

Jacek BENDKOWSKI  
Politechnika Śląska  
Wydział Organizacji i Zarządzania  
Instytut Zarządzania, Administracji i Logistyki  
jacek.bendkowski@polsl.pl

## ZMIANY W PRACY PRODUKCYJNEJ W PERSPEKTYWIE KONCEPCJI „PRZEMYSŁ 4.0”

**Streszczenie.** Od czasu gdy rząd Republiki Federalnej Niemiec uznał koncepcję „Industrie 4.0” za kluczowy element strategii innowacyjnego rozwoju w 2011r., stała się ona jednym z najczęściej dyskutowanych tematów wśród niemieckich praktyków i badaczy. Oczekuje się, że skutkiem rewolucji przemysłowej 4.0 będzie skokowy wzrost efektywności przedsiębiorstw oraz powstanie nowych modeli biznesowych, usług i produktów, co zapewni Republice Federalnej światowe przywództwo w zakresie nowoczesnych technologii. Oprócz zmian w funkcjonowaniu przedsiębiorstw przemysłowych powyższa koncepcja niesie ze sobą istotne zmiany w obszarze pracy. W artykule przedstawiono główne trendy zmian w pracy produkcyjnej wynikające z implementacji koncepcji w oparciu o niemieckojęzyczną literaturę z zakresu zarządzania.

**Słowa kluczowe:** Przemysł 4.0, interaktywne formy organizacji pracy i produkcji, praca produkcyjna, kompetencje zawodowe, organizacja pracy, środowisko pracy

## THE IMPACT OF INDUSTRY 4.0 ON PRODUCTION WORK

**Abstract.** The Industrie 4.0 concept has become one of the most frequently discussed topics among practitioners and academics in Germany since the German federal government announced it as a key initiative of its high-tech strategy in 2011. It is due to the fact that Industrie 4.0 promises substantially increased operational effectiveness as well as the development of entirely new business models, services, and products which would secure German innovation leadership in the world. Apart from the changes in production plants the aforesaid idea brings significant changes in production work. The paper presents main trends in production work as a consequence of implementation of Industrie 4.0 idea based on German management literature.

**Keywords:** Industrie 4.0, interactive forms of work, production work, work competencies, organization of work, work environment

## 1. Wstęp

W ostatnim czasie znacząco wzrosła liczba badań poświęconych koncepcji „Przemysł 4.0” (niem. *Industrie 4.0*) i wynikających z niej zmian. Zainteresowanie tym tematem wynika przede wszystkim z przekonania, że rewolucja przemysłowa 4.0 przyniesie skokowy wzrost efektywności przedsiębiorstw oraz powstanie nowych modeli biznesowych, usług i produktów, co w konsekwencji będzie decydowało o pozycji gospodarczej w świecie<sup>1</sup>. Nie mniejsze znaczenie ma także zmieniający się układ sił na rynku globalnym, a także trendy demograficzne i pogłębiający się deficyt wykwalifikowanej siły roboczej w wysoko rozwiniętych krajach świata.

Powstała w RFN koncepcja „Przemysł 4.0” polega ogólnie rzecz biorąc na wykorzystaniu zachodzących od lat w niemieckim przemyśle procesów automatyzacji i cyfryzacji przemysłu do przekształcenia istniejących fabryk w samosterujące i samoadaptujące się systemy socjotechniczne (ang. *Smart Factories*), pozwalające na tworzenie inteligentnych łańcuchów wartości.

Powyższa koncepcja, pomimo tego że stanowi jedynie ogólną wizję zmian w przemyśle, niesie ze sobą istotne zmiany w obszarze pracy. Dotyczy to w szczególności roli człowieka w inteligentnej fabryce i związanych z tym koniecznych kwalifikacji i kompetencji. Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja i charakterystyka głównych trendów zmian w pracy produkcyjnej wynikających z implementacji koncepcji „Przemysł 4.0”<sup>2</sup>.

W artykule oparto się na niemieckojęzycznej literaturze przedmiotu. Wynika to przede wszystkim z faktu, że termin „Przemysł 4.0” nie jest znany poza krajami niemieckojęzycznymi<sup>3</sup>. Podobne koncepcje, chociaż na mniejszą skalę, są realizowane wyłącznie w USA<sup>4</sup>. Przedstawione analizy oparto na pracach zbiorowych, zestawieniach badań i prognozach rozwoju dotyczących wyłącznie gospodarki niemieckiej. Na początku artykułu przedstawiono pojęcie i istotę koncepcji „Przemysł 4.0”. Następnie zidentyfikowano i scharakteryzowano główne trendy zmian w pracy produkcyjnej w następujących obszarach:

<sup>1</sup> Kagermann H.: Chancen von Industrie 4.0 nutzen, [in:] Bauernhansl T., ten Hompel M., Vogel-Heuser B.: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik*. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014, S. 607.

<sup>2</sup> Praca produkcyjna w szerokim rozumieniu to obok czynności bezpośrednio związanych z wytwarzaniem dóbr materialnych ogół czynności wykonywanych w przedsiębiorstwie przemysłowym, takich jak np.: usługi pomocnicze, logistyka, zarządzanie oraz badania i rozwój – przyp. aut.

<sup>3</sup> Lasi H., Fettke P., Kemper H.-G., Feld T., Hoffmann M.: *Industrie 4.0: Bedarfssog und Technologiedruck als Treiber der vierten industriellen Revolution*. „Wirtschaftsinformatik”, Nr 56(4), 2014, S. 261.

<sup>4</sup> General Electric promuje podobny pomysł pod nazwą *Industrial Internet*. Rząd Stanów Zjednoczonych wspiera badania i prace rozwojowe w ramach projektu tzw. zaawansowanej produkcji (*Advanced Manufacturing*). Inne podobne koncepcje to np. *Integrated Industry*, *Smart Industry* czy *Smart Manufacturing* – przyp. aut.

zapotrzebowanie na siłę roboczą, kwalifikacje zawodowe, rola człowieka w inteligentnej fabryce oraz organizacja i środowisko pracy. Artykuł zakończono podsumowaniem.

## 2. Pojęcie i istota koncepcji „Przemysł 4.0”

Termin „Przemysł 4.0” odnosi się do zachodzącej obecnie czwartej rewolucji przemysłowej. Określenie „czwarta rewolucja przemysłowa” ma stanowić nawiązanie do innych przełomowych zdarzeń w rozwoju społeczno-gospodarczym ludzkości, takich jak: mechanizacja produkcji za pomocą maszyn napędzanych wodą i parą (rewolucja 1.0), wprowadzenie masowej produkcji w oparciu o podział pracy i elektryfikację maszyn i urządzeń (rewolucja 2.0) oraz zastosowanie elektroniki i IT dla automatyzacji produkcji (rewolucja 3.0).

Po raz pierwszy został on użyty w 2011 r. przez grupę inicjatywną „Industrie 4.0”, zrzeszającą przedstawicieli świata biznesu, polityki i nauki, jako nazwa koncepcji zwiększenia konkurencyjności niemieckiej gospodarki<sup>5</sup>. Rząd RFN wsparł ten pomysł ogłaszając, że „Przemysł 4.0” stanie się integralną częścią programu rozwoju kraju, którego głównym celem jest osiągnięcie światowego przywództwa w zakresie innowacyjnych technologii (niem. *Die High-Tech Strategie der Bundesregierung*). Utworzona następnie grupa robocza „Industrie 4.0 Working Group” sformułowała pierwsze rekomendacje dotyczące implementacji koncepcji „Przemysł 4.0”, które zostały opublikowane w kwietniu 2013 r.<sup>6</sup> Opracowany dokument, zawierający ogólną wizję rozwoju przemysłu, stał się następnie podstawą do opracowania przez „Plattform Industrie 4.0” ostatecznych zaleceń dotyczących urzeczywistnienia rewolucji przemysłowej 4.0.

Istota „Przemysłu 4.0” polega na stworzeniu inteligentnych łańcuchów wartości w oparciu o dynamiczne, samoorganizujące się i optymalizujące się systemy socjotechniczne, określane mianem inteligentnych fabryk. Tworzą je spontanicznie wyłaniające się wirtualne sieci obejmujące pracowników, maszyny i urządzenia oraz wspomagające systemy informatyczne. Stanowią one dynamiczną sieć skupioną wokół wspólnego obiektu współdziałania, która podlega ciągłej rekonfiguracji w zależności od zmieniających się celów i uwarunkowań. Zakłada się, że nowa organizacja pracy zapewni wysoką elastyczność i efektywność produkcji, a wirtualizacja procesów gospodarczych umożliwi dostęp i wykorzystanie inteligencji grupowej poprzez inicjowanie, kreowanie i zastosowanie wiedzy w ramach

---

<sup>5</sup> Kagermann H., Lukas W., Wahlster W.: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. VDI nachrichten, 13, 2011.

<sup>6</sup> Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (eds.): Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013, p. 77.

nieformalnych sieci wiedzy (np. *open innovation*, *communities of practice*), a także wiedzy specjalistycznej bez konieczności zatrudniania zewnętrznych specjalistów<sup>7</sup>.

Realizacja projektu „Przemysł 4.0” niesie ze sobą zmiany we wszystkich obszarach funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych. Z punktu widzenia nauk o zarządzaniu szczególnie doniosłe są zmiany w pracy produkcyjnej.

### 3. Trendy zmian w pracy produkcyjnej

Na wstępie należy stwierdzić, że wyniki badań nie pozwalają na sformułowanie jednoznacznej oceny wpływu implementacji koncepcji „Przemysł 4.0” na pracę produkcyjną<sup>8</sup>. Podczas gdy jedne prognozy wskazują na możliwy wzrost zatrudnienia wskutek procesów reindustrializacji<sup>9</sup>, inne zwracają uwagę na postępujący proces zastępowania pracy ludzkiej nowymi technologiami i maszynami<sup>10</sup>.

Według pozytywnej wizji rozwoju rewolucja przemysłowa 4.0 pozwoli na budowę zupełnie nowego, lepszego środowiska pracy, w którego centrum będzie znajdował się człowiek z jego potrzebami<sup>11</sup>. Bardziej sceptyczni autorzy wyrażają obawę, że to technika będzie dominowała w fabrykach przyszłości, a doświadczenie i wiedza pracowników zostaną zastąpione przez oprogramowanie oparte na statystyce, algorytmach i rachunku prawdopodobieństwa<sup>12</sup>. Tym samym, pracownicy staną się trybikami w odhumanizowanej inteligentnej fabryce. Wskazuje się także na ogromny potencjał racjonalizacji tkwiący w nowych technologiach, co może skutkować podwyższeniem wymagań wobec pracowników, niskimi wynagrodzeniami i likwidacją miejsc pracy<sup>13</sup>.

Trendy zmian w pracy produkcyjnej w perspektywie „Przemysłu 4.0” zostaną zanalizowane w następujących czterech wymiarach:

- zapotrzebowania na siłę roboczą,
- kwalifikacji/kompetencji zawodowych,
- roli człowieka w inteligentnej fabryce,
- organizacji i środowisku pracy.

---

<sup>7</sup> Archibugi D.: Blade Runner Economics: Will Innovation Lead the Economic Recovery? „Social Science Research Network”, 29.01.2015.

<sup>8</sup> Ittermann P., Niehaus J., Hirsch-Kreinsen H.: Arbeiten in der Industrie 4.0: Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Hans-Boeckler-Stiftung, Düsseldorf 2015, S. 37.

<sup>9</sup> BCG – Boston Consulting Group (Hg.): Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. München 2015.

<sup>10</sup> Schlund S., Hämmerle M., Strölin T.: Industrie 4.0 eine Revolution der Arbeitsgestaltung – Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern wird. Ingenics AG, Ulm-Stuttgart 2014.

<sup>11</sup> Kagermann H.: op.cit.

<sup>12</sup> VDI nachrichten 2015: In digitaler Welt muss Platz für Menschen sein. Interview mit Lars Windelband von W. Schmitz. 30.01.2015, Nr 5, S. 6.

<sup>13</sup> [www.zeit.de/wirtschaft/2015-01/verdi-bsirske-digitalisierung-jobabbau](http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-01/verdi-bsirske-digitalisierung-jobabbau).

Poniżej przedstawiono wyniki badań dla każdego z wymienionych powyżej wymiarów.

### 3.1. Zapotrzebowanie na siłę roboczą

Debata na temat perspektyw zatrudnienia zajmuje centralne miejsce w dyskusji na temat projektu „Przemysł 4.0”. Jak wcześniej wspomniano prognozy są rozbieżne. Jedne mówią o likwidacji miejsc pracy, inne o utrzymaniu, a nawet wzroście zatrudnienia. Według badań przeprowadzonych przez Instytut Fraunhofer większość przedsiębiorstw zakłada, że poziom zatrudnienia w przemyśle pozostanie na niezmiennym poziomie<sup>14</sup>.

Badania firmy doradczej Boston Consulting Group wskazują na pozytywny efekt koncepcji „Przemysł 4.0” na rynek pracy. BCG prognozuje wzrost zatrudnienia o 6% w następnych 10 latach<sup>15</sup>. Będzie się on opierał przede wszystkim na rosnącym zapotrzebowaniu na wysoko wykwalifikowaną siłę roboczą w przemyśle maszynowym i automotive. Według innych prognoz wielkość zatrudnienia się zmniejszy. Tłumaczy się to tym, że po osiągnięciu zakładanej produktywności przy obecnym poziomie zamówień inteligentne fabryki będą potrzebowały mniej pracowników<sup>16</sup>.

Większa zgodność panuje co do spadającego znaczenia prostych czynności w pracy produkcyjnej. Większość prognoz przewiduje, że standardowe i rutynowe czynności zostaną zastąpione nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi. Dotyczy to np. ręcznego wprowadzania i zarządzania danymi w logistyce<sup>17</sup>. Ponad połowa przedsiębiorstw jest przekonana, że w wyniku procesów automatyzacji nastąpi dalsza redukcja prostych czynności w pracy produkcyjnej, a 32% częściowo się zgadza z tym poglądem<sup>18,19</sup>. Według innych prognoz inteligentne systemy produkcyjne prowadzą do rozwoju prostych czynności na produkcji. Na przykład zastosowanie tabletów i okularów wyposażonych w funkcję wyświetlania danych może uprościć procesy uczenia się nowych czynności na stanowisku pracy, tak że w konsekwencji nawet pracownicy niewykwalifikowani będą mogli wykonywać prace wymagające wysokich kwalifikacji<sup>20</sup>. Jednakże nie wiadomo, na ile redukcja prostych czynności na produkcji zostanie zrekompensowana wzrostem liczby nowych miejsc pracy w obszarach planowania i serwisu<sup>21</sup>.

Badania wskazują na rosnące zapotrzebowanie na pracowników wysoko wykwalifikowanych (badania i rozwój, engineering). BCG prognozuje wzrost zatrudnienia w tym

<sup>14</sup> Spath D., Ganschar O., Gerlach S., Hämmerle M., Krause T., Schlund S. (Hg.): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart 2013, S. 46f.

<sup>15</sup> BCG – Boston Consulting Group (Hg.): op.cit.

<sup>16</sup> Schlund S., Hämmerle M., Strölin T.: op.cit., S. 20.

<sup>17</sup> FIR-Edition Untersuchung: Untersuchung 2013. „Produktion am Standort Deutschland“. Management-Summary. Aachen 2013.

<sup>18</sup> Ibidem.

<sup>19</sup> BCG – Boston Consulting Group (Hg.): op.cit.

<sup>20</sup> VDI (Hg.): Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik in der Ingenieurarbeit der Zukunft. Reihe Thesen und Handlungsfelder. Düsseldorf 2015, S. 23.

<sup>21</sup> Kurz C.: Industrie 4.0 verändert die Arbeitswelt. Gewerkschaftliche Gestaltungsimpulse für „bessere“ Arbeit, [in:] Schröter W. (Hrsg.): Identität in der Virtualität. Einblicke in neue Arbeitswelten und „Industrie 4.0“. Talheimer Verlag, Mössingen 2014.

segmencie o 10%<sup>22</sup>. Badania wskazują, że należy liczyć się ze wzrostem popytu na pracowników wysoko wykwalifikowanych i techników specjalistów, których poziom kompetencji znacznie przekracza obecne kwalifikacje. Oprócz dotychczasowych obowiązków przejmą oni wiele zadań zastrzeżonych dotychczas dla kadry kierowniczej z obszaru produkcji<sup>23</sup>.

Jak pokazują badania przyszłość pracowników wykwalifikowanych jest niepewna<sup>24</sup>. Prognozuje się, że część z nich, wykonująca proste czynności produkcyjne straci pracę wskutek automatyzacji. Natomiast pracownicy wykwalifikowani realizujący złożone zadania będą zmuszeni do podwyższenia swoich kwalifikacji<sup>25</sup>.

### 3.2. Kompetencje/kwalifikacje zawodowe

Wszystkie badania i prognozy są zgodne co do tego, że postępująca informatyzacja produkcji oraz koncentracja na zaawansowanych technologiach będą się wiązały ze znacznymi zmianami wymogów dotyczących kwalifikacji zawodowych pracowników. Natomiast różnią się one w ocenie, o jakie kwalifikacje chodzi. Prognozy można uporządkować na dwóch przeciwstawnych biegunach: konieczność podwyższenia kwalifikacji zawodowych lub ich polaryzacja<sup>26</sup>.

Dominuje pogląd, że informatyzacja i automatyzacja gospodarki będzie skutkowałą koniecznością podwyższenia kwalifikacji przez pracowników zatrudnionych w przemyśle. Postępująca informatyzacja spowoduje, że procesy produkcyjne staną się bardziej wymagające i złożone. W tej sytuacji na znaczeniu zyskają wiedza procesowa w połączeniu z umiejętnością wykorzystania dostępnych informacji<sup>27</sup>. Wśród podstawowych kompetencji znajdzie się także zdolność do rozwiązywania kompleksowych problemów, uczenia się w miejscu pracy i elastycznego działania. W inteligentnej fabryce wzrośnie również zapotrzebowanie na pracowników potrafiących współdziałać z innymi dla realizacji wspólnego celu w procesie tworzenia wartości<sup>28</sup>.

80% badanych uważa, że pracownicy produkcyjni będą musieli podwyższać swoje kwalifikacje w zakresie elastycznej produkcji<sup>29</sup>. Chodzi przede wszystkim o nabycie i podwyższenie kompetencji cyfrowych w produkcji i montażu, a także w obszarach pomocniczych, takich jak: przygotowanie produkcji, planowanie produkcji, zarządzanie jakością i logistyka. Z drugiej strony do kluczowych kompetencji należy umiejętność

---

<sup>22</sup> BCG – Boston Consulting Group (Hg.): op.cit., S. 9.

<sup>23</sup> Hirsch-Kreinsen H.: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. „Soziologisches Arbeitspapier“, Nr 38, Dortmund 2014.

<sup>24</sup> Windelband L.: Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. „Journal of Technical Education“, 2. Jg., H. 2, 2014, S. 155.

<sup>25</sup> Spath D. et al.: op.cit.

<sup>26</sup> Hirsch-Kreinsen H.: op.cit.

<sup>27</sup> Zuboff S.: In the age of the smart machine. The future of work and power. Basic Books Inc., New York 1988.

<sup>28</sup> Kurz C.: op.cit. S. 107.

<sup>29</sup> Spath D. et al.: op.cit., S. 123.

wypełniania roli właściciela procesu, polegającej na sponsorowaniu, projektowaniu, zarządzaniu zmianami oraz ustawicznym doskonaleniu procesu i jego miar, a także menadżera procesu, polegającej na planowaniu i koordynacji wszystkich czynności niezbędnych do przeprowadzenia, monitorowania i raportowania procesu<sup>30</sup>.

Zdaniem niektórych badaczy ważną kwestią w pracy przemysłowej jest zdolność do przeciwdziałania zakłóceniom w związku z niepewnością, której źródłem jest rosnąca kompleksowość procesów produkcyjnych<sup>31</sup>. Wymagania w stosunku do pracowników średniego szczebla dotyczą zdolności myślenia analitycznego i modelowego, wiedzy systemowej, a także umiejętności radzenia sobie w nieprzewidywalnych sytuacjach. W tym kontekście znaczenia nabiera indywidualne doświadczenie: pracownicy muszą umieć rozwiązywać codzienne problemy wynikające z niedostatków technologii korzystając z własnych doświadczeń. Istotną rolę w profilu kwalifikacji zawodowych odgrywają także: odpowiedzialność, kreatywność, zdolność do współdziałania oraz samoorganizacji i samonawigowania<sup>32</sup>.

Rozwój kwalifikacji i kompetencji wymaga stworzenia organizacji pracy wspierającej horyzontalne uczenie się w oparciu o nowe, interaktywne formy. Szybkość zmian oraz daleko idąca niejasność celów powodują, że pracownicy muszą na bieżąco uczyć się na stanowisku pracy. W tym celu stosują nowe metody i technologie, takie jak media cyfrowe, *blended learning*, czy uczenie się na stanowisku pracy<sup>33</sup>.

Na przeciwległym biegunie znajduje się perspektywa rosnącej polaryzacji kwalifikacji zawodowych. Przewiduje ona, że w przemyśle pozostaną zadania, których wykonanie nie wymaga wysokich kwalifikacji, takie jak proste prace pomocnicze na produkcji. Jednocześnie na znaczeniu zyskają prace wymagające najwyższych kwalifikacji i wiedzy specjalistycznej. Natomiast pracownicy wykwalifikowani średniego szczebla stracą pracę lub zostaną zmuszeni do wykonywania prostych czynności na produkcji. Przyczyn powyższych procesów upatruje się w automatyzacji i informatyzacji procesów produkcyjnych<sup>34</sup>. Wskazuje się, że implementacja nowych technologii prowadzi do uproszczenia zadań i wymagań dotyczących kompetencji zawodowych. Przykładowo zastosowanie zaawansowanych technologii w logistyce spowodowałoby ograniczenie autonomii i uprawnień kontrolnych wielu wykwalifikowanym pracownikom.

### 3.3. Rola człowieka w inteligentnej fabryce

---

<sup>30</sup> Schlund S., Hämmerle M., Strölin T.: op.cit., S. 26.

<sup>31</sup> Zeller B., Achtenhagen C., Först S.: Das „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion – Studie zu künftigen Qualifikationserfordernissen auf Fachkräfteebene. Report FreQueNz – Früherkennung von Qualifikationserfordernissen. Bonn-Nürnberg 2010.

<sup>32</sup> Kurz C.: op.cit. S. 108.

<sup>33</sup> Spath D. et al.: op.cit.

<sup>34</sup> Kinkel S., Friedewald M., Hüsing B., Lay G., Lindner R.: Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Berlin 2008.

Nowe technologie umożliwiają dostęp do wszystkich parametrów procesów roboczych w czasie rzeczywistym. Daje to możliwość zastosowania nowych, interaktywnych metod sterowania i kontroli wspartych urządzeniami i technologiami mobilnymi. W konsekwencji następuje połączenie świata realnego z wirtualnym, co wykracza poza tradycyjne koncepcje interakcji człowiek-maszyna<sup>35</sup>. W tym kontekście kluczowe pytanie brzmi: jaka będzie rola człowieka w inteligentnej fabryce?

Niektórzy autorzy nadal postrzegają człowieka jako czynnik odpowiedzialny za planowanie, organizowanie i kontrolę wszystkich działań w organizacji<sup>36</sup> i określają ich mianem „dyrygentów kreowania wartości”<sup>37</sup>. Natomiast inni badacze wskazują na rosnące znaczenie programów komputerowych i nowych technologii w podejmowaniu decyzji i procesach kontroli<sup>38</sup>. To jaki konkretnie kształt przyjmie współpraca pomiędzy człowiekiem i maszyną, zależy od przyjętego w danym wypadku wariantu rozwoju. Większość autorów dokonuje rozróżnienia pomiędzy scenariuszem pełnej automatyzacji i scenariuszem utrzymania ludzkiej kontroli nad maszynami<sup>39,40</sup>. Scenariusz pełnej automatyzacji zakłada, że odpowiedzialność za sterowanie procesami w inteligentnej fabryce przejmą socjotechniczne systemy produkcji. Większość pracowników będzie wykonywała jedynie proste prace. Wąska grupa pracowników wysoko wykwalifikowanych będzie odpowiedzialna za instalację i utrzymanie systemu. Przewiduje się, że w przypadku spełnienia się tego scenariusza nastąpi spadek wymagań w stosunku do pracowników wykonujących proste prace produkcyjne i pracowników wykwalifikowanych. W tej sytuacji może się okazać, że zabraknie pracowników wykwalifikowanych koniecznych do zapewnienia sprawnego funkcjonowania systemu (tzw. zjawisko „ironii automatyzacji”<sup>41</sup>). W tym kontekście wskazuje się jednocześnie na rosnące znaczenie wiedzy płynącej z doświadczenia, którą pracownicy stosują w trakcie wykonywania pracy<sup>42</sup>.

Drugi możliwy scenariusz rozwoju zakłada, że pracownicy wykwalifikowani sprawują kontrolę nad procesami produkcyjnymi przy wsparciu inteligentnych systemów<sup>43</sup>. Rozszerzenie zakresu obowiązków wymaga od pracowników podwyższenia kwalifikacji zawodowych i/lub zdobycia nowych kompetencji. Scenariusz ten zakłada wzajemne

---

<sup>35</sup> Botthof A., Hartmann E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 –Neue Perspektiven und offene Fragen, [in:] Botthof A., Hartmann E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer Vieweg, Berlin-Heidelberg 2015, S. 162.

<sup>36</sup> Becker K.-D.: Arbeit in der Industrie 4.0 – Erwartungen des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft e.V., [in:] Botthof A., Hartmann E.A. (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer Vieweg, Berlin-Heidelberg 2015, S. 25.

<sup>37</sup> Malanowski N., Brandt J.Ch.: Innovations- und Effizienzsprünge in der chemischen Industrie? Wirkungen und Herausforderungen von Industrie 4.0 und Co., VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf 2014, S. 39.

<sup>38</sup> Windelband L.: op.cit., S. 155.

<sup>39</sup> Ibidem.

<sup>40</sup> Kurz C.: op.cit.

<sup>41</sup> Por. Bainbridge L.: Ironies of Automation. „Automatica”, Vol. 19, No. 6, 1983, p. 775-779.

<sup>42</sup> Böhle F.: Digitalisierung braucht Erfahrungswissen, <http://denk-doch-mal.de/wp/fritz-boehle-digitalisierung-erfordert-erfahrungswissen/>, 25.05.2017.

<sup>43</sup> Windelband L.: op.cit., S. 156.



oddziaływanie i kontrolę pracowników i technologii, przy czym władza decyzyjna pozostałaby w rękach ludzi. Trzecim możliwym rozwiązaniem jest bliżej nieokreślona kombinacja omówionych powyżej scenariuszy.

### 3.4. Organizacja i środowisko pracy

Z punktu widzenia organizacji pracy w inteligentnej fabryce można wyróżnić dwa modele przedsiębiorstw. Pierwszy z nich opiera się na strukturach o zmiennym składzie osobowym, które wspierają procesy uczenia się na stanowisku pracy oraz zapewniają jednostkom daleko idącą autonomię i elastyczność działania<sup>44</sup>. Tworzą je luźno ze sobą powiązani pracownicy o ogólnie określonych obowiązkach, którzy w związku z zadaniem łączą się w samoorganizujące się, nieformalne sieci współdziałania. Tego typu sieci charakteryzuje wysoka elastyczność, a ich skład jest uzależniony od wyznaczonego do wykonania zadania i wymogów danej sytuacji. Cele i zasady działania są określane przez kierownictwo organizacji.

Drugi model organizacji, opierający się na przedstawionej wcześniej polaryzacji kwalifikacji (por. pkt. 3.2), przewiduje daleko idący podział pracy. W znacznym stopniu pokrywa się on z istniejącymi w wielu przedsiębiorstwach przemysłowych formami organizacji pracy, które można określić jako połączenie decentralizacji i rozszerzenia zakresu obowiązków z jednej strony oraz ścisłego podziału pracy i standaryzacji z drugiej<sup>45</sup>.

Wiele badań w obszarze organizacji i środowiska pracy dotyczy problemów związanych z nowymi formami współdziałania na linii człowiek, technologia i organizacja oraz ich związków z systemami socjotechnicznymi<sup>46,47</sup>. Sam system socjotechniczny staje się podstawową jednostką analizy w koncepcji „Przemysł 4.0”. To on determinuje zakres wpływu techniki na kształtowanie rzeczywistości społecznej. Jednocześnie przybiera on kształt samoorganizującego się systemu, w ramach którego zachodzą interakcje pomiędzy ludźmi, produktami i maszynami w formie niezwykle złożonego procesu, któremu towarzyszy wiele niewiadomych. Analizując wpływ techniki na kształtowanie się rzeczywistości społecznej w ramach systemów socjotechnicznych niektórzy autorzy wskazują, że technika powinna być dostosowana do wymogów struktur organizacyjnych oraz kryteriów jakości pracy, takich jak: rozwój indywidualny, czy kompetencje i wiedza pracowników<sup>48</sup>.

W tym kontekście tematem rozważań są także nowe wymogi w stosunku do planowania i zarządzania w przedsiębiorstwie<sup>49</sup>: Z jednej strony badania wskazują, że w związku z

<sup>44</sup> Neef A., Burmeister K.: Die Schwarm-Organisation – Ein neues Paradigma für das e-Unternehmen der Zukunft, [in:] Kuhlmann B., Thielmann H. (Hg.): Real-Time Enterprise in der Praxis. Berlin 2005, S. 563-572.

<sup>45</sup> Hirsch-Kreinsen H.: op.cit.

<sup>46</sup> Spath D. et al.: op.cit.

<sup>47</sup> ten Hompel M., Hirsch-Kreinsen H.: Social Manufacturing and Logistics. Rahmenpapier Forschung Industrie 4.0 als soziotechnisches System. Begleitforschung AUTONOMIK für Industrie 4.0, Dortmund 2014.

<sup>48</sup> Botthof A., Hartmann E.A.: op.cit., S. 161ff.

<sup>49</sup> Hirsch-Kreinsen H.: op.cit.

decentralizacją i samoorganizacją systemów oraz elastycznymi formami organizacji pracy na poziomie operacyjnym część funkcji planistycznych i zarządczych zastrzeżonych dotychczas dla kierownictwa obszaru technicznego i produkcji zostanie delegowana na niższy poziom. Z drugiej strony kompleksowość pracy spowoduje, że pracownicy tych działów otrzymają nowe zadania w zakresie planowania. Jeśli chodzi o funkcję kierowania to wskazuje się, że kierownicy będą mogli w większym stopniu niż dotychczas podejmować decyzje w oparciu o informacje uzyskane w czasie rzeczywistym. Nie wyklucza się, że ze względu na swoją kompleksowość autonomiczne systemy produkcyjne pozostaną poza kontrolą kadry kierowniczej i planistów. W związku z tym ich obecne kompetencje decyzyjne zostaną systemowo przesunięte na poziom operacyjny względnie zostaną oni zastąpieni w roli decydenta przez technologię. Może to w konsekwencji prowadzić do niskiej akceptacji nowych technologii przez kierowników<sup>50</sup>.

Następnym obszarem badań są warunki pracy w inteligentnej fabryce. W centrum zainteresowania znajdują się problemy związane z zanikaniem granic organizacji, elastycznością czasu pracy i pracą na odległość. Postępująca informatyzacja przemysłu umożliwi tworzenie struktur pracy funkcjonujących dotychczas wyłącznie w branżach innowacyjnych. Wskazuje się, że w przemyśle coraz większego znaczenia nabierać będą kwestie elastyczności czasu pracy i pracy na odległość. W większym stopniu niż dotychczas na popularności zyskają formy pracy projektowej, w której będą brały udział jednostki z oraz spoza organizacji. Dwie trzecie badanych przedsiębiorstw spodziewa się dalszego uelastycznienia czasu pracy w gospodarce 4.0<sup>51</sup>.

Możliwe konsekwencje procesów zanikania granic organizacyjnych, uelastycznienia czasu pracy oraz pracy na odległość są różnie oceniane w literaturze przedmiotu. Z jednej strony podkreśla się, że prowadzą one do podniesienia jakości pracy. Wskazuje się przykładowo, że uelastycznienie czasu pracy pozwoli na lepsze połączenie pracy i życia prywatnego („Work-Life-Balance“)<sup>52</sup>. Nowe środowisko pracy pozwoli pracownikom na samodzielną regulację rytmu pracy. Nowe rozwiązania technologiczne zmniejszą obciążenia starszym pracownikom, pozwolą na uniknięcie fizycznych i psychicznych napięć i zachowanie długotrwałej zdolności do pracy. Z drugiej strony w literaturze przedmiotu wskazuje się na możliwe niebezpieczeństwa i negatywne skutki powyższych trendów. W tym kontekście wymienia się np. tzw. elastyczne formy pracy (śmieciovki), problemy związane z ochroną danych osobowych, a także wzrastające obciążenie pracą.

---

<sup>50</sup> Spath D. et al.: op.cit., S. 100.

<sup>51</sup> Schlund S., Hämmerle M., Strölin T.: op.cit., S. 23.

<sup>52</sup> Por. Kagermann H.: op.cit., S. 608.

## 5. Podsumowanie

Przedstawione w niniejszym artykule wyniki badań nie pozwalają na sformułowanie jednoznacznej oceny wpływu implementacji koncepcji „Przemysł 4.0” na pracę produkcyjną. Jedne prognozy wskazują na możliwy wzrost zatrudnienia wskutek procesów reindustrializacji, podczas gdy inne zwracają uwagę na postępujący proces zastępowania pracy ludzkiej nowymi technologiami i maszynami. Według pozytywnej wizji rozwoju rewolucja przemysłowa 4.0 stanowi szansę na zbudowanie nowego, lepszego środowiska pracy, w którego centrum będzie znajdował się człowiek z jego potrzebami. Natomiast negatywna wizja fabryki przyszłości zakłada dominację techniki nad człowiekiem.

Do negatywnych skutków zmian w pracy produkcyjnej w perspektywie koncepcji „Przemysł 4.0” należy zaliczyć: niepewność zatrudnienia, degradację zawodową wielu grup pracowników, rozwój nowych, niezależnych od człowieka mechanizmów kontroli, ograniczenie decyzyjności pracowników oraz nadmierne oczekiwania dotyczące produktywności siły roboczej.

Natomiast do pozytywnych skutków zmian w pracy produkcyjnej w perspektywie koncepcji „Przemysł 4.0” należy zaliczyć: atrakcyjną pracę, możliwość rozwoju kompetencji jednostkowych, zwiększenie autonomii działania pracowników oraz rozwój samoorganizujących się i autonomicznych sieci współpracy.

## Bibliografia

1. Archibugi D.: Blade Runner Economics: Will Innovation Lead the Economic Recovery? „Social Science Research Network”, 29.01.2015.
2. BCG – Boston Consulting Group (Hg.): Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. München 2015.
3. Bainbridge L.: Ironies of Automation. „Automatica”, Vol. 19, No. 6, 1983.
4. Becker K.-D.: Arbeit in der Industrie 4.0 – Erwartungen des Instituts für angewandte Arbeitswissenschaft e.V., [in:] Botthof A., Hartmann E.A. (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer Vieweg, Berlin-Heidelberg 2015.
5. Böhle F.: Digitalisierung braucht Erfahrungswissen, <http://denk-doch-mal.de/wp/fritz-boehle-digitalisierung-erfordert-erfahrungswissen/>, 25.05.2017.
6. Botthof A., Hartmann E.A.: Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 – Neue Perspektiven und offene Fragen, [in:] Botthof A., Hartmann E.A. (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Springer Vieweg, Berlin-Heidelberg 2015.

7. FIR-Edition Untersuchung: Untersuchung 2013. „Produktion am Standort Deutschland“. Management-Summary, Aachen 2013.
8. Hirsch-Kreinsen H.: Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“. „Soziologisches Arbeitspapier“, Nr 38, Dortmund 2014.
9. Ittermann P., Niehaus J., Hirsch-Kreinsen H.: Arbeiten in der Industrie 4.0: Trendbestimmungen und arbeitspolitische Handlungsfelder. Hans-Boeckler-Stiftung, Düsseldorf 2015.
10. Kagermann H., Lukas W., Wahlster W.: Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. VDI nachrichten, Nr 13, 2011.
11. Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. [eds.]: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013.
12. Kagermann H.: Chancen von Industrie 4.0 nutzen, [in:] Bauernhansl T., ten Hompel M., Vogel-Heuser B.: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2014.
13. Kinkel S., Friedewald M., Hüsing B., Lay G., Lindner R.: Arbeiten in der Zukunft – Strukturen und Trends der Industriearbeit. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Berlin 2008.
14. Kurz C.: Industrie 4.0 verändert die Arbeitswelt. Gewerkschaftliche Gestaltungsimpulse für „bessere“ Arbeit, [in:] Schröter W. (Hrsg.): Identität in der Virtualität. Einblicke in neue Arbeitswelten und „Industrie 4.0“. Talheimer Verlag, Mössingen 2014.
15. Lasi H., Fettke P., Kemper H.-G., Feld T., Hoffmann M.: Industrie 4.0: Bedarfsog und Technologiedruck als Treiber der vierten industriellen Revolution. „Wirtschaftsinformatik“, Nr 56(4), 2014.
16. Malanowski N., Brandt J.Ch.: Innovations- und Effizienzsprünge in der chemischen Industrie? Wirkungen und Herausforderungen von Industrie 4.0 und Co., VDI Technologiezentrum GmbH, Düsseldorf 2014.
17. Neef A., Burmeister K.: Die Schwarm-Organisation – Ein neues Paradigma für das e-Unternehmen der Zukunft, [in:] Kuhlin B., Thielmann H. (Hg.): Real-Time Enterprise in der Praxis. Berlin 2005.
18. Schlund S., Hämmerle M., Strölin T.: Industrie 4.0 eine Revolution der Arbeitsgestaltung – Wie Automatisierung und Digitalisierung unsere Produktion verändern wird. Ingenics AG, Ulm-Stuttgart 2014.
19. Spath D., Ganschar O., Gerlach S., Hämmerle M., Krause T., Schlund S. (Hg.): Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, Stuttgart 2013.
20. ten Hompel M., Hirsch-Kreinsen H.: Social Manufacturing and Logistics. Rahmenpapier Forschung Industrie 4.0 als soziotechnisches System. Begleitforschung AUTONOMIK für Industrie 4.0, Dortmund 2014.

21. VDI (Hg.): Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik in der Ingenieurarbeit der Zukunft. Reihe Thesen und Handlungsfelder. Düsseldorf 2015.
22. VDI nachrichten 2015: In digitaler Welt muss Platz für Menschen sein. Interview mit Lars Windelband von W. Schmitz. 30.01.2015, Nr 5.
23. Windelband L.: Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. „Journal of Technical Education“, 2. Jg., H. 2, 2014.
24. [www.zeit.de/wirtschaft/2015-01/verdi-bsirske-digitalisierung-jobabbau](http://www.zeit.de/wirtschaft/2015-01/verdi-bsirske-digitalisierung-jobabbau), 20.06.2017.
25. Zeller B., Achtenhagen C., Först S.: Das „Internet der Dinge“ in der industriellen Produktion – Studie zu künftigen Qualifikationserfordernissen auf Fachkräfteebene. Report FreQueNz – Früherkennung von Qualifikationserfordernissen. Bonn-Nürnberg 2010.
26. Zuboff S.: In the age of the smart machine. The future of work and power. Basic Books Inc., New York 1988.