

*Jarosław Gracel, Marek Makowiec\**

## KLUCZOWE KOMPETENCJE MENEDŻERA W DOBIE CZWARTEJ REWOLUCJI PRZEMYSŁOWEJ – PRZEMYSŁU 4.0

**Z a r y s t r e ś c i:** W opracowaniu podjęto próbę analizy zjawisk i prawidłowości, które są konsekwencją automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych oraz usieciowienia gospodarki. Zaawansowane technologie, takie jak inteligentna robotyka wspierająca procesy produkcyjne, sztuczna inteligencja, wyrafinowane czujniki, internet rzeczy, chmura obliczeniowa, cyfrowe produkowanie, smartfony i inne urządzenia mobilne, usługi nawigacyjne, itp., w bardzo dużym stopniu wpływają na życie zwykłego człowieka, a szczególnie dobitnie modyfikują funkcjonowanie współczesnych organizacji i przedsiębiorstw.

W tekście rozwinięto zagadnienia dot. kompetencji i cech wyróżniających kompetentnych menedżerów. Precyzyjnie opisano pojęcie czwartej rewolucji przemysłowej, ideę Przemysłu 4.0 oraz zarysowano jak wygląda ich implementacja w Polsce i na świecie. Skupiono się szczególnie na uwypukleniu roli i znaczenia wykształconej kadry oraz menedżerów w dobie czwartej rewolucji przemysłowej, którzy powinni się wyróżniać charakterystycznymi kompetencjami i zdolnościami oraz przygotowaniem merytorycznym do pracy w specyficznym środowisku.

Istotnym i innowacyjnym elementem opracowania, jest wyodrębnienie wymagań stawianych menedżerom oraz pożądaných kompetencji w kontekście Przemysłu 4.0, jakie powinny ich wyróżniać. Było to możliwe, m.in. dzięki wnikliwej analizie literatury przedmiotu oraz po przeprowadzonych szeroko zakrojonych badaniach firm produkcyjnych w Polsce, zrealizowanych przez firmę Astor.

Z racji iż jeden ze współautorów jest ekspertem pracującym obecnie w Ministerstwie Rozwoju w ramach powołanego Zespołu Transformacji Przemysłu, zaprezentowano, jak wygląda wdrażanie założeń przemysłu 4.0 w Polsce, jakie działania są i będą podejmowane w ramach tych obszarów w najbliższym czasie oraz jakie wyzwania stoją przed naszym krajem w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej.

**S ł o w a k l u c z o w e:** przemysł 4.0, rewolucja przemysłowa, kompetencje menedżerów, systemy kompetencji, transformacja przemysłu, Inżynier 4.0

**K l a s y f i k a c j a J E L:** L 21;

\* Adres do korespondencji: Jarosław Gracel, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, ul. Antoniego Gramatyka 10, 30-067 Kraków, Członek Zarządu Operacyjnego w firmie ASTOR, Członek Zespołu Transformacji Przemysłu w Ministerstwie Rozwoju, e-mail: [jaroslaw.gracel@gmail.com](mailto:jaroslaw.gracel@gmail.com). Marek Makowiec, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Zachowań Organizacyjnych, ul. Rakowicka 27, 31-510 Kraków, e-mail: [makowiec@uek.krakow.pl](mailto:makowiec@uek.krakow.pl).

## WSTĘP

Stosowanie na coraz szerszą skalę najnowocześniejszych rozwiązań technologicznych, usieciowienie gospodarki, które ma wpływ na rozwój różnych form komunikacji, konkurencyjność w skali globalnej, coraz większa i bardziej popularna mobilność pracowników, to trendy i zjawiska, które wpływają na styl życia i pracy zwykłego człowieka – często mocno go modyfikując. Te prawidłowości w połączeniu z szybko zmieniającym się otoczeniem zawodowym, oznaczają nowe możliwości, ale i wyzwania dla organizacji, ich kadr, a przede wszystkim liderów zarządzania ludźmi.

Skuteczną realizację celów i osiągnięcie założonych zadań w organizacjach oraz w projektach realizowanych wewnątrz nich, zapewniają kompetentni menedżerowie. Słowo kompetencja w dobie gospodarki opartej na wiedzy nabiera szczególnego znaczenia, a pochodzi od łacińskiego słowa „competentia” i oznacza tyle, co – odpowiedniość, zgodność [Kopaliński, 1983, s. 223], a więc dotyczy działań „zgodnych”, przyczyniających się do odnoszenia sukcesów i uzyskiwania pozytywnych efektów działań. Słowo „kompetencja” może być rozumiane, jako opisanie skutku działania – wówczas należy mówić o byciu kompetentnym. Drugie znaczenie – to opisanie konkretnych cech definiowanych przez umiejętności posiadane przez (kompetentnego) pracownika [Gwarda-Gruszczyńska, Czaplą, 2011, s. 15].

W omawianym artykule autorzy ukierunkowali się na wyodrębnienie konkretnych kompetencji, które charakteryzować powinny menedżerów w dobie czwartej rewolucji przemysłowej, a więc rozwinęli drugie znaczenie słowa „kompetencja”. Postawiono hipotezy badawcze, które będą weryfikowane przeprowadzoną wnikliwie analizą i badaniami typu *desk research*. Poddano wnikliwej analizie studia literaturowe, literatury krajowej i obcojęzycznej, ale także posiłkowano się wynikami badań przeprowadzonych przez firmę ASTOR<sup>1</sup>, dotyczących Przemysłu 4.0 [Gracel, Stoch, Biegańska, 2017].

Podjęte w opracowaniu rozważania mają za zadanie uzasadnić postawione hipotezy – główną: „W dobie przemysłu 4.0 niezbędne jest posiadanie specyficznych kompetencji, które powinny wyróżniać menedżerów aspirujących do miana skutecznych i efektywnych, w kontekście rozwoju i usieciowienia organizacji”.

Pomocnicze hipotezy cząstkowe, to:

- „Menedżera Przemysłu 4.0 powinny wyróżniać m.in. doskonała znajomość technologii i rozwiązań IT, które pozwolą na szeroką współpracę organizacji oraz umiejscowienie jej w globalnym łańcuchu wartości”.
- „Niezbędnymi cechami menedżera, oprócz umiejętności obsługi cyfryzacji procesów, jest posiadanie rozwiniętych umiejętności analitycznych”.

<sup>1</sup> Firma ASTOR jest wiodącą polską firmą technologiczną w obszarze automatyzacji procesów produkcyjnych.

- „Bardzo ważne kompetencje wyróżniające współczesnych menedżerów, to duża elastyczność i otwartość na zmiany oraz umiejętność współpracy z ludźmi”.

## 1. KOMPETENCJE I KOMPETENTNY MENEDŻER

Kompetencje stanowią zasób wiedzy i doświadczenia, odpowiednich umiejętności i postaw osobistych, które są niezbędne do pełnienia danej funkcji – w tym konkretnym przypadku menedżera organizacji.

Opierając się na jednej z bardziej trafnych definicji kompetencji, należy wskazać, że są to: „podstawowe cechy danej osoby, które wykazują związek przyczynowo skutkowy z (mierzoną w oparciu o określone kryteria), efektywnością pracy i ponadprzeciętnymi jej wynikami, osiąganymi w trakcie realizacji określonego zadania lub też w danej sytuacji” [Spencer, Spencer, 1993, s. 9]. Jeśli chodzi o cechy, które charakteryzować i wyróżniać będą konkretne kompetentne osoby, można do nich zaliczyć m.in.: wiedzę, umiejętności, pewne aspekty postrzegania samego siebie, zachowania społeczne, cechy charakteru, schematy myślowe, nastawienie i sposób myślenia, odczuwania oraz postępowania [Dubois, Rothwell, 2008, s. 32].

Bardzo ważnym zagadnieniem, przy rozpatrywaniu parametrów opisujących kompetencje pracownicze jest umieszczenie ich w kontekście systemu, w ramach którego obowiązują – z reguły konkretna organizacja funkcjonująca na rynku. Z jednej strony system konkretnej organizacji definiuje i określa oczekiwane wobec wszystkich pracowników zakresy kompetencji w niej obowiązujące, wyznaczając zakres i charakter oczekiwanych wartości. Z drugiej zaś strony system organizacyjny pełni rolę „ogranicznika” (regulatora) w ujawnianiu kompetencji przez pracowników organizacji. W tym przypadku jest z reguły odgórnie określone, „co” konkretnie jest oczekiwane, a „co” nie jest w kontekście umiejętności i postaw, tworząc środowisko sprzyjające przejawianiu tych właśnie kompetencji [Gwarda-Gruszczyńska, Czaplą, 2011, s. 6].

Związek między sukcesem projektu i efektywnością pracy kierownika projektu<sup>2</sup> powoduje zainteresowanie badaczy tym zagadnieniem i inicjuje próby określenia umiejętności oraz kompetencji, które są najistotniejsze dla jego skuteczności [Kerzner, 2005, s. 162]. Problem jest bardzo istotny i ważny, gdyż wielu autorów podejmowało próby identyfikacji takich zależności i wskazania konkretnych kompetencji kierowników projektów, które decydują o powodzeniu konkretnych przedsięwzięć. Przykładowo model współzależności i powiązań kompetencji menedżerskich oraz skuteczności zarządzania projektami został

<sup>2</sup> Współczesny menedżer ma do czynienia niemalże codziennie z nowymi projektami, które musi skutecznie realizować, włączając w te procesy pracowników z organizacji. Można zatem utożsamiać pracę współczesnych menedżerów z pracą projektową.

zaprezentowany przez P. Kożuch i Sienkiewicz-Małyjurek [2013, s. 105-115]. Kompetencje osobowościowe kierowników projektów stały się głównym celem badań P. Dziekońskiego i Jurczuka [2013, s. 37-49]. W tym przypadku możliwe było wykazanie, że kierownicy projektów dysponują pewnymi specyficznymi umiejętnościami podejmowania decyzji, skutecznego komunikowania oraz motywowania członków zespołów projektowych. Do ciekawych wniosków doszedł M. Baran, który wskazał, że kierownicy projektów winni posiadać kompetencje, które pozwolą im elastycznie i bez zakłóceń realizować swoje projekty, w celu identyfikacji i potem wykorzystania kluczowych czynników, które mają wpływ na sukces konkretnego przedsięwzięcia [Baran, 2014, s. 138-153].

Posiłkując się literaturą przedmiotu można zidentyfikować 3 obszary kompetencji kierowników projektów: postawa, umiejętności menedżerskie oraz wiedza. Każdy z tych obszarów posiadać może kilkanaście kompetencji, i tak [Dziekoński, 2016, s. 86-87]:

- w ramach obszaru „postawa” – można wskazać następujące kompetencje kierowników projektów: inteligencja, kreatywność, umiejętność okazywania zaufania, asertywność, pewność siebie, umiejętność budowania autorytetu, prawość i uczciwość, empatia, ambicja, umiejętność radzenia sobie ze stresem, łatwość nawiązywania kontaktów, umiejętność pracy w zespole;
- w ramach obszaru „umiejętności menedżerskie” – można wskazać następujące kompetencje kierowników projektów: umiejętność podejmowania decyzji, umiejętność oceny skutków działań, umiejętność formułowania celów, umiejętność organizacji pracy podwładnym, umiejętność skutecznego komunikowania się, umiejętność motywowania członków zespołu, udzielanie pomocy w rozwiązywaniu problemów, orientacja na cele, umiejętność rozwiązywania konfliktów, umiejętność negocjacji;
- w ramach obszaru „wiedza” – można wskazać następujące kompetencje kierowników projektów: doświadczenie w zarządzaniu projektami, umiejętność zastosowania odpowiedniej metodyki zarządzania projektami, kompetencje w danej dziedzinie, umiejętność zastosowania oprogramowania do zarządzania projektem, umiejętność zarządzania zakresem, czasem i kosztem projektu, elastyczność w stylu zarządzania.

Analizując profil kompetencji innowacyjnych kierowników projektów, trudno jest jednoznacznie wskazać, że wytypowane właśnie te kompetencje będą najważniejsze i tylko one powinny cechować najlepszych i najskuteczniejszych kierowników. Co ciekawe, należy zauważyć jeszcze jedną rzecz, a mianowicie, w przypadku projektów inżynierskich, a więc tych, które szczególnie dotyczą osób odpowiadających za projekty w dobie czwartej rewolucji przemysłowej, badacze wskazują, że podstawowe kompetencje kierownika projektów inżynierskich, nie są związane z kompetencjami technicznymi. Są to – umiejętności

zarządzania ludźmi i zespołami projektowymi oraz skuteczne komunikowanie się [Stallworthy, Kharbanda, 1995].

Dodatkowo trzeba także zauważyć, że konkretne pożądane cechy kierowników, mogą bardzo mocno być uzależnione od branży, w której prowadzone są projekty. Każdorazowo zestaw najważniejszych umiejętności i kompetencji kierowników projektów, będzie ulegał modyfikacji i zmianie, dostosowując się elastycznie do charakterystyki konkretnego projektu i środowiska, w jakim jest realizowany, uwzględniając także inne ograniczenia i ryzyka oraz problemy, zarówno te już zdefiniowane, jak i te, które są przewidywalne, lub trudne do identyfikacji [Krahn, Hartment].

International Project Management Association (IPMA) – światowa organizacja rozwijająca standardy w obszarze *project management* – wprowadziła 4-stopniowy system certyfikacji IPMA zawierający proces ciągłego udoskonalania i rozwijania kompetencji *project managera*. Każdy kolejny stopień tego systemu łączy w sobie zweryfikowane kompetencje oraz rozwój samoświadomości. Podstawą 4-stopniowego systemu certyfikacji IPMA w Polsce są Narodowe Wytyczne Kompetencje IPMA (NCB). NCB opisuje 46 elementów kompetencji profesjonalnego zarządzania projektami, a także określa wiedzę i doświadczenie wymagane od *project managerów* na każdym z czterech poziomów certyfikacji<sup>3</sup>. Wg tej certyfikacji, profesjonalisci, którzy zajmują się zarządzaniem projektami powinni posiadać kompetencje w następujących obszarach [Dałkowski, Staśto, Zalewski, 2009, s. 11]:

- Obszar kompetencji technicznych (20 elementów), opisujący podstawowe elementy kompetencji w zarządzaniu projektami, m.in.: organizację projektu, pracę zespołową, koszty i zasoby finansowe.
- Obszar kompetencji behawioralnych (15 elementów), m.in.: przywództwo, zaangażowanie i motywację, asertywność, otwartość, kreatywność, zorientowanie na wyniki, negocjowanie.
- Obszar kompetencji kontekstowych (11 elementów), opisujący elementy kompetencji w zarządzaniu projektami odnoszące się do kontekstu przedsięwzięcia, m.in.: relacje z kierownictwem liniowym, zdolność do funkcjonowania w organizacji, orientację na projekty, orientację na programy, systemy, produkty i technologie.

Jak widać powyżej, menedżer – profesjonalista, powinien oprócz odpowiednich predyspozycji osobowościowych, posiadania wiedzy specjalistycznej (często inżynierskiej), a więc *stricte* kompetencji technicznych, posiadać dobrze rozwinięte kompetencje behawioralne, które w dzisiejszej dobie – wirtualizacji i angażowania utalentowanych specjalistów, jako doradców przy konkretnych projektach, urastają często do rangi wiodących.

<sup>3</sup> Szerzej: <http://www.ipma.pl/certyfikacja-ipma>, z dn. 24.03.2017.

Wstępna analiza literaturowa pozwala zweryfikować pozytywnie przynajmniej dwie pomocnicze hipotezy cząstkowe, a więc:

- „Niezbędnymi cechami menedżera, oprócz umiejętności obsługi cyfryzacji procesów, jest posiadanie rozwiniętych umiejętności analitycznych”.
- „Bardzo ważne kompetencje wyróżniające współczesnych menedżerów, to duża elastyczność i otwartość na zmiany oraz umiejętność współpracy z ludźmi”.

Wiodące/kluczowe kompetencje, są to szczególnie ważne umiejętności, bez opanowania których nie można skutecznie wykonywać określonych zadań w organizacji. Jeśli chodzi o identyfikację pożądaných kompetencji – kreatorów innowacyjności, współczesnych menedżerów w organizacjach, jest nimi m.in, jak pokazuje literatura przedmiotu: uwalnianie talentów, jakie posiadają poszczególni pracownicy oraz umiejętność włączania tych talentów do kreowania geniuszu zbiorowości (*collective genius*). Doświadczeni liderzy innowacyjnych zespołów doskonale wiedzą, że uwalnianie talentów jest niezbędne, by powstawały genialne idee. Natomiast umiejętność skutecznej i elastycznej facylitacji pracy talentów jest konieczna, aby te genialne idee przepracować i wybrać spośród nich najlepsze rozwiązania [Heron, 2004].

Wymienione ważniejsze umiejętności menedżera dają obraz jego generalnego wizerunku. Wizerunek ten obejmuje nie tylko poszczególne cechy, predyspozycje czy umiejętności, ale również całą osobowość człowieka, który pełni rolę menedżera.

Najważniejsze predyspozycje, jakie powinien posiadać współczesny menedżer, przedstawia tabela 1. Obecnie bodaj najistotniejszą predyspozycją menedżera jest umiejętność skutecznego komunikowania się.

Przeprowadzona dotychczas analiza literaturowa pozwala z całą stanowczością stwierdzić, że postawiona na wstępie opracowania zarówno hipoteza główna: „W dobie przemysłu 4.0 niezbędne jest posiadanie specyficznych kompetencji, które powinny wyróżniać menedżerów aspirujących do miana skutecznych i efektywnych, w kontekście rozwoju usieciowienia organizacji”, jak i hipotezy cząstkowe będą mogły być zweryfikowane pozytywnie. Zarysowujące się prawidłowości dot. głównych kompetencji współczesnych menedżerów, to – profesjonalista, posiadający bardzo rozwinięte kompetencje techniczne, przy równoczesnym bardzo dużym (z czasem jeszcze wzrastającym) znaczeniu kompetencji behawioralnych.

Tabela 1. Zdolności i umiejętności współczesnego menedżera

PREDYSPOZYCJE WSPÓŁCZESNEGO MENEDŻERA	<p><b>Zdolności percepcyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umiejętność eksponowania zachodzących zmian,</li> <li>• otwartość na nowe doświadczenia,</li> <li>• świadomość, w którym kierunku zmierza,</li> <li>• twórcza wyobraźnia i inwencja, szeroki horyzont myślowy,</li> <li>• otwartość na innowacje.</li> </ul>
	<p><b>Zdolności organizacyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dar organizacyjny do motywowania innych,</li> <li>• umiejętność mobilizowania, monitorowania i korygowania działań współpracowników,</li> <li>• umiejętność pracy w zespole,</li> <li>• inicjatywa i przedsiębiorczość, przejawiające się w poszukiwaniu nowych rozwiązań i podejmowaniu nowych przedsięwzięć,</li> <li>• nieprzeciętna energia, silna wola i stałość charakteru.</li> </ul>
	<p><b>Zdolności intelektualne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gotowość do podejmowania samodzielnej decyzji,</li> <li>• umiejętność przewidywania przyszłych zdarzeń, stanów rzeczy i ich skutków,</li> <li>• inteligencja przejawiająca się w wyborze właściwego postępowania w nieprzewidywanych sytuacjach,</li> <li>• zdolność jasnego i zwięzłego wyrażania myśli,</li> <li>• alokacja zdolności umysłowych.</li> </ul>
	<p><b>Zdolności prognostyczne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pragnienie zdobywania nowej wiedzy,</li> <li>• poczucie osobistej odpowiedzialności,</li> <li>• gruntowność wykształcenia,</li> <li>• nieprzeciętne zaangażowanie w pracę,</li> <li>• świadomość celów własnego wysiłku.</li> </ul>
	<p><b>Zdolności motywacyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nawyk zachęcania innych do przekazywania informacji zwrotnej,</li> <li>• poszanowanie odmienności innych ludzi,</li> <li>• motywacja wykorzystywania zdolności przywódczych,</li> <li>• komunikatywność oraz umiejętność wzbudzania zaufania i przekonywania,</li> <li>• elastyczność w działaniu, takt i życzliwość,</li> <li>• uczciwość, sprawiedliwość i poszanowanie prawa.</li> </ul>
	<p><b>Zdolności decyzyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrzeba wzięcia na siebie odpowiedzialności za przebieg wydarzeń,</li> <li>• odwaga, zdecydowanie i zdolności podejmowania decyzji stosownie do okoliczności,</li> <li>• entuzjazm w kreowaniu własnych pomysłów,</li> <li>• umiejętność zarządzania własnymi kompetencjami,</li> <li>• umiejętność doboru strategii decyzyjnych.</li> </ul>
	<p><b>Zdolności intuicyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwinięta intuicja psychologiczna,</li> <li>• umiejętność dostrzegania zmian zachodzących w otoczeniu,</li> <li>• umiejętność wychodzenia naprzeciw zmianom,</li> <li>• wzmożona świadomość własnego potencjału,</li> <li>• wysoki stopień samoświadomości.</li> </ul>

Źródło: L. Kiełtyka, *Rola menedżera we współczesnych organizacjach*, „Przegląd Organizacji”, nr 8/2016, s. 9.

Przeprowadzona dotychczas analiza literaturowa pozwala z całą stanowczością stwierdzić, że postawiona na wstępie opracowania zarówno hipoteza główna: „W dobie przemysłu 4.0 niezbędne jest posiadanie specyficznych kompetencji, które powinny wyróżniać menedżerów aspirujących do miana skutecznych i efektywnych, w kontekście rozwoju usieciowienia organizacji”, jak i hipotezy cząstkowe będą mogły być zweryfikowane pozytywnie. Zarysowujące się prawidłowości dot. głównych kompetencji współczesnych menedżerów, to – profesjonalista, posiadający bardzo rozwinięte kompetencje techniczne, przy równoczesnym bardzo dużym (z czasem jeszcze wzrastającym) znaczeniu kompetencji behawioralnych.

## 2. AUTOMATYZACJA I ROBOTYZACJA PROCESÓW PRODUKCYJNYCH

Chcąc wpłynąć na rozwój sektora przemysłowego oraz poprawić jego efektywność ekonomiczną – niezbędne jest korzystanie z nowoczesnych technologii wytwarzania, na które bardzo duży wpływ ma poziom automatyzacji i robotyzacji. Inteligentne maszyny, całe linie produkcyjne oraz oprogramowanie wspierające, które obecnie coraz częściej są widoczne w wielu przedsiębiorstwach produkcyjnych, są także istotnym narzędziem, które ma wpływ i wspiera efektywność procesów wytwórczych, w efekcie będąc także podstawowym środkiem sprzyjającym podnoszeniu ich konkurencyjności. To powoduje, że są one z tak dużym zainteresowaniem wprowadzane, na coraz większą skalę w przedsiębiorstwach rozwiniętych gospodarek na całym świecie.

Podtrzymanie międzynarodowej konkurencyjności polskiego przemysłu i całej gospodarki wymaga kapitału, wysoko wykwalifikowanych kadr, sprawnej organizacji i zarządzania. W Polsce automatyzacja procesów produkcyjnych w wielu przypadkach może być jedynym sposobem na zatrzymanie w kraju produkcji zwłaszcza kooperacyjnej dla międzynarodowych koncernów [Sarnowski, 2016, s. 342]. We współczesnej gospodarce nie wystarcza już bieżące zarządzanie działalnością organizacji. Zwraca się uwagę na podejście projektowe, ponieważ na działalność podmiotów gospodarczych składają się coraz częściej przedsięwzięcia o znacznym stopniu złożoności i w coraz mniejszym stopniu powtarzalne. W tym, przypadku dużego znaczenia nabiera osoba menedżera, jako koordynatora działań realizowanych w organizacji.

Ocenia się, że współczesny przemysł usługowy i wytwórczy nie może się obejść bez szeroko rozumianej automatyzacji i robotyzacji. Przeważająca część procesów nie może być w ogóle zrealizowana bez sterownika, komputerowego



wspomagania, bazy danych i bazy wiedzy [Kost, Łebkowski, Węsierski, 2013, s. 277].

Automatyzacja i robotyzacja ma bezpośredni wpływ na zmniejszenie zapotrzebowania na niewykwalifikowaną siłę roboczą. Konieczność programowania i utrzymania w ruchu złożonych stanowisk, linii, systemów będą zaś generowały nowe stanowiska pracy. Badania wskazują, że najbardziej podatne na zastąpienie przez systemy i technologie są głównie zawody polegające na wykonywaniu prostych zadań administracyjnych, a w przypadku firm produkcyjnych – stanowiska osób wykonujących proste czynności w procesie produkcji. Z drugiej strony, jako najmniej podatne wskazuje się takie stanowiska i zawody jak: kierownicy projektów, menedżerowie operacyjni, inżynierowie czy lekarze a także członkowie zarządów firm [McKinsey, 2017]. Już ponad 50 lat temu podczas pierwszej fali automatyzacji procesów produkcyjnych w Polsce – wskazywano, że głównym wyzwaniem dla firm, które będą chciały się automatyzować, będzie dobre wykształcenie kadry inżynierskiej [Schulz, 1962]. To wyzwanie jest także aktualne w dzisiejszej dobie.

Kształcenie powinno zmierzać w kierunku rozwoju takich zawodów jak m.in.: mechatronik, automatyk, informatyk oraz nowych umiejętności w miejsce dotychczasowych, których udział będzie się systematycznie zmniejszał. Tradycyjne umiejętności są zastępowane przez maszyny, a pojawienie się nowych oczekiwanych umiejętności wymaga przystosowania się do nowych technologii [Sarnowski, 2016, s. 347], a także konwergencji niektórych specjalizacji. Do przykładowych zawodów nowej generacji zaliczyć można: IT-matyka (połączenie informatyka i automatyka), cyberbiologa, czy np. cyberfizyka [Gracel, 2016, s. 36-39].

Weryfikując te zagadnienia w dłuższej perspektywie należy się liczyć z koniecznością dostosowania do głębszych zmian strukturalnych w całej gospodarce. Równoczesne postępy w automatyzacji projektowania i przygotowania produkcji, rozwoju poszczególnych elementów tworzących aspekty zautomatyzowane i zrobotyzowane, systemy wizyjne i laserowe umożliwiające dostosowanie urządzenia do zmiennych warunków, będą miały wpływ na zmiany w zakresie zasobów ludzkich, ekonomii i organizacji procesów wytwórczych. Wszystkie te procesy wymagać będą nadzoru i koordynowania, zupełnie innego, niż tradycyjnie pojmowany, zatem można wskazać, że będą to inżynierowie 4.0 i menedżerowie przemysłu 4.0. Należy przypuszczać, że proces transformacji będzie długofalowy. Twórcy niemieckiej Platformy Przemysłu 4.0 oceniają, że potrwa mniej więcej do roku 2030<sup>4</sup>. Dla polskiego przemysłu oznacza to wiele wyzwań, związanych m.in. z niskim poziomem automatyzacji, brakiem wystarczających zasobów kapitałowych, brakiem wykwalifikowanej kadry in-

<sup>4</sup> BIT-KOM, VDMA, ZVEI, Umsetzungsstrategie Industrie 4.0, Platform Industrie 4.0. Hannover 2014, 2015.

żynierskiej, brakiem odpowiedniego podejścia do kształcenia zawodowego oraz profesjonalnego (tylko co trzecia polska firma posiada programy rozwoju dla inżynierów) [Gracel, Stoch, s. 2017].

### 3. CZTERY REWOLUCJE PRZEMYSŁOWE NA ŚWIECIE I W POLSCE

Cztery rewolucje przemysłowe, które miały miejsce w trakcie ostatnich 300 lat znacząco wpłynęły na wiele aspektów ludzkiego życia. W niniejszym opracowaniu skupiono się na tym jak wpływały na wydajność pracy człowieka.

Pierwsza rewolucja polegała na mechanizacji pracy fizycznej człowieka, dzięki wynalezieniu maszyny parowej oraz równoczesnej budowie infrastruktury kolejowej (tory) [Schwab, 2016, s. 7]. Kolejnym przełomowym momentem rozpoczynającym drugą rewolucję przemysłową były maszyny produkujące energię, które pozwoliły na początku XX stulecia na ewolucyjne wejście do etapu automatyzacji działań człowieka w wytwarzaniu produktów [Olszewski, 2016]. Pozwoliło to na zbudowanie zautomatyzowanych linii montażowych, np. w zakładach Ford Motors. Trzecia rewolucja, którą datuje się na przełom lat 60.tych oraz 70.tych XX wieku, polegała na wynalezieniu półprzewodników, komputerów typu *mainframe* (1960-te), sterowników swobodnie programowalnych – PLC (1969), robotów przemysłowych (1961) oraz Internetu w latach 90.tych.

Nazwa, która wprost odnosi się do trzech poprzednich rewolucji w zasadach funkcjonowania zakładów przemysłowych, tym razem może być myląca, gdyż zasięg tej rewolucji jest dużo bardziej rozległy. Główne różnice między czwartą a trzecią rewolucją to: powszechny na całym świecie dostęp do Internetu, diametralne obniżenie kosztów przechowywania danych (przechowywanie 1GB danych w roku 1995 kosztowało ok. 10.000 USD/rok, teraz kosztuje ok. 3 centy rocznie), mobilność urządzeń (ok. 2 miliardy smartfonów na koniec roku 2015), inteligentne czujniki (w tym te reagujące na obecność człowieka w pobliżu), odnawialne źródła energii oraz sztuczna inteligencja (w tym uczenie maszynowe). Te różnice sprawiają, że zasięg najnowszej rewolucji jest o wiele szerszy (dotyka zdecydowanie większej liczby ludzi) i głębszy (ze względu na stopień wejścia technologii w nasze życie), niż poprzedniej [Schwab, 2016, s. 15-23].

Klaus Schwab dzieli megatrendy technologiczne, które coraz dobitniej zarysowują się obecnie, na trzy główne „klastry”: fizyczny, cyfrowy oraz biologiczny. Główne fizyczne przykłady zastosowania czwartej rewolucji to autonomiczne pojazdy (np. samochody, drony), zaawansowane roboty, druk 3D oraz nowe materiały, np. samooczyszczające się ubrania, ceramika wymieniająca nacisk na energię, grafen.

Rozwijając zagadnienie czwartej rewolucji przemysłowej, należy wskazać, że w najprostszym ujęciu, jako konsumenci, społeczeństwo będzie mogło wraz z upływem czasu zamawiać (poza samochodami) inne w pełni spersonalizowane dla siebie produkty, także te codziennego użytku. Jest to urzeczywistnienie idei „*mass customization*”. Będzie to możliwe dzięki temu, że w pełni zautomatyzowane linie produkcyjne w wielu fabrykach będą mogły komunikować się bezpośrednio między sobą i koordynować produkcję w wielu miastach i wielu krajach jednocześnie.

Drugi „klastery” – cyfrowy – jest motorem napędowym całej rewolucji. Fundamentem do rozwoju tego klastra są: Internet, dostępność mocy obliczeniowych, gromadzenia i przetwarzania danych (*big data*), urządzenia mobilne. W jego centrum znajduje się idea Internetu rzeczy (*Internet of Things*, IoT). Dzięki inteligentnym czujnikom już w dzisiejszej dobie, niemalże wszystkie otaczające człowieka urządzenia – od maszyny pracującej w fabryce przez samochód, po ubrania – podłączyć można do Internetu. Pozwoli to na stworzenie zupełnie nowych, nieznanych wcześniej modeli biznesowych nazywanych *sharing economy*, które umożliwią działanie globalne tylko dzięki technologiom, bez konieczności korzystania z zasobów fizycznych (tak działa np. Uber). Cyfryzacja umożliwia też tworzenie alternatywnych walut, jak np. *bitcoin*, działających w oparciu o rozproszone sieci bazodanowe, tzw. *blockchain*.

Trzeci „klastery” – biologiczny, dotyczy w głównej mierze pracy nad zrozumieniem kodu DNA człowieka i rozwojem umiejętności jego modyfikacji. Prostsze, pozytywne przykłady efektów rewolucji, to możliwość monitoringu i zdalnego udostępniania parametrów pracy ludzkich organów oraz wdrażanie technologii, które pomagają w codziennym życiu osobom z dysfunkcjami (np. prace polskich naukowców nad komunikacją z wykorzystaniem tylko podbródka lub ruchu gałek ocznych) [Schwab, 2016, s. 15-23].

Nazwa Przemysł 4.0 pochodzi wprost z inicjatywy niemieckiego rządu, instytutów badawczych (m.in. Niemiecka Akademia Nauk Technicznych – ACA-TECH) i przedsiębiorstw przemysłowych, które w roku 2011 zapoczątkowały program *Industrie 4.0*. Bezpośrednim celem programu jest utrzymanie przez Niemcy pozycji lidera w sektorze produkcji urządzeń i maszyn przemysłowych oraz wykreowanie i obsługę nowych rynków w sektorze *smart technologies* [Kagermann, Wahlster, Helbig, 2013, s. 6]. Podobne programy, których celem jest podnoszenie konkurencyjności i reindustrializacja gospodarek zostały uruchomione w USA (*Redindustrialization*), Komisji Europejskiej (*Factory of The Future*, FOF), Chinach (*China 2025*). Środkiem do realizacji tego celu jest zastosowanie zaawansowanych technologii cyfrowych, automatyzacji i robotyzacji oraz w przypadku Przemysłu 4.0 systemów cyber-fizycznych (*Cyber-physical systems*, CPS). Efektem ma być możliwość powrotu aktywów przemysłowych

(fabryk) do krajów macierzystych, dzięki możliwości produkcji na oczekiwanym poziomie kosztów.

Przemysł 4.0 oznacza dla polskiego przemysłu szereg wyzwań. W raporcie „Cyfrowa Polska” opracowanym przez firmę McKinsey [(red.) Broniatowski, 2016, s. 16], wskazano na znacząco niższy stopień cyfryzacji Polski w relacji do Stanów Zjednoczonych i Europy Zachodniej. „Indeks cyfryzacji” Polski jest o 34% niższy od Europy Zachodniej. Dodatkowo McKinsey wskazuje, że „luki cyfryzacji” w relacji do Europy Zachodniej w sektorach gospodarki, takich jak „zaawansowana produkcja przemysłowa” i „prosta produkcja przemysłowa” wynoszą odpowiednio: 45% i 78%. Z badań poziomu automatyzacji polskich zakładów produkcyjnych [Hajkuś, 2015] wynika, że tylko 15% fabryk jest w pełni zautomatyzowanych, a aż 76% wskazuje na częściową automatyzację. Co więcej, według Międzynarodowej Federacji Robotyki [IFR report, 2015], gęstość robotyzacji w Polsce, która wynosiła w roku 2013 – 19: jest prawie 15 razy mniejsza niż w Niemczech (292) i 4 razy mniejsza od średniej w krajach europejskich (82)<sup>5</sup>. Ponadto cały czas niewielka część fabryk korzysta z systemów IT do operacyjnego zarządzania i sterowania produkcją (MES). Dzięki tym badaniom widać, że dla zarządzających polskimi fabrykami cały czas aktualne są jeszcze wyzwania trzeciej rewolucji przemysłowej.

Czwarta rewolucja przemysłowa, można wskazać, że jest „napędzana” przez cztery trendy technologiczne, które znacznie odmieniły rynek. Pierwszy – to olbrzymi wzrost ilości danych, mocy obliczeniowej i łączności. Drugi – to pojawienie się narzędzi analitycznych z segmentu *Business Intelligence*, które pozwalają przetwarzać dane i wyciągać na ich podstawie wiele wniosków, które zaś ułatwiają podejmowanie konkretnych decyzji biznesowych, bez zdawania się na intuicję. Trzeci trend stanowią nowe formy interakcji pomiędzy człowiekiem a maszyną, np. interfejsy dotykowe, czy też rzeczywistość rozszerzona (*augmented reality*) i od kilku miesięcy – wirtualna (*virtual reality*). Czwarty trend – to znacznie usprawniony proces przekazywania instrukcji cyfrowych do świata fizycznego, co widać m.in. na przykładzie zaawansowanej robotyki i np. w druku 3D [Kubera, 2017, s. 81]. Do tego dochodzi komunikacja w czasie rzeczywistym i bieżące koordynowanie procesów produkcyjnych i transakcyjnych z partnerami z różnych miast, regionów, kontynentów.

Większość z technologii (zaawansowana robotyka, sztuczna inteligencja, wyrafinowane czujniki, Internet rzeczy, chmura obliczeniowa, cyfrowe produkowanie, smartfony i inne urządzenia mobilne, usługi nawigacyjne, samochody autonomiczne, itp.), „dojrzały” na rynku od jakiegoś czasu, jednak wiele z nich w dalszym ciągu nie jest jeszcze gotowych do zastosowania na szeroką skalę. Wskazać zaś trzeba, że wszystkie one, gdy zostaną włączone w globalny łańcuch wartości, z którego możliwe będzie korzystanie przez wiele firm, z różnych kra-

<sup>5</sup> Gęstość robotyzacji oznacza liczbę robotów przemysłowych na 10.000 pracowników.

jów, pozwolą zintegrować wiele procesów, usprawniając je i znacznie poprawiając produktywność w wielu gałęziach przemysłu i usług.

Połączenie świata wirtualnego z rzeczywistym jest bez wątpienia korzystane dla wielu ludzi, jednak rodzić też może problemy z jakimi do tej pory nie spotykaliśmy się na tak dużą skalę (wszechobecna inwigilacja, zakłócenia w hierarchii wartości najważniejszych dla ludzkości wartości, takich jak – godność człowieka, wolność, prawo do uczestnictwa, granica między sferą prywatną [intymną] i publiczną, prawdą i fałszem). Wyzwaniem, szczególnie dla menedżerów, może być utrzymanie harmonii między życiem „z technologią” i bez technologii – *tech-life harmony*<sup>6</sup>.

Bez wątpienia niezbędne jest uwzględnienie wszystkich wskazanych prawidłowości, by implementacja rozwiązań czwartej rewolucji przemysłowej, która obecnie ma miejsce i następuje z coraz większym impetem, przebiegała sprawnie i bez zakłóceń, wspomagając organizacje w działaniu, a nie będąc kolejnym utrudnieniem, przyczyniając się przy okazji do generowania nowych problemów.

W Polsce transformacja gospodarki jest pod stałym nadzorem Ministerstwa Rozwoju, które jest autorem, koncepcji „Centrów Kompetencji Industry 4.0 wspierających transformację krajowego przemysłu wytwórczego”.

Oficjalne ogłoszenie i zaprezentowanie tej inicjatywy miało miejsce pod koniec 2016 r., podczas konferencji „Industry 4.0”, a do działań objętych inicjatywą zalicza się między innymi<sup>7</sup>:

- generowanie pomysłów dotyczących mechanizmów wsparcia dla transformacji krajowego przemysłu,
- oceny potrzeb rynkowych i przedstawianie rekomendowanych działań,
- integracja środowiska związanego z „Industry 4.0”,
- promocja rozwiązań „Industry 4.0”, budowanie świadomości cech, korzyści i zagrożeń wśród różnych grup interesariuszy.

Powołany został Zespół ds. Transformacji Przemysłowej, w ramach którego rozpoczęło działania 6 grup roboczych<sup>8</sup>, a jedna z tych grup (4) koncentruje się bezpośrednio na kwestiach kształcenia, kompetencji i zasobów kadrowych dla Przemysłu 4.0.

Grupy te są tworzone zarówno przez przedstawicieli reprezentujących instytucje i organizacje rządowe, jak też zarządzających i właścicieli firm funkcjonujących na rynku, reprezentujących różne branże i gałęzie gospodarki, ośrodki naukowo-badawcze, uczelnie wyższe, itp. Jak można zatem zauważyć, ranga

<sup>6</sup> J. Gracel, Czwarta rewolucja przemysłowa: automatyzacja i życie w świecie technologii, Harvard Business Review Polska, <https://www.hbrp.pl/b/czwarta-rewolucja-przemyslowa-automatyzacja-i-zycie-w-swiecie-technologii-2/2/XNHp6tJb>, z dn. 02.04.2017.

<sup>7</sup> Szerzej: <https://www.mr.gov.pl/strony/zadania/reindustrializacja-gospodarki/zespol-ds-transformacji-przemyslowej/>, z dn. 12.04.2017.

<sup>8</sup> <https://www.mr.gov.pl/media/34783/lista.pdf>, z dn. 12.04.2017.

i znaczenie kompetencji i zasobów kadrowych dla przemysłu 4.0, jest jednym z priorytetowych wyzwań, które postawił sobie polski rząd.

#### 4. ROLA I ZNACZENIE WYKSZTAŁCONEJ KADERY ORAZ MENEDŻERÓW W DOBIE CZWARTEJ REWOLUCJI PRZEMYSŁOWEJ

Pomimo, że wdrożenie założeń Przemysłu 4.0 oznacza w większości przypadków automatyzację wielu procesów, nie eliminuje jednak czynnika ludzkiego. Ludzie wciąż będą niezbędni m.in. do inteligentnej kontroli i oceny raportów generowanych przez systemy analityczne oraz podejmowania kluczowych decyzji biznesowych. Nie ulega wątpliwości, że przemysł 4.0 spowoduje istotną zmianę w profilu zatrudnienia. Z jednej strony niezbędne będzie pozyskanie architektów do planowania rozwiązań czy też specjalistów od analizy danych oraz systemów zapewniających bezpieczeństwo sieci i transmisji danych. Z drugiej strony – zamiast pracowników przeznaczonych do wykonywania specjalizowanych, wąskich zadań trzeba będzie zatrudnić osoby potrafiące obsługiwać różne, często bardzo skomplikowane procesy i elementy systemu produkcyjnego, zależnie od bieżących potrzeb lub pojawiających się problemów [Pawłowicz, 2017, s. 33]. Dodatkowo olbrzymim wyzwaniem będzie integracja olbrzymich ilości danych pochodzących z różnych źródeł oraz zapewnienie bezpieczeństwa całemu procesowi.

Transformacja w kierunku przemysłu 4.0 będzie więc wymagała rozwiązywania problemów społecznych, podobnie jak w przypadku pierwszej rewolucji przemysłowej, gdy robotnicy protestowali, a czasami niszczyli maszyny parowe, które postrzegali jako zagrożenie dla ich egzystencji [Pawłowicz, 2017, s. 33].

Grupa robocza Platformy Przemysłu 4.0 powołana w Niemczech w roku 2012 i koordynowana przez zespół Niemieckiej Akademii Nauk Technicznych – ACATECH (przy udziale takich organizacji technicznych jak: Związek Informatyzacji, Telekomunikacji i Nowych Mediów – BITKOM, Związek Niemieckich Producentów Maszyn i Urządzeń – VDMA oraz Naczelny Związek Przemysłów Elektrotechniki i Elektroniki – ZVEI) do opracowania strategii i rekomendacji do wdrażania programu Industrie 4.0, wskazała, że do sukcesu potrzebne jest działanie w 8 kluczowych obszarach [Kagermann, Wahlster, Helbig, 2013, s. 6]:

1. Standaryzacja i architektura referencyjna (*standardisation and reference architecture*);
2. Zarządzanie złożonymi systemami (*managing complex systems*);
3. Kompleksowa infrastruktura szerokopasmowa dla przemysłu (*a comprehensive broadband infrastructure for Industry*);
4. Bezpieczeństwo ludzi i danych (*safety and security*);
5. Organizacja i projektowanie pracy (*work organization and design*);
6. Szkolenia i ciągły rozwój kompetencji specjalistycznych (*training and con-*

*tinuing professional development*);

7. Ramy prawne (*regulatory Framework*);

8. Efektywność wykorzystania zasobów (*resource Efficiency*).

Trzy z tych obszarów (2, 5, 6) dotyczą wprost ludzi, a w szczególności menedżerów, których jednym z priorytetowych zadań jest odpowiednia organizacja pracy i budowanie programów szkoleniowych. Obszary takie jak styl zarządzania, kultura organizacyjna, umiejętności pracowników są także wskazywane jako kluczowe dla pomyślnej transformacji do Przemysłu 4.0. Większość niemieckich przedsiębiorców zauważa natomiast istnienie luki kompetencyjnej w tych zakresach [Ensser, Gerhard, 2016, s. 42].

Ze względu na dużą złożoność transformacji, która jest oczekiwana w czwartej rewolucji przemysłowej, jedną z kluczowych cech organizacyjnych będzie umiejętność uczenia się. Badania prowadzone w wielu sektorach przedsiębiorstw wskazują, że organizacje posiadają pewne skłonności, które przeszkadzają w uczeniu się [Gino, Staats, 2016, s. 47-57]. Pierwszą z nich jest „skrzywienie menedżerów w stronę sukcesu”, drugą opisywaną skłonnością jest „nieprzeparta chęć działania”, która w sytuacji kryzysowej powoduje, że menedżer zaczyna działać (często niekoniecznie racjonalnie), przejmując odpowiedzialność za zespół i konsekwencje z tego wynikające, trzecią – „potrzeba dopasowania się do otoczenia”, a czwartą – „zbyt duża ufność wobec ekspertów”, którzy nie zawsze mają doświadczenie w wybranej dziedzinie technologicznej lub po prostu nie znają organizacji.

Zaprezentowane prawidłowości dotyczące Przemysłu 4.0 oraz wyzwań stojących przed menedżerami są niezmiernie ważne i bez wątpienia winny być w polu zainteresowania nie tylko przedsiębiorstw z branży technologicznej i IT.

Wpływ techniki i technologii oraz informatyzacji procesów na niemalże każdą dziedzinę gospodarki i oczywiście samego człowieka jest obecnie olbrzymi. Do tego dochodzi automatyzacja procesów produkcyjnych i usieciowienie gospodarki, które wręcz zmieniają/modyfikują życie ludzi, często umożliwiając pracę osobom niepełnosprawnym, oddalonym od miejsca zatrudnienia o setki, a nawet tysiące kilometrów, ale generującym równocześnie różnorodne problemy. Praktyka stałego monitorowania realizowanych procesów, weryfikowania *on-line* pracy konkretnych urzędzeń oraz internet rzeczy, bardzo usprawniają realizowane procesy i często życie człowieka, ale mogą być bardzo często wykorzystane przez hakerów, którzy wkradając się do konkretnych urzędzeń, czy też przejmując kontrolę nad nimi włączają je wówczas niejednokrotnie do sieci *botnetu*, w celu wykonywania zadań włamywacza.

Technika i technologia może usprawnić bez wątpienia procesy realizowane w organizacjach i przedsiębiorstwach, odciażając mocno człowieka, ale hakerzy mogą włamać się do fabryk, przejąć kontrolę nad liniami produkcyjnymi, które coraz częściej w dobie czwartej rewolucji przemysłowej będą mogły być obsłu-

giwane zdalnie. Przejmując kontrolę nad sterowaniem maszynami i urządzeniami produkcyjnymi, mogą doprowadzić do zniszczeń mienia, ale i materiałów oraz skierować je przeciw ludziom.

Opisane prawidłowości należy bez wątpienia wnikliwie analizować, a bezpieczeństwo procesów realizowanych obecnie powinno być wręcz priorytetem.

Pozostaje jeszcze jeden aspekt. W dobie czwartej rewolucji przemysłowej coraz częściej odpowiednio zaprogramowane roboty przejmują pracę ręczną, powtarzalną. Nie rezygnuje się jednak z pracy ludzi, którzy są niezbędni m.in. do obsługi takich właśnie robotów, odpowiedniego sterowania całością realizowanych procesów w przedsiębiorstwie, czy też kontaktowania się z interesariuszami zewnętrznymi. Tym co odróżnia człowieka od maszyny (przynajmniej obecnie) – jest kreatywność, którą należy bardzo mocno wspierać i pielęgnować jej rozwój w każdej organizacji. Wspierając i troszcząc się o rozwijanie kreatywności, należy bardzo mocno zwrócić uwagę na psychiczne i fizyczne samopoczucie człowieka, gdyż te właśnie elementy będą mieć olbrzymi wpływ na jakość twórczego myślenia, cechę bardzo pożądaną w dobie czwartej rewolucji przemysłowej. Klaus Schwab – założyciel Światowego Forum Ekonomicznego wskazał, że jest przekonany o jednej rzeczy – „...że w przyszłości talent częściej niż kapitał będzie stanowił kluczowy czynnik produkcji” [*Why creativity will drive the next industrial revolution*, www.weforum.org].

## 5. CECHY PRZEMYSŁU 4.0 A MENEDŻER 4.0 I JEGO KLUCZOWE KOMPETENCJE

W trakcie prowadzonych badań nad Przemysłem 4.0 zostały wyodrębnione kluczowe pryncypia w projektowaniu (*design principles*) komponentów/systemów Przemysłu 4.0 [Hermann, Pentek, Otto, 2015, s. 11]:

- międzyoperacyjność (*interoperability*) – stworzenie standardów komunikacyjnych między firmami, systemami cyberfizycznymi oraz zespołami ludzkimi,
- wirtualizacja (*virtualization*) – tworzenie wirtualnych modeli fabryk oraz modeli symulacyjnych,
- decentralizacja (*decentralization*) – oddanie decyzji dotyczących sposobu wytwarzania do inteligentnych produktów, z równoczesnym pełnym elektronicznym śledzeniem przebiegu produkcji (*traceability*),
- zdolności decyzyjne w czasie rzeczywistym (*real-time capability*) – dostęp do wszystkich kluczowych informacji nt. procesów biznesowych i produkcyjnych w sposób automatyczny pobieranych z maszyn i urządzeń,
- orientacja na usługi (*service orientation*) – otwarcie na wykorzystanie aktywów (fabryki, technologii, zespołów ludzkich) na potrzeby usługowego wykorzystania dla innych fabryk,



- modułowość (*modularity*) – zdolność systemu do elastycznej adaptacji do zmieniającego się zapotrzebowania sezonowego, bądź zmieniającej się specyfikacji, zastępowalność, bądź skalowalność modułów. Dodawanie nowych modułów według metody Plug & Play.

W badaniu McKinsey Industry 4.0 Global Expert Survey 2016 – wskazywane jest, że 6 na 10 firm produkcyjnych spotkało się z licznymi barierami zarządczymi podczas próby wdrażania transformacji Industry 4.0. Do głównych barier zaliczane są:

- trudności w koordynowaniu działań w różnych jednostkach organizacyjnych,
- brak odwagi, aby przejść przez radykalną transformację,
- brak niezbędnych talentów, m.in. osób zajmujących się analizą danych nieuporządkowanych, w szczególności *big data*,
- problemy bezpieczeństwa cybernetycznego podczas pracy z dostawcami innych firm,
- problemy z przekonaniem decydentów odnośnie konieczności inwestycji w podstawową architekturę informatyczną,
- problem własności danych podczas pracy z dostawcami innych firm,
- niepewność dotycząca tego czy realizować procesy wewnątrz organizacji, czy *outsoursować* je na zewnątrz oraz brak wiedzy na temat konkretnych usługodawców,
- wyzwania związane z integracją danych pochodzących z różnych źródeł w celu ułatwienia współpracy i koordynowania działań w przemyśle 4.0.

Przeprowadzona analiza literaturowa wskazała, że bardzo wyraźnie zarysowują się na świecie obecnie trendy, które rozpoczynają „cyfrową transformację”, a więc w coraz większym stopniu bazowanie firm i instytucji na oprogramowaniu, usługach *on-line*, zaawansowanej technologii (robotyka, sztuczna inteligencja, wyrafinowane czujniki, internet rzeczy, chmura obliczeniowa, cyfrowe produkcowanie, smartfony i inne urządzenia mobilne, usługi nawigacyjne, itp.). Zjawisko to dotyczy nie tylko firm internetowych, ale coraz częściej tradycyjnych branż, które mogą niemal od razu podnieść efektywność działania w sposób wykładniczy dzięki włączeniu technologii w swoje zasadnicze procesy. Zauważyć należy, że jednak nigdy nie będzie możliwe dostrzeżenie efektów transformacji, bez odpowiedniego zaangażowania kadry pracowniczej oraz, odpowiedzialnych za te procesy menedżerów. To często tylko dzięki ich odpowiedniemu przygotowaniu i doświadczeniu oraz otwarciu na zmiany, możliwe jest szybkie generowanie efektów, zarówno pochodzących bezpośrednio z wdrażania nowych rozwiązań, ale także z synergii, która pojawia się, a jest konsekwencją poprawnego wdrożenia i implementacji nowych rozwiązań, „współistniejących” z funkcjonującą w organizacjach zastałą infrastrukturą oraz oczywiście obsługującą procesy kadrą pracowniczą.

Rola i znaczenie menedżerów obsługujących sprawnie i skutecznie procesy implementacji i wdrożenia nowych rozwiązań, które będą musieć także zaimplementować „oporni” przedsiębiorcy, często bardzo sceptyczni do techniki i technologii – będzie duża, z tendencją wzrastającą. Warto zatem podsumować rozważania i wskazać jakie są/będą wymagania, które winni spełniać menedżerowie aspirujący do roli „Menedżerów Przemysłu 4.0”. Kluczowe komponenty Przemysłu 4.0 mogą zostać w sposób bezpośredni przełożone na wymagania stawiane Menedżerom 4.0. Prezentuje to tabela 2.

Tabela 2. Wymagania stawiane menedżerom i pożądane kompetencje w kontekście Przemysłu 4.0

Komponenty Przemysłu 4.0	Wymagania stawiane przed Menedżerem 4.0	Potrzebne zdolności
<b>Międzyoperacyjność</b>	Umiejętność budowania, standaryzowania słowników pojęć organizacyjnych związanych z nowoczesnymi technologiami działającymi na linii dostawca-firma-klient. Umiejętność propagowania tej wiedzy wśród pracowników.	Zdolności percepcyjne, Zdolności organizacyjne, Duża komunikatywność, Zdolności intelektualne.
<b>Wirtualizacja</b>	Zaangażowanie pracowników wiedzy, w szczególności technologów produkcji, działy techniczne, działy jakości i działy R&D w dzielenie się wiedzą i tworzenie bazy wiedzy nt. procesów oraz budowanie modeli symulacyjnych.	Zdolności percepcyjne, Zdolności organizacyjne, Duża komunikatywność, Zdolności intelektualne, Zdolności motywacyjne, Zdolności intuicyjne.
<b>Decentralizacja</b>	Umiejętność zaprojektowania docelowych struktur organizacyjno-ludzkich wymaganych do obsługi wysoko zautomatyzowanych parków produkcyjnych. Definiowanie celów, zakresów odpowiedzialności i uprawnień dla zespołów odpowiedzialnych za różne procesy biznesowe. Tworzenie struktur autonomicznych, holakracyjnych. Umiejętność edukowania pracowników (wiedzy i operatorów) w zakresie wskaźników biznesowych KPI i metod ich poprawy.	Zdolności percepcyjne, Duża komunikatywność, Zdolności organizacyjne, Zdolności intelektualne, Zdolności prognostyczne, Zdolności motywacyjne, Zdolności decyzyjne, Zdolności intuicyjne.
<b>Zdolności decyzyjne w czasie rzeczywistym</b>	Rozumienie zależności różnych procesów biznesowych wewnętrznych i zintegrowanych w łańcuchu wartości. Znajomość technologii i systemów analitycznych, które można wykorzystać do rozwiązywania złożonych problemów w łańcuchu wartości. Umiejętność oddelegowania decyzji do zespołów.	Zdolności percepcyjne, Zdolności intelektualne, Zdolności prognostyczne, Duża komunikatywność, Zdolności motywacyjne, Zdolności decyzyjne.

<b>Orientacja na usługi</b>	Otwartość na budowanie wartości dodanej w oparciu o usługi, nie tylko o produkty. Umiejętność określenia, które aktywa są kluczowe dla wartości firmy, a które mogą być zewnętrzne. Otwartość na zaangażowanie zewnętrznych partnerów w realizację celów biznesowych i działanie w formie zintegrowanego łańcucha wartości. Umiejętność doboru właściwych partnerów i powiązanie technologiczne komunikacji.	Zdolności percepcyjne, Zdolności intelektualne, Zdolności intuicyjne, Zdolności prognostyczne.
<b>Modułowość</b>	Umiejętność budowania systemów organizacyjnych, kompetencyjnych oraz prowadzenia projektów inwestycyjnych, w sposób, który gwarantuje możliwość łatwej przebudowy oraz rozbudowy w zależności od wymagań stawianych przez rynek, klientów, czy partnerów biznesowych.	Zdolności organizacyjne, Zdolności intelektualne, Duża komunikatywność, Zdolności prognostyczne, Zdolności intuicyjne

Źródło: opracowanie własne autorów.

Jak można zauważyć, tabela 2 prezentuje, jakie są wiodące komponenty Przemysłu 4.0 i jakie wymagania winny być stawiane menedżerom, którzy będą odpowiadać za skuteczne ich wdrożenie w swoich organizacjach. Wszystkie opisane w literaturze kompetencje, które rozwinięto w opracowaniu – są ważne, jednak każdorazowo, menedżerowie powinni w zależności od rozpatrywanego obszaru/komponentu, mieć bardziej rozwinięte konkretne (często zaadoptowane dla danej sytuacji lub określonego problemu decyzyjnego) zdolności. Bez wątpienia, to co spaja wszystkie komponenty – to analiza całościowa realizowanych procesów i skuteczne koordynowanie ich, co nie było by możliwe bez z jednej strony posiadania odpowiednich predyspozycji osobowościowych oraz umiejętności skutecznego komunikowania się. W jego gestii muszą się znaleźć również umiejętności empatycznego oraz asertywnego podejścia do drugiego człowieka, gdyż tylko współpraca i to konstruktywna z innymi osobami z zespołu – pozwoli z sukcesem zaimplementować nowe rozwiązania, które mają przełożyć się na generowanie przez organizację wymiernych korzyści finansowych.

Zatem można powiedzieć, że wyłania się obraz kompetentnego menedżera – profesjonalisty, który oprócz odpowiednich predyspozycji osobowościowych, posiadać powinien wiedzę specjalistyczną (często inżynierską), dobrze rozwinięte kompetencje behawioralne ale także szczególną intuicję, którą bazować będzie na dużym doświadczeniu i otwartości na zmiany.

By potwierdzić rozwinięte w tabeli 2 aspekty – firma Astor przeprowadziła w 2016 r badanie, które miało m.in. na celu ustalenie odpowiedzi na pytania: „czy i jak polskie firmy rozwijają kompetencje inżynierów?” oraz „czy – mając na uwadze zmiany, jakie przyniosą technologie Przemysłu 4.0 – polskie przed-

siębiorstwa planują rozwój kompetencji inżynierów?” [Gracel, Stoch, Biegańska, 2017]. Zauważyć należy, że było to pierwsze w Polsce badanie, które docelowo miało zweryfikować różne zagadnienia związane z Przemysłem 4.0 oraz wskazać, jak wygoda implementacja komponentów Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach.

Niestety po przeprowadzonych badaniach wyłonił się raczej negatywny obraz podejścia pracodawców do rozwijania kadry inżynierskiej, a szczególnie umiejętności menedżerskich, które są tak ważne w dzisiejsze dobie. Część zbadanych menedżerów wskazała, że jest tak bardzo nastawiona na wyniki, że czas poświęcony na naukę pracowników postrzegają już nawet nie jako koszt, ale zwyczajną stratę czasu. Zdarza się również, że korzystają z roli szefa, by zająć pozycję „najlepszego” – zachowują dla siebie prawo do wdrażanych konkretnych rozwiązań [Gracel, Stoch, Biegańska, 2017, s. 33].

Prowadzone obserwacje skłaniają do postawienia mocnej tezy, że barierą rozwoju inżynierów w przedsiębiorstwach o charakterze technicznym są słabe kompetencje menedżerskie kadry zarządzającej. Próby proaktywnego przewidywania kierunku zmian prowadzą do wniosku, że wdrażając nowe technologie, firmy będą musiały przekwalifikować pracowników, zaadoptować nowe modele pracy i organizacji, prowadzić rekrutację zgodnie z potrzebami Przemysłu 4.0 i zaangażować się w strategiczne planowanie w obszarze rozwoju pracowników [Gracel, Stoch, Biegańska, 2017, s. 38].

Badanie potwierdziło jednak jakie kompetencje i zdolności powinny być rozwijane (które powinni szczególnie pielęgnować pracodawcy), którym zależy na tym, by zatrudnieni w ich organizacjach menedżerowie, skutecznie przeprowadzili ich przedsiębiorstwa przez „drogę cyfrowej transformacji” – do Przemysłu 4.0.

Potrzeba rozwoju szerokiego zakresu nowych „twardych umiejętności” i bezprecedensowa często liczba zmian w procesie prowadzenia produkcji oznacza, że „miękkie” umiejętności nabierają wagi większej niż kiedykolwiek.

89% osób, które wzięły udział w badaniach oceniło, że w najbliższym czasie najbardziej będą im potrzebne kompetencje techniczne spoza ich dziedziny, a 61% widzi potrzebę rozwoju w swojej dziedzinie. Blisko połowa ankietowanych (47%) uznała za potrzebne (wręcz niezbędne) kompetencje miękkie w ich dziedzinie [Gracel, Stoch, Biegańska, 2017, s. 30].

Nie przytaczając szczegółowych analiz, można stwierdzić, że badanie potwierdza, jakie wymagania są i będą stawiane menedżerom i jakie będą powiązane z nimi pożądane kompetencje w kontekście Przemysłu 4.0.

Podsumowując rozwiązania, należy stwierdzić, że w toku prowadzonych wywodów i analiz oraz przeprowadzonych badań własnych, udało się zweryfikować pozytywnie postawioną na wstępie opracowania zarówno główną hipotezę, jak i hipotezy cząstkowe, że „w dobie przemysłu 4.0 niezbędne jest posiadanie specyficznych kompetencji, które powinny wyróżniać menedżerów aspirujących do

miana skutecznych i efektywnych, w kontekście rozwoju i usieciowienia organizacji”. W opracowaniu precyzyjnie wylistowano, jakie konkretne kompetencje powinni oni posiadać.

## 6. WNIOSKI I KONKLUZJE

Przemysł 4.0 przyczynia się do tworzenia nowego typu interakcji pomiędzy ludźmi i maszynami. Interakcje te znacząco wpłyną na sposób wykonywania pracy i na struktury organizacyjne w przedsiębiorstwie. Menedżerowie, którzy chcą podołać i sprostać wyzwaniom, jakie przed nimi stoją, w dobie czwartej rewolucji przemysłowej – powinni być otwarci i bardzo elastyczni, powinni dzielić się odpowiedzialnością i decyzyjnością ze swoimi pracownikami, a cechy te powinny być systematycznie rozwijane w sposób świadomy i uporządkowany. Powinni umieć pracować w roli *coacha*, mentora i opiekuna, który potrafi dostrzec mocne strony pracownika, pomóc mu wytyczyć ścieżkę rozwoju własnych kompetencji i permanentnie oraz aktywnie wspierać ich w rozwoju. Kompetencje, które pozwalają menedżerowi pełnić te role wobec podwładnych to m.in.:

- umiejętność dostrzegania wrodzonych talentów i mocnych stron,
- umiejętność wytyczania drogi rozwoju zgodnej jednocześnie z wymaganiami stanowiska i predyspozycjami pracownika,
- spojrzenie z punktu widzenia zrównoważonego rozwoju zespołu i firmy,
- umiejętność przekazywania wiedzy,
- umiejętność budowania odpowiedniej kultury organizacyjnej.

Tego rodzaju lider ma wizję przedsiębiorstwa opartego o technologie Przemysłu 4.0, uwzględniającą aktywne zaangażowanie ludzi.

Z badawczego punktu widzenia warto zastanowić się nad następującymi kwestiami:

- Jak kształtować ścieżki kariery i pomagać doskonalić się menedżerom w dobie czwartej rewolucji przemysłowej?
- Jakie kompetencje będą potrzebne w przyszłości i jak tworzyć plany ich pozyskania – przez rozwój własnych pracowników, bądź przez rekrutację?
- Co i jak robić, by zatrzymać w organizacji doświadczonych pracowników/ekspertów, pomimo możliwości swobodnego przemieszczania się kadr specjalistów, teoretycznie w spółkach/podmiotach na całym świecie i możliwości pracy dla wielu podmiotów, często równoległe?
- Jak modyfikować tradycyjny model kształcenia w obecnym systemie edukacji na studiach, który preferuje wąskie specjalizacje w obliczu wymagań Przemysłu 4.0, czyli interdyscyplinarnego i międzywydziałowego podejścia, a także łączenia wiedzy i umiejętności z kilku dziedzin?

- Jakie mechanizmy wsparcia powinny powstać ze strony Państwa, żeby skutecznie wspierać tę transformację, w wymiarze edukacji menedżerów i budowania świadomości nt. wpływu Przemysłu 4.0 na gospodarkę i rynek pracy?

Ostatnia kwestia, to pytanie o świadomość decydentów w państwie, odnośnie rangi i znaczenia zagadnienia Przemysłu 4.0 i wpływu na globalną transformację gospodarki i biznesu. Technologie cyfrowe głęboko przemodelowały sposoby prowadzenia biznesu na przestrzeni ostatnich kilku lat. Jeszcze niecałą dekadę temu urządzenia mobilne, sieci społecznościowe, chmura obliczeniowa czy możliwości analityczne firm były w powijakach i mało kto spodziewał się, jak głęboko wnikną w fundamenty procesów biznesowych czy relacji na linii przedsiębiorcy-klienci [Pietruszyński, 2015, s. 12].

Ważne jest to, że polskie Ministerstwo Rozwoju rozpoczęło prace nad Polską Platformą Przemysłu 4.0 i dostrzega jej rangę i znaczenie dla rozwoju gospodarki. Powołany Zespół ds. Transformacji Przemysłowej aktywnie angażuje się w działania mające na celu szerokie propagowanie inicjatywy Przemysłu 4.0. Bierność wobec czwartej rewolucji przemysłowej może spowodować marginalizację polskiej gospodarki. Miałyby to dotkliwie konsekwencje dla dobrobytu obywateli. W ogólnym interesie jest zatem odpowiednie przygotowanie się do nadchodzących zmian. Polska Platforma Przemysłu 4.0 ma być docelowo krajowym integratorem odpowiedzialnym za doprowadzenie do transformacji krajowego przemysłu do poziomu określanego jako „Przemysł 4.0” (*Industry 4.0*). Fundacja utworzona przez ministra właściwego ds. gospodarki, będzie zaś podmiotem dedykowanym do realizacji zadań związanych z Przemysłem 4.0 w Polsce. Przewidywana jest elastyczna możliwość współpracy między administracją rządową, światem nauki a sektorem prywatnym. Platforma będzie integratorem działań sektora publicznego i prywatnego [Przemysł 4.0, 2017].

Polska posiada bardzo niski poziom kapitału społecznego w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej (mierzonego zaufaniem). Przemysł 4.0 wymaga zarządzania opartego o współpracę. Bieżący stan poważnie utrudnia nie tylko wdrażanie powiązanych z nim technologii, lecz także podejmowanie wspólnych inicjatyw, takich jak budowa platform współpracy i centrów kompetencji [Przemysł 4.0, 2017].

Przemysł 4.0 może być receptą na malejące zasoby pracy. Zakładając stały popyt na pracę, roboty mogą zaspokoić rosnącą lukę popytową przejmując najbardziej uciążliwe i niebezpieczne zadania. Będzie to oznaczało nie tylko szansę na utrzymanie stabilnego zatrudnienia, lecz także coraz większy udział pracowników umysłowych wśród osób zatrudnionych ogółem [Przemysł 4.0, 2017].

Podsumowując rozważania, należy stwierdzić, że globalna gospodarka bardzo przyspiesza i wyznacza nowe kierunki rozwoju, korzystając na tej dynamicznej ścieżce rozwoju z najnowszych technologii IT. Ruch ten doprowadzić może

w przyszłości do modelu gospodarczego całkowicie opartego na cyfryzacji, w którym pierwszoplanową rolę odgrywać będą takie elementy jak Internet rzeczy oraz wirtualna waluta. Te prawidłowości zresztą już, jak można łatwo zauważyć – zaczynają mieć coraz większy wpływ na życie zwykłych ludzi.

Nadszedł czas, aby Polska stała się państwem tworzącym długofalowe strategie rozwoju oraz pomagającym przedsiębiorcom zwiększać konkurencyjność. W tym celu kluczowe jest kształcenie menedżerów i liderów nowej ery 4.0.

## BIBLIOGRAFIA:

- Baran M. (2014), *Skuteczność utrzymania strategicznej przewagi konkurencyjnej przez liderów branży budowlanej w świetle kryzysu w otoczeniu gospodarczym*, [w:] *Poszukiwanie przewagi konkurencyjnej. Wybrane uwarunkowania*, (red.) M. Baran, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- BIT-KOM, VDMA, ZVEI, *Umsetzungstrategie Industrie 4.0, Plattform Industrie 4.0*. Hannover 2014, 2015.
- Cyfrowa Polska. Szansa na skok technologiczny do globalnej pierwszej ligi gospodarczej*, (red.) M. Broniatowski, McKinsey&Company, Forbes Polska, 2016.
- Dubois D.D., Rothwell W.J. (2008), *Zarządzanie zasobami ludzkimi oparte na kompetencjach*, Helion, Gliwice.
- Dziekoński K., Jurczuk A. (2013), *Kompetencje osobowościowe lidera projektu*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, t. XIV, z. 11, Cz. I.
- Dziekoński K. (2016), *Kompetencje kierowników innowacyjnych projektów budowlanych w Polsce*, [w:] *Znaczenie kapitału intelektualnego w zarządzaniu nowoczesną organizacją*, (red.) E. Stroińska, J. Trippner-Hrabi, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk, tom XVII, zeszyt 2, część II, Łódź-Warszawa.
- Ensser M., Gerhard T. (2016), *Digitales Deutschland ? CEOs und Aufsichtsratsvorsitzende sagen, wo wir stehen und was uns jetzt nach vorne bringt*, Egon Zehnder.
- Gino F., Staats B. (2016), *Dlaczego organizacje nie potrafią się uczyć?*, Harvard Business Review Polska, lipiec-sierpień.
- Gracel J., *Czwarta rewolucja przemysłowa: automatyzacja i życie w świecie technologii*, Harvard Business Review Polska, <https://www.hbrp.pl/b/czwarta-rewolucja-przemyslowa-automatyzacja-i-zycie-w-swiecie-technologii-2/2/XNHp6tJb>, z dn. 02.04.2017.
- Gracel J. (2016), *Industy 4.0 – kluczowe pytania i odpowiedzi.*, „Automatyka, Podzespoły, Aplikacje”, nr 6(10).
- Gracel J., Stoch M., Biegańska A. (2017), *Inżynierowie przemysłu 4.0 (nie)gotowi do zmian?*, Astor Whitepaper, Kraków.
- Gwarda-Gruszczyńska E., Czapla T. (2011), *Kluczowe kompetencje menedżera ds. komercjalizacji*, Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Łódź-Warszawa.
- Hajkuś J. (2015), *W jakie technologie inwestują firmy produkcyjne?*, Raport, ASTOR, Kraków.
- Hermann M., Pentek T., Otto B. (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: Working Paper A Literature Review*, Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau.
- Heron J. (2004), *The Complete Facilitator's Handbook*, Kogan Page Ltd., London.
- <http://www.ipma.pl/certyfikacja-ipma>, z dn. 24.03.2017.
- <https://www.mr.gov.pl/media/34783/lista.pdf>, z dn. 12.04.2017.
- <https://www.mr.gov.pl/strony/zadania/reindustrializacja-gospodarki/zespol-ds-transformacji-przemyslowej/>, z dn. 12.04.2017.

- IFR International Federation of Robotics, *World Robotics 2015 (report)*, IF, 2015.
- Kagermann H., Wahlster W., Helbig J. (2013), *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, Acatech.
- Kerzner H. (2005), *Project Management*, 9th Edition, John Wiley & Sons.
- Kiełtyka L. (2016), *Rola menedżera we współczesnych organizacjach*, „Przegląd Organizacji” nr 8.
- Kopaliński W. (1983), *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Kost G., Lebkowski P., Węsierski Ł. (2013), *Automatyzacja i robotyzacja procesów produkcyjnych*, PWN.
- Kożuch B., Sienkiewicz-Małyjurek K. (2013), *Kompetencje menedżerskie i czynniki sukcesu w zarządzaniu projektami*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie”, t. XIV, z. 11, cz. I, Łódź.
- Krahn J., Hartment F., *Effective project leadership: A combination of project manager skills and competencies in context*, <https://www.pmi.org/learning/library/leadership-project-manager-skills-competencies-8115>, z dn. 30.03.2017.
- Kubera G. (2017), *Witamy w czwartej rewolucji*, „Finanse + Controlling”, nr 49, styczeń-luty.
- Materiały pochodzące z prezentacji przedstawiciela Ministerstwa Rozwoju w trakcie konferencji pt.: „Przemysł 4.0” organizowanej przez Control Engineering Polska w dn. 11.04.2017 r. w Warszawie.
- McKinsey Global Institute, *Automation Potential and Wages for US Jobs*, McKinsey, <https://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/AutomationandUSJobs/Technicalpotentialforautomation>, 2017, z dn. 10.04.2017.
- McKinsey, *Industry 4.0 after the initial hype. Where manufacturers are finding value and how they can best capture it*. McKinsey Digital, 2016.
- NCB. *Polskie wytyczne kompetencji IPMA. Wersja 3.0. IPMA Polska*, (red.) B. Dałkowski, L. Staśto, M. Zalewski, International Project Management Association Polska, Warszawa 2009.
- Olszewski M. (2016), *Mechatronizacja produktu i produkcji*, „Pomiary, Automatyka, Robotyka” nr 3.
- Pawłowicz W. (2017), *IoT – nadchodzi kolejna rewolucja przemysłowa 4.0*, „Computerworld” nr 2.
- Pietruszyński P. (2015), *Pokolenie informacji zmienia środowisko biznesu*, „Computerworld”, nr 20.
- Sarnowski T. (2016), *Ekonomiczne i organizacyjne aspekty automatyzacji i robotyzacji procesów wytwórczych*, [w:] *Między teorią i praktyką zarządzania. Dokonania, dylematy, inspiracje. Nauka dla praktyki gospodarczej i samorządowej*, (red.) J. Lichtarski, Przedsiębiorczość i Zarządzanie, Tom XVII, zeszyt 4, część I, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk, Łódź-Warszawa.
- Schulz Z. (1962), *Efektywność ekonomiczna automatyzacji produkcji przemysłowej*, PWN.
- Schwab K. (2016), *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum.
- Spencer L.M., Spencer S.M. (1993), *Competence at work*, Wiley, New York.
- Stallworthy E.A., Kharbanda O.P. (1995), *International Construction and the role of project management*, Gower Publishing, UK.
- Why creativity will drive the next industrial revolution*, [https://www.weforum.org/agenda/2017/04/why-creativity-will-drive-the-next-industrial-revolution?utm\\_content=buffer08cd&utm\\_medium=social&utm\\_source=facebook.com&utm\\_campaign=buffer](https://www.weforum.org/agenda/2017/04/why-creativity-will-drive-the-next-industrial-revolution?utm_content=buffer08cd&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer), z dn. 10.04.2017.



## CORE COMPETENCIES OF MANAGERS IN THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION (INDUSTRY 4.0)

**Abstract:** The main objective of this article was to analyze how global trends and factors, especially Industry 4.0 (part of Fourth Industrial Revolution), production processes automation and robotization, are influencing managers competences and skills development. Advanced technologies, like smart collaborative robotics, Artificial Intelligence, smart sensors, Internet of Things, Cloud Computing, Smart Manufacturing, Additive Manufacturing and mobile technologies has been changing humans life significantly. Hence it strongly influence modern organization and companies functioning models.

In the article, the competent managers characteristics and skills development issues have been amplified. Definition of Industry 4.0 and fourth industrial revolution with current deployment state from global and Poland's perspective has been precisely described. The special attention has been put on emphasis role and meaning of highly educated engineers and managers in the Industry 4.0 age.

The substantial and innovative part of the article is extraction of special Industry 4.0 requirements for managers and collation of these requirements with expected and distinctive Industry 4.0 management competences. The deep research of topic references, industrial & manufacturing companies market research has created adequate evidence and foundation for the concept.

By virtue of one of authors is an expert working with the Industry Transformation Team in Ministry of Finance and Development, the current state of Polish government Industry 4.0 deployment strategy and challenges related to Polish economy have been presented.

**Keywords:** Industry 4.0, industrial revolution, managers competencies, competencies framework, industry transformation, Engineer 4.0

