodów lub zastępowania pakietów czynności czy zadań składających się na tradycyjnie rozumiany zawód działaniami zautomatyzowanymi, realizowanymi np. przez roboty. Postęp technologiczny kreuje także **nowe zawody** powiązane z wykorzystaniem wschodzących technologii cyfrowych. Dlatego najsilniejszym czynnikiem zmiany będą **procesy przekształcania miejsc pracy**. Skala wyzwań jest ogromna: według raportu Światowego Forum Ekonomicznego z 2018 roku aż **54% zatrudnionych będzie wymagać znaczącego przeszkolenia do 2022 roku** w celu podniesienia poziomu lub nabycia nowych kwalifikacji. Nie wystarczą zatem działania szkoleniowe o skali podobnej do dotychczasowej i w obecnym modelu organizacyjnym.

Nowe programy na rzecz rozwoju gospodarczego, skorelowane z rozwojem Przemysłu 4.0, muszą wziąć pod uwagę **rosnącą rozbieżność pomiędzy popytem a podażą wykwalifikowanej siły roboczej**. W przeciwnym wypadku doprowadzą one do znacznego spowolnienia tempa rozwoju, zaburzenia konkurencji globalnej, a także **pogłębienia się nierówności społecznych** między posiadającymi wysokie kompetencje cyfrowe „władcami algorytmów" a podporządkowanymi otoczeniu cyfrowemu pracownikami najemnymi, którym niskie i średnie kompetencje cyfrowe będą utrudniać awans zawodowy i ekonomiczny. Poziom zawodowych kompetencji cyfrowych jest silnie **skorelowany z osiąganymi wynagrodzeniami**. Wywołany wdrożeniami ICT proces redukcji zatrudnienia w zawodach rutynowych w dużej mierze dotknął w USA i Europie pracowników o średnich dochodach[81]. W krajach rozwiniętych nierówności między grupami pracowników o niskich i wysokich dochodach pogłębiły się, w przeciwieństwie do średniej dla UE[82].

Wobec postępującej polaryzacji rynku pracy konieczny jest nowy paradygmat i model rozwoju kompetencji 4.0 w Polsce, który będzie uwzględniał uwarunkowania dysruptywnego przełomu początków trzeciej dekady XXI wieku, znajdującego swoje odzwierciedlenie w podaży, poziomie płac i organizacji pracy. Czynnikiem wysokiego ryzyka w scenariuszach transformacji cyfrowej obecnych gospodarek europejskich jest, obok niskiego poziomu kompetencji cyfrowej pracowników, **bardzo wysoki odsetek osób zatrudnionych w UE w branżach niezwiązanych w żaden sposób z gospodarką cyfrową**. Aż 56% zatrudnionych w zawodach związanych z wykonywaniem prostych rutynowych prac, 33% pracujących w rolnictwie oraz 25% osób z sektora usług i handlu **nie potrzebuje do realizacji swoich obowiązków kompetencji cyfrowych i z nich nie korzysta**. Uwarunkowanie to działa na pracowników demobilizująco. Niemal połowa z nich (46%), szczególnie w branżach usługowych i rolnictwie, nie doznała lub nie spodziewa się zmian w zestawie kompetencji niezbędnych do pracy. Dysruptywne przejawy transformacji cyfrowej w gospodarce mogą więc stanowić dla nich duże zaskoczenie, co doprowadzi do kryzysów i skokowych zmian

80 *Raport Gumtree. Aktywni+. Przyszłość na rynku pracy 2017*, DELab UW, Warszawa, 2017.

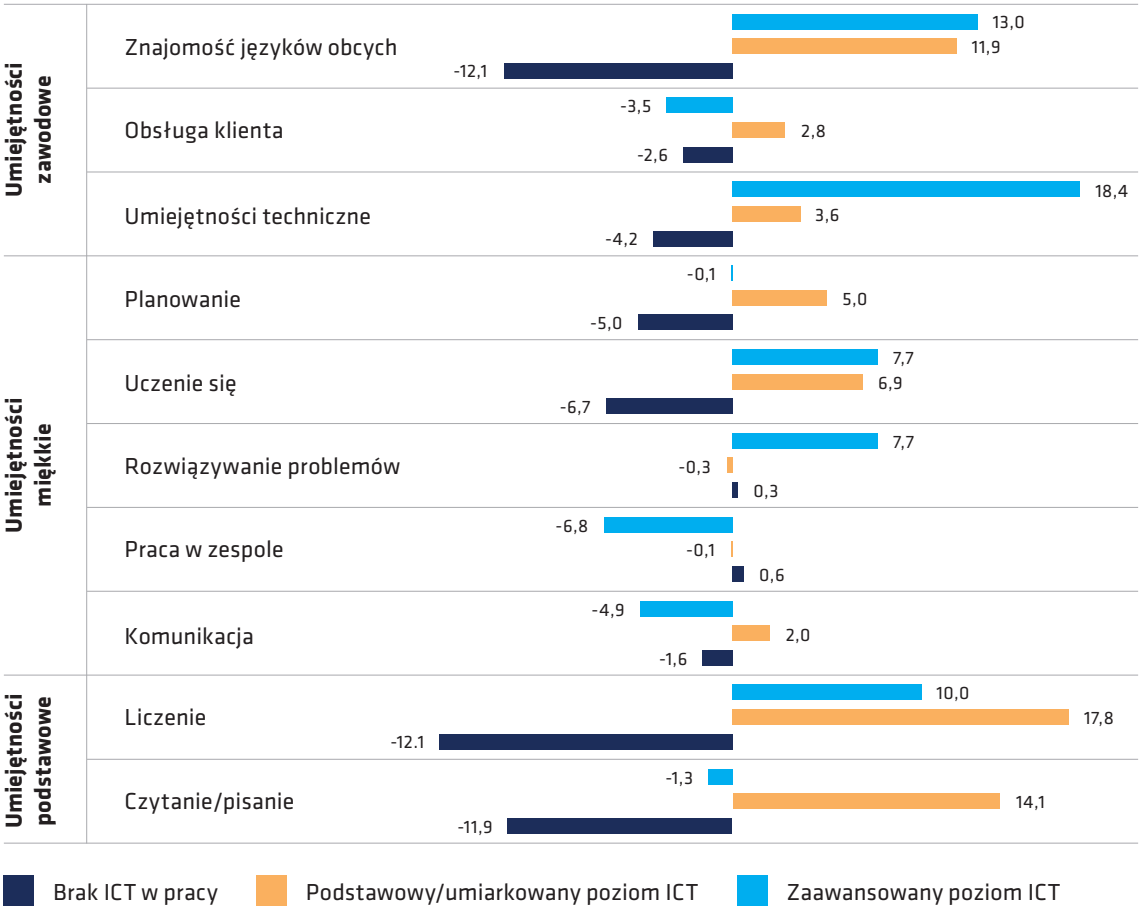
81 M. Goos, A. Manning, A. Salomons, *Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring, American Economic Review*, No. 104(8), 2014.

82 Z. Darvas, G.B. Wolff, *An Anatomy of Inclusive Growth in Europe*, Bruegel, Bruksela 2016.

w obrębie branż oraz poszczególnych przedsiębiorstw[83]. Będą one wymagały systemowej odpowiedzi zarówno na poziomie polityki państw członkowskich, jak i strategii przedsiębiorstw.

Nabywanie oraz wykorzystywanie średnich i zaawansowanych kompetencji cyfrowych stawia przed pracownikami dodatkowe wymagania. Te pierwsze skorelowane są z wysokim poziomem umiejętności pisania i liczenia, planowania i organizacji oraz komunikacji i pracy w zespole, a zatem z nabywaniem **kompetencji kluczowych, miękkich i behawioralnych**, stanowiących ważny element zaproponowanej definicji kompetencji 4.0. Z kolei zaawansowane kwalifikacje w zakresie ICT dla zapewnienia skuteczności i wydajności wymagają nabycia **umiejętności uczenia się i rozwiązywania problemów**, a także dostosowywania się do sytuacji i wykorzystywania w praktyce wiedzy technicznej. Korelacje między kompetencjami cyfrowymi a pozostałymi niezbędnymi do pracy w zawodach informatycznych przedstawia wykres 12[84].

Wykres 12. Komplementarność niezbędnych w pracy umiejętności w zakresie ICT i innych (dorośli pracownicy w państwach UE)



Źródło: European Skills and Jobs Survey (ESJS), 2018.

83 Cedefop, *European Skills and Jobs Survey* (ESJS), 2018.
84 Tamże.

2.2. Ewolucja rynku pracy – branże wschodzące i schyłkowe

Podstawowy podział między branżami wschodzącymi a schyłkowymi opiera się na rodzaju zadań wykonywanych przez pracowników. Pierwsza grupa obejmuje **zadania kreatywne**, wymagające zindywidualizowanego podejścia i związane z zarządzaniem technologiami. Natomiast druga grupa to **prace rutynowe**, na ogół w tradycyjnych branżach i zawodach.

W opinii ekspertów Cedefop[85] spadek zatrudnienia do 2025 roku dotknie drugą z tych grup, do której zaliczają się m.in. wykwalifikowani pracownicy rolni, rzemieślnicy i robotnicy przemysłowi, a także urzędnicy i sprzedawcy. Natomiast grupa zawodów wschodzących będzie rosnąć. Wymagania kompetencyjne dotyczące tej grupy będą obejmować **zaawansowane kompetencje kognitywne** (czytanie ze zrozumieniem, znajomość języków obcych, umiejętność pracy w grupie, uczenie się) **i organizacyjne** (planowanie, obsługa klienta, kierowanie zespołem pracowników). Dotyczyć to będzie głównie specjalistów z sektora prywatnego biznesu, administracji, sektora ICT i naukowo-badawczego oraz zawodów inżynierskich. Również umiejętności cyfrowe *sensu stricto* (związane z pracą w otoczeniu cyfrowych aplikacji i narzędzi) stanowić będą podstawę dla aktywności we wszystkich zawodach wschodzących.

Jak wynika ze wspomnianego raportu Cedefop, można oczekiwać wzrostu zatrudnienia na stanowiskach, które wymagają wyższych kwalifikacji ogólnych i zawodowych. Ponadto, w efekcie restrukturyzacji sektorowej zachodzącej pod wpływem technologii można spodziewać się, że mniej miejsc pracy będzie w przyszłości wymagało średniego poziomu kwalifikacji zawodowych (zob. wykres 13).

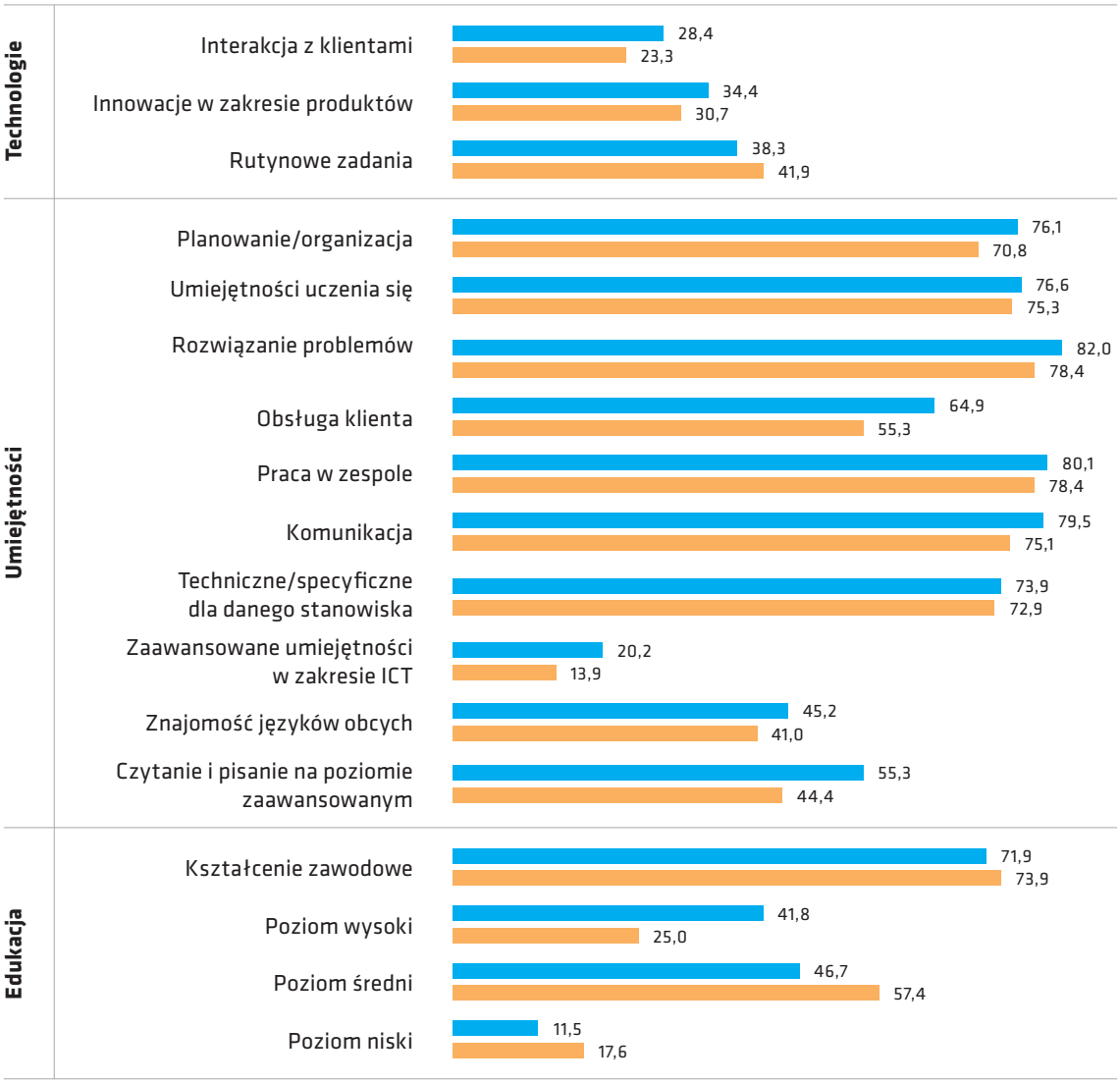
Wprawdzie próba przewidzenia, jakie nowe zawody się pojawią i w których branżach będzie wzrastać zatrudnienie, wciąż wydaje się zadaniem trudnym i niepewnym, to już dziś można zauważyć wyraźne trendy w tym zakresie w perspektywie roku 2030. Duży **przyrost zatrudnienia** nastąpi w **służbie zdrowia** i wśród inżynierów. Zakłada się, że w Europie wzrost liczby lekarzy i pielęgniarek osiągnie 6%, a w Polsce aż 16%. Wśród inżynierów zatrudnienie zwiększy się odpowiednio o 12% i 20%. Liczba zatrudnionych **w zawodach informatycznych** wzrośnie w Europie o 13%, natomiast w Polsce spodziewany jest przyrost aż o 30% (wyższe wskaźniki przewidywane są tylko w przypadku Norwegii, Cypru i Litwy)[86].

Model przewidywania przyrostu miejsc pracy w kontekście globalnych trendów przedstawiono w raporcie McKinsey Global Institute z 2017 roku[87]. Zaprezentowano w nim analizę **wpływu automatyzacji pracy na zwiększenie produktywności i wzrost PKB** w 36 krajach OECD. Model ten dotyczy krajów rozwijających się, w których do 2030 roku w wyniku rosnących dochodów

85 Tamże.
86 Europejskie Forum Nowych Idei, *Zawody przyszłości – jak oswoić skok w nieznane?*, Sopot 2019.
87 McKinsey & Company, *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*, McKinsey Global Institute, 2017.

pracowników dojdzie do znacznego wzrostu zapotrzebowania na nową siłę roboczą. Wzrost ten zostanie wywołany głównie wzmożonym popytem na towary i usługi oraz wzrostem liczby ludności na świecie do 8,5 mld osób lub więcej (obecnie jest to 7,7 mld). Prezentowane wartości przyrostu uwzględniają przy tym ograniczenie zapotrzebowania na pracę w analizowanych grupach zawodów wynikające z prognozowanej automatyzacji[88].

Wykres 13. Przewidywane zapotrzebowanie na umiejętności związane z restrukturyzacją sektorową/zawodową w UE (2015-2025)



Źródło: Cedefop, European Skills and Jobs Survey (ESJS), 2018.

88 United Nations, *World Population Prospects 2019*, Nowy Jork, 2019.

W raporcie McKinsey wskazano **siedem globalnych obszarów usług i produkcji, które wpłyną na kształt przyszłego rynku pracy** w perspektywie roku 2030. Są to:

1. produkcja i serwis samochodów;
2. usługi rekreacyjne;
3. artykuły rekreacyjne;
4. mieszkalnictwo i zapewnianie pożywienia;
5. ochrona zdrowia;
6. edukacja;
7. wyposażenie mieszkań.

Główne wnioski z tego raportu są następujące:

- wzrost miejsc pracy nastąpi w branżach, których produkty i usługi bezpośrednio **zaspakajają potrzeby życiowe ludzi**;
- w perspektywie krótkookresowej dochodzić będzie do **zaburzeń na rynku pracy**, wzrostu bezrobocia i obniżenia płac;
- w perspektywie średniookresowej kluczowe znaczenie będzie mieć zdolność państw do **zarządzania procesem zmiany zawodu przez miliony pracowników**, a zatem szybkością ponownego zatrudnienia, gdyż automatyzacja spowoduje zanik jednych zawodów, a pojawianie się nowych;
- w perspektywie długookresowej pracę znajdą wszyscy zainteresowani.

Z raportu wynika także, że istotną rolę w kształtowaniu rynku pracy w nadchodzącej dekadzie odgrywać będą następujące trendy rozwojowe:

- **wzrost dochodów** mieszkańców w krajach rozwijających się;
- **starzenie się społeczeństw** oraz związany z nim popyt na usługi zdrowotne i opiekuńcze wykonywane przez rosnącą grupę pracowników tej branży;
- **inwestycje w infrastrukturę publiczną** (wodociągi i kanalizację, transport, elektrownie), **budownictwo mieszkaniowe** oraz **odnawialne źródła energii** i wydajność energetyczną;
- **„urynkowienie" pracy wykonywanej nieodpłatnie** (w gospodarstwach domowych[89]);
- rozwój i upowszechnienie **nowych technologii**.

Powyższe trendy transformacyjne mają bezpośrednio lub pośrednio wygenerować do 2030 roku globalne zapotrzebowanie na setki milionów nowych miejsc pracy (zob. tabela 9). Zaproponowany przez McKinsey model analizy rynku pracy do 2030 roku w krajach rozwiniętych (do których zalicza się także Polska) pozwala na wyróżnienie **grup zawodów, w przypadku**

89 Kobiety stanowią połowę globalnej populacji, a ich praca generuje 37% światowego PKB. Na ten stan wpływa głównie nieodpłatna praca świadczona przez nie w gospodarstwach domowych na rzecz rodziny. Rosnące zapotrzebowanie na pracowników, a także programy społeczne wprowadzane przez rządy prowadzić będą w perspektywie roku 2030 do znacznego zwiększenia udziału kobiet (jak również osób w obecnym wieku emerytalnym) w rynku pracy. W miejsce ich pracy domowej zwiększone zostaną m.in. usługi żłobków i przedszkoli oraz usługi gastronomiczne.

których prognozowany jest znaczny wzrost liczby pracowników w perspektywie roku 2030, mimo występowania procesów automatyzacji pracy (zob. tabela 10).

Tabela 9. Główne trendy globalnej transformacji na rynku pracy do 2030 roku

Lp.	Obszar usług i produkcji	Liczba nowych miejsc pracy (mln)
1	Wzrost przychodów ludności	250 - 280
2	Inwestycje w budownictwo mieszkaniowe	76 – 134
3	Urynkowienie nieodpłatnej pracy domowej	51 – 89
4	Starzenie się społeczeństwa	51 – 83
5	Inwestycje w infrastrukturę publiczną	38 – 72
6	Rozwój technologii	20 – 46
7	Energia odnawialna i wydajność energetyczna	4 – 7

Źródło: McKinsey & Company, Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation, McKinsey Global Institute, 2017.

Tabela 10. Grupy zawodów, w których prognozowany jest wzrost zatrudnienia do 2030 roku

Lp.	Grupa zawodowa	Charakterystyka grupy zawodowej
1	Zawody opiekuńcze	Lekarze, pielęgniarki, opiekuni domowi i inne zawody opiekuńcze. Zapotrzebowanie na nie będzie rosło w związku z postępującym starzeniem się społeczeństwa i zwiększającymi się wydatkami na te cele, zarówno publicznymi, jak i prywatnymi. Starzenie się społeczeństwa będzie głównym czynnikiem wzrostu zatrudnienia w służbie zdrowia.
2	Wysoko kwalifikowani profesjonaliści	Pracownicy posiadający doświadczenie i wykształcenie akademickie w konkretnej branży przemysłu lub w specyficznej dziedzinie (np. księgowi, inżynierowie i naukowcy). Występują w wielu branżach i sektorach gospodarki. Trudno ich zastąpić rozwiązaniami zautomatyzowanymi, choć sami często korzystają w pracy z zaawansowanych, zautomatyzowanych narzędzi bazujących na nowych technologiach.
3	Specjaliści nowych technologii	Zapotrzebowanie na ekspertów technologicznych we wszystkich branżach w perspektywie roku 2030 nie zniknie, choć ich całkowita liczba pozostanie relatywnie mała w stosunku do innych zawodów. Do grupy tej zaliczają się specjaliści IT, tacy jak naukowcy i posiadający wyższe wykształcenie webdeweloperzy, ale także technicy-elektronicy z wykształceniem średnim.

4	Budowniczy	Architekci, inspektorzy nadzoru, geodeci, a także zawody związane z budową, utrzymaniem i remontami budynków: robotnicy budowlani, elektrycy, cieśle i hydraulicy. Chociaż robotnicy budowlani pracują fizycznie, to paradoksalnie trudno przewidzieć czy ich praca będzie mogła zostać zastąpiona rozwiązaniami zautomatyzowanymi.
5	Menedżerowie i kierownicy	Występują we wszystkich branżach i sektorach gospodarki. Trudno ich zastąpić rozwiązaniami zautomatyzowanymi ze względu na dominujące interakcje z pracownikami oraz zarządzanie zasobami ludzkimi. Należy się jednak spodziewać, że część ich aktywności rutynowych, takich jak gromadzenie informacji, analiza danych i przygotowywanie raportów, zostanie zautomatyzowana.
6	Nauczyciele	Popyt na nauczycieli szkolnych i innych znacząco wzrośnie, szczególnie w krajach rozwijających się.
7	Twórcy	Wzrost przychodów ludności kreować będzie zapotrzebowanie na rekreację i atrakcyjne spędzanie wolnego czasu. Oznacza to rosnące zapotrzebowanie na artystów, performerów i animatorów, chociaż ich liczba wciąż pozostanie relatywnie niska.

Źródło: McKinsey & Company, Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation, McKinsey Global Institute, 2017.

W pozostałych grupach zawodowych (innych niż wymienione w tabeli 10) w perspektywie roku 2030 spodziewany jest **spadek zatrudnienia** w państwach rozwiniętych. Będzie to efekt zautomatyzowania większej liczby miejsc pracy niż wyniesie ich przyrost w wyniku stymulującego wpływu na rynek pracy siedmiu wspomnianych trendów rozwojowych (wymienionych w tabeli 10). Spadek liczby zatrudnionych we wspomnianych zawodach nie oznacza, że znikną one w ogóle, lecz ich liczba zmniejszy się w stosunku do obecnej.

Jak wynika z raportu DELab z 2017 roku[90], w perspektywie kolejnych 20 lat **najbardziej poszukiwane na rynku pracy** będą osoby:

- o zaawansowanych kompetencjach cyfrowych i zdolnościach matematyczno-statystycznych;
- potrafiące współpracować z innymi ludźmi oraz inteligentnymi maszynami;
- o dużej inteligencji społecznej i wysokim poziomie empatii, umiejące zapewnić pomoc i wsparcie osobom starszym i niepełnosprawnym;
- zajmujące się wychowywaniem oraz kształceniem dzieci i dorosłych;
- uzdolnione artystycznie i sportowo.

Z kolei **problem ze znalezieniem pracy** będą mieć osoby wykonujące rutynowe czynności, niepotrafiące współpracować z technologiami, a także osoby o niskich kompetencjach społecznych.

90 *Raport Gumtree. Aktywni+. Przyszłość na rynku pracy 2017*, DELab UW, Warszawa, 2017.

Przemysł 4.0 a zapotrzebowanie na kompetencje cyfrowe

3. Przemysł 4.0 a zapotrzebowanie na kompetencje cyfrowe

3.1. Profile kompetencji Przemysłu 4.0

Polska stoi u progu czwartej rewolucji przemysłowej. Przedsiębiorstwa rozpoczynają wprowadzanie elementów rozwiązań Przemysłu 4.0 do swojej codziennej praktyki i planują wewnętrzną transformację w tym kierunku w swoich strategiach.

Nie dysponujemy wciąż jednoznaczną wiedzą na temat stopnia znajomości koncepcji Przemysłu 4.0 przez polskich przedsiębiorców. Z przeprowadzonego w ubiegłym roku badania PSI wynika, że ponad połowa z nich (52%) zadeklarowała znajomość pojęcia Przemysłu 4.0, a wśród firm posiadających wiedzę o tym zjawisku 70% planuje wdrożenie rozwiązań Przemysłu 4.0 lub już rozpoczęło ich implementację[91]. Z kolei z raportu przygotowanego przez firmę Siemens we współpracy z Ministerstwem Przedsiębiorczości i Technologii, który ukazał się wiosną 2018 roku, wynika, że aż 60% przedsiębiorców (a w grupie małych firm nawet 70%) nie słyszało o koncepcji Przemysłu 4.0, a tylko nieco ponad 15% firm planuje wdrożenie tej koncepcji lub już to zrobiło[92].

Dysruptywne zmiany otoczenia biznesu wpływają stymulująco na rynek pracy. Czwarta rewolucja przemysłowa – objawiająca się powstawaniem produktów bazujących na nowych technologiach, nowym jakościowo modelem obsługi klientów, redefinicją modeli biznesowych itp. – wywołuje **konieczność rozwijania przez pracowników nowych kompetencji, pozwalających**

91 PSI Polska, *Polska droga do Przemysłu 4.0: firmy produkcyjne w kontekście potrzeb rynkowych oraz innowacyjnych technologii. Raport z badania rynkowego*, 2019. Badanie przeprowadzono wśród 228 osób decyzyjnych z przedsiębiorstw z sektorów: maszyn i urządzeń, samochodów, sprzętu transportowego, meblarskiego i wyrobów metalowych.

92 Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii / Siemens, *Smart Industry Polska 2018. Innowacyjność w sektorze mikro oraz małych i średnich przedsiębiorstw produkcyjnych w Polsce. Raport z badań*, 2018. Badanie przeprowadzono na ogólnopolskiej próbie 200 przedsiębiorstw z branży przemysłowej, prowadzących działalność produkcyjną na terenie Polski. W badaniu brały udział firmy mikro (30%), małe (45%) i średnie (25%) – z sektora przemysłu ciężkiego (58%) i lekkiego (42%).

efektywnie pracować w nowym technologicznie środowisku pracy, z wykorzystaniem nowych narzędzi i w warunkach zdefiniowanej na nowo organizacji pracy. Zbudowanie tego środowiska pracy to wyzwanie dla firm i ich kadry zarządzającej[93].

Za takimi zmianami stoją przede wszystkim rozwój technologii cyfrowych, skutkujący m.in. wzrostem możliwości obliczeniowych i analitycznych komputerów, a także powszechna dostępność danych i globalizacja, również w aspektach komunikacyjnych. W efekcie możliwe staje się **budowanie cyfrowych ekosystemów**, w ramach których łączą się i komunikują różnorodne urządzenia, dzięki czemu budowane są łańcuchy wartości podporządkowane sterowaniu produkcją odpowiadającą już nie tylko na potrzeby dużych grup konsumentów, lecz także na **zindywidualizowane potrzeby** pojedynczych osób. Takie elastyczne reagowanie na rynkowy popyt może być źródłem istotnej przewagi konkurencyjnej.

Koncepcja Przemysłu 4.0 zakłada integrację tradycyjnego środowiska maszyn produkcyjnych z wirtualnym światem internetu i technologii cyfrowych oraz otoczeniem pracy człowieka - pracownika. Integracja ta oznacza przede wszystkim wzmożoną komunikację i zautomatyzowaną wymianę danych w procesach produkcji w fabryce, ale też poza nią. Człowiek dzieli przestrzeń hali maszyn produkcyjnych z inteligentnymi robotami. Do dyspozycji pracowników pozostają systemy wspomagania decyzji, jednak to oni sami – bazując na swoich kompetencjach – podejmują decyzje. Praca zespołowa stanowi sedno procesu produkcyjnego, także w rozumieniu współpracy pracowników z cyfrowymi systemami wsparcia.

W fabrykach Przemysłu 4.0 rozwiązania cyfrowe zapewniają warunki do **współpracy ludzi z maszynami**: sztuczna inteligencja pomaga im się porozumieć i zrozumieć, a ich wzajemne interakcje odbywają się nie tylko poprzez naciśnięcie przycisków, ale także za pomocą głosu lub gestów. Upowszechnia się wykorzystanie smartfonów i tabletów do komunikacji z maszynami i operowania nimi. Praca na wielu stanowiskach produkcyjnych traci w znacznej mierze swój manualny, fizyczny charakter, a w zdecydowanie większym stopniu polega na **kontrolowaniu i nadzorowaniu zautomatyzowanych i zrobotyzowanych procesów produkcji**. Już wkrótce fabryki będą zatem zbiorami coraz bardziej inteligentnych maszyn, tworzących skomunikowane ze sobą cyfrowo „społeczności". Co więcej, w społecznościach tych „osiedlać się" będą ludzie – pracownicy, inżynierowie, menedżerowie – dzięki czemu powstaną jednorodne **systemy cyberfizyczne** (*cyber-physical systems* – CPS), na które obok pracowników składać się będą inteligentne maszyny i inny sprzęt, oprogramowanie oraz procesy komunikacji między nimi.

Praca w nowym otoczeniu produkcyjnym i warunkach dynamicznych zmian wymagać będzie dostosowanych do niej **kompetencji wykraczających poza techniczne kompetencje cyfrowe**, uznawane dotychczas za kluczowe. Przemysł 4.0 stawia przed pracownikami (inżynierami i technikami) nowe jakościowo wyzwania w zakresie zdobywania wiedzy i umiejętności, ale także adaptacji postaw do zmieniających się uwarunkowań produkcji i dystrybucji. Funda-

93 Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, System Rad ds. Kompetencji, *Rynek pracy, edukacja, kompetencje. Aktualne trendy i wyniki badań*, 2019.

mentalną cechą przemysłu nowej generacji jest bowiem pojawianie się nowych domen technologicznych, wymagających **specyficznych kompetencji** w takich dziedzinach, jak integracja systemów cyberfizycznych, zaawansowane systemy zarządzania produkcją, zaawansowana robotyzacja, integracja analitycznych systemów chmurowych z systemami lokalnymi, obsługa złożonych systemów analizy danych produkcyjnych czy aplikacja algorytmów sztucznej inteligencji w przestrzeni produkcyjnej[94].

Nowe obszary aktywności wymagają swoistych dla nich metod realizacji oraz rozwiązywania problemów, a te z kolei pociągają za sobą potrzebę nabywania i rozwijania omawianych wcześniej **kompetencji transwersalnych** (zob. rozdział 1.2). Do grupy umiejętności transwersalnych, których posiadanie cechować powinno pracowników Przemysłu 4.0, zalicza się umiejętności[95]:

- **efektywnej pracy w grupie**, a także w wirtualnym zespole, w środowisku międzynarodowym itp.;
- **interpersonalne** – przywództwo, komunikowanie się, przekonywanie innych do swoich racji, motywowanie członków zespołu;
- **przetwarzania i analizy dużych ilości danych** pochodzących z wielu źródeł;
- **oceny znaczenia i wiarygodności informacji**, a także wnioskowania na ich podstawie;
- **docierania do informacji**, m.in. z wykorzystaniem mediów elektronicznych i narzędzi *big data*.

Automatyzacja produkcji i rozwiązania bazujące na sztucznej inteligencji wyeliminują liczne działania pracowników związane z obsługą i serwisem maszyn, a także z zarządzaniem zasobami. Odsetek zawodów, które wymagają umiejętności technicznych i zarządzania zasobami jako najważniejszych w pakiecie podstawowych kompetencji zawodowych, zmniejsza się w ostatnich latach i przewiduje się, że będzie malał. Jednocześnie spodziewany jest wzrost zapotrzebowania na zdolności kognitywne jako istotnego elementu kompetencji zawodowych.

Według ekspertów Światowego Forum Ekonomicznego najważniejsze trzy umiejętności pracowników Przemysłu 4.0 to **zdolności kognitywne, umiejętności systemowe i umiejętności rozwiązywania złożonych problemów**. Zapotrzebowanie na nie będzie rosło, a ich znaczenie pozostanie duże[96]. W innym raporcie eksperci rozszerzają paletę kompetencji miękkich (na które zapotrzebowanie – jak się ocenia – znacząco wzrośnie w najbliższych latach) na **myślenie krytyczne, kreatywność i oryginalność**, a także zdolność zwracania uwagi na szczegóły, rozwiązywanie problemów i zarządzanie ludźmi[97]. Również inni autorzy[98] zwracają uwagę na duże znaczenie umiejętności transwersalnych, w tym tzw. **kompetencji osobowych** (*personal skills*). Ich wagę dla pracowników Przemysłu 4.0 ocenili oni na równi z posiadaniem podstawowego technicznego *know-how*, stanowiącego tradycyjny pakiet kompetencji pracowników (zob. tabela 11).

94 J. Gracel, M. Stoch, *Inżynierowie przemysłu 4.0: jak ich rozwijać?*, Harvard Business Review Polska, 2017.
95 Tamże.
96 World Economic Forum, *The Future of Jobs Report*, 2018.
97 Tamże.
98 W. Aulbur, Arvind CJ, R. Bigghe, *Skill Development for Industry 4.0. Whitepaper*, FICCI, Roland Berger, 2016.

Tabela 11. Kwalifikacje i umiejętności ważne z punktu widzenia pracownika Przemysłu 4.0

1. Wiedza na temat technologii informacyjno-komunikacyjnych	2. Zdolność do pracy z danymi
• podstawowa wiedza na temat IT • zdolność do korzystania z komputerów i inteligentnych maszyn (np. robotów) oraz umiejętność interakcji z nimi • rozumienie komunikacji między maszynami, ochrony danych i cyberbezpieczeństwa	• zdolność do przetwarzania i analizy danych otrzymanych od maszyn • rozumienie procesów wyprowadzania danych wizualnych oraz podejmowania decyzji • podstawowa wiedza na temat statystyki
3. *Know-how* techniczne	**4. Umiejętności osobowe**
• interdyscyplinarna i generyczna wiedza o technologiach • specjalistyczna wiedza o działaniach i procesach produkcyjnych w fabryce • techniczne *know-how* na temat maszyn niezbędne do ich obsługi	• zdolność do adaptacji w miejscu pracy i gotowość do zmian • umiejętność podejmowania decyzji • kompetencje komunikacyjne • umiejętność pracy w zespole • zdolność do zmiany sposobu myślenia pod wpływem nauki

Źródło: W. Aulbur, Arvind CJ, R. Bigghe, Skill Development for Industry 4.0. Whitepaper, FICCI, Roland Berger, 2016.

Z kolei eksperci Deloitte wyróżnili **pięć kluczowych umiejętności,** które ich zdaniem będą niezbędne dla osiągnięcia sukcesu w epoce czwartej rewolucji przemysłowej:

- kompetencje cyfrowe;
- umiejętności technologiczne i komputerowe;
- umiejętności programowania robotów i rozwiązań automatyki;
- zdolność pracy z narzędziami i technikami;
- krytyczne myślenie[99].

Obok technicznych kompetencji cyfrowych i umiejętności transwersalnych istotne znaczenie posiadać będą **proaktywne postawy pracowników**, bazujące na współdzielonym przez grupę systemie wartości i wzajemnym zaufaniu. Charakterystykę wiodących cech postaw pracowników Przemysłu 3.0 i 4.0 prezentuje tabela 12. Kluczowymi różnicami dzielącymi obie osobowości są szybkość reakcji i otwartość na zmiany.

99 Deloitte, *2018 Deloitte and The Manufacturing Institute skills gap and future of work study*, Deloitte Insights, 2018.

Tabela 12. Porównanie wiodących cech pracowników Przemysłu 3.0 i 4.0

Inżynier 3.0
Człowiek logiczny, analityczny i systematyczny, który działa według procedur. Ma wrodzoną potrzebę poprawnego wykonywania zadań i koncentrowania się raczej na zagadnieniach niż na ludziach. Potrafi współpracować z ludźmi, ale w zespole, który zna. Nie lubi zmian i nowych sytuacji. Pracuje w sposób spokojny, od początku do końca rozważny, ma umiejętność doprowadzania spraw do końca. Jest osobą bardzo uważną, uprzejmą, zorganizowaną, przewidywalną i metodyczną.
Inżynier 4.0
Człowiek otwarty i aktywny, który lubi różnorodność zarówno w zakresie kontaktów z ludźmi, jak i wykonywanych zadań. Ma zdolność komunikowania innym bardzo technicznych i szczegółowych informacji z entuzjazmem i optymizmem, czym wzbudza u słuchaczy pozytywne odczucia wobec idei, którymi się dzieli. Przywiązuje dużą wagę do szczegółów i dąży do perfekcji. Zapewnia wysoką jakość wykonywanej pracy i przestrzeganie norm. Stosuje się do zasad i procedur.

Źródło: J. Gracel, M. Stoch, Inżynierowie przemysłu 4.0: jak ich rozwijać?, Harvard Business Review Polska, 2017.

W zeszłorocznym raporcie przygotowanym przez firmę Siemens we współpracy z Ministerstwem Przedsiębiorczości i Technologii stwierdzono, że **inżynierskie kompetencje przyszłości dotyczyć będą przede wszystkim interdyscyplinarności**, tj. zdolności do łączenia wiedzy z obszarów automatyki, robotyki, mechatroniki i programowania, a ponadto umiejętności wykraczających poza kompetencje typowo inżynierskie. Wyróżnikiem inżyniera Przemysłu 4.0 ma być **zestaw umiejętności technicznych, cech charakterologicznych i umiejętności miękkich**. Z badań wynika, że spośród kompetencji inżyniera za najistotniejsze uznawane są **umiejętności techniczne**, wymagające znajomości i zrozumienia przebiegu procesu produkcji (93% wskazań jako zdecydowanie lub raczej istotne), a także **umiejętności personalne** (89%). Również w odniesieniu do poszerzania kompetencji przez pracowników, najczęściej wskazywano na potrzebę dokształcania się w zakresie umiejętności technicznych (71%), a w mniejszym stopniu w zakresie umiejętności osobistych (57%), związanych z danymi (55%) i społecznych (52%)[100].

3.2. Niedobory, niedopasowania i luki kompetencji cyfrowych

Podaż potencjalnych pracowników Przemysłu 4.0 w Europie charakteryzują niedobory, niedopasowania i luki kompetencyjne, co skutkuje ograniczeniem dostępności pracowników posiadających odpowiednie kompetencje cyfrowe (zob. tabela 13).

100 Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii / Siemens, *Smart Industry Polska 2019. Inżynierowie w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. Raport z badań*, 2019.

Tabela 13. Definicje niedoboru, niedopasowania i luki kompetencji cyfrowych

Niedobór *(skill shortage)*	Niedobór pracowników posiadających odpowiednie kompetencje cyfrowe definiowany jest jako sytuacja, gdy zapotrzebowanie na konkretne umiejętności przekracza podaż osób posiadających takie umiejętności (zakładając, że osoby te miałyby być zatrudnione za stawki rynkowe). Sytuacja ta występuje, gdy brakuje pracowników o odpowiednich kompetencjach do wypełnienia wszystkich wakatów na danym stanowisku.
Niedopasowanie (*skill mismatch*)	Niedopasowanie występuje, gdy mamy do czynienia z jakościową rozbieżnością między kwalifikacjami i umiejętnościami posiadanymi przez pracowników a tymi, które są niezbędne na rynku pracy. W sytuacjach takich pojawia się zjawisko zbyt wysokich i zbyt niskich kompetencji w stosunku do potrzeb rynku i firm.
Luka kompetencyjna *(skill gap)*	Luka kompetencyjna to sytuacja, w której poziom umiejętności siły roboczej w firmie jest niższy niż wymagany do realizacji zadań i czynności zawodowych lub do wypełnienia wymagań zawodowych. Luka występuje na poziomie całego przedsiębiorstwa.

Źródło: Komisja Europejska, ICT for Work: Digital Skills in the Workplace, 2016.

Według danych Komisji Europejskiej 85% przedsiębiorstw w UE potwierdziło, że wszyscy ich pracownicy posiadają odpowiednie kompetencje do realizacji zadań wymagających korzystania z narzędzi ICT. Pozostałe 15% to przedsiębiorstwa, w których część pracowników nie radzi sobie z obsługą narzędzi cyfrowych. Występuje w nich zatem zjawisko **luki kompetencyjnej**. Luka kompetencyjna dotyczy różnego odsetka przedsiębiorstw w poszczególnych branżach gospodarki (zob. tabela 14).

Tabela 14. Luka kompetencji cyfrowych w podziale na sektory gospodarki

Sektor gospodarki	Odsetek przedsiębiorstw deklarujących lukę kompetencyjną (%)
Rolnictwo	0,6
Produkcja i sektor użyteczności publicznej	22,4
Budownictwo	19,5
Handel, transport, hotelarstwo, gastronomia	18,0
Informacja i komunikacja, działalność naukowa i techniczna, administracja	13,7
Edukacja i zdrowie	17,1
Średnia dla UE	**13,8**

Źródło: Komisja Europejska, ICT for Work: Digital Skills in the Workplace, 2016.

Luka kompetencyjna rośnie wraz z wielkością przedsiębiorstwa (zob. tabela 15). Przyczyną tych różnic są przede wszystkim: **charakter produkcji i usług** (najmniej złożony u mikroprzedsiębiorstw), **deficyt specjalistów ICT** na rynku (ograniczający możliwość zatrudnienia przez duże firmy), a także **poziom świadomości** pracodawców i zarządzających przedsiębiorstwami (w mikroprzedsiębiorstwach obserwowana jest niska świadomość pozytywnego wpływu ICT na wyniki ekonomiczne, co skutkuje mniejszym popytem na kompetencje cyfrowe).

Jak wynika z badań, **kadra zarządzająca większości firm nie traktuje luki kompetencji cyfrowych jako zjawiska w poważny sposób zagrażającego rozwojowi przedsiębiorstwa**. Zaledwie 12% menedżerów podjęło jakiekolwiek działania w związku z wystąpieniem luki kompetencyjnej, a tylko 11% planuje je podjąć[101].

Tabela 15. Luka kompetencji cyfrowych w zależności od wielkości przedsiębiorstwa

Wielkość przedsiębiorstwa		Odsetek przedsiębiorstw deklarujących lukę kompetencyjną (%)
Mikroprzedsiębiorstwa	(1-9 pracowników)	12,3
Małe przedsiębiorstwa	(10-49 pracowników)	23,9
Średnie przedsiębiorstwa	(50-249 pracowników)	23,3
Duże przedsiębiorstwa	(250+ pracowników)	56,7

Źródło: Komisja Europejska, ICT for Work: Digital Skills in the Workplace, 2016.

Wobec rosnącego znaczenia współczesnych technologii cyfrowych, a zwłaszcza rozwoju dysruptywnych technologii trzeciej dekady XXI wieku, **niedocenianie niedoborów, niedostosowań i luk kompetencji cyfrowych jest czynnikiem wysokiego ryzyka** z punktu widzenia zapewniania innowacyjności i kreatywności przedsiębiorstw. Relatywnie niska wartość wskaźnika luki kompetencyjnej cechująca mikroprzedsiębiorstwa może wiązać się z faktem, że przedsiębiorcy z tej grupy mają problem z przeprowadzeniem poprawnej analizy kompetencji, co może skutkować zaniżoną wartością wskaźnika prezentującego odsetek firm dotkniętych tym zjawiskiem.

Oznacza to, że **rozwiązywanie problemu zapewnienia przedsiębiorstwu kadr posiadających odpowiednie kompetencje cyfrowe** nie może ograniczać się do pozyskiwania na rynku pracy niezbędnej liczby nowych wykwalifikowanych pracowników, lecz wiąże się z koniecznymi działaniami wewnętrznymi: prowadzeniem w firmie w długofalowej perspektywie aktywnych analiz zapotrzebowania na konkretne kompetencje, inicjowaniem i prowadzeniem szkoleń dotyczących niedopasowania i luki kompetencyjnej, a także dokonywaniem zmian organizacyjnych powodujących redystrybucję kompetencji w strukturze przedsiębiorstwa.

101 Tamże.

W środowisku pracy w perspektywie roku 2030 nadal niezbędne będą **klasyczne umiejętności cyfrowe na różnym poziomie zaawansowania**, zidentyfikowane jako istotne z punktu widzenia obecnego zapotrzebowania (zob. tabela 16).

Tabela 16. Pakiety umiejętności cyfrowych istotnych z punktu widzenia rynku pracy

I. Podstawowe
1. Rozumienie informacji cyfrowej i komunikacja
• czytanie • liczenie • pisanie • umiejętności komunikacyjne • rozumienie podstawowych przepisów prawa i zasad etycznych dotyczących korzystania z ICT
2. Zarządzanie IT i cyberbezpieczeństwo
• obsługa urządzeń cyfrowych – podstawowe użytkowanie, bezpieczeństwo, zapewnianie backupów, zarządzanie danymi • obsługa oprogramowania – instalowanie i aktualizacja aplikacji, stosowanie filtrów, systemy antywirusowe, używanie silnych haseł • ochrona danych osobowych – zarządzanie danymi i ich ochrona, korzystanie z danych i ich archiwizowanie w mediach społecznościowych oraz serwisach internetowych • zdrowe korzystanie z ICT – ergonomika, ochrona dzieci • ekologiczne aspekty korzystania z ICT – utylizacja urządzeń • umiejętność doboru narzędzi ICT dla różnych grup, np. osób niepełnosprawnych
3. Zarządzanie informacją
• wyszukiwanie, przeglądanie i filtrowanie informacji – korzystanie z wyszukiwarek, zakładek, podstawowych strategii zdobywania informacji • ocena informacji – rozumienie jakości i wiarygodności źródeł • odzyskiwanie i archiwizowanie informacji – wykorzystywanie plików, katalogów i słów kluczowych
4. Cyfrowa komunikacja
• interakcje i współpraca dzięki ICT – głosowa, tekstowa, poczta elektroniczna, media społecznościowe • aktywność obywatelska *online* – umawianie spotkań w urzędach, rejestracja w spisie głosujących, opłacanie podatków • dzielenie się informacją i zasobami (np. w serwisach społecznościowych) • stosowanie netykiety – rozumienie prawnych i zwyczajowych uwarunkowań korzystania z internetu • zarządzanie cyfrową tożsamością – świadomość sposobów jej ochrony, stosowanie odpowiednich zabezpieczeń przy uwierzytelnianiu
II. Pracownicze – dla pracowników branż nietechnologicznych (suma umiejętności I + II)
1. Zarządzanie informacją i jej przetwarzanie
• korzystanie z odpowiednich aplikacji do tworzenia dokumentów • posiadanie kompetencji do profesjonalnego i efektywnego korzystania ze standardowego oprogramowania, obsługi baz danych, arkuszy kalkulacyjnych, a także realizacja zadań zawodowych *online* • wykorzystywanie informacji w różnych cyfrowych formatach dla skutecznego i wydajnego wypełniania zadań zawodowych

2. Zapewnianie cyberbezpieczeństwa systemów ICT oraz osobistego
• uwarunkowania prawne, umowne i etyczne odnoszące się do miejsca pracy – warunki prywatnego korzystania z usług cyfrowych z wykorzystaniem infrastruktury pracowniczej, w tym służbowej poczty elektronicznej
3. Umiejętności cyfrowe specyficzne dla branży
• umiejętności cyfrowe wpływające na zmiany w środowisku pracy – na automatyzację procesów, techniczne innowacje (np. druk 3D) itp.
III. Profesjonalne umiejętności cyfrowe (suma umiejętności I + II + III)
1. Korzystanie z zasobów internetu i narzędzi cyfrowych
• rozwijanie i ponowne wykorzystywanie treści – tworzenie i korzystanie z kursów w modelu MOOC i innych zasobów *online* w celach biznesowych • stosowanie dobrych praktyk w zakresie praw autorskich i licencji • umiejętność korzystania z oprogramowania i jego tworzenia – dla potrzeb biznesowych czy księgowości; budowa stron www, tworzenie treści tekstowych i wizualnych
• zdolność oceny zalet i wad rozwiązań infrastruktury serwerowej i chmurowej – efektywność kosztowa, przewagi w zakresie kosztów i sposobu płatności, uwarunkowania bezpieczeństwa, łatwość uzyskiwania i aktualizacji licencji
2. Rozwiązywanie problemów
• rozwiązywanie problemów z informacjami, oprogramowaniem i urządzeniami (hardware) • ewaluacja i opiniowanie rozwiązań ICT, aktualizacja ścieżek modernizacji w kontekście rozwoju strategii biznesowych • kreatywne i innowacyjne wykorzystanie technologii cyfrowych (takich jak: platformy komunikacyjne zapewniające zyski wynikające ze współpracy i produktywności, oprogramowanie logistyczne, druk 3D, rozwiązania VR i AR)
3. Zapewnianie cyberbezpieczeństwa systemów ICT oraz osobistego
• ochrona informacji wrażliwych – znajomość prawa, metodologii i systemów szyfrowania, kontrola dostępu • znajomość polityk i praktyk zapewniania bezpieczeństwa rozbudowanych infrastruktur, dzięki którym pracownicy mogą pracować w domu lub mobilnie • cyberbezpieczeństwo – zabezpieczenie infrastruktury IT – wiedza o strategiach chroniących przed: hakowaniem, wirusami, utratą pamięci zewnętrznych należących do pracowników, zapewnianie backupów oraz odzyskiwanie danych po awarii

Źródło: Komisja Europejska, ICT for Work: Digital Skills in the Workplace, 2016.

Obok zapotrzebowania na specjalistów o wiodących kompetencjach technicznych prognozuje się **duży popyt firm sektora ICT na tzw. e-liderów**, którzy posiadają zróżnicowane techniczne kompetencje cyfrowe, biznesowe i zarządcze, odpowiadające najwyższemu poziomowi w modelu „piramidy kompetencji cyfrowych" (zob. rozdział 1.1, rysunek 1). Popyt na e-liderów, zdolnych do kreowania i wdrażania innowacji szczególnie ważnych dla transformacji cyfrowej państw, szacowany jest do 2025 roku na **450 tys. osób w skali UE**. Ranking stworzony na podstawie specjalnego wskaźnika (*e-Leadership High-Tech Index*) pokazuje potencjał państw UE do rozwoju **kompetencji e-przywództwa**. Wiodącymi krajami pod tym względem są Irlandia, Holandia, Finlandia, Wielka Brytania, Szwecja, Belgia i Dania – ze wskaźnikami o 20% lub

więcej powyżej unijnej średniej. Polska – wraz z Hiszpanią, Litwą, Czechami, Łotwą, Węgrami i Portugalią – zalicza się do grupy państw, w których wartość wskaźnika jest o 20% lub mniej niższa od unijnej średniej[102]. Jest to trzecia z czterech grup, do których zaliczono poszczególne państwa członkowskie. Tym niemniej osiągnięty wynik wskazuje na **deficyt kompetencji kadr kierowniczych polskich przedsiębiorstw** w tym zakresie.

Współczesne branże przemysłowe i usługowe mają zróżnicowane zapotrzebowania na kompetencje 4.0 powiązane z wykorzystywanymi w nich innowacyjnymi technologiami. Jednakże jak dotychczas w Polsce problematyka ta nie była przedmiotem szczegółowych badań, a dotychczasowe wyniki analiz nie pozwalają na wytypowanie szczegółowych charakterystyk pakietów specyficznych dla poszczególnych branż. Przeciwnie, wskazują na to, iż ich rozwój powiązany jest z szerokim pakietem kompetencji[103].

3.3. Kompetencje cyfrowe a wiodące technologie

Największe znaczenie w rozwoju Przemysłu 4.0 w perspektywie roku 2030 przypisuje się wykorzystaniu *big data*. W 2016 roku PwC prognozowało, że odsetek przedsiębiorstw wskazujących na tak duże znaczenie danych wzrośnie w ciągu pięciu lat średnio z 50% do 83%, przy czym największe znaczenie dane uzyskają w branżach: **logistyki i transportu, elektroniki, produkcji przemysłowej i przemysłu chemicznego**.

Masowe wykorzystanie *big data* nie tylko wpłynie na zmiany w produkcji czy poprawę procesów decyzyjnych, lecz także przyczyni się do poprawy relacji producentów z klientami, zarówno w procesie sprzedaży, jak i poprzez indywidualizację zamówień. Większość przedsiębiorstw (72%) objętych wspomnianym badaniem PwC deklarowało takie efekty użycia danych.

Dostępność danych nie stanowi sama w sobie istotnej wartości. Konieczne są znajomość technik i narzędzi analitycznych oraz korzystanie z nich. To **kompetencje analityków i ekspertów analityki** czynią z danych kluczową wartość dla gospodarki. Istotne są także **kompetencje w zakresie bezpieczeństwa danych**. Rozwój umiejętności pracowników w tym kierunku powinien stanowić priorytet firm działających na rynku Przemysłu 4.0. Pożądane kompetencje w tym zakresie obejmują m.in. znajomość zagadnień przepływów danych i ich interoperacyjności, a także zdolność oceny ich potencjalnej wartości, a zatem wyboru, które z nich warto zdobywać. Ponadto istotna jest znajomość **sztucznej inteligencji,** która pozwala dokonywać konwersji danych do postaci informacji, a także wykorzystywać **rzeczywistość wirtualną/rozszerzoną** (VR/AR) i rozwiązania tzw. **cyfrowych bliźniaków** (*digital twins*)[104] do dostarczania wiedzy pracownikom.

102 Empirica, PwC, *High-Tech Leadership Skills for Europe, Final Report prepared to the European Commission Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*, 2017.

103 *Digital Skills Project Reference Group, Preparing for Industry 4.0 – Will Digital Skills Be Enough?*, IBSA Innovation & Business Skills Australia, 2017.

104 Por. np. Deloitte, *Industry 4.0 and the Digital Twin*, Deloitte University Press, 2017.

Poziom implementacji systemowych rozwiązań analityki *big data* w firmach jest wciąż niski. Dominują rozwiązania ad hoc, w których zdolność przedsiębiorstwa do dokonywania analiz jest zależna od drugoplanowych kompetencji pracowników, niezwiązanych z zajmowanymi przez nich stanowiskami. Same analizy nie zostały zaimplementowane do głównych procesów biznesowych przedsiębiorstwa i mają charakter selektywny. Taką sytuację zdiagnozowano w 38% badanych przedsiębiorstw, a 9% z nich nie posiadało wśród pracowników żadnej osoby zdolnej do prowadzenia analityki danych. Większość firm nie ma dojrzałego potencjału w tym zakresie[105]. Strategicznym zadaniem przedsiębiorstw wchodzących na ścieżkę Przemysłu 4.0 jest więc określenie potrzeb i zbudowanie stabilnego potencjału firmy na polu analityki danych. Jest to warunek *sine qua non* sukcesu planowanej transformacji.

W perspektywie roku 2030 zapewnienie **cyberbezpieczeństwa** będzie stanowić jedno z kluczowych wyzwań dla Przemysłu 4.0, zarówno w sensie ekonomicznym, jak i technicznym[106]. Dotyczy ono bowiem całości organizacji, m.in. zarządzania przedsiębiorstwem, produkcją, zasobami ludzkimi, ryzykiem, dostawami, ale jest też kwestią produkcji lub usług oraz relacji zewnętrznych, w tym sprzedaży. **Globalny niedobór specjalistów** w tym obszarze szacuje się obecnie na co najmniej **3 mln pracowników** – największy w regionie Azji i Pacyfiku (2,15 mln) i w Ameryce Północnej (500 tys.), najmniejszy zaś w Ameryce Łacińskiej (136 tys.), a także w Europie, Afryce i na Bliskim Wschodzie (łącznie 142 tys. specjalistów)[107]. Inne szacunki mówią, że w skali świata niedobór ten sięga **3,5 mln pracowników**[108]. W kategorii pracowników o technicznych kompetencjach cyfrowych przedsiębiorstwa wykazują na pierwszym miejscu zapotrzebowanie na specjalistów od cyberbezpieczeństwa[109]. Przewiduje się, że zapotrzebowanie to rośnie i wciąż będzie rosło.

Brak specjalistów w dziedzinie cyberbezpieczeństwa zalicza się do kluczowych wyzwań dla kadry menedżerskiej na całym świecie. Na specjalistyczne kompetencje w zakresie cyberbezpieczeństwa składają się nie tylko **umiejętności ściśle techniczne** (związane z ochroną systemów IT, sieci teleinformatycznych, aplikacji i danych), ale w równym stopniu **kompetencje inne niż techniczne**, np. zarządzania ryzykiem, tworzenia w organizacji polityki cyberbezpieczeństwa i całościowego zarządzania nią, kreowania systemów procedur na wypadek wystąpienia zagrożeń, a także planowania inwestycji i zmian w organizacji. Istotne znaczenie mają również umiejętności wewnętrznego zarządzania procesem certyfikacji produktów i usług przedsiębiorstw w zakresie cyberbezpieczeństwa.

Należy przy tym zwrócić uwagę, że **cyberbezpieczeństwo w coraz większym stopniu staje się metadyscypliną** rozszerzającą i agregującą wiedzę oraz umiejętności z różnych dziedzin. W najbliższych latach należy spodziewać się poszerzania zakresu kompetencji w tym zakresie,

105 R. Geisbauer, J. Vedso, S. Schrauf, *2016 Global Industry 4.0 Survey – Industry 4.0: Builiding the Digital Enterprise*, PwC, 2016.

106 Por. np. C. Sutton, M. Fenn, *Consulting Skills for 2030*, Centre for Management Consulting Excellence, 2018.

107 ISC, *Cybersecurity Professionals Focus on Developing New Skills as Workforce Gap Widens*, (ISC)² Cybersecurity Workforce Study, 2018.

108 US Bureau of Labor Statistics, *Occupational Outlook Handbook: Information Security Analysts*, 2018.

109 Capgemini Invent, IDC, Empirica, *High-Tech Skills Industry. Increasing EU's Talent Pool and Promoting the Highest Quality Standards in Support of Digital Transformation*, Komisja Europejska, 2019.

prowadzącego do węższych specjalizacji zawodowych. Aby sprostać temu wyzwaniu, niezbędna będzie systemowa reakcja ze strony sektora edukacji (w szczególności na poziomie studiów wyższych) i pracodawców, zmierzająca do stworzenia **ekosystemu edukacji w zakresie cyberbezpieczeństwa** oraz wprowadzenia tej tematyki do głównego nurtu studiów wyższych, także w dziedzinach niezwiązanych z IT[110].

Jak wspomniano w rozdziale 2, wyniki badań z ostatnich lat wskazują na to, że **automatyzacja** w znaczący sposób zmienia wiele zawodów poprzez ingerencję w część ich powtarzalnych, rutynowych czynności. Praca ludzi w fabrykach wytwarzających produkty zostanie przeniesiona na poziom planowania, zarządzania i kontroli. Nowe role pracowników będą dotyczyć m.in. **tworzenia aplikacji, obsługi robotów, analityki danych i wirtualizacji**. Oznacza to konieczność nabycia przez inżynierów i techników nowych umiejętności obsługi narzędzi oraz cyfrowych metod pracy. Zwiększy się zapotrzebowanie na **inżynierów automatyki i oprogramowania oraz projektantów produktów**, którzy będą zdolni do operowania miedzy światem realnym i wirtualnym w sytuacji powszechnego zastosowania zaawansowanych rozwiązań z zakresu cyfrowych bliźniaków w odniesieniu do produktów i procesów produkcyjnych.

Internet rzeczy (*Internet of Things*) stanowi kombinację innowacji w zakresie rozwiązań i technologii komunikacji, uczenia maszynowego, analityki danych i systemów wbudowanych. Odnosi się głównie do przetwarzania danych z zastosowaniem automatycznych aplikacji zlokalizowanych na niewielkich urządzeniach, które komunikują się ze sobą bez udziału człowieka. Wiedza i umiejętności niezbędne do kreatywnej pracy w zakresie rozwoju internetu rzeczy obejmują kwestie inżynierskie, m.in. **tworzenia aplikacji, obsługi urządzeń cyfrowych, pozyskiwania i konsumpcji energii, protokołów komunikacji, szyfrowania i poufności danych**. Ponadto istotne znaczenie przypisuje się umiejętnościom miękkim, takim jak zdolność do:

- znajdowania informacji o nowych produktach, technologiach i modelach bez zewnętrznego wsparcia;
- szybkiego pozyskiwania nowych technologii i modeli w celu porównania ich z obecnymi, bez wchodzenia w szczegóły;
- zauważania i rozumienia wzajemnych relacji między różnymi technologiami i modelami;
- kierowania projektami o dużej skali[111].

Obszarami zastosowań **kompetencji cyfrowych specjalistów w zakresie internetu rzeczy** będą m.in.:

- rozwiązania w zakresie sprzętu do produkcji i tzw. inteligentnych fabryk (*smart factories*);
- czujniki do zdalnego monitoringu i kontroli ładunków;

110 A. Parrish et al., *Global Perspectives on Cybersecurity Education for 2030: A Case for a Meta-Discipline. In Proceedings of the 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE Companion '18)*, Larnaka-Nowy Jork, 2018.

111 ITU, *Digital Skills Insights 2019*, Human Capacity Building Division, 2019.

- zautomatyzowana infrastruktura energetyczna oraz inteligentne pomiary wykorzystania i oszczędzania energii (*smart grids*);
- inteligentna analiza gleby i warunków środowiskowych w rolnictwie;
- systemy do śledzenia pojazdów i przedmiotów (*smart mobility, smart cities*);
- monitoring zdrowia i bezpieczeństwa osób pracujących w warunkach niebezpiecznych lub w oddaleniu od miejsca pracy[112].

Epokę Przemysłu 4.0 cechuje **duże zapotrzebowanie na deweloperów i inżynierów oprogramowania**. Ich zadaniem jest tworzenie m.in.[113]:

- kodów maszynowych dla kontroli przemysłowej i systemów zautomatyzowanych;
- platform do zarządzania przedsiębiorstwem i planowania;
- mobilnych aplikacji dla interakcji z klientem i prowadzenia działań biznesowych w czasie rzeczywistym;
- narzędzi wizualizacji danych i pulpitów do prezentacji danych przemysłowych, wyciągania wniosków oraz podejmowania decyzji biznesowych bazujących na nich;
- kodów do przekazywania poleceń systemom robotycznym oraz ułatwiania interakcji między człowiekiem a maszyną.

Oznacza to zapotrzebowanie na specjalistów programowania w językach **Python, Ruby, Java, C, C+** i innych.

W Polsce obraz rynku specjalistów sektora ICT nie odbiega swymi zasadniczymi cechami od krajów UE. Zdaniem autorów raportu Aktywni+. *Przyszłość rynku pracy* z 2017 roku największy potencjalny niedobór pracowników nowej gospodarki cyfrowej w Polsce wystąpi w zawodach: **analityk, architekt systemowy, *data miner*, deweloper oprogramowania, specjalista w zakresie sztucznej inteligencji, projektant inteligentnych robotów i maszyn oraz specjalista od marketingu cyfrowego i e-handlu**[114]. Natomiast w 2019 roku małe i średnie przedsiębiorstwa odnotowały w Polsce największe zapotrzebowanie na **inżynierów oprogramowania, specjalistów marketingu internetowego i uczenia maszynowego**[115].

Jak wspomniano powyżej, silnym impulsem dla rozwoju profesjonalnych kompetencji cyfrowych *sensu largo* może stać się **wejście Polski na drogę rozwoju branż „gospodarki danych"** właściwej dla pierwszej fazy czwartej rewolucji przemysłowej (przez „gospodarkę danych" rozumie się gromadzenie, transmisję, analizę, przechowywanie i wykorzystywanie danych). Wejście na tę drogę wymaga jednak systemowej polityki państwa oraz zintegrowanej z nią współpracy z przedsiębiorstwami, wskutek której – w opinii Ministerstwa Cyfryzacji – „Polska gospodarka może odnieść ponadprzeciętne korzyści dzięki rozwijaniu modeli biznesowych oraz intensyfika-

112 M.R. Nichols, *Must-Have Skills for Industry 4.0*, Control, 2019.
113 Tamże.
114 *Raport Gumtree. Aktywni+. Przyszłość na rynku pracy 2017*, DELab UW, Warszawa, 2017.
115 Komisja Europejska, *Digital Skills: New Professions, New Educational Methods, New Jobs. Final Report*, 2019.

cji procesów operacyjnych firm, bazując na analizie i transferze danych”[116]. Natomiast według autorów innej ekspertyzy dla Ministerstwa Cyfryzacji: „**Polska charakteryzuje się intensywnością wykorzystania danych poniżej średniej UE**, jednak w porównaniu do pozostałych czynników kształtujących efektywność gospodarowania, danym przypisać należy ponadprzeciętnie wysoki udział w łącznej produktywności gospodarki”[117].

Z kolei **wskaźnik liczby pracowników „gospodarki danych”** (3,6% całego rynku pracy) **sytuuje Polskę powyżej unijnej średniej** (3,1%). Polscy pracownicy stanowią aż 7,8% wszystkich zatrudnionych w tym sektorze w UE. Ponadto, w 2016 roku dynamika wzrostu tej grupy zawodowej w Polsce była bardzo wysoka (wzrosła z 3,2% do 14,7%)[118], podczas gdy w UE zanotowano tendencję odwrotną – dynamika wzrostu spadła z 3,2% do 1,7%[119].

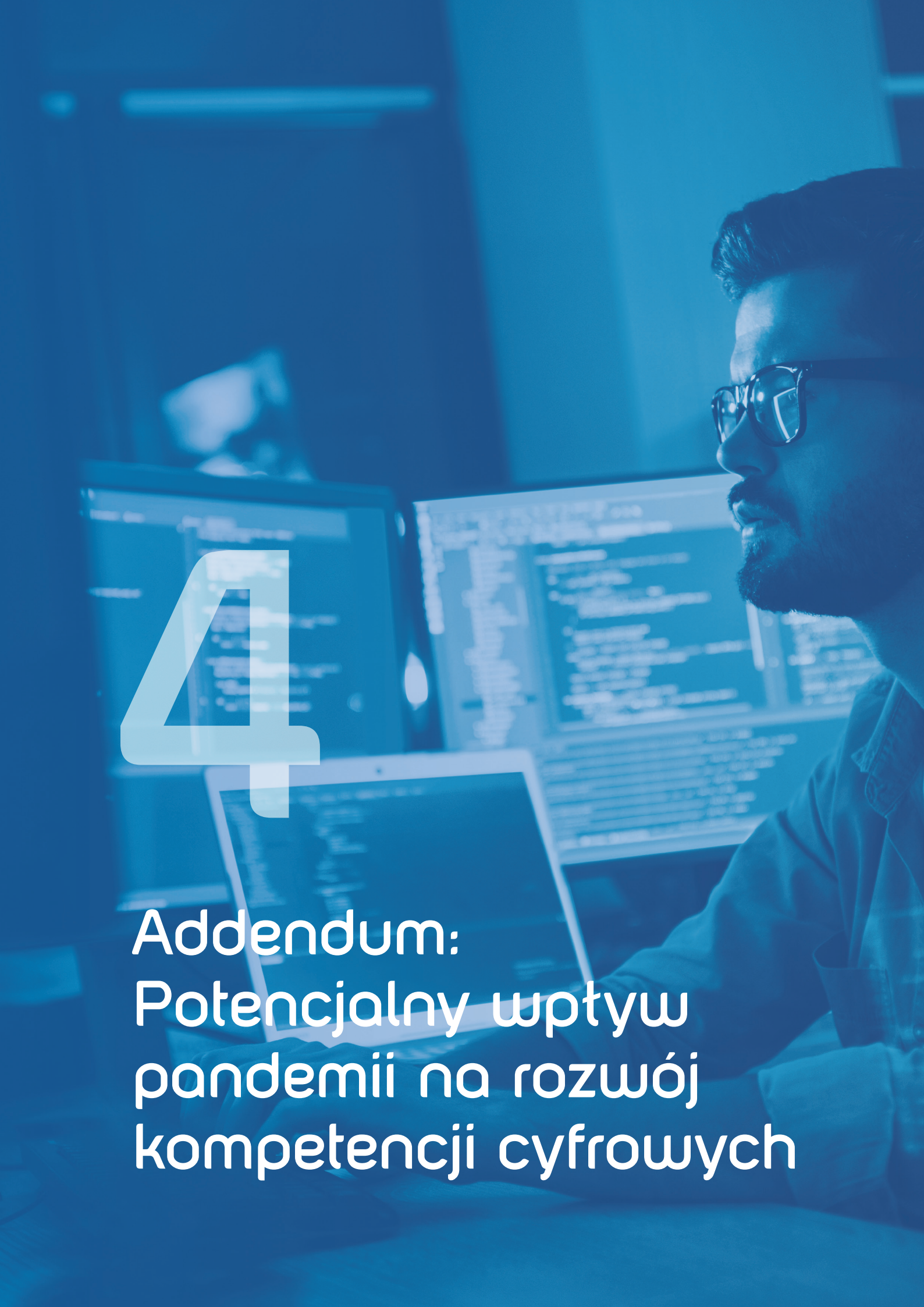
Wysoki potencjał rozwojowy polskiej „gospodarki danych” może być argumentem zachęcającym przedsiębiorstwa, które rozważają podjęcie działań biznesowych w tym obszarze. Kluczowe znaczenie ma zdolność polskiego **systemu edukacji nieformalnej i szkolnictwa wyższego** do zapewnienia odpowiednich kompetencji cyfrowych pracownikom firm tego sektora, w którym potencjalnie z roku na rok będzie rosło zapotrzebowanie na inżynierów informatyków (*software engineering*), specjalistów w zakresie mediów społecznościowych, analityków i architektów danych (*data science, big data*), specjalistów marketingu cyfrowego, sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego, internetu rzeczy i cyberbezpieczeństwa. Konieczne są **systemowe działania na poziomie państwa**, gdyż bez tego szanse, jakie niesie „gospodarka danych”, nie zostaną w Polsce wykorzystane w odpowiednim stopniu.

116 M. Borowik, L. Maśniak, R. Kroplewski, H. Romaniec, *Przemysł+. Gospodarka oparta o dane*, Ministerstwo Cyfryzacji, 2018.

117 G. Koloch, K. Grobelna, K. Zakrzewska-Szlichtyng, B. Kamiński, D. Kaszyński, *Intensywność wykorzystania danych w gospodarce a jej rozwój – analiza diagnostyczna. Raport opracowany dla Ministerstwa Cyfryzacji*, 2017.

118 Tak wysoki wskaźnik wynika w znacznej mierze z tzw. efektu niskiej bazy.

119 M. Borowik, L. Maśniak, R. Kroplewski, H. Romaniec, *Przemysł +. Gospodarka oparta o dane*, Ministerstwo Cyfryzacji, 2018.



4

Addendum: Potencjalny wpływ pandemii na rozwój kompetencji cyfrowych

4. Addendum: Potencjalny wpływ pandemii na rozwój kompetencji cyfrowych

W pierwszych miesiącach 2020 roku na szeroką skalę rozwinęła się na świecie **pandemia COVID-19** – najpierw w Chinach i Korei Południowej, następnie w Europie i Stanach Zjednoczonych, a także w innych regionach świata (Brazylia, Rosja, Indie). Mimo iż doprowadziło to do globalnego kryzysu w różnych obszarach działalności (gospodarczej, politycznej, społecznej), to należy zauważyć, że dotychczasowy przebieg pandemii potwierdza **skokowy model zmian** dokonujących się na świecie (również w Polsce), określony w rozdziale drugim niniejszego raportu jako **cyfrowa dysrupcja**.

Obok dotychczasowego wektora dysruptywnej transformacji, bazującego na wschodzących technologiach XXI wieku (m.in. sztucznej inteligencji, chmurze obliczeniowej, *big data*, robotyzacji) pojawiły się nowe **czynniki pandemiczne**, tj. konieczność społecznej izolacji, ograniczenia w przemieszczaniu się i wychodzeniu z domów (*lockdown*), zamknięcie lub uszczelnienie granic, a także obowiązki przestrzegania specyficznych praw stanu epidemii i nakazów władz sanitarnych. Kolejnym dysruptywnym czynnikiem – o wpływie trudnym obecnie do oceny – jest wojna handlowa między USA a Chinami, mająca swój wymiar także w obszarze gospodarki cyfrowej.

Doświadczenia sektora IT w okresie pierwszych miesięcy pandemii w Polsce wskazują na względną stabilność działalności firm i zatrudnienia w nich. Jednak w niedalekiej przyszłości mogą pojawić się **utrudnienia w funkcjonowaniu przedsiębiorstw**, w tym warunkowane czynnikami ekonomicznymi po stronie klientów, takie jak:

- spowolnienie lub wstrzymanie realizacji projektów z powodów braku finansowania;
- ograniczenie nowych projektów IT ze względu na niepewność rozwoju gospodarczego i wysokie ryzyko inicjacji przedsięwzięć IT;
- trudności w skalowalności usług – brak technicznych możliwości lub trudność zapewnienia usług w skali oczekiwanej przez klientów.

Istnieją jednak przesłanki, by sądzić, że problemy te będą mieć krótkotrwały charakter ze względu na znaczne środki na inwestycje w rozwiązania IT lokowane w programach antykryzysowych, podejmowanych przez rządy krajów europejskich, w tym Polskę, a także na poziomie regionów UE. Rozwój cyfrowy będzie też jednym z priorytetów perspektywy budżetowej UE na lata 2021-2027, uzgodnionej przez państwa UE w lipcu 2020 roku. Natomiast **w perspektywie średnio- i długoterminowej zaznaczy się pozytywny wpływ pandemii na rozwój sektora IT**[120].

Kluczowym czynnikiem zmiany podczas pandemii była izolacja społeczna, tj. ograniczenie swobody przemieszczania się i konieczność – co do zasady – pozostania w domach. Skutkowała ona **znacznym pogorszeniem sytuacji w gospodarce, w tym na rynku pracy**. W kwietniu 2020 roku liczba bezrobotnych Amerykanów wzrosła z 15,9 mln do 23,1 mln, a stopa bezrobocia rejestrowanego w USA wzrosła z 4,4% do 14,7% (był to najwyższy miesięczny wzrost od stycznia 1948 roku)[121]. W Indiach między połową marca a początkiem maja 2020 roku zanotowano wzrost stopy bezrobocia z 6,7% do 27,1%[122]. Wzrost bezrobocia obserwowany jest także w Europie, np. w Niemczech stopa bezrobocia w kwietniu 2020 roku (5,8%) była najwyższa od trzech lat. W całej UE stopa bezrobocia w 2020 roku ma zaś wzrosnąć z 6,7% do 9%[123]. Ten **prognozowany wzrost bezrobocia – szczególnie w sektorze usług – nie dotknie jednak znacząco specjalistów IT**. Warto przy tym zauważyć, że ze względu na ograniczenia w zatrudnianiu pracowników i zmniejszenie inwestycji, problem deficytu informatyków nie będzie wysuwał się w działaniach przedsiębiorstw na pierwszy plan (z czym mieliśmy do czynienia do marca 2020 roku).

W pierwszych miesiącach pandemii odpowiedzią na nakaz izolacji społecznej i pozostawania w domach było **powszechne przenoszenie aktywności zawodowej oraz biznesowej (np. usługowej) do środowiska cyfrowego, a także rozwój handlu elektronicznego *(e-commerce)***. Korzystanie z rozwiązań cyfrowych w czasach pandemii przestało być opcją wybieraną przez najbardziej kompetentne w tym zakresie osoby, a stało się życiową koniecznością dla znacznie większej niż dotąd części społeczeństwa. Natomiast dla wielu firm może to być nie tylko dodatkowe wsparcie w prowadzonej działalności gospodarczej, ale wręcz ratunek przed bankructwem. Posiadanie funkcjonalnych kompetencji cyfrowych staje się więc warunkiem niezbędnym zarówno dla obywateli, jak i dla przedsiębiorców.

Jak wspomniano, obecna pandemia w perspektywie średnio- i długoterminowej wywrze pozytywny wpływ na rozwój sektora IT w skali globalnej. Jednym z czynników tego rozwoju będzie rosnąca rola handlu elektronicznego – nie tylko w dużych miastach, jak dotychczas, ale także w mniejszych. Już obecnie w Polsce **e-handel to prężnie rozwijający się kanał sprzedaży**, czemu sprzyja fakt, że w ostatnich latach rośnie zarówno liczba gospodarstw domowych posiadających dostęp do internetu, jak i liczba osób dokonujących zakupów przez internet (zob. wykres 14)[124].

120 K. L. Lueth, *The Impact of Covid-19 on the Internet of Things – Now and Beyond the Great Lockdown*, IoT Analytics, 22 kwietnia 2020.

121 U.S. Bureau of Labor Statistics, dane z 8 maja 2020.

122 Centre for Monitoring Indian Economy (CMIE), dane z 5 maja 2020.

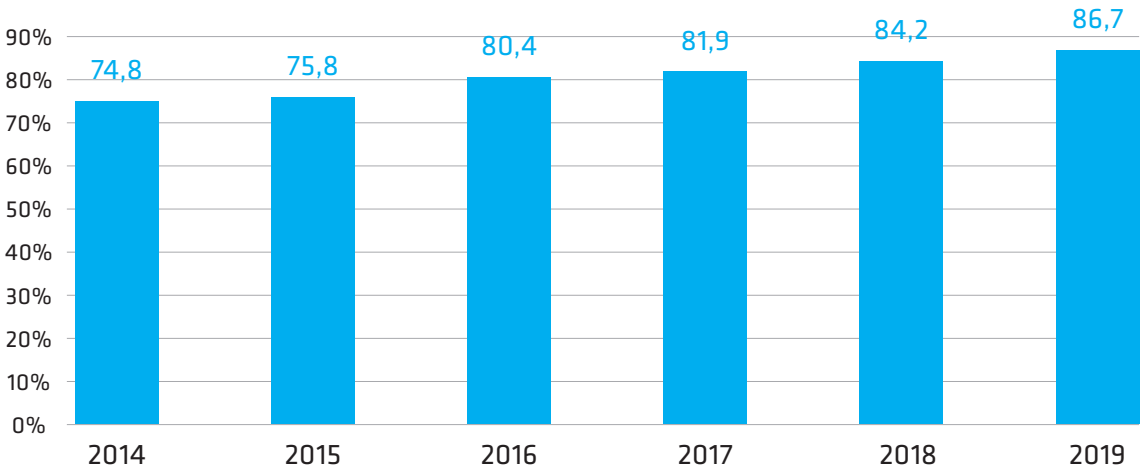
123 Komisja Europejska, *European Economic Forecast – Spring 2020*, 6 maja 2020.

124 GUS, *Społeczeństwo informacyjne w Polsce w 2018; GUS, Społeczeństwo informacyjne w Polsce w 2019.*

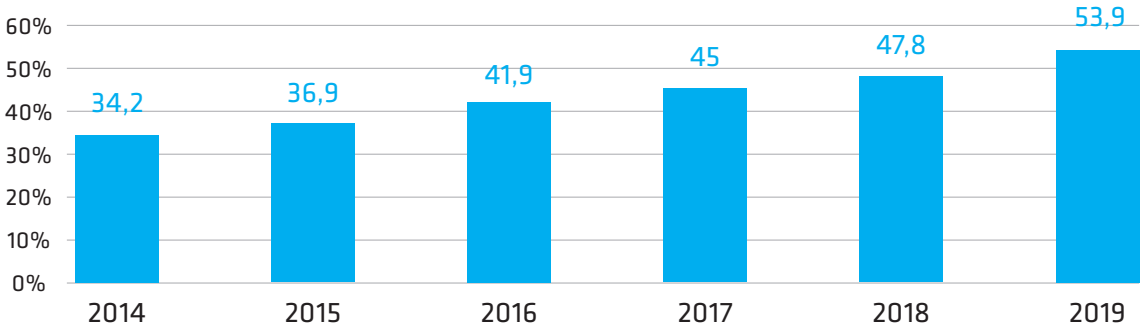
Wiosną 2020 roku liczba internautów w Polsce przekroczyła **28 mln osób** (w kwietniu), po czym spadła do nieco ponad 27 mln osób (w czerwcu)[125]. Rynek sprzedaży internetowej w Polsce rozwija się dynamicznie, notując średniorocznie dwucyfrowy wzrost. W ubiegłym roku wartość polskiego rynku *e-commerce* oceniano na **60-80 mld zł** w najbliższych latach (56 mld zł w 2019 roku i 79 mld zł w 2023 roku)[126].

Wykres 14. Dynamika aktywności polskiego społeczeństwa w internecie w latach 2014-2019

a) gospodarstwa domowe posiadające dostęp do internetu (% wszystkich gospodarstw domowych)



b) osoby zamawiające lub kupujące przez internet towary lub usługi do użytku prywatnego (% ogółu osób)



Źródło: PKO BP, Monitoring branżowy – Analizy sektorowe, czerwiec 2019; GUS, Społeczeństwo informacyjne w Polsce w 2018 i 2019.

125 Gemius Polska, *Wyniki badania Gemius/PBI za kwiecień 2020*, 8 maja 2020; *Wyniki badania Gemius/PBI za czerwiec 2020*, 10 lipca 2020.

126 PKO BP, *Monitoring branżowy – Analizy sektorowe*, 21 czerwca 2019.

W czasie pandemii dało się zauważyć **dynamiczny rozwój e-sklepów**, dostarczających produkty bezpośrednio do miejsc zamieszkania kupujących (głównie **produkty spożywcze, higieniczne, biurowe** itp.). Potwierdzają to wiodące platformy e-handlu w Polsce. Na platformie Allegro ruch w ciągu kilku pierwszych tygodni pandemii wzrósł średnio o kilkadziesiąt procent, ale były też kategorie produktów osiągające kilkudziesięciokrotne wzrosty. W połowie marca 2020 roku największą popularnością cieszyły się produkty związane z higieną, a nieco później – wyposażenie domowego biura i zabawki. Z danych platformy OLX wynika, że w kwietniu 2020 roku w porównaniu z kwietniem ubiegłego roku największy wzrost dodawanych ogłoszeń odnotowano w następujących kategoriach: zdrowie (274%) i produkty spożywcze (122%). Podobnie było w przypadku odpowiadających na ogłoszenia – zdrowie (313%) i produkty spożywcze (170%). Prognozuje się także dynamiczny wzrost udziału sprzedaży *online* w całości sprzedaży **produktów szybkozbywalnych** (*fast-moving consumer goods* – FMCG), które są zwykle sprzedawane po stosunkowo niskich cenach (np. artykuły spożywcze i środki czystości). Obecnie udział ten wynosi w Polsce około 1%, a do 2022 roku może wzrosnąć do poziomu 5% (dla porównania analogiczny wskaźnik w Wielkiej Brytanii wynosi 6% i jest najwyższy w Europie)[127].

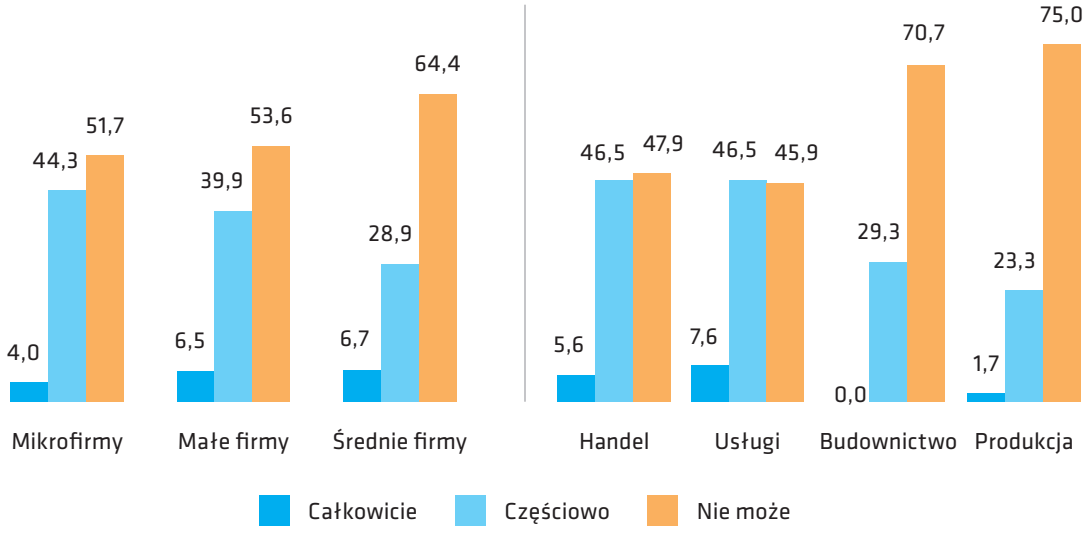
Zdecydowany wzrost zakupów *online* w pierwszych miesiącach pandemii nie musi jednak oznaczać, że polscy klienci e-handlu pozbędą się całkowicie swoich przyzwyczajeń do zakupów w sklepach stacjonarnych. Część z nich od początku sygnalizowała **rezygnację z kanału *online* po wygaśnięciu pandemii**. Ocenia się, że skala zmian w mentalności konsumentów będzie zależna od czasu pozostawania w izolacji, a także działań podjętych przez sprzedawców[128].

Pandemia wymusiła na wielu przedsiębiorcach przeniesienie działalności do sieci internetowej. Ponad połowa firm nie była na to przygotowana. Jak wynika z badania „*KoronaBilans MŚP*" zrealizowanego na zlecenie Krajowego Rejestru Długów, średnio tylko 5% ankietowanych przedsiębiorców jest w stanie w pełni prowadzić swoją działalność za pośrednictwem internetu, a 40% może robić to częściowo (zob. wykres 15). Ponad połowa nie ma takich możliwości. Najlepiej przygotowani są **mikroprzedsiębiorcy**, z których blisko połowa (ponad 44%) może przynajmniej częściowo prowadzić biznes w internetowej rzeczywistości. Najsłabiej wypadły średnie firmy – poniżej 30% zadeklarowało taką gotowość. Najlepiej przygotowane do sprzedaży *online* okazały się **przedsiębiorstwa usługowe i handlowe** (po 46% deklarujących możliwość częściowego przestawienia się), a najmniej – **branże budowlana i produkcyjna** (mniej niż 1/3 lub 1/4 firm), co wynika ze specyfiki tych branż. Jednak około 40% firm budowlanych i produkcyjnych planuje w najbliższym czasie rozbudowę kanałów sprzedażowych w sieci (to podobny odsetek jak w przypadku firm handlowych). Generalnie, najszybciej do nowej rzeczywistości przystosowały się **małe przedsiębiorstwa**, wśród których blisko dwa na trzy (62,5%) planują w najbliższym czasie aktywne działania *online*[129].

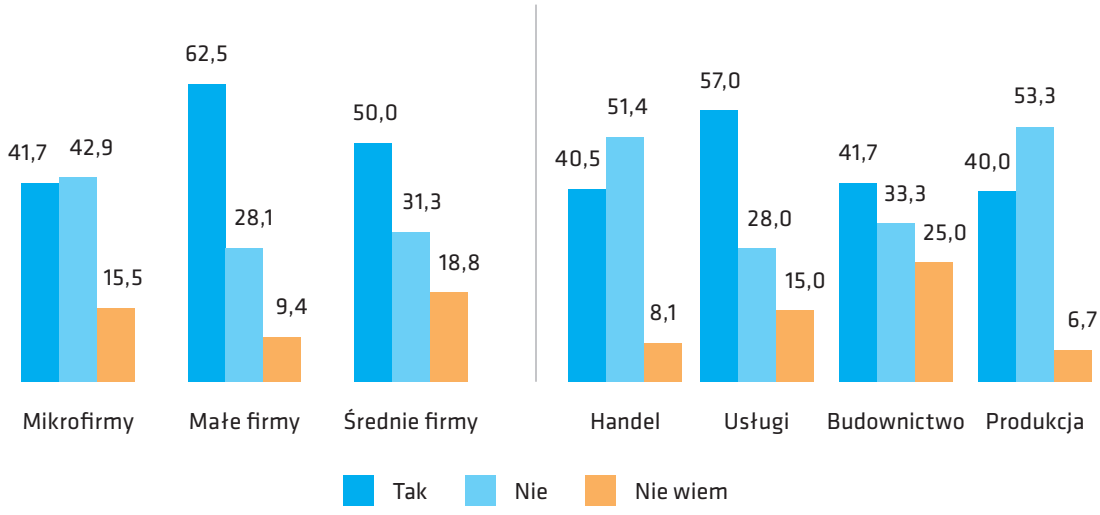
127 M. Szeligowski, *E-commerce kwitnie. Polacy rzucili się na zakupy w sieci*, Spidersweb, 24 kwietnia 2020.
128 Tamże.
129 Por. Krajowy Rejestr Długów, *KoronaBilans MŚP*, maj 2020; *Małe firmy ruszają na podbój Internetu*, 20 maja 2020.

Wykres 15. Możliwości polskich przedsiębiorstw w zakresie prowadzenia działalności *online* w czasie pandemii

a) Czy Państwa firma może prowadzić swoją działalność *online*? (w %)



b) Czy Państwa firma przestawiła się na działalność *online* lub planuje to zrobić w najbliższych 3 miesiącach? (w %)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Krajowego Rejestru Długów (KoronaBilans MŚP, maj 2020).

W kontekście powyższego warto wspomnieć o inicjatywie **Agencji Rozwoju Przemysłu** (ARP), realizowanej pod patronatem Kancelarii Prezesa Rady Ministrów, Ministerstwa Rozwoju oraz Ministerstwa Funduszy i Polityki Regionalnej. Celem przedsięwzięcia jest **wsparcie przedsiębiorców, którzy chcieliby przenieść swój biznes do internetu**[130]. Jest ono skierowane do mikro,

130 Agencja Rozwoju Przemysłu, *Przenieś swoją firmę do internetu. Zarabiaj na e-handlu*, 20 kwietnia 2020.

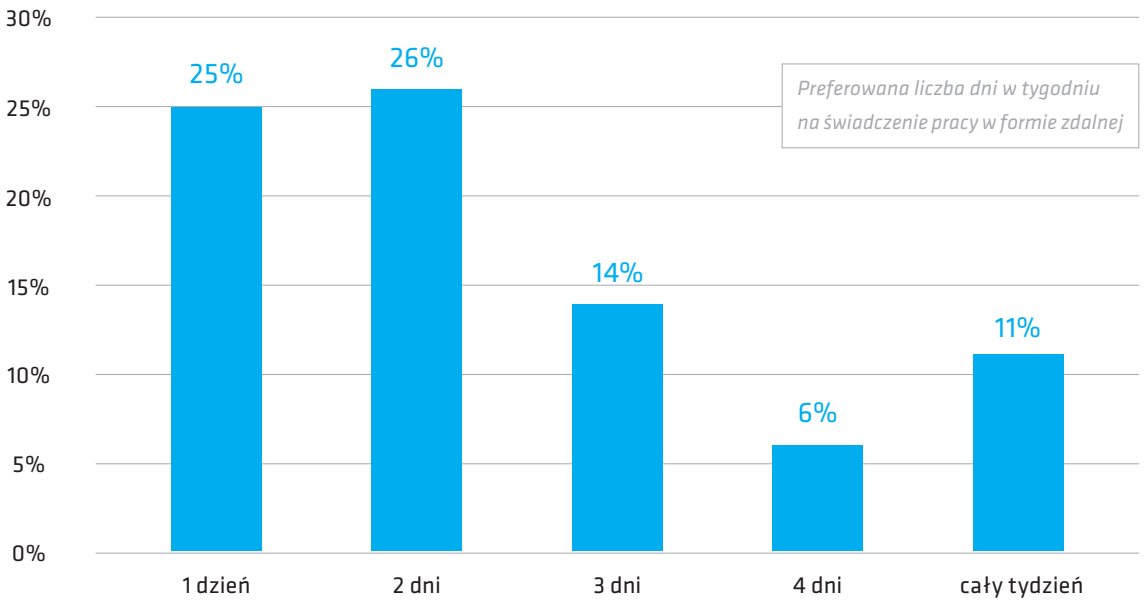
małych i średnich przedsiębiorców posiadających sklepy stacjonarne i ma zachęcić firmy, które do tej pory nie prowadziły sprzedaży *e-commerce*, do współpracy z platformami sprzedaży internetowej. ARP stworzyła stronę internetową (https://zarabiaj-online.arp.pl/), na której przedsiębiorcy mogą się zapoznać z poradnikiem wskazującym od czego zacząć i z jakich narzędzi skorzystać. Partnerami akcji są wiodące podmioty w branży e-handlu (Allegro i OLX). W przyszłości mogą do niej dołączyć kolejne platformy sprzedażowe, które dzięki kampanii pozyskają nowych użytkowników, a mikro, małym i średnim przedsiębiorcom umożliwią rozszerzenie dotychczasowej działalności. Jest to istotne jeśli weźmie się pod uwagę, że jeszcze przed wybuchem pandemii aż 1/4 firm w Polsce borykała się z zatorami płatniczymi, a pandemia i związana z nią recesja sprawią, że odsetek ten wzrośnie[131].

Konieczność zapewnienia ciągłości działań przedsiębiorstw poprzez komunikację *online* spowodowała **wprowadzenie na szeroką skalę modelu pracy zdalnej**, m.in. z wykorzystaniem aplikacji do prowadzenia telekonferencji i wideokonferencji (np. Zoom, Microsoft Teams, Cisco Webex). Badania pokazują, że miało to miejsce aż w 65% podmiotów, które dotąd nie umożliwiały takiej formy pracy, a pracę zdalną podjęła w nich zdecydowana większość pracowników – aż 82%[132]. Ponad 1/3 firm natrafiła jednak na **bariery**, które uniemożliwiły taką formę aktywności zawodowej. Najliczniej zaadaptowały się do nowej sytuacji przedsiębiorstwa z branż: **nieruchomości (92%), sektor IT (86 %), usług dla biznesu (84%) i centów SSC/BPO (80%)**[133]. Najbardziej stabilną sytuację zapewnił pracownikom – jak wspomniano – sektor IT, w którym nie zachodzą jak dotąd istotne negatywne zmiany, a prognozy rozwoju rysują się pomyślnie, gdyż zapotrzebowanie na specjalistów jest stabilne. Presja na zatrudnianie ogranicza się tylko do niektórych specjalizacji (takich jak: firmy *software house i fintech* specjalizujące się w programowaniu i utrzymywaniu narzędzi *online*, w tym platformy *e-commerce* i chmury obliczeniowe).

Eksperci wskazują, że **potencjalnym skutkiem pandemii może być upowszechnienie pracy zdalnej**, która jest bardziej elastyczna i wygodna dla wielu pracowników, a także tańsza dla pracodawców. Z przeprowadzonego w kwietniu 2020 roku badania firm CBRE i Grafton Recruitment wynika, że większość polskich pracowników (64%) po okresie pandemii i powrocie do biura, chciałaby – jeśli byłaby taka możliwość – częściej wykonywać swoje obowiązki zawodowe w sposób zdalny. Po powrocie do normalnego trybu pracy znaczna część pracowników chciałaby pracować zdalnie przez co najmniej jeden dzień w tygodniu lub dwa dni (około 1/4 respondentów w każdym przypadku), a część pracowników chciałaby świadczyć pracę w formie zdalnej przez większość tygodnia lub nawet cały tydzień (zob. wykres 16). Należy dodać, że dwóch na trzech pracowników widzi neutralny lub pozytywny wpływ pracy zdalnej na ich efektywność: 44% respondentów nie widzi różnicy w wydajności pracy wykonywanej w biurze lub zdalnie, a 22% wskazuje na wzrost swojej efektywności w przypadku pracy zdalnej[134].

131 K. Kucharczyk, *Biznes przenosi się do sieci*, Rzeczpospolita, 11 maja 2020.
132 Digital Europe, *COVID-19 Survey of the European Digital Industry*, Bitkom Research 2020, kwiecień 2020.
133 DEVIRE, *Wpływ koronawirusa na polskie przedsiębiorstwa*, Warszawa, marzec 2020.
134 *64% pracowników za częstszym korzystaniem z pracy zdalnej po pandemii*, Portal Inwestycje.pl, 28 kwietnia 2020.

Wykres 16. Oczekiwania pracowników dotyczące pracy zdalnej po okresie pandemii



Źródło: CBRE / Grafton Recruitment [za] Portal Inwestycje.pl

Upowszechnienie pracy zdalnej, zarówno w niektórych branżach gospodarki, jak i w sektorze publicznym (w administracji, szkolnictwie wyższym, oświacie), a także przeniesienie wielu innych aspektów życia w wymiar cyfrowy (kultura, rozrywka, zaopatrzenie) wpłynie istotnie na **upowszechnienie świadomości cyfrowej wśród dużej części mieszkańców Polski, czyli na włączenie wymiaru cyfrowego do ich codziennej aktywności**. Może to mieć wpływ na zasadniczą zmianę postaw wobec transformacji cyfrowej w Polsce w stopniu dotychczas nie obserwowanym.

To ważna potencjalna zmiana, gdyż świadomość, że można realizować różnorodne potrzeby i osiągać w tych procesach osobiste korzyści, stanowi pierwszy krok do decyzji o nabywaniu niezbędnych kompetencji cyfrowych. Zakorzeniona w codziennych realiach inspiracja z otoczenia czy doświadczona korzyść stanowią materialne bodźce dla podjęcia edukacji cyfrowej. Czas pandemii oznaczał dla milionów Polaków **konieczność nabycia w trybie pilnym funkcjonalnych kompetencji cyfrowych**, które pozwoliły na przejście z dotychczasowych tradycyjnych form komunikacji i dokonywania transakcji na formy cyfrowe.

Należy jednak stwierdzić, że **skala i głębokość zmiany społecznej w zakresie świadomości cyfrowej nie jest znana – nie została dotąd zbadana**. Można o niej wnioskować, analizując wskaźniki pośrednie: wzrost o kilkanaście procent liczby osób posługujących się rządowym profilem zaufanym (np. popularną formą uwierzytelniania obywateli w relacjach z systemami administracji publicznej) czy gwałtowany wzrost popularności serwisu gov.pl (ułatwiającego obywatelom i przedsiębiorcom dostęp do instytucji publicznych, a także umożliwiającego załatwianie spraw urzędowych przez internet). Dla uzyskania jednoznacznego obrazu i wyciągania

wniosków na przyszłość tematyka ta wymaga podjęcia **pilnych badań**, podobnie jak wiele innych aspektów cyfrowej transformacji z okresu obecnej pandemii.

Wzmacnianiu pozytywnej świadomości cyfrowej sprzyja wysoka jak na czasy kryzysu niezawodność systemów informatycznych udostępnianych w **modelu chmury obliczeniowej** przez globalne firmy IT (m.in. Microsoft, Google i Amazon), dzięki której zachowano ciągłość działania państwa (administracji rządowej, szkolnictwa wyższego, oświaty, a także w znacznej mierze instytucji publicznych). Wśród wschodzących technologii to właśnie *cloud computing* okazało się w Polsce rozwiązaniem o najwyższym potencjale zaspakajania potrzeb zarówno mieszkańców, jak i przedsiębiorstw czy instytucji.

Wysoka sprawność i skalowalność rozwiązań chmurowych w czasach pandemii pozwala prognozować głębokie zapotrzebowanie na kompetencje specjalistów w tym zakresie w najbliższych latach. W tym kontekście należy wspomnieć o planowanej największej w historii Polski inwestycji w technologię cyfrową, dzięki której powstanie w Polsce **pierwsze w Europie Środkowo-Wschodniej centrum przetwarzania danych w chmurze o globalnej skali**. Inwestycję taką – o wartości 1 mld dolarów – przewiduje umowa partnerstwa strategicznego, która w maju 2020 roku została zawarta przez amerykańskiego giganta technologicznego Microsoft i Operatora Chmury Krajowej (OChK), powołanego przez PKO Bank Polski i Polski Fundusz Rozwoju. Inwestycja ta jest częścią inicjatywy **Polskiej Doliny Cyfrowej**, w której biorą udział instytucje państwowe, uczelnie i prywatne firmy. W ubiegłym roku podobne strategiczne partnerstwo w zakresie rozwiązań chmurowych zawarł z OChK również inny światowy gigant – firma Google, dzięki czemu powstaje w Polsce **regionalny hub infrastruktury technicznej i oprogramowania** dla klientów z Europy Środkowo-Wschodniej[135].

W ramach tegorocznej inwestycji planowany jest również **kompleksowy i długoterminowy program podnoszenia kompetencji cyfrowych na rynku pracy**. Będzie on obejmował liczne szkolenia, warsztaty, hakatony i programy e-learningowe z zakresu przetwarzania w chmurze, sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego, internetu rzeczy, przetwarzania dużych zbiorów danych (*big data*) itp. Program przewiduje rozwój kompetencji cyfrowych około **150 tys. pracowników, specjalistów IT, nauczycieli, studentów i obywateli, w tym osób niepełnosprawnych**. Celem programu jest podniesienie konkurencyjności polskich przedsiębiorstw, zwiększenie szans zatrudnienia lokalnych specjalistów i młodzieży, a także ułatwienie polskim pracownikom skutecznego wprowadzania innowacji i wdrażania strategii transformacji cyfrowej swoich organizacji przy wykorzystaniu możliwości chmury obliczeniowej. Beneficjentami tej inwestycji mają być kluczowe sektory państwa i gospodarki: administracja rządowa, służba zdrowia, edukacja, produkcja, handel detaliczny, energetyka oraz finanse i ubezpieczenia[136].

135 Chmura Krajowa, *OChK strategicznym partnerem Microsoft, w Polsce powstanie regionalny hub technologiczny*, 5 maja 2020; Chmura Krajowa, *Strategiczne partnerstwo Chmury Krajowej i Google*, 27 września 2019.

136 J. Duda, *Microsoft ogłasza plan inwestycji 1 miliarda dolarów w transformację cyfrową w Polsce, w tym dostęp do lokalnych usług w chmurze z pierwszego regionu przetwarzania danych*, Microsoft, 5 maja 2020.

Konieczność szybkiego i skutecznego zintegrowania dotychczasowych praktyk działania poza sferą *online* z działalnością w sieci w czasach pandemii **potwierdziły już dziś, u progu trzeciej dekady XXI wieku, wskazane wcześniej w niniejszym raporcie rosnące zapotrzebowanie na kompetencje 4.0**. Nie są jednak znane scenariusze rozwoju zapotrzebowania na poszczególne typy tych kompetencji.

Analizy doświadczeń czasu obecnej pandemii wskazują, że czynnikami mającymi największy wpływ na kształtowanie zapotrzebowania na kompetencje 4.0 będą:

- **przebieg pandemii** – czas jej trwania i wygasania, geograficzna dyspersja, ewentualnie nawroty epidemii, a także wynikające z niej skala i zakres powrotu do pełnej sprawności poszczególnych branż gospodarki;
- **zdolność do inwestycji w rozwiązania cyfrowe**, w tym do finansowania rozwoju wschodzących technologii (takich jak: *big data / data science*, chmura obliczeniowa, sztuczna inteligencja), zapewnienia powszechnej infrastruktury szerokopasmowego internetu i cyberbezpieczeństwa w skali kraju (powstaje tu dylemat jak przy ograniczonych środkach finansowych stymulować rozwój cyfrowy – czy poprzez zaspokajanie podstawowych potrzeb infrastrukturalnych i usługowych, czy też poprzez inwestowanie we wschodzące technologie, a zatem dokonanie skoku technologicznego w wybranych domenach aktywności państwa);
- **zdolność państw do finansowania transformacji cyfrowej sektora publicznego**, np. administracji, edukacji i szkolnictwa wyższego, rozwoju cyfrowego na poziomie lokalnym (samorządów gmin i powiatów);
- **zmiany w strategiach i bieżącej działalności przedsiębiorstw wynikające z doświadczeń okresu pandemii** – uznanie skuteczności pracy zdalnej i pozostawienie znaczącej części pracowników w tym modelu świadczenia pracy, a także uznanie prymatu kanału cyfrowego sprzedaży przy znaczącym obniżeniu kosztów.

Na podstawie powyższego można stwierdzić, że o przyszłych scenariuszach rozwoju kompetencji cyfrowych zadecydują wyniki badań, z których część zostanie zrealizowana zapewne jeszcze w tym roku, a także wnioski wyciągnięte na ich podstawie oraz decyzje podjęte przez władze publiczne i przedsiębiorców.

Podsumowanie

Podsumowanie

Znajdujemy się w szczególnym okresie skokowych (dysruptywnych) zmian uwarunkowań gospodarczych – technologicznych, prawnych, biznesowych i społecznych – które prowadzą tradycyjny przemysł w kierunku modelu Przemysłu 4.0. Kluczową rolę w tym procesie odegrają kompetencje ery cyfrowej – tzw. kompetencje 4.0. Kompetencje te obejmują nie tylko tradycyjnie rozumiane umiejętności techniczne, lecz także – równie istotne – tzw. kompetencje miękkie, w tym kompetencje transwersalne (społeczne, komunikacyjne, medialne, obywatelskie, interpersonalne itp.).

Przemysł 4.0 stawia przed pracownikami (inżynierami i technikami) nowe jakościowo wyzwania w zakresie zdobywania wiedzy i umiejętności, ale także adaptacji postaw do zmieniających się uwarunkowań produkcji i dystrybucji. Praca w warunkach dynamicznego rozwoju wschodzących technologii (sztucznej inteligencji, *big data*, internetu rzeczy, komputerów kwantowych, chmury obliczeniowej i innych) będzie wymagać odpowiednio dostosowanych kompetencji, wykraczających poza techniczne kompetencje cyfrowe, które dotąd uznawano za kluczowe. Już dziś spotykamy się z dużym zapotrzebowaniem na tzw. e-liderów – zdolnych do kreowania i wdrażania innowacji. W przyszłości proaktywne postawy, stanowiące efekt posiadania wspomnianych kompetencji transwersalnych, będą kluczem do rozwoju biznesów. Miejscem zdobywania nowych kompetencji i podnoszenia ich poziomu w stopniu znacznie większym niż dotychczas muszą stać się przedsiębiorstwa prowadzące własną politykę edukacyjną, która powinna stać się elementem ich łańcucha wartości.

W gospodarkach europejskich występują deficyty kompetencji cyfrowych (luki, niedobory i niedostosowania), które – w przypadku braku działań przedsiębiorstw – mogą stać się czynnikiem wysokiego ryzyka ograniczenia konkurencyjności i zdolności rozwojowych. Najważniejsze przyczyny takiego stanu rzeczy to charakter produkcji i usług (najmniej złożony u mikroprzedsiębiorstw), deficyt specjalistów ICT na rynku (ograniczający możliwość zatrudnienia przez duże firmy), a także poziom świadomości pracodawców i zarządzających przedsiębiorstwami (szczególnie w mikroprzedsiębiorstwach). Według raportu Światowego Forum Ekonomicznego z 2018 roku, blisko 55% zatrudnionych wymagać będzie znaczącego przeszkolenia do 2022 roku w celu podniesienia poziomu lub nabycia nowych kwalifikacji. Nie wystarczą zatem działania szkoleniowe o skali podobnej do dotychczasowej i w obecnym modelu organizacyjnym.

Przewiduje się, że w trzeciej dekadzie XXI wieku automatyzacja i robotyzacja procesów wytwarzania (charakterystyczna dla Przemysłu 4.0) upowszechni się w gospodarce państw rozwiniętych i części państw rozwijających się. Wpływ tych zjawisk na rynek pracy – oznaczający likwidację części zawodów w perspektywie roku 2030 – będzie znaczący, choć mniejszy niż dotychczas sądzono. Automatyzacja i robotyzacja dotkną raczej zadań realizowanych w danym miejscu pracy niż całego procesu wytwarzania. Według niektórych szacunków procesy te obejmą w badanym okresie 45% obecnych zawodów. Inne analizy wskazują na kilkakrotnie niższy wpływ w tym zakresie (nawet poniżej 10%).

Podział rynku pracy na branże wschodzące i schyłkowe opiera się głównie na rodzaju zadań wykonywanych przez pracowników. Pierwsza grupa obejmuje zadania kreatywne, wymagające zindywidualizowanego podejścia, związane z zarządzaniem technologiami itp. Natomiast druga grupa to prace rutynowe, na ogół w tradycyjnych branżach i zawodach. Należy jednak zaznaczyć, że jeśli chodzi o trendy rozwojowe, które będą kształtowały rynek pracy w nadchodzącej dekadzie, to zalicza się do nich nie tylko rozwój i upowszechnienie nowych technologii, ale także wiele innych zjawisk, w tym zwłaszcza: dynamiczny wzrost liczby ludności w krajach rozwijających się i wzrost dochodów mieszkańców tych krajów, starzenie się społeczeństw, inwestycje w infrastrukturę publiczną i budownictwo mieszkaniowe, rozwój odnawialnych źródeł energii itp.

Jeśli chodzi o Polskę, to z perspektywy globalnej i europejskiej zaliczana jest ona do państw dotkniętych kryzysem kompetencji cyfrowych niezbędnych do rozwoju kraju. Od lat Polska zajmuje bardzo niskie miejsca w europejskich rankingach dotyczących kompetencji cyfrowych. Nasycenie polskiej gospodarki kompetencjami specjalistów w zakresie ICT należy do najniższych w UE. Deficyt ten w nadchodzących latach w sposób szczególny będzie dotyczył specjalistów niezbędnych w branżach bazujących na wschodzących technologiach (takich jak: internet rzeczy, *big data*, sztuczna inteligencja) czy w obszarach automatyzacji, cyberbezpieczeństwa itp.

Chociaż w wielu europejskich rankingach dotyczących kompetencji cyfrowych Polska zajmuje niskie miejsca, to w przypadku wskaźnika liczby pracowników „gospodarki danych" Polska znajduje się powyżej średniej dla UE. Ponadto dynamika wzrostu tej grupy zawodowej w Polsce jest stosunkowo wysoka, co oznacza istotny potencjał rozwojowy polskiej „gospodarki danych". Konieczne są jednak systemowe działania na poziomie państwa, a także współpraca sektora przedsiębiorstw i systemu szkolnictwa, gdyż bez tego szanse jakie niesie „gospodarka danych" nie zostaną w Polsce wykorzystane w odpowiednim stopniu.

Do dotychczasowych czynników dysruptywnej zmiany, powiązanych z rozwojem technologii cyfrowych, dołączyły w ostatnim czasie nowe globalne presje wynikające z obecnej pandemii. Z jednej strony, pandemia ma szereg negatywnych konsekwencji, jak np. globalny kryzys gospodarczy, pogorszenie sytuacji na rynku pracy itp. Jednak z drugiej strony, wyzwala ona pozytywny potencjał i generuje nową dynamikę zmian bazujących na kreatywnym wykorzystaniu i szerokim zastosowaniu narzędzi cyfrowych, a także kompetencji ery cyfrowej, określanych jako

kompetencje 4.0. Przykładem może być dynamiczny rozwój e-handlu, upowszechnienie pracy zdalnej itp. Pandemia uświadomiła także – zdiagnozowane w rozdziale pierwszym i trzecim niniejszego raportu – deficyty kompetencyjne w tym zakresie, m.in. wśród przedsiębiorców.

W połowie 2020 roku jest jeszcze za wcześnie na zarysowanie jednoznacznego krajobrazu „nowej normalności", która nastąpi po kryzysie wywołanym przez pandemię. Wydaje się jednak, że będzie ona dodatkowym czynnikiem o istotnym znaczeniu wymuszającym rozwój kompetencji cyfrowych w społeczeństwie i w gospodarce. Można więc już obecnie postawić tezę, że skutkiem pandemii będzie konieczność podjęcia szybszych niż dotąd sądzono i zakrojonych na znacznie szerszą skalę działań w zakresie rozwoju i upowszechnienia kompetencji 4.0.

ISBN 978-83-904711-0-5