

# Czwarta rewolucja przemysłowa i jej wpływ na rynek pracy

raport tematyczny



Rzeczpospolita  
Polska



Unia Europejska  
Europejski Fundusz Społeczny



# Czwarta rewolucja przemysłowa i jej wpływ na rynek pracy

## Spis treści

<b>1. Era robotyzacji i automatyzacji .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Konsekwencje dla pracowników.....</b>	<b>5</b>
2.1. Potencjalne szanse.....	5
2.2. Potencjalne zagrożenia .....	8
<b>3. Konsekwencje dla pracodawców .....</b>	<b>10</b>
3.1. Potencjalne szanse.....	10
3.2. Potencjalne zagrożenia .....	10
<b>4. Wyzwania dla państwa.....</b>	<b>13</b>
<b>5. Podsumowanie .....</b>	<b>15</b>
<b>Aneks.....</b>	<b>16</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>20</b>

## 1. Era automatyzacji i robotyzacji

Czwarta rewolucja przemysłowa jest terminem stosowanym do określenia zmian w zakresie planowania, produkcji, eksploatacji oraz serwisu systemów produkcyjnych. W literaturze tematu stosuje się także zamiennie nazwę Przemysł 4.0<sup>1</sup>.

Pierwsza rewolucja przemysłowa polegała na wykorzystaniu energii wodnej i parowej do zmechanizowania produkcji. Podczas drugiej rewolucji dzięki energii elektrycznej została wprowadzona produkcja masowa. W trzeciej rewolucji – cyfrowej, trwającej od połowy ubiegłego wieku, wykorzystuje się elektronikę i technologie informatyczne do automatyzacji produkcji. Obecna czwarta rewolucja przemysłowa opiera się na trzeciej i charakteryzuje się fuzją technologii, która zaciera granice między sferą fizyczną, cyfrową i biologiczną.

Istnieją trzy powody, dla których obecnych przemian nie można uznać za kontynuację trzeciej rewolucji przemysłowej: prędkość, zakres i wpływ systemów. W porównaniu z poprzednimi, czwarta rewolucja przemysłowa ewoluuje w tempie wykładniczym, a nie liniowym. Co więcej, zmienia funkcjonowanie prawie każdej gałęzi przemysłu, a zakres i głębokość tych zmian zwiastują transformację całych systemów produkcji zarządzania<sup>2</sup>.

W dużym skrócie przemysł 4.0 można zdefiniować jako dogłębną cyfryzację, a następnie dalszą automatyzację procesów zachodzących w przedsiębiorstwach poprzez implementację zaawansowanych systemów IT, przemysłowego internetu rzeczy, analityki danych i sztucznej inteligencji<sup>3</sup>.

Czwarta rewolucja przemysłowa dostarcza mobilną technologię komputerową i technologię informatyczną, która w istotny sposób zmienia poszczególne gospodarki, przedsiębiorstwa i społeczeństwa. I tak jak wcześniej wpływa na rynek pracy poprzez tworzenie popytu na miliony nowych miejsc pracy, ale także zapotrzebowanie na nowe kwalifikacje i umiejętności pracowników<sup>4</sup>.

Według analizy przeprowadzonej przez PwC czwarta rewolucja przemysłowa może odbywać się w trzech etapach<sup>5</sup>:

**1. Etap algorytmów (*algorithm wave*)** – etap w toku, obejmie początek lat 20-tych XXI w. Skupia się na automatyzacji prostych zadań obliczeniowych i analizie ustrukturyzowanych danych w takich dziedzinach, jak finanse, informacja i komunikacja.

---

<sup>1</sup> Davies, R. (2015), Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth, European Parliamentary Research Service Briefing, European Parliament, Brussels.

<sup>2</sup> World Economic Forum [dostęp online: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>, 15.03.2020 r.].

<sup>3</sup> Przemysł 5.0 i kolejna rewolucja przemysłowa, <http://di.com.pl/przemysl-50-i-kolejna-rewolucja-przemyslowa-59876>, 11.07.2018.

<sup>4</sup> World Economic Forum [dostęp online: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/denmark-reskilling-revolution-future-of-work>, 17.03.2020 r.].

<sup>5</sup> PwC (2019), Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.

**2. Etap rozszerzenia** (*augmentation wave*) – ten etap również już trwa, ale obejmie całościowo rynek dopiero pod koniec lat 20-tych. Skupia się na automatyzacji powtarzalnych zadań, takich jak wypełnianie formularzy, komunikowanie się i wymiana informacji, a także analizie statystycznej nieustrukturyzowanych danych w częściowo kontrolowanych środowiskach, takich jak samoloty bezałogowe i roboty.

**3. Etap autonomii** (*autonomy wave*) – rozpocznie się w latach 30-tych. Będzie zauważalny w automatyzacji pracy fizycznej i czynności manualnych wykonywanych przez pracowników. Dodatkowo przewiduje się, że działania w dynamicznych, rzeczywistych sytuacjach wymagających reakcji i rozwiązywania problemów, np. w produkcji i transporcie będą zastępowane przez maszyny i roboty (pojazdy bez kierowców).

Podczas pierwszego etapu rewolucji 4.0 (etap algorytmów) rynek pracy zmieni się w niewielkim stopniu. Choć w powszechnym odbiorze automatyzacja i robotyzacja skutkują likwidacją miejsc pracy, w rzeczywistości prowadzą do powstania nowych zadań związanych z obsługą maszyn i robotów, a poza tym zasoby tych urządzeń nie powielają w pełni umiejętności ludzkich. Na początku lat 20-tych spodziewany jest stosunkowo niski poziom redukcji istniejących miejsc pracy – około 3%. Natomiast w późniejszych okresach zapotrzebowanie na pracę będzie znacząco wzrastać, choć zakres innowacji technologicznych w całej gospodarce prowadzi do coraz większej autonomiczności. Do połowy lat 30. XXI w. nawet 30% miejsc pracy może zostać zautomatyzowane (etap rozszerzenia i etap autonomii), spodziewany jest jednak również wzrost liczby nowych zawodów<sup>6</sup>.

Jak stwierdzono w raporcie Massachusetts Institute of Technology rosnąca rola automatyzacji i sztucznej inteligencji (SI) tworzy nowe możliwości i zagrożenia wykonywania pracy w sytuacjach kryzysowych takich jak pandemia koronawirusa. Przykładowo zaletą wykorzystania technologii jest fakt, że wielu pracowników może pracować zdalnie. Z drugiej strony wiele zawodów podstawowych takich jak kierowca czy kelner może zostać całkowicie zastąpione przez maszyny i oprogramowania<sup>7</sup>.

Struktura przemysłu determinuje sytuację na rynku pracy i wpływa na przebieg procesu automatyzacji, np. państwa Europy Wschodniej charakteryzuje stosunkowo wysoki udział w zatrudnieniu takich sektorów, jak produkcja i transport, które można stosunkowo łatwo zautomatyzować.

Według danych PwC w Polsce podczas pierwszego etapu czwartej rewolucji liczba miejsc pracy zostanie zredukowana o 2%, kolejny etap przyniesie dość duży wzrost automatyzacji (16% będzie wykonywane przez maszyny), co doprowadzi do redukcji 18% miejsc pracy.

---

<sup>6</sup> PwC (2019), Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation

<sup>7</sup> MIT Technology Review Insights (2020), Covid-19 and the workforce. Critical workers, productivity, and the future of AI.

Finalnie w latach 30. XXI w. (etap automatyzacji) przewiduje się, że zmiany obejmą 33% rynku pracy<sup>8</sup>.

Potencjalne ryzyko związane z automatyzacją jest bardzo zróżnicowane w poszczególnych gałęziach przemysłu. Szacuje się, że transport i magazynowanie oraz produkcja to branże, które potencjalnie zostaną najszybciej zautomatyzowane i do 2030 r. przewiduje się redukcje na poziomie odpowiednio około 52% i 45%. Zdrowie człowieka i edukacja to sektory, którym nie grożą większe zmiany i automatyzacja będzie dotyczyć odpowiednio ok. 20% i 8% miejsc pracy<sup>9</sup>.

World Economic Forum przewiduje, że w latach 2018-2022 pojawi się 133 mln nowych miejsc pracy. Jeżeli utrzymają się obecne tendencje wzrostowe, zapewnią one 1,7 mln nowych miejsc pracy w 2020 r., do 2022 r. liczba ta wzrośnie o 51% – do 2,4 mln miejsc. Kolejne 2 mln mają powstać w latach późniejszych<sup>10</sup>.

Jak wskazuje WEF, praca ludzka nie może być w pełni zastąpiona przez maszyny lub sztuczną inteligencję, ale automatyzacja i robotyzacja w znaczący sposób wpływają na rynek pracy. Mogą one tworzyć nowe możliwości dla pracowników, nowe miejsca pracy i niwelować jej ciężkie i złe warunki. Około 61% pracowników uważa, że zmiany technologiczne i globalizacja będą miały wpływ na ich obecne zatrudnienie<sup>11</sup>.

Z kolei według danych PwC około 37% pracowników obawia się, że automatyzacja zagrozi ich karierze, a 60% nie widzi w przyszłości szans na stałą, stabilną pracę. Dlatego też 74% badanych wskazuje, że są gotowi podnieść swoje kwalifikacje lub przekwalifikować się, aby dostosować się do rynku pracy<sup>12</sup>.

## 2. Konsekwencje dla pracowników

### 2.1. Potencjalne szanse

- **Tworzenie nowych miejsc pracy**

**Czwarta rewolucja przemysłowa zmienia charakter wielu miejsc pracy i przyczynia się do tworzenia nowych.** Otwiera też nowe możliwości dla pracowników posiadających kwalifikacje i umiejętności związane z nowymi technologiami.

---

<sup>8</sup> PwC (2019), Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.

<sup>9</sup> PwC (2019), Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.

<sup>10</sup> World Economic Forum (2020), Jobs of Tomorrow, Mapping Opportunity in the New Economy.

<sup>11</sup> Źródło: World Economic Forum [dostęp online: <https://www.weforum.org/agenda/2020/01/denmark-reskilling-revolution-future-of-work>, 16.03.2020 r.]

<sup>12</sup> PwC (2018), Workforce of the future. The competing forces shaping 2030.

Do **nowych stanowisk**<sup>13</sup>, które będą coraz częściej pojawiać się na rynku pracy należą<sup>14</sup>:

- specjaliści ds. sztucznej inteligencji (artificial intelligence specialists),
- specjaliści ds. transkrypcji medycznej (medical transcriptionists),
- analitycy danych (data scientists),
- specjaliści ds. sukcesów klientów (customer success specialists),
- full stack engineers,
- specjaliści ds. mediów społecznościowych (social media assistants),
- growth hackers.

Wpływ automatyzacji i robotyzacji będzie najmniejszy w przypadku rynku usług opiekuńczych i zawodów ekologicznych<sup>15</sup>. W sumie w ciągu najbliższych trzech lat prognozuje się więcej miejsca pracy w nowo powstających zawodach lub zwiększeniu zapotrzebowania na pracowników. Wzrost będzie dotyczył gospodarki opiekuńczej (37%), sprzedaży, marketingu i kontentu (17%), analizy danych i sztucznej inteligencji (16%), inżynierii i przetwarzania w chmurze (12%) oraz pracy w kulturze (8%). Obecne prognozy dotyczące zawodów związanych z ochroną środowiska i zmianą klimatu pozostają niskie – przewiduje się, że w latach 2020-2022 na świecie pojawi się 117 200 nowych miejsc pracy (1,9%)<sup>16</sup>.

- **Możliwość rozwoju i zdobywania nowych kompetencji**

Technologia, w tym sztuczna inteligencja, zmienia rynek pracy, a co za tym idzie – umiejętności, jakie powinien posiadać pracownik. Zmienia się zapotrzebowanie na profile zawodowe i coraz częściej pracodawcy poszukują pracowników z know-how i umiejętnościami o charakterze technologicznym. **Kluczowe stają się umiejętności STEM (science, technology, engineering and mathematics) – nauki ścisłe, technologia, inżynieria i matematyka**<sup>17</sup>.

Nowy paradygmat zatrudnienia przedkłada również **umiejętności społeczne i osobiste** (których wartość nie może być zastąpiona procesami technologicznymi) nad konkretną wiedzę specjalistyczną. Umiejętności takie, jak krytyczne myślenie, zdolności analityczne, inteligencja emocjonalna i elastyczność poznawcza mogą stać się niezbędne w nowej rzeczywistości<sup>18</sup>.

<sup>13</sup> Autorzy raportu wśród nowych stanowisk wymieniają także ekologiczne miejsca pracy (ang. green jobs, które nie są bezpośrednio związane z nowymi technologiami. Należą do nich: technicy systemów wytwarzania biogazu z odpadów (landfill biogas generation -system technicians), technicy obsługi turbin wiatrowych (wind turbine service technicians), specjaliści ds. zielonego marketingu (green marketers).

<sup>14</sup> Tamże.

<sup>15</sup> Ekologiczne miejsca pracy (ang. green jobs) definiuje się jako miejsca pracy stopniowo zmniejszające wpływ działalności gospodarczej na środowisko i społeczeństwo i przyczyniają się do: (1) zmniejszenia zużycia energii i surowców; (2) przejścia do gospodarki niskoemisyjnej (tj. zmniejszenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery); (3) ochrony i przywracania ekosystemów i różnorodności biologicznej; (4) minimalizowania zanieczyszczenia i produkcji odpadów. [Źródło: [Eurofound](#), data dostępu: 22.06.2020 r.]

<sup>16</sup> PwC (2018), Workforce of the future. The competing forces shaping 2030.

<sup>17</sup> World Economic Forum (2019) The Future of Jobs Report 2018.

<sup>18</sup> <https://www.linkedin.com/pulse/how-adapt-future-work-daniel-goleman/> [dostęp 20.03.2020 r.]

World Economic Forum przewiduje że do 2022 r. ok. 54% pracowników będzie musiało przekwalifikować się lub podnieść kwalifikacje. Specjalistyczne umiejętności nadal będą zyskiwać na znaczeniu, w tym **myślenie analityczne i innowacyjność**, a także aktywna nauka i strategie uczenia się. Już teraz wzrasta znaczenie takich umiejętności, jak **projektowanie technologiczne** oraz **programowanie**. Z drugiej strony nie wystarcza jedynie biegła znajomość nowych technologii, liczą się bowiem także kompetencje „ludzkie”, jak kreatywność, oryginalność i własna inicjatywa, krytyczne myślenie, perswazja, umiejętności negocjacyjne, dbałość o szczegóły, odporność, elastyczność i kompleksowe rozwiązywanie problemów. Kolejnymi ważnymi cechami, pożądanymi u pracowników, są **inteligencja emocjonalna, przywództwo, a także posiadanie wpływów i sieci kontaktów społecznych**<sup>19</sup>.

**Pracodawcy wskazują, że traktują doszkalanie pracowników jako jeden ze swoich priorytetów.** Około 50% z nich chce, aby ich obecna kadra pozostała na swoich stanowiskach pracy wykorzystując w swojej pracy nowe technologie, co oznacza, że nie planują zwolnień. Ponadto 41% chce przeznaczyć środki finansowe na przekwalifikowanie pracowników, a 33% stwierdziło, że będzie finansować szkolenia tylko tych pracowników, którzy najbardziej potrzebują przekwalifikowania i podniesienia kwalifikacji<sup>20</sup>.

- **Wyrównywanie nierówności**

Zmiany technologiczne pozwolą nie tylko na **wyrównanie szans kobiet na rynku pracy**, ale także przyczynią się do **integracji osób niepełnosprawnych**.

Jak przewiduje McKinsey, do 2030 r. **kobiety mogą zyskać o 20% więcej miejsc pracy niż obecnie** (171 mln nowych miejsc pracy). Automatyzacja i robotyzacja dotyka w większym stopniu zmaskulinizowanych zawodów. W większości państw tylko 15% operatorów maszyn, 15% pracowników budowlanych i oraz 30% pracowników produkcyjnych to kobiety. Z drugiej strony kobiety stanowią średnio ponad 70% pracowniczek biurowych i tyle samo pracowniczek służby zdrowia oraz pomocy społecznej<sup>21</sup>.

Czwarta rewolucja przemysłowa oznacza nie tylko fluktuacje miejsc pracy. **Zmiany technologiczne stwarzają pracownikom i pracodawcom nowe możliwości zawierania i ustalania zasad stosunku pracy.** Coraz powszechniejsze stają się **alternatywne formy zatrudnienia** oparte na technologiach informacyjnych i telekomunikacyjnych (np. praca za pośrednictwem platform), które umożliwiają wykonywanie zadań poza siedzibą pracodawcy i w dogodnym dla pracownika czasie, przyczyniając się do integracji osób niepełnosprawnych i wykluczonych<sup>22</sup>.

Zmiany technologiczna umożliwiają osobom niepełnosprawnym szerszy dostęp do rynku pracy. Cyfrowa technologia ułatwia udział w szkoleniach, a także pozwala na pracę zdalną.

<sup>19</sup> World Economic Forum (2019) The Future of Jobs Report 2018.

<sup>20</sup> Tamże.

<sup>21</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/gender-equality/the-future-of-women-at-work-transitions-in-the-age-of-automation>, 16.03.2020 r.]

<sup>22</sup> Fundación ONCE and the ILO Global Business and Disability Network (2019), Making the future of work inclusive of people with disabilities.

Platformy cyfrowe mogą być wykorzystywane do poszukiwania pracy, oferując bezpośredni dostęp do pracodawców<sup>23</sup>.

Przewiduje się, że przyszłość pracy będzie wiązała się dla pracowników z koniecznością stałego podnoszenia kwalifikacji i kilkukrotnym przekwalifikowaniem w okresie aktywności zawodowej. Edukacja formalna przestanie wystarczać do zdobycia i utrzymania się na stanowisku pracy – dużo ważniejsze staną się posiadane umiejętności. Dlatego też uważa się, że trend uczenia się przez całe życie pozwoli w większym stopniu włączyć w rynek pracy osoby z niepełnosprawnościami, które nie zawsze mają szansę na zdobycie pełnego wykształcenia przez edukację<sup>24</sup>.

## 2.2. Potencjalne zagrożenia

- **Likwidacja miejsc pracy (zawody zagrożone)**

Robotyzacja i automatyzacja wzbudzają niepewność i obawy u pracowników. Według badania Eurobarometru 72% Europejczyków uważa, że „roboty i sztuczna inteligencja kradną ludziom pracę”<sup>25</sup>.

Warto pamiętać, że zaledwie około 5% zawodów obejmuje działania, które mogą być w pełni zautomatyzowane. Jednakże około 60% zawodów można zautomatyzować w co najmniej 1/3, co pociąga za sobą znaczne zmiany w miejscu pracy dla wszystkich pracowników<sup>26</sup>.

Na każdy zawód automatyzacja oddziałuje w inny sposób. Do roku 2030 operatorzy maszyn i monterzy mogą być narażeni na ryzyko automatyzacji przekraczające 60%, ponieważ wykonują proste czynności, dające się stosunkowo łatwo zastąpić pracą maszyny. Z kolei ryzyko automatyzacji w przypadku profesjonalistów, wyższych urzędników i kierowników wynosi tylko ok. 10%, ponieważ w ich przypadku istotne są ich specjalistyczne umiejętności i wykształcenie<sup>27</sup>.

Ryzyko związane z automatyzacją różni się znacznie w zależności od kwalifikacji pracowników. Największe długoterminowe ryzyko utraty pracy w związku z automatyzacją stoi przed mężczyznami o niskim poziomie wykształcenia (50%). W dłuższej perspektywie czasowej mężczyźni mogą być narażeni na większe ryzyko związane z automatyzacją (34%) niż kobiety (26%), ponieważ istnieje większe prawdopodobieństwo, że zostaną zatrudnieni w sektorach związanych z ręcznym wykonywaniem zadań, takich jak produkcja oraz transport i magazynowanie. Zarówno wśród obu płci, jak i we wszystkich grupach wiekowych

<sup>23</sup> Fundación ONCE and the ILO Global Business and Disability Network (2019), Making the future of work inclusive of people with disabilities.

<sup>24</sup> Tamże.

<sup>25</sup> Źródło: VoxEu [dostęp online: [https://voxeu.org/article/dont-blame-it-machines-robots-and-employment-europe?utm\\_source=hootsuite&utm\\_medium=&utm\\_term=&utm\\_content=&utm\\_campaign=](https://voxeu.org/article/dont-blame-it-machines-robots-and-employment-europe?utm_source=hootsuite&utm_medium=&utm_term=&utm_content=&utm_campaign=), 22.03.2020 r.]

<sup>26</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages#part1>, 16.03.2020 r.]

<sup>27</sup> Tamże.



pracownicy z wyższym wykształceniem są najmniej narażeni na utratę pracy związaną z automatyzacją. Ich umiejętności w zakresie nadzoru i rozumowania intelektualnego będą potrzebne również w dobie systemów opartych na sztucznej inteligencji. Wyższy poziom wykształcenia pozwala również pracownikom na elastyczną zmianę zawodu i branży, a tym samym na uniknięcie negatywnych skutków automatyzacji<sup>28</sup>.

- **Zmiany płacowe**

Kolejnym zagrożeniem, jakie niesie czwarta rewolucja przemysłowa, jest **polaryzacja wynagrodzeń pracowników**, ponieważ najbardziej narażone na utratę pracy w związku z automatyzacją są zawody ze średnim wynagrodzeniem. Automatyzacja i robotyzacja powodują, że maleje liczba zawodów wymagających średnich kwalifikacjach i średnio wynagradzanych, np. monter, ale nadal potrzebne są takie, jak listonosz czy obsługa klienta (nisko płatne), oraz profesjonaliści i specjaliści (wysokopłatne)<sup>29</sup>.

Pracownicy mający wysokie kwalifikacje związane z nowymi technologiami są i będą pożądanymi na rynku pracy i dobrze opłacani. Z drugiej strony nadal zauważalne będzie zapotrzebowanie na zawody o niskich kwalifikacjach i nisko opłacane, w których trudno zastąpić człowieka maszynami. Do takich prac należą m.in. praca opiekuńcza czy prace wiążące się z koniecznością dostosowania do emocji drugiego człowieka (praca emocjonalna), których nie sposób zastąpić nowymi technologiami czy sztuczną inteligencją<sup>30</sup>. Przykładowo badanie przeprowadzone przez University of Maryland wskazuje, że technologia rozpoznawania twarzy wykorzystywana przez roboty przypisuje więcej negatywnych emocji ludziom pewnych grup etnicznych niż innym<sup>31</sup>.

Drugi problem wiąże się z **brakiem możliwości przekwalifikowania czy podniesienia kwalifikacji, aby móc wykonywać zawody wysokopłatne**. Pracownik, którego praca zostanie zastąpiona lub wzmocniona nowymi technologiami, będzie miał zwykle trudności w podniesieniu swoich kwalifikacji, aby móc dalej wykonywać swoją pracę i tym samym zwiększyć swoje wynagrodzenie (np. mechanik samochodowy, aby zajmować się elektroniką zastosowaną w pojazdach, musiałby skończyć wyższe studia). Automatyzacja i robotyzacja spowodują, że wielu pracowników będzie musiało zmienić branżę i jeśli nie zdobędą umiejętności potrzebnych do wykonywania zadań związanych z obsługą oprogramowania czy maszyn, będą musieli wykonywać zadania, do których potrzebne są wyłącznie niskie kwalifikacje<sup>32</sup>.

<sup>28</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages#part1>, 16.03.2020 r.]

<sup>29</sup> McKinsey Global Institute (2017), Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation, McKinsey & Company, New York.

<sup>30</sup> Tamże.

<sup>31</sup> Rhue, Lauren, Racial Influence on Automated Perceptions of Emotions (November 9, 2018). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3281765> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3281765>.

<sup>32</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/how-will-automation-affect-jobs-skills-and-wages>, 18.03.2020 r.]

### 3. Konsekwencje dla pracodawców

#### 3.1. Potencjalne szanse

- **Wzrost konkurencyjności na rynku**

Czwarta rewolucja przemysłowa stwarza możliwości redefiniowania kosztów i wydatków przedsiębiorstw, a inwestycja w technologie może oznaczać sukces w przyszłości.

Wykorzystując zasoby finansowe w celu przeprowadzenia transformacji technologicznej na dużą skalę, przedsiębiorcy mogą spodziewać się wzrostu wydajności swojego przedsiębiorstwa. Finalnie bardziej wydajne nowe technologie pozwolą **przedsiębiorcom na cięcie kosztów i zwiększenie wydajności**.

PwC szacuje, że automatyzacja może przyspieszyć wydajność światowej gospodarki od 0,8 do 1,4% światowego PKB rocznie. Wskazuje się, że możliwy dzięki automatyzacji wzrost produktywności zapewni dalszy rozwój państwom wysoko rozwiniętym i może stanowić dodatkowy bodziec dla państw szybko rozwijających się<sup>33</sup>.

Wdrożenie automatyzacji może przynieść korzyści w postaci oszczędności kosztów pracy, znacznym obniżeniu kosztów niektórych działań (np. dzięki eliminacji ludzkich błędów). Automatyzacja może również zwiększyć skalę i szybkość działania. Na przykład firma Nissan skróciła o połowę czas potrzebny na wdrażanie prototypów do produkcji dzięki zautomatyzowaniu systemu, a firma BMW zredukowała czas przestoju maszyn od 30% do 40%, poprzez wprowadzenie zautomatyzowanej konserwacji tych maszyn opartej na technologii wspomagania komputerowego<sup>34</sup>.

Również badania przeprowadzone przez Deloitte'a pokazują, że automatyzacja i przyjęcie technologii kognitywnych mogą prowadzić do redukcji kosztów produkcji, a jednocześnie pozwalają firmom na szybki rozwój<sup>35</sup>.

#### 3.2. Potencjalne zagrożenia

- **Konieczność kosztownych inwestycji w technologie**

Koszty związane z przeszkoleniem pracowników to tylko jedna ze składowych, na które przedsiębiorstwa muszą przeznaczyć środki finansowe. Przedsiębiorstwa muszą też **zainwestować w kosztowne adaptacje i dostosowanie się do nowych technologii**<sup>36</sup>.

Wzrastają koszty strukturalne związane z eksploatacją i dostosowaniem produkcji. Pracodawcy muszą liczyć się z rosnącymi kosztami związanymi z automatyzacją, ponieważ

<sup>33</sup> McKinsey Global Institute (2017), Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation, McKinsey & Company, New York.

<sup>34</sup> Tamże.

<sup>35</sup> Deloitte (2017), The Fourth Revolution is now: are you ready? Future of Operations.

<sup>36</sup> Źródło: praca.pl [dostęp online: [https://www.praca.pl/poradniki/rynek-pracy/robotyzacja-na-ryнку-pracy\\_pr-3905.html](https://www.praca.pl/poradniki/rynek-pracy/robotyzacja-na-ryнку-pracy_pr-3905.html), 19.03.2020 r.]

rynek wymaga **produktów wyższej jakości i wytwarzanych szybciej**. Firmy muszą być teraz bardziej produktywne przy mniejszych zasobach<sup>37</sup>.

Istnieje potrzeba zbudowania nowej, oszczędnej struktury kosztów, która pozwoli przedsiębiorstwom być konkurencyjnymi w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. Przedsiębiorstwa muszą na nowo zdefiniować strukturę swoich wydatków, aby umożliwić inwestowanie na rzecz wzrostu i adaptacji do automatyzacji i robotyzacji. Transformacja technologiczna będzie inwestycją w lepszą przyszłość<sup>38</sup>.

- **Konieczność stworzenia i wdrożenia odpowiedniego modelu biznesowego**

Zanim automatyzacja i robotyzacja przyniosą przedsiębiorstwu korzyści, **przedsiębiorcy muszą wdrożyć wiele zmian w swoim biznesie** – począwszy od technologicznych, a kończąc na kadrowych.

Po pierwsze, muszą zmienić istniejące w ich firmach systemy i modele produkcyjne. Warto pamiętać, że **wdrożone innowacje technologiczne powinny być zintegrowane z całym przedsiębiorstwem**, tzn. działać nie tylko na taśmach produkcyjnych, ale także w całym budynku, w którym odbywa się produkcja. Dodatkowo lepszym podejściem jest wykorzystanie systemów produkcyjnych, komórek produkcyjnych, linii i fabryk, które można łatwo modyfikować i dostosowywać. Wskazuje się, że programowanie, użytkowanie, konserwacja i wsparcie produktu będą wtedy o wiele wydajniejsze<sup>39</sup>.

Kolejną zmianą jest **dopasowanie umiejętności kadry do wymagań zautomatyzowanych procesów**. Obejmie to zmianę konfiguracji programów szkoleniowych, aby pomóc pracownikom w nabyciu zarówno cyfrowych, jak i bardziej miękkich umiejętności, które będą wymagane w nowej erze, zastąpienie dotychczasowych procesów i systemów przez te, które są bardziej odpowiednie do obsługi nowszych technologii, a także tymczasowe wsparcie dla tych, którzy stracą na wpływie automatyzacji. Pracodawcy powinni śledzić pojawiające się **innowacje i wyniki badania, które pomogą wdrożyć proces automatyzacji i robotyzacji** oraz opracować politykę, która ochroni dane klientów i pomoże pracownikom dostosować się do nowych wymagań stawianych przez te technologie (np. zapewniając szkolenia)<sup>40</sup>.

- **Konieczność kosztownych inwestycji w nowe kompetencje/kwalifikacje pracowników**

Aby w pełni wykorzystać nowe technologie, przedsiębiorstwa będą musiały przeprojektować procesy biznesowe oraz zmienić podejście do kadry i potrzebnych nowe **spojrzenie na kadre pracowników i potrzebne im kwalifikacje i umiejętności**<sup>41</sup>.

<sup>37</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/how-will-automation-affect-jobs-skills-and-wages>, 19.03.2020 r.]

<sup>38</sup> Deloitte (2017), The Fourth Revolution is now: are you ready? Future of Operations.

<sup>39</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/automation-robotics-and-the-factory-of-the-future>, 23.03.2020 r.]

<sup>40</sup> PwC (2019), Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.

<sup>41</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce>, 20.03.2020 r.]

Jak podaje McKinsey, ok. 77% przedsiębiorców w Europie i Stanach Zjednoczonych nie spodziewa się zmiany wielkości zatrudnienia w wyniku przyjęcia technologii automatyzacji i sztucznej inteligencji. Ponad 17% z nich uważa, że po obu stronach Atlantyku nastąpi wzrost liczby pracowników, ponieważ zmieni się zapotrzebowanie na kwalifikacje i umiejętności posiadane przez kadrę pracowników<sup>42</sup>.

**Kluczem do sukcesu firm w przyszłości będzie zapewnienie możliwości doszkalania się, a także wprowadzenie kultury uczenia się w całej organizacji.** Proces ten będzie polegał na podnoszeniu kwalifikacji pracowników poprzez uczenie ich nowych lub jakościowo odmiennych umiejętności. Działania te zapewniają zachowanie funkcjonalnej wiedzy, doświadczenia i zrozumienia kultury organizacyjnej firmy w miarę nabywania przez pracowników potrzebnych im umiejętności. Decydującym wyborem dla firm będzie sposób prowadzenia szkoleń: z wykorzystaniem wewnętrznych zasobów i programów dostosowanych do potrzeb firmy czy też we współpracy z instytucjami edukacyjnymi, które zapewnią pracownikom zewnętrzne możliwości uczenia się<sup>43</sup>.

Jak wskazuje McKinsey, przedsiębiorstwa planują skoncentrować wysiłki na przekwalifikowaniu umiejętności, uważanych za strategiczne dla firmy, takich jak zaawansowane umiejętności informatyczne i programowanie, zaawansowane umiejętności czytania i pisanie, krytyczne myślenie i rozwiązywanie problemów. W pozostałych przypadkach będą zatrudniać pracowników spoza firmy (outsourcing)<sup>44</sup>.

Aby zachować wydajność, przedsiębiorstwa powinny przeprowadzić estymację wydatków związanych z odprawami z tytułu zwolnień oraz porównać koszty rekrutacji z utratą wydajności w okresie przekwalifikowania i wpływem na motywację pracowników. Obliczenia te pozwolą im zdecydować, w jaki sposób lepiej zdobyć dobrze dostosowaną kadrę pracowników<sup>45</sup>.

Według World Economic Forum prawie 1/4 przedsiębiorstw jest jednak niezdecydowana lub jest mało prawdopodobne, aby dążyła do przekwalifikowania obecnych pracowników, natomiast 2/3 oczekuje, że pracownicy będą dostosowywać się i zdobywać umiejętności w trakcie zmiany pracy. Ponad połowa pracodawców zatrudni nową kadrę i zwróci się do zewnętrznych podwykonawców, pracowników tymczasowych i osób wykonujących wolne zawody w celu uzupełnienia braków umiejętności w swoim przedsiębiorstwie<sup>46</sup>.

---

<sup>42</sup> Źródło: McKinsey [dostęp online: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce>, 20.03.2020 r.]

<sup>43</sup> Tamże.

<sup>44</sup> Tamże.

<sup>45</sup> Źródło: World Economic Forum [dostęp online: <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/who-should-pay-for-workers-to-be-reskilled-1/>, 20.03.2020 r.]

<sup>46</sup> World Economic Forum (2018), The Future of Jobs Report 2018.

## 4. Wyzwania dla państwa

Wobec szybkich i nie w pełni dających się przewidzieć zmian technologicznych i rynkowych, stanowienie prawa odnoszącego się do korzystania z nowych technologii jest trudnym zadaniem. Zrozumienie dokąd zmierzają technologie, co można dzięki nim osiągnąć, i co ważniejsze – jak są projektowane i wykorzystywane, jest bardzo trudne. Jednak automatyzacja i robotyzacja są już głęboko osadzone w naszym społeczeństwie. Będą miały coraz większy wpływ na sposób, w jaki żyjemy i wkrótce staną się powszechne w miejscu pracy, dlatego zmiany wiążące się z czwartą rewolucją technologiczną muszą znaleźć odzwierciedlenie w prawodawstwie poszczególnych krajów<sup>47</sup>.

Wyróżnia się następujące obszary, nad którymi powinny pracować rządy<sup>48</sup>:

- **Poprawa dostępności i jakości edukacji i kształcenia zawodowego, aby pomóc ludziom w każdym wieku dostosować się do nowych technologii**

Rządy muszą zbadać wpływ nowych technologii na rynki pracy i unowocześnić politykę edukacyjną, tak aby była ukierunkowana na szybkie podniesienie poziomu wykształcenia i umiejętności osób w każdym wieku, w szczególności w odniesieniu do STEM (nauki ścisłe, technologia, inżynieria i matematyka) i pozapoznawczych umiejętności miękkich, które umożliwią ludziom wykorzystanie ich wyjątkowego potencjału ludzkiego. Zakres interwencji musi obejmować programy szkolne, szkolenia dla nauczycieli, rozszerzając jego atrakcyjność poza tradycyjne zawody wymagające niskich i średnich kwalifikacji. Rządy powinny także ułatwiać odnowienie szkolenia zawodowego jednostkom, które w trakcie swojej pracy nabyły nowe kwalifikacje. Państwa powinny skupić się na cyfryzacji edukacji formalnej i pozaformalnej tak, aby uczący się mogli już na etapie edukacji poznawać nowe technologie, które będą wykorzystywać później na pracy. Dzięki takim zabiegom uda się lepiej dostosować kwalifikacje umiejętności pracowników do wymagań rynku pracy. Oferta edukacyjna powinna być przygotowana we współpracy z przedsiębiorstwami i jednostkami edukacyjnymi.

- **Tworzenie miejsc pracy poprzez inwestycje rządowe, które mogą również przyczynić się do zwiększenia inwestycji prywatnych, zwłaszcza w takich dziedzinach, jak infrastruktura i mieszkalnictwo**

Rządy powinny pomóc w tworzenia miejsc pracy zarówno dzięki dodatkowym inwestycjom publicznym, jak i aktywizowaniu inwestycji prywatnych poprzez finansowanie mieszane lub wsparcie rządowe. Zakres koniecznych do przeprowadzenia inwestycji jest ogromny, choć priorytety w poszczególnych krajach, zależnie od ich poziomu rozwoju, mogą być różne. Istnieje wyraźna niezaspokojona potrzeba stworzenia twardej i miękkiej infrastruktury zasilającej czwartą rewolucję przemysłową

<sup>47</sup> ETUI (2017), A law on robotics and artificial intelligence in the EU?, Foresight Brief.

<sup>48</sup> PwC (2019), Will robots really steal our jobs? An international analysis of the potential long term impact of automation.

– od cyfrowych sieci komunikacyjnych, przez sieci energii odnawialnej i inteligentnej, po inteligentne szkoły i szpitale, ulepszone domy opieki i placówki opieki nad dziećmi.

- **Wzmocnienie sieci bezpieczeństwa socjalnego w celu wsparcia obywateli, którzy mogą mieć trudności z dostosowaniem się do nowych technologii**

Rządy powinny rozważyć zwiększenie środków na zwiększenie bezpieczeństwa socjalnego tych, którzy będą potrzebować pomocy w dostosowaniu się do zmieniającego się rynku pracy. Można to osiągnąć poprzez reformę i rozszerzenie istniejących systemów ochrony socjalnej lub przejście do całkowicie nowego modelu, takiego jak koncepcja podstawowych dochodów i usług. Do 2022 r. kluczowe znaczenie dla wszystkich rządów będzie miało wyciągnięcie wniosków z programów pilotażowych tego rodzaju.

## 5. Podsumowanie

Czwarta rewolucja przemysłowa oznacza zarówno potencjalne szanse, jak i zagrożenia dla pracodawców, pracowników i całych gospodarek. Pomimo wielu wyzwań stojących przed tymi grupami, dobrze przeprowadzona automatyzacja i robotyzacja może wiązać się ze wzrostem gospodarczym, wynikającym ze wzrostu wydajności pracy. Dynamiczne gospodarki nie tylko stworzą nowe miejsca pracy, ale także wygenerują środki, które pozwolą na dopasowanie kwalifikacji i umiejętności kadry pracowniczej do potrzeb rynku. Automatyzacja i robotyzacja to szansa na sprawniejsze i przyjaźniejsze miejsca pracy dla pracowników, większe zyski dla pracodawców, a dodatkowo dzięki niej rząd może zapewnić dobrobyt społeczny i ekonomiczny w kraju.

Główne wyzwania związane z czwartą rewolucją przemysłową<sup>49</sup>:

- W pierwszej dekadzie (początek lat 20-tych XXI w.) czwartej rewolucji przemysłowej automatyzacja i robotyzacja doprowadzą do redukcji ok. 3% miejsc pracy.
- Drugi etap (koniec lat 20-tych XXI w.) czwartej rewolucji rozpocznie się pod koniec dekady, wpływając bardziej na pracę biurową i administracyjną.
- Zagrożenie dla nawet 30% miejsc pracy przyniesie trzeci etap czwartej rewolucji przemysłowej (w połowie lat 30. XXI wieku).
- Potrzeba dostosowania infrastruktury oraz modelu biznesowego do zmian technologicznych jest ważną kwestią, o której muszą pamiętać pracodawcy przy wprowadzaniu automatyzacji i robotyzacji. Przedsiębiorcy muszą w równym stopniu zadbać o inwestycje w technologię, jak i przeznaczać środki na dopasowanie kwalifikacji i umiejętności swoich pracowników do zmian technologicznych
- Rządy powinny pamiętać o ochronie praw pracowniczych, w tym ochronie płac, oraz o dostosowaniu oferty edukacyjnej do potrzeb zmieniającego się rynku pracy.
- Próby zaniechania lub spowolnienia automatyzacji i robotyzacji będą działać na niekorzyść przedsiębiorców.
- Zawody przyszłości wymagają zarówno technologicznych, jak i „ludzkich” umiejętności. Całkowicie zautomatyzowanych zostanie niewiele zawodów (ok. 5%), ale zmienią się zadania wykonywane przez pracowników, dlatego też istotnym elementem jest zapewnienie pracownikom możliwości edukacyjnych w tym stworzenie odpowiedniej oferty edukacyjnej, zapewnieni możliwości doszkalania czy przekwalifikowania się.

---

<sup>49</sup> Źródło Techrepublic [dostęp online: <https://www.techrepublic.com/article/top-5-trends-in-automation/>, 23.03.2020 r.]

## Aneks

**Automatyzacja** polega na zastępowaniu ludzkich nakładów pracy przez maszyny. Systemy produkcji są przekształcane w taki sposób, aby zadania realizowane przez pracowników mogły być wykonane samoczynnie. Nie jest to nowe zjawisko, ale technologie cyfrowe – zwłaszcza robotyka i sztuczna inteligencja (AI) – poszerzyły znacznie zakres zadań, które można zautomatyzować. Wpływie to na obecną i przyszłą organizację miejsc pracy – chociaż jak przewiduje World Economic Forum (WEF)<sup>50</sup>, automatyzowane będą nie całe zadania, a jedynie ich części – np. w przypadku kasjerów bankowych wprowadzenie bankomatów spowodowało zmianę rodzaju wykonywanych przez nich zadań, a nie likwidację tego zawodu<sup>51</sup>.

**Robotyzacja** to proces, podczas którego czynności podejmowane przez człowieka w miejscu pracy są wykonywane przez urządzenia lub roboty<sup>52</sup>. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO) definiuje robota przemysłowego jako „automatycznie sterowany, programowalny, wielofunkcyjny manipulator, programowalny w trzech lub więcej osiach, który może być ustawiony na stałe lub jest ruchomy w celu zastosowania w automatyce przemysłowej”. Roboty przemysłowe mogą być scharakteryzowane jako mniej lub bardziej stacjonarne, dające się przeprogramować „ramiona”, wykonujące czynności manualne, takie jak manipulowanie, spawanie i formowanie. Są one dalekie od robotów humanoidalnych w każdym aspekcie. Robot usługowy to taki, który działa częściowo lub całkowicie autonomicznie w celu wykonywania usług przydatnych dla ludzi (tj. na rzecz zapewniania im bezpieczeństwa i dostarczanie rozrywki) i innych sprzętów (tj. serwisowanie, dokonywanie napraw oraz czyszczenie). Ten rodzaj robotów wyklucza operacje produkcyjne, ale jest zdolny do podejmowania prostych decyzji i samodzielnego działania w rzeczywistych i nieprzewidywalnych warunkach w celu realizacji określonych zadań<sup>53</sup>. Roboty humanoidalne to roboty kształtem przypominające ludzkie ciało. Takie maszyny mogą reagować na dotyk i wchodzić w interakcje z ludźmi. Roboty humanoidalne mogą być wykorzystywane w sektorze rozrywki, sprzedaż czy pracy opiekuńczej<sup>54</sup>.

Mimo że zarówno automatyzacja, jak i robotyzacja polegają na zastępowaniu pracy ludzkiej, istnieje pomiędzy nimi znacząca różnica<sup>55</sup>. Automatyzacja oznacza wykorzystanie oprogramowania komputerowego, maszyn lub innych technologii do wykonania zadania za

<sup>50</sup> Źródło World Economic Forum [dostęp online: <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/the-future-is-automated-but-what-does-that-really-mean-for-jobs>, 23.06.2020r.]

<sup>51</sup> Źródło Eurofound [dostęp online: <https://www.eurofound.europa.eu/observatories/eurwork/industrial-relations-dictionary/automation>, 14.03.2020 r.].

<sup>52</sup> Źródło Praca.pl [dostęp online: [https://www.praca.pl/poradniki/rynek-pracy/robotyzacja-na-rynku-pracy\\_pr-3905.html](https://www.praca.pl/poradniki/rynek-pracy/robotyzacja-na-rynku-pracy_pr-3905.html), 14.03.2020 r.].

<sup>53</sup> Źródło Robotyka [dostęp online: <https://www.robotyka.com/teoria.php/teoria.53>, 06.04.2020 r.].

<sup>54</sup> Źródła Sekretynauki [dostęp online: <https://sekretynauki.pl/technologie/roboty-humanoidalne-schylkowa-technologie/>, 23.06.2020 r.]

<sup>55</sup> Znaczna część przytoczonych w niniejszym raporcie źródeł omawia jednak wpływ robotyzacji i automatyzacji na rynek pracy łącznie.



pracownika. Robotyzacja jest dziedziną inżynierii, która obejmuje wiele dyscyplin w celu projektowania, budowy, programowania i użytkowania maszyn zrobotyzowanych. Pomędzy zjawiskami istnieją wzajemne powiązania. Roboty są używane do automatyzacji niektórych zadań fizycznych, np. w produkcji. Jednak wiele rodzajów automatyzacji nie ma nic wspólnego z robotami fizycznymi, a wiele gałęzi robotyki – z automatyzacją<sup>56</sup>.

Czwarta rewolucja przemysłowa wiąże się z takimi innowacjami technologicznymi, jak:

- **druk 3D** (drukowanie przestrzenne) – to metoda wytwarzania fizycznego obiektu poprzez nanoszenie kolejnych warstw materiału. Wykorzystuje się tutaj technologię addytywną<sup>57</sup> lub generatywną<sup>58</sup>. Druk 3D wymaga czterech kluczowych elementów: trójwymiarowego modelu komputerowego; programu do obróbki modelu, czyli tzw. slicera; maszyny, czyli drukarki 3D, oraz materiału do druku – np. plastikowej żyłki, żywicy czy proszku w zależności od technologii<sup>59</sup>;
- **nanotechnologia** – to nauka zajmująca się tworzeniem określonych struktur na poziomie nanometrycznym, czyli atomów i cząsteczek. Dzięki nanotechnologii możliwa jest produkcja tworzyw sztucznych, sztucznych włókien, fulerenów czy nanorurek. Nanotechnologia odgrywa bardzo ważną rolę m.in. w medycynie (np. przy produkowaniu implantów, czy przeprowadzaniu badań endoskopowych), przemyśle motoryzacyjnym (np. wytwarzanie lakierów, którymi pokrywa się karoserie samochodowe) oraz produkcji ubrań (pokrycie warstwami ochronnymi odzieży roboczej, medycznej oraz sportowej<sup>60</sup>;
- **biotechnologia** – to interdyscyplinarna dziedzina nauki i techniki, która do produkcji surowców wykorzystuje organizmy żywe i wirusy oraz ich elementy składowe. Biotechnologia pozwala na opracowanie i wytwarzanie surowców ważnych z perspektywy codziennego funkcjonowania człowieka, np. produktów spożywczych. Wytwory biotechnologii służą do produkcji farmaceutyków, pasz dla zwierząt czy ochrony środowiska naturalnego<sup>61</sup>;

<sup>56</sup> Źródło Robotiq [dostęp online: <https://blog.robotiq.com/whats-the-difference-between-automation-and-robotics>, 14.03.2020 r.].

<sup>57</sup> Technologia addytywna – technika polegająca na stopniowym nakładaniu kolejnych warstw materiału poprzez stapianie, spiekanie, klejenie czy utwardzanie różnych materiałów za pomocą lasera bądź innych wiązek promieniowania [źródło: <http://g3d.eu/tag/addytywna/>, dostęp online: 04.04.2020r.].

<sup>58</sup> Technologia generatywna czyli technologia powielania rzeczy, metoda prototypowania. [źródło: [http://plusuj.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=300:technologie-rodzajowe-technologie-generatywne&catid=33&Itemid=118](http://plusuj.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=300:technologie-rodzajowe-technologie-generatywne&catid=33&Itemid=118), dostęp online: 04.04.2020 r.].

<sup>59</sup> Źródło Techtutor [dostęp online: <https://techtutor.pl/drukowanie-3d-wszystko-co-musisz-wiedziec/>, 15.03.2020 r.].

<sup>60</sup> Źródło ISTshare [dostęp online: <https://www.istshare.eu/nanotechnologia-i-jej-zastosowanie.html>, 15.03.2020 r.].

<sup>61</sup> Źródło Ekologia [dostęp online: <https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/biotechnologia>, 15.03.2020 r.].

- **pojazdy autonomiczne** (bezzałogowe) – sterowane przez komputer, niewymagające obecności kierowcy<sup>62</sup>;
- **komputery kwantowe** – to maszyny, które działają w oparciu o zasady mechaniki kwantowej, mające potężną moc obliczeniową i możliwość zapisania ogromnej ilości informacji. Można je z sukcesem wykorzystywać m.in. w branży finansowej (np. do zapewnienia wyższego poziomu bezpieczeństwa dzięki algorytmom kwantowym)<sup>63</sup>, medycznej (np. do symulacji struktury molekuł w celu sprawdzenia ich reakcji przy opracowywaniu nowych leków), czy motoryzacyjnej (np. Volkswagen Group współpracuje z Google przy tworzeniu aplikacji do optymalizacji ruchu drogowego)<sup>64</sup>.

Do 2022 roku dominować będą cztery innowacje technologiczne<sup>65</sup>:

- **szybki mobilny internet** – mobilna sieć komputerowa pozwalająca na użytkowanie internetu w każdej przestrzeni i o każdej porze;
- **sztuczna inteligencja** (ang. artificial intelligence, AI) – dział informatyki badający reguły rządzące modelami zachowań człowieka i tworzący programy lub systemy komputerowe symulujące ludzkie myślenie<sup>66</sup>; algorytmy i podejścia technologiczne wywodzące się z obszaru sztucznej inteligencji (m.in. przetwarzanie języka naturalnego, analiza tekstu i eksploracja danych, technologie semantyczne oraz uczenie maszynowe) wykorzystuje się w automatyzacji kognitywnej i robonomicie. Automatyzacja kognitywna jest zdolna do stworzenia narzędzia (oprogramowanie), które ma możliwość wykorzystania posiadanych informacji w sposób podobny do rozumowania ludzkiego<sup>67</sup>. Robonomika to „interdyscyplinarny obszar badań zajmujący się zaawansowanymi technologiami automatyzacji i robotyzacji z perspektywy ich wpływu na ekonomiczne i organizacyjne aspekty funkcjonowania przedsiębiorstw (w szczególności z sektora usług)”<sup>68</sup>.
- **analizy dużych zbiorów danych** (ang. big data analytics) – przetwarzanie i obróbka dużych zbiorów danych (ang. big data), czyli takich, które jednocześnie charakteryzują się dużą objętością, różnorodnością, strumieniowym napływem w czasie rzeczywistym,

<sup>62</sup> Źródło Forsal [dostęp online: <https://forsal.pl/artykuly/1188559,autonomiczne-auta-kiedy-pojawia-sie-w-polsce-strefa-do-testow-jaworzno.html>, 15.03.2020 r.].

<sup>63</sup> Źródło Computer World [dostęp online: <https://www.computerworld.pl/news/Komputery-quantowe-przyszlosc-zakleta-w-kubicie,411827.html>, 15.03.2020 r.]

<sup>64</sup> Źródło Antyweb [dostęp online: <https://antyweb.pl/komputer-quantowy-opis-zastosowania-ocena/>, 15.03.2020 r.].

<sup>65</sup> Źródło Computer World [dostęp online: <https://www.computerworld.pl/news/Komputery-quantowe-przyszlosc-zakleta-w-kubicie,411827.html>, 15.03.2020 r.].

<sup>65</sup> World Economic Forum (2018), The Future of Jobs Report 2018.

<sup>66</sup> Źródło Słownik PWN [dostęp online: <https://sjp.pwn.pl/slowniki/sztuczna%20inteligencja.html>, 17.03.2020 r.].

<sup>67</sup> Źródło Robonomika [dostęp online: <https://robonomika.pl/czym-jest-automatyzacja-kognitywna-proba-definicji>, 23.06.2020 r.]

<sup>68</sup> Źródło Robonomika [dostęp online: <https://robonomika.pl/czym-jest-robonomika-proba-definicji>, 23.06.2020 r.]

zmiennością, złożonością i jednocześnie wymagają zastosowania innowacyjnych technologii, narzędzi i metod informatycznych w celu wydobycia z nich nowej i użytecznej wiedzy. Zbiorami tymi nie można zarządzać za pomocą obecnych metod eksploracji lub narzędzi programowych właśnie ze względu na duży rozmiar i złożoność danych<sup>69</sup>;

- **technologia chmury obliczeniowej** (ang. cloud technology) – model umożliwiający powszechny, wygodny, udzielany na żądanie dostęp za pośrednictwem sieci do wspólnej puli możliwych do konfiguracji zasobów przetwarzania (np. sieci, serwerów, zasobów przechowywania, aplikacji i usług), które można szybko dostarczyć i uwolnić przy minimalnym wysiłku zarządzania lub działania ze strony usługodawcy<sup>70</sup>. Wyróżnia się trzy warianty wykorzystania technologii chmury obliczeniowej, które można wybrać w zależności od potrzeb: (1) IaaS (Infrastructure as a Service), który polega na udostępnieniu przestrzeni dyskowej i mocy obliczeniowej, transferu danych z własnych serwerów; (2) PaaS (Platform as a Service) – klienci zyskują dostęp do kompletnie wirtualnego środowiska pracy, w którym mogą tworzyć i instalować własne aplikacje; (3) SaaS (Software as a Service), pozwala użytkownikowi na zdalne uruchomienie gotowych programów, zwykle za pomocą przeglądarki internetowej, co zdejmuje z niego obowiązek instalacji i aktualizacji oprogramowania<sup>71</sup>.

---

<sup>69</sup> Big Data – Definicje, Wyzwania i Technologie Informatyczne, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu.

<sup>70</sup> Parlament Europejski (2013), Chmury Obliczeniowe, Ekspertyza, Dyrekcja Generalna Ds. Polityki Wewnętrznej Unii Europejskiej Departament Tematyczny A: Polityka Gospodarcza i Naukowa.

<sup>71</sup> Źródło Plus Biznesu [dostęp online: <https://www.pb.pl/wlasne-dane-na-cudzych-serwerach-984655>, 10.03.2020].

## Bibliografia

1. Davies, R. (2015), Industry 4.0: Digitalisation for productivity and growth, European Parliamentary Research Service Briefing, European Parliament, Brussels.
2. World Economic Forum (undated), The future is automated, but what does that really mean for jobs
3. World Economic Forum (2020), Jobs of Tomorrow Mapping Opportunity in the New Economy.
4. World Economic Forum (2019) The Future of Jobs Report 2018.
5. IAB (Institute for Employment Research) (2016), Economy 4.0 and its labour market and economic impacts: Scenario calculations in line with the BIBB-IAB qualification and occupational field projections', IAB-Forschungsbericht, Nuremberg.
6. Nedelkoska, L. and Quintini, G. (2018), Automation, skills use and training, OECD Social, Employment and Migration Working Papers No. 202, OECD Publishing, Paris.
7. PwC (2017), 'Will robots steal our jobs? The potential impact of automation on the UK and other major economies', UK Economic Outlook, March.
8. McKinsey Digital (2015), Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey and Company, New York.
9. McKinsey Global Institute (2017), Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation, McKinsey & Company, New York.
10. McKinsey Global Institute (2018), Notes from the frontier: Modeling the impact of AI on the world economy, McKinsey & Company, New York.
11. ETUI (2017), A law on robotics and artificial intelligence in the EU?, Foresight Brief.
12. Fundación ONCE and the ILO Global Business and Disability Network (2019), Making the future of work inclusive of people with disabilities.
13. Parlament Europejski (2013), Chmury Obliczeniowe, Ekspertyza, Dyrekcja Generalna Ds. Polityki Wewnętrznej Unii Europejskiej Departament Tematyczny A: Polityka Gospodarcza i Naukowa.

### Źródła internetowe:

1. World Economic Forum – <https://www.weforum.org/>
2. McKinsey – <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights>
3. PwC – <https://www.pwc.com/gx/en/services/people-organisation/publications.html>

Raport przygotowany przez:  
**Instytut Analiz Rynku Pracy Sp. z o.o.**  
 ul. Zbyszka Cybulskiego 3  
 00-727 Warszawa  
 tel. 22 559 99 58  
<https://iarp.edu.pl>