

Marta Götz  
Akademia Finansów i Biznesu Vistula w Warszawie  
Jarosław Gracel  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

## **PRZEMYSŁ CZWARTEJ GENERACJI (*INDUSTRY 4.0*) – WYZWANIA DLA BADAŃ W KONTEKŚCIE MIĘDZYNARODOWYM**

### **Streszczenie**

Celem artykułu jest zaproponowanie umocowanych teoretycznie ram koncepcyjnych dla badania wpływu czwartej rewolucji przemysłowej na konkurencyjność firm w kontekście międzynarodowym.

W badaniu wykorzystano jakościową metodę opisową odwołującą się do krytycznej analizy krajowych i zagranicznych opracowań w zakresie czwartej rewolucji przemysłowej i dokonano krótkiego przeglądu wybranych ujęć teoretycznych z zakresu konkurencyjności międzynarodowej pod kątem ich przydatności do badania współpracy między zagranicznymi partnerami działającymi w realiach przemysłu 4.0.

Głównym rezultatem analizy jest:

- przybliżenie aktualnej, acz słabo naukowo rozpoznanej, tematyki przemysłu czwartej generacji;
- na przykładzie relacji polsko-niemieckich, zidentyfikowanie wyzwań dla współpracy międzynarodowej z racji zmian zachodzących w ramach czwartej rewolucji przemysłowej. Jak dotąd, w polskiej literaturze naukowej nie podejmowano analizy tego procesu w kontekście międzynarodowym. Poza opisaniem specyfiki przemysłu 4.0, podkreślając korzyści i zagrożenia, które niesie, scharakteryzowano także wstępnie stan zaawansowania we wprowadzaniu rozwiązań czwartej rewolucji przemysłowej w Polsce i Niemczech.

Prezentowane zagadnienia z racji ich aktualności i dynamiki rozwoju oraz bardzo słabego rozpoznania na gruncie naukowym wymagają pogłębionych badań. Uzyskane konkluzje mają znaczenie praktyczne, powalają bowiem na identyfikację i ocenę szans oraz zagrożeń dla kooperacji transgranicznej, jakie niesie przemysł 4.0.

Podjęcie tematu nowego, słabo rozpoznanego, acz dynamicznie rozwijającego się i rodzącego różnorodne skutki, pozwala na zasygnalizowanie możliwych konsekwencji społecznych, stając się podstawą dla bardziej adekwatnej polityki społeczno-gospodarczej.

**Słowa kluczowe:** *Industry 4.0* / przemysł 4.0., konkurencyjność, łańcuch wartości dodanej, Polska, Niemcy.

Kody JEL: F2, F6, L1, O14, O3, O52

## Wstęp

Skoro *Industry 4.0* rewolucjonizuje produkcję w krajach Europy Zachodniej, głównie w Niemczech i regionie niemieckojęzycznym (DACH), uznać należy za prawie pewne, że zrewolucjonizuje także relacje gospodarcze między krajami. Biorąc za punkt wyjścia silne współzależności polsko-niemieckie i fakt, że RFN jest liderem rozwiązań w tym zakresie, staramy się naszkicować ramy badawcze dla analizy i oceny przygotowania polskich firm do implementacji rozwiązań czwartej rewolucji przemysłowej. Tym samym podjęto rozważania nad zagadnieniem współpracy międzynarodowej w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej, co w przypadku polskich firm oznacza badanie ich gotowości do utrzymania i dalszego zagwarantowania sobie miejsca w międzynarodowych łańcuchach wartości dodanej.

Na wstępie naszkicowano tło teoretyczne dla badania zagadnień *Industry 4.0* odwołując się do wybranych, zdaniem autorów najlepiej nadających się do podejmowania tych zagadnień, ujęć koncepcyjnych. Zarysowano specyfikę przemysłu 4.0 czyli czwartej rewolucji przemysłowej/przemysłu czwartej generacji. Przybliżono potencjalne korzyści z niej płynące i możliwe zagrożenia. Opiszano stan czwartej rewolucji w RFN, która uznawana jest za lidera we wdrażaniu rozwiązań *Industry 4.0*, i po krótko omówiono dostępne w tym zakresie, wciąż bardzo rzadkie, opracowania dotyczące Polski. W ostatniej części zaprezentowano główne wnioski płynące z tej wstępnej oceny polskiego potencjału przemysłu 4.0 w zestawieniu z sytuacją w RFN, a więc omówiono po krótku konkluzje dotyczące wyzwania dla dalszej współpracy.

Można przypuszczać, że utrzymanie dotychczas owocnej i zyskowej dla obu stron kooperacji może być w świetle przemian związanych z czwartą rewolucją przemysłową zagrożone z racji niegotowości/niezdolności do utrzymania tempa transformacji polskich podmiotów – nieudanego nadgania w obszarze *Industry 4.0*. Główna konstatacja płynąca z rozważań, będąca hipotezą wymagającą dalszych weryfikacji, wskazuje, że przewaga konkurencyjna będzie coraz bardziej determinowana przez kompatybilność partnerów, zaawansowanie metod produkcji, gwarantujące odpowiednie dopasowanie i będzie coraz bardziej określana na poziomie konkretnych firm. Rozważania można traktować jako ramy koncepcyjne dla dalszych analiz wykorzystujących ankiety i pogłębione wywiady.

## Ramy koncepcyjne – wybrane teorie

W przełomowym dziele pt. *Przewaga konkurencyjna* M. Porter (1985) zdefiniował pojęcie „strategii konkurencyjnej” do metody poszukiwania zauważalnej

przewagi konkurencyjnej w branży, w której działa wybrany biznes. Punktem wyjścia do poszukiwania przewagi konkurencyjnej i w konsekwencji zyskowności firm, według M. Portera, jest atrakcyjność branży docelowej. Atrakcyjność jest opisywana (Porter 1979) jako wypadkowa „pięciu sił konkurencyjnych”: bezpośrednich konkurentów, dostawców, nabywców, substytutów oraz nowych firm wchodzących do branży. Wskazane pięć sił wpływa na ceny, koszty wytworzenia produktów i wymagane inwestycje kapitałowe w wybranej branży, co finalnie przekłada się na długofalowy zwrot z inwestycji. Dodatkowo Porter opisał trzy generyczne strategie: przywództwa kosztowego (*cost leadership*), wyróżniania (*differentiation*), koncentracji (*focus*), które powinny być wybierane przez firmę w momencie definiowania biznesu i konsekwentnie realizowane. Porter przeanalizował także strategiczne aspekty wpływu technologii na relacje w łańcuchu dostaw, przewagę konkurencyjną oraz strukturę branży (ryнку docelowego). Rozszerzył także perspektywę przewagi konkurencyjnej z poziomu firm na poziom konkurencyjności narodów. W dziele pt. *Przewaga konkurencyjna narodów* M. Porter (1990) zaproponował, mającą mikroekonomiczne podstawy, teorię lokalnej i narodowej konkurencyjności w globalnej gospodarce. Zestaw czterech czynników tworzy tzw. diament konkurencyjności, czyli romb przewag konkurencyjnych, którego wierzchołki stanowią: strategia firm i stan konkurencji w branży, warunki podażowe (dostępność i jakość czynników produkcji), warunki popytowe, przemysły powiązane i wspierające. Porterowskie ujęcie dostarcza wskazówek, co do zasadniczych aspektów, które należałoby uwzględnić badając relacje podmiotów konkurujących i współpracujących w realiach czwartej rewolucji przemysłowej. Sby lepiej poznać uwarunkowania dla rozwoju *Industry 4.0* w wymiarze transgranicznym należałoby analizować relacje kooperantów, skupiając się przede wszystkim na: sile przetargowej nabywców (w tym przypadku partnerów z RFN) i sile przetargowej dostawców (w tym przypadku polskich kooperantów).

Odwołując się do handlu wewnątrzgałęziowego i nowej teorii wymiany międzynarodowej bazującej na podobieństwach można z kolei starać się oceniać predyspozycje do współpracy. Ujęcie klasyczne – im bardziej kraje się różnią, tym większe możliwości wymiany i korzyści z handlu kontrastuje z nowym podejściem – wedle którego, im bardziej kraje są do siebie podobne, tym większe możliwości wymiany i korzyści z handlu (Cieślik 2000). Współczesne realia wymiany gospodarczej jasno wskazują, że większość handlu odbywa się między krajami dość podobnymi do siebie –handel zachodzi nie tyle między, ile wewnątrz gałęzi. Stąd też tzw. nowe teorie inspirowane życiem zajmują się handlem wewnątrzgałęziowym. Uwzględniają istnienie rosnących korzyści skali, niedoskonałej konkurencji oraz biorą pod uwagę w większym stopniu stronę popytową. Np. teoria ujednocionej struktury popytu Burenstama-Lindera podkreśla, że intensywność handlu międzynarodowego artykułami przemysłowymi jest tym większa, im bardziej zbliżone są struktury popytu krajów-partnerów. Handel międzynarodowy artykułami przemysłowymi jest

tym bardziej intensywny, im mniejsze są różnice przeciętnych dochodów indywidualnych we współpracujących krajach. Zatem to szeroko rozumiane podobieństwa stają się przesłanką dla podejmowania wymiany. Można założyć, że wraz z rozwojem przemysłu czwartej generacji to raczej komplementarność struktur i metod produkcji aniżeli różnice kosztowe będą czynnikiem przesądającym o współpracy z partnerami zagranicznymi.

Inne ramy dla analizy wpływu *Industry 4.0* na międzynarodowe relacje handlowe może oferować teoria przewagi konkurencyjnej. Ekspansja międzynarodowa firm, w tym ich uczestnictwo w handlu zagranicznym, nieodłącznie wiąże się z kwestiami konkurencyjności. Z jednej strony, podmioty chcąc działać na zagranicznych rynkach muszą posiadać określone przewagi umożliwiające konkurowanie, z drugiej – właśnie dzięki aktywności na zagranicznych rynkach, możliwe staje zwiększenie obecnych przewag. Przewaga konkurencyjna firmy wymaga dysponowania rentą ekonomiczną (Światowicz-Szczepeńska 2012, s. 203-225), która wynika zarówno z: pozycji zajmowanej na rynku (perspektywa strategizacji), jak i efektywności zasobów (perspektywa zasobowa). Obie one tworzą przewagę konkurencyjną. Przewaga kooperacji z kolei wiąże się z rentą relacji (synkretyczną) i uczestnictwem w sieciach, czyli zajmowaniem w nich określonej pozycji i korzystaniem z ich zasobów. Przedsiębiorstwo w pierwszej kolejności dba o innowacyjność uzyskując rentę Schumpetera związaną z przedsiębiorczością. Od tej renty zależy wartość i Nielimitowany charakter zasobów. Na ich bazie staje się możliwe uzyskanie renty Ricarda realizowanej przez ekonomizację unikalnych zasobów. Z kolei współdziałanie w sieci i relacje z innymi podmiotami, w tym dostęp do ich zasobów generuje rentę relacyjną. Ona z kolei powinna wiązać się z dążeniem do uzyskania renty monopolistycznej Chamberlina, co wymusza pewne działania izolacjonistyczne, niedopuszczanie do wycieku posiadanej renty, więc złożoną budowę renty synkretycznej. Podejścia zasobowe i pozycyjne są traktowane jako komplementarne. Przedsiębiorstwa dostrzegają korzyści, które niesie połączenie unikalnych zasobów i innych własnych aktywów z pozycją zajmowaną na rynku, zwłaszcza w sieciach, a więc z relacjami z innymi podmiotami. Osiągnięta jest renta relacyjna, czy też przewaga kooperacji, która pozwala na nadzwyczajny zysk generowany wspólnie w relacji wymiennej, który nie może być osiągnięty osobno przez żadną z firm, a jedynie przez wspólne inwestycje partnerów tworzących alians (Dyer 1998, s. 660-679). Takie złożone i stopniowe ujęcie przewagi konkurencyjnej może być użyteczne dla badania specyfiki relacji między podmiotami działającymi w warunkach przemysłu 4.0.

R. Kozielski (2012) twierdzi, że budowanie trwałej i długofalowej przewagi konkurencyjnej staje aktualnie się jeszcze trudniejsze ze względu na zmiany, które tworzą presję na redefiniowanie tradycyjnego modelu paradygmatu biznesowego: globalizacja, Internet, powstające rynki, nowe sektory i branże, zmiany społeczne, wzrost znaczenia interesariuszy. Dlatego przewaga konkurencyjna powinna wiązać się z dostarczaniem klientom większej wartości niż

konkurencja, dbaniem o trudność do naśladowania i prostego skopiowania czy możliwością zastosowania w różnych warunkach. Aż do dnia dzisiejszego, dla polskich podmiotów głównymi źródłami przewagi konkurencyjnej były/są cena, jakość, obsługa klienta –logistyka czy marka. Tymczasem, nadchodzące warunki konkurowania czynią koniecznym zastosowanie nowego paradygmatu – modelu biznesu nowych możliwości („czterolistnej koniczyny”). Jego wdrożenie wymaga od firmy pracy nad: konceptem i modelem biznesowym, sprawnością operacyjną, kulturą organizacyjną oraz liderami i tzw. oknem nowych możliwości biznesowych. Zaburzenie, w którymkolwiek obszarze strategicznym powoduje niestabilność całego modelu, a tym samym osłabienie przewagi konkurencyjnej. Wyróżnione aspekty wydają się istotne w kontekście dynamicznych zmian ekosystemu biznesowego w przemyśle czwartej generacji.

Przywołane koncepcje można traktować jako pewne ramy dla badania problematyki konkurencyjności w kontekście czwartej rewolucji przemysłowej. Oferują one wgląd w najważniejsze kwestie, które przesądzają o zdolności podmiotów do uczestniczenia w grze rynkowej i pozwalają na sprostanie wymogom konkurencji. Stanowią mogą punkt wyjścia dla zaprojektowania ankiet lub scenariuszy pogłębionych wywiadów w dalszych badaniach terenowych. Dopiero uzyskane z „pierwszej ręki” informacje odnośnie do wymienionych aspektów powinny pozwolić na faktyczną diagnozę potencjału do współpracy międzynarodowej w warunkach przemysłu czwartej generacji.

## Istota czwartej rewolucji przemysłowej

Przemysł czwartej generacji<sup>1</sup> należy rozumieć jako wspólny termin łączący technologię i organizację łańcucha wartości dodanej (*collective term for technologies and concepts of value chain organization*) (Hermann 2015). Zakłada istnienie inteligentnych systemów, które są usieciowione –wertykalnie połączone z innymi procesami wewnątrz przedsiębiorstwa i horyzontalnie związane z sieciami tworzącymi wartość, które mogą być zarządzane w czasie rzeczywistym od momentu złożenia zamówienia aż po koordynację logistyki zbytu. Przemysł 4.0 stanowi inteligentne połączenie wielu technologii IT używanych w przedsiębiorstwach<sup>2</sup>. Jest złożonym rozwiązaniem powstałym na styku inżynierii, informatyki i wiedzy o zarządzaniu. Zakłada ścisłą komputeryzację tradycyjnych gałęzi przemysłu wytwórczego i stopniowo zaciera granicę między poszczególnymi fabrykami. Choć biorąc pod uwagę fakt, że wiele z rozwiązań napędzających czwartą rewolucję już działa (chmura obliczeniowa, Big Data), niektórzy skłaniają się ku opinii, że obserwowana i zapowiadana transformacja jest nie

<sup>1</sup> W tekście traktujemy jako synonimy pojęcia: czwartej rewolucji przemysłowej, przemysłu czwartej generacji i angielskie *Industry 4.0*. oraz niemieckie *Industrie 4.0*.

<sup>2</sup> Cytowane w mediach wypowiedzi przedstawicieli między innymi: Asseco Poland, Oracle Polska, Siemens.

tylę rewolucją, ile etapem ewolucji już istniejących rozwiązań (Maślanek 2014; Alcácer i.in 2016). Jednak Klaus Schwab, jeden z założycieli *World Economic Forum*, twierdzi, że nazwa, która wprost odnosi się do trzech poprzednich rewolucji przemysłowych, jest myląca, gdyż zasięg tej rewolucji jest dużo bardziej rozległy. Główne różnice między czwartą a trzecią rewolucją (zapoczątkowaną w 1969 roku) to: powszechny na całym świecie dostęp do Internetu, diametralne obniżenie kosztów przechowywania danych (przechowywanie 1GB danych w 1995 roku kosztowało ok. 10 000 USD/rok, w 2016 r. kosztuje 3 centy rocznie), mobilność urządzeń, inteligentne czujniki (w tym te reagujące na obecność człowieka w pobliżu), odnawialne źródła energii oraz sztuczna inteligencja (w tym uczenie maszynowe) (Schwab, 2016). Główne przykłady zastosowania czwartej rewolucji to autonomiczne pojazdy (np. samochody, drony), zaawansowane roboty (pracujące razem z ludźmi w fabrykach, służące do opieki nad starszymi, sprzątające), druk 3D (jednym z wiodących producentów jest polska firma Zortrax) oraz nowe materiały, np. samooczyszczające się ubrania, ceramika wymieniająca nacisk na energię, czy grafen (także polska specjalizacja).

Jako że istotne znaczenie dla rozwoju przemysłu czwartej generacji mają systemy cyber-fizyczne (CPS) zasadne jest wskazanie ich wyróżniających cech (tzw. zasad projektowych – *six design principles*). Według M. Hermanna (2015), pierwszą z nich jest interoperacyjność (*interoperability*), rozumiana jako zdolność do komunikowania się ze sobą ludzkich pracowników, infrastruktury fabrycznej oraz cyberfizycznych systemów (np. robotów transportowych ale też samych gotowych produktów). Dla spójnej i sprawnej kooperacji między systemami CPS, całymi firmami i ich pracownikami (możliwej dzięki internetowi rzeczy i usług) niezbędne są jasno określone standardy. Atrybut ten oznacza, że systemy CPS w ramach jednego przedsiębiorstwa mogą się ze sobą komunikować przez otwarte sieci i opisy semantyczne. Wizualizacja, druga z zasad projektowych, oznacza możliwość stworzenia pewnego wirtualnego odpowiednika świata realnego, który byłby zdolny do monitorowania faktycznie zachodzących procesów fizycznych. Trzecia z zasad – decentralizacja (rozumiana jako zdolność cyberfizycznych systemów do autonomicznego działania) – stanowi odzwierciedlenie tendencji coraz większych oczekiwań na produkty zindywidualizowane, co implikuje coraz większe trudności z centralnym/odgórnym kontrolowaniem systemów, ale dzięki zakorzenionym komputerom, pozwala systemom CPS decydować samodzielnie. Atrybut czasu rzeczywistego oznacza, że dane są gromadzone i analizowane na bieżąco w miarę jak się pojawiają, co pozwala na szybszą analizę i reakcję. Orientacja na usługi, jako kolejna z zasad projektowych, jest natomiast rozumiana jako możliwość udostępniania i wykorzystywania usług systemów CPS i pracowników (dzięki Internetowi usług) innym uczestnikom procesów, także poza obrębem danej firmy. Ostatnia z zasad, czyli modularność (możliwość zmiany charakterystyki produkcji przez wymianę lub dołożenie gotowych modułów do procesu) oznacza zdolność elastycznej adaptacji do zmieniających się wymagań poprzez zastępowanie czy

też rozszerzanie indywidualnych modułów. Systemy modularne mogą podlegać adjustacji, kiedy to konieczne, na przykład w odpowiedzi na wahania sezonowe.

Systemy wbudowane (poduszki powietrzne w samochodach), usieciowione systemu wbudowane (autonomiczna awiacja) czy CPS (inteligentne sieci skrzyżowań) stanowią trzon przemysłu czwartej generacji, inteligentnych produktów i fabryk. Inteligentne materiały, produkty i maszyny, które komunikują się ze sobą w inteligentnych usieciowionych fabrykach czynią koniecznym zagwarantowanie bezpiecznych i sprawnych sieci chmur obliczeniowych (Hermann 2015).

Realizacja strategii konkurencyjnych wymaga transformacji firm w kierunku optymalnego wykorzystywania dostępnych danych i zasobów informatycznych. Możliwości i właściwości chmury hybrydowej są kluczowe dla cyfrowej transformacji biznesu. Podstawą przemysłu 4.0 jest łączenie ze sobą maszyn, systemów, procesów i wyrobów w „inteligentne” sieci, które same siebie nadzorują. Oznacza to ogromną liczbę urządzeń wysyłających potężne ilości danych, odbierających je i wykonujących polecenia.

## **Korzyści i zagrożenia związane z czwartą rewolucją przemysłową**

Czwarta rewolucja przemysłowa stawia przed rządami rosnące oczekiwania wynikające z nowej roli państwa w gospodarce i jego zaangażowania w rozwiązywanie problemów zawodnych rynków (Micklethwait 2015). Kluczowe w tym nowym ujęciu stają się zarządzanie i efektywność działań państwa, a nie jego rozmiary, jak to było w tradycyjnym podejściu. Polityka przemysłowa wprowadzana przez wiele państw ma *de facto* na celu reorientację gospodarek narodowych w stronę przemysłu czwartej generacji (Roland Berger 2016), bądź mając na uwadze zachowanie i przywrócenie miejsc pracy, bądź starając się poprawić konkurencyjność i wartość dodaną rodzimej produkcji. Francja wydaje się wdrażać strategię odbudowy przemysłu (*Strategy for Resurgence of Industry*), USA – relokacji (*Strategy of Relocation of Industry*), Japonia – odnowy i wzrostu przemysłu (*Strategy to renew industrial growth*), a Chiny – udoskonalenia oferty i odejścia od modelu taniej produkcji (*Strategy of Industrial Exception*).

Zwolennicy poglądu, że przemysł 4.0 jest rewolucją skłaniają się nawet ku opinii, że mamy do czynienia ze zmianą na taką skalę, że można wręcz mówić o „życiu 4.0”<sup>3</sup>. Gruntowne zmiany dotyczą bowiem nie tylko przemysłu, ale także funkcjonowania administracji publicznej, ochrony zdrowia, rynku pracy, a więc takich kwestii, jak: dojazdy do pracy, czas pracy, organizacja stanowisk pracy, szkoleń itp. Badania japońskie, bazujące na ankietach od 3000 podmiotów reprezentujących różne branże, wykazały, że przedstawiciele biznesu

<sup>3</sup> Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. –mówi o życiu 4.0 –Leben 4.0

oczekują raczej pozytywnych efektów finansowych po wprowadzeniu sztucznej inteligencji (*artificial intelligence*), rozwiązań z zakresu automatyki przemysłowej i robotyzacji i niestety negatywnych dla zatrudnienia (Morikawa 2016).

Zalety stosowania *Industry 4.0* najlepiej obrazuje przykład firmy Trumpf produkującej maszyny, jednego z liderów czwartej rewolucji przemysłowej, który zamierza w ciągu pięciu lat całkowicie zdigitalizować procesy produkcyjne<sup>4</sup>. Możliwe do osiągnięcia korzyści to nie tylko poprawa wydajności, redukcja błędów, zmniejszenie zapotrzebowania na surowce, poprawa wydajności materiałowej, obniżka kosztów, ale także okazja do sprzedawania własnych rozwiązań kooperantom, klientom.

Transformacja w kierunku przemysłu czwartej generacji w dłuższej perspektywie przyniesie wymierne efekty w postaci wyższej stopy zwrotu z zaangażowanego kapitału (Roland Berger 2016). W przeciwieństwie do automatyzacji, która wymagała znacznych nakładów kapitałowych i polegała *de facto* na poprawie wyniku finansowego przez zastąpienie pracy ludzkiej procesami automatycznymi bardzo kapitałochłonnymi, dzięki czwartej rewolucji przemysłowej możliwe stanie się bardziej efektywne zastosowanie kapitału<sup>5</sup>. W przypadku branży motoryzacyjnej transformacja ta pozwoli poprawić wskaźnik rentowności kapitału (ROCE) o 25 punktów procentowych do 40%, marży z 6% do 12%, a wydajność maszyn z 65% do aż 90%. Czwarta rewolucja przemysłowa, będąc zasadniczą zmianą paradygmatu produkcji i tworzenia wartości dodanej, umożliwi zatem realizację zysków nieosiągalnych dla innych procesów, np. automatyzacji, w których marża jest wysoka, ale wydajność kapitału niska. Podczas gdy przestarzałe podejście oparte na intensywnym wykorzystaniu czynnika produkcji pozwalało osiągnąć taką samą stopę zwrotu, przy niskich marżach i wysokiej wydajności kapitału, przemysł czwartej generacji pozwala na osiągnięcie wyższej marży (dzięki większej wartości oferowanych produktów, lepszemu wykorzystaniu czynników produkcji) przy jednoczesnej większej wydajności zastosowanego kapitału.

Analizy firmy Roland Berger wskazują, że mimo zaniku wielu miejsc pracy w konsekwencji czwartej rewolucji przemysłowej, efekt netto zatrudnienia powinien być pozytywny. W zachodniej Europie do 2035 roku, przy założeniu zastosowania zaledwie 50% rozwiązań przemysłu czwartej generacji, utrata ok. 8,2 mln miejsc pracy może być zneutralizowana poprzez stworzenie około 10 mln nowych. Jednocześnie w 2035 roku średnia stopa zwrotu z kapitału w tradycyjnym przemyśle wynieść może 28% wobec 18% aktualnie.

4 „Der Maschinenbauer Trumpf will seine komplette Produktion in fünf Jahren mit Hilfe von digitalen Prozessen steuern. „Mit derartigen Anwendungsfällen können wir es schaffen, die Produktivität in den nächsten Jahren um bis zu 30 Prozent zu steigern“ „Außerdem könnten Fehlerquoten in der Produktion, Kosten und Materialbedarf gesenkt werden.“... „Auf der anderen Seite ist Trumpf auch dabei, seinen Kunden Lösungen für die Industrie 4.0 anzubieten“ (*Industrie 4.0...* 2016).

5 *Industrie 4.0* must not be confused with automation. While the latter does also make production processes more efficient, it can only do so by tying up huge amounts of capital – Max Blanchet, Partner w Roland Berger.



Zatem mimo wielu wyzwań, skutki cyfryzacji dla rynku pracy powinny być *per saldo* pozytywne i doprowadzić raczej do zwiększenia zatrudnienia. Badania IW Köln (2016) pozwalają przypuszczać, że w przypadku Niemiec efekty będą korzystne, jako że jedna trzecia przedsiębiorstw podlegających procesom digitalizacji planuje zwiększenie personelu, a tylko jedna dziesiąta przewiduje w wyniku cyfryzacji redukcję zatrudnienia. Bez wątplenia czwarta rewolucja przemysłowa implikuje zmiany w zakresie tzw. mixu kwalifikacji, przy czym nie jest do końca jasne, jaki będą jej szersze konsekwencje dla pracy zawodowej. W scenariuszu specjalizacji (*Spezialisierungsszenario*), tj. gdy człowiek steruje systemami CPS, korzyści dla fachowców i efekty zatrudnieniowe wypadają znacznie lepiej aniżeli w scenariuszu automatyzacji (*Automatisierungsszenario*), tj. gdy człowiek jest niejako jedynie dodatkiem do maszyn.

Jak wynika z badań OECD, na skutek automatyzacji w Niemczech zagrożonych jest około 12% miejsc pracy, a w Polsce około 7% (Brandt 2016). Za takie uznaje się stanowiska, na których praca może być w 70% zastąpiona przez maszyny. W Wielkiej Brytanii wskaźnik ten sięga 10%, w USA –9%, a w Japonii –7%. Rewolucja przemysłowa z pewnością zmieni strukturę zatrudnienia na rynku pracy, i choć niektóre badania mówią nawet o zniknięciu ponad 200 zawodów, z pewnością pojawią się nowe. Za tymi przesunięciami na rynku pracy, nadążać musi też szkolnictwo. Już teraz wiele uczelni stara się rozwijać kontakt z biznesem i przemysłem.

Na obecnym etapie wdrażania rozwiązań przemysłu 4.0 trudno jednoznacznie zidentyfikować i oszacować skalę korzyści i rozmiary zagrożeń, jakie on niesie. Dostępne opracowania zdają się jednak skłaniać ku opinii, że w efekcie netto, zyski z czwartej rewolucji przemysłowej przewyższą straty dla gospodarek i społeczeństw. Otwarty pozostaje problem redystrybucji tych korzyści i kosztów, tak między różnymi segmentami społeczeństwa, wewnątrz kraju, jak i między gospodarkami narodowymi.

## **Industrie 4.0 w Niemczech**

W ostatnich latach nie było w Niemczech bardziej dyskutowanych tematów niż przemysł 4.0, i to nie tylko w kontekście szans na poprawę konkurencyjności niemieckich firm, ale także zagrożeń dla bezpieczeństwa danych, prywatności czy wręcz problemu szpiegostwa przemysłowego (Godlewski 2016).

Niemcy, będąc inicjatorem i światowym pionierem transformacji w stronę przemysłu czwartej generacji, stosują strategię defensywno/ofensywną, tj. starając się utrzymać produkcję w kraju i elastycznie reagując na kryzysowe globalne wyzwania, dążą do doskonalenia umiejętności i kompetencji pozwalających utrzymać wysoką konkurencyjność rodzimego przemysłu.

Idea *Industrie 4.0* pojawiła się po raz pierwszy podczas targów w Hanowerze w 2011 roku. Po nich niemieckie firmy powołały grupę roboczą, mającą ko-

ordynować prace projektowe, a w 2013 roku do inicjatywy przyłączył się niemiecki rząd federalny. Mimo wyjątkowo szeroko zakrojonej akcji promocyjnej i włączania w kolejne inicjatywy różnych aktorów, nadal wielu przedstawicieli, zwłaszcza sektora MSP, nie do końca zdaje sobie sprawę ze skali zmian i wyzwań, które niesie ta rewolucja. Wskaźniki „nieznajomości/nieświadomości” jednak systematycznie maleją.

Niemcy wydają się angażować w propagowanie idei *Industrie 4.0* i promowanie związanych z nią rozwiązań, kwestionując unijną ostrożność i niechęć wobec dużych firm. Jak wynika z badań, to duże – silne kapitałowo firmy chętniej i więcej inwestują w poprawę innowacyjności i potrafią osiągać dzięki temu korzyści – poprawiając zyski ze sprzedaży i podnosząc produktywność (Petters 2016). Pewnym świadectwem tego wręcz narodowego ruchu na rzecz *Industrie 4.0* może być wspólny apel ministra gospodarki Sigmara Gabriela, prezydenta BDI (związku przemysłu niemieckiego) Ulricha Grillo i przewodniczącego związku zawodowego IG-Metall Jörga Hofmanna o zapewnianie Niemcom wiodącej roli w zakresie przemysłu czwartej generacji, jako gospodarki wysokiej jakości miejsc pracy, znacznej wartości dodanej przemysłu, innowacyjnych produktów, jednocześnie respektującej prawa i współstanowienie pracowników (BDI 2016). Dzięki ogólnosiątkowym, usankcjonowanym standardom, przemysł, a w konsekwencji cała gospodarka RFN mają szansę dalej się umacniać, systematycznie poprawiając swoją pozycję konkurencyjną na światowych rynkach.

Jednak Niemcy relatywizują swoje postępy na drodze do wprowadzania czwartej rewolucji przemysłowej odnosząc je do rezultatów USA. Z jednej strony, akcentują relatywnie niskie wydatki będące wynikiem ostrożnego podejścia niemieckich przedsiębiorców do inwestycji w nowe przedsięwzięcia, co utrudnia technologicznym start-upom w Niemczech dostęp do kapitału, z drugiej strony chwalą sprawniejsze niż w USA działania władz federalnych i regionalnych na rzecz firm z dziedziny nowych technologii (Godlewski, 2016). Bez wątplenia, Niemcy konkurują z USA o miano lidera czwartej rewolucji przemysłowej – cyfryzacji przemysłu (*Deutschland liegt bei Industrie 4.0...* 2016). O ile Amerykanie skupiają się na oprogramowaniu, rozwijaniu e-handlu czy sieci społecznościowych, o tyle nad Renem większy nacisk kładzie się na automatyzację produkcji. Według firmy doradczej BCG, która przebadła 312 niemieckich i 315 amerykańskich pomiotów z obrotem ponad 50 milionów dolarów, wyścig ten póki co wygrywają Niemcy, w których kroki w kierunku przemysłu czwartej generacji wprowadziło już około 19% przedsiębiorstw, podczas gdy w USA około 16%. Przewaga jest szczególnie wyraźna w obszarze logistyki i usieciowionej, zautomatyzowanej produkcji, którą stosuje ponad połowa firm niemieckich i zaledwie 29% amerykańskich. W Niemczech bodźcem do rozwoju przemysłu czwartej generacji, zwłaszcza dla średnich i małych firm, są ambicje i kompetencje inżynierów, rosnące koszty pracy i ogólne niedostatki odpowiednio wykwalifikowanych pracowników. Wdrażanie usieciowienia po-

zwala poprawić produktywność o około 5-8%, jednocześnie wymaga inwestycji na poziomie około 7-9% rocznego obrotu.

Według *IDC European Vertical Markets' Survey*, badania przygotowanego tylko dla pięciu krajów Unii Europejskiej, niemieckie przedsiębiorstwa można w większości (44%) zakwalifikować, jako „cyfrowych początkujących” – tj. podmioty, które stosują tylko jedną z czterech cyfrowych technologii – big data, chmura obliczeniowa, technologie mobilne i media społecznościowe. Za „cyfrowych czyniących postępy”, tj. firmy stosujące dwie z wymienionych technologii uznać można 21% podmiotów. „Dojrzałe cyfrowo” firmy to zaledwie 4,2% populacji, a „w pełni cyfrowe” to jedynie 1,9% wszystkich przedsiębiorstw, co potwierdzać może stosunkowo duży udział w populacji firm podmiotów małych. Odsetek tych „w pełni cyfrowych” wzrasta do 16% w kohorcie firm dużych. Generalnie najpopularniejsze z technologii, sądząc po odsetku stosujących je firm, są technologie mobilne (34%), media społecznościowe (29%), chmury obliczeniowe (27%), najmniej zaś big data stosowana przez zaledwie 6% przedsiębiorstw.

W badaniu *Digitales Deutschland* (2016) przeprowadzonym przez Egon Zehnder, ankietowani prezesi i członkowie zarządów największych 78 niemieckich firm nazywają cyfrową rewolucję: „stale przenikającym, wdzierającym się trendem” (*Der digitale Wandel ist demnach eine „laufende einschneidende Veränderung“*). Oceniali oni dystans między tym, „co jest” a co „powinno być” i jak wyglądają w danej kwestii ich najważniejsi rywale. Największe luki między rzeczywistością a stanem pożądanym zidentyfikowano dla kompetencji współpracowników, kultury i struktury przedsiębiorstwa. Badania wykazały, że mierząc na skali od 0 (słabo) do 100 (bardzo dobrze), firmy są średnio przygotowane na transformację cyfrową (53). Stan pożądaný oceniono na 80, a więc lukę określić można na poziomie 27, co sugeruje istotną potrzebę poprawy. Co ciekawe, pytani uważają się za lepiej przygotowanych na tę transformację od głównych konkurentów. W ankietach uwzględniono sześć wymiarów: monitorowanie konkurencji i kooperacja, współpracownicy/personel, kultura przedsiębiorstwa, organizacja i odpowiedzialność, lidera i styl kierowania. 57% spośród badanych ma już strategię transformacji, a tylko 7% jeszcze taką nie dysponuje. Transformacja ta to z pewnością zadanie dla kierownictwa, jak sugeruje 2/3 badanych. Za jedną z głównych barier hamujących wprowadzanie cyfrowych rozwiązań uznano niejasne oraz nieadekwatne kompetencje i zakres odpowiedzialności, a także wewnętrzne procesy w firmie. Głównym powodem zaangażowania się w transformację cyfrową jest natomiast potrzeba zabezpieczenia bytu firmy w przyszłości (warunek konieczny dalszej egzystencji). Połowa badanych uważa, że dysponuje niezbędną wiedzą i umiejętnościami, aby przeprowadzić tę transformację.

## Przemysł czwartej generacji w Polsce

Według danych Ambasady RFN w Polsce, w 2014 roku udział Niemiec w polskim eksporcie ogółem przekroczył 26%. Będąc największym partnerem handlowym w EŚW, Polska zajmowała w 2014 roku ósme miejsce w niemieckiej statystyce handlu zagranicznego, przed Szwajcarią, Belgią i Rosją. Zmiany w Niemczech muszą mieć zatem oczywiste reperkusje dla gospodarki polskiej. Polskie przedsiębiorstwa, pod kątem wdrażania przemysłu czwartej generacji, zbadała firma Boston Consulting Group w raporcie pt. *Przemysł 4.0 PL. Szansa czy zagrożenie dla rozwoju innowacyjnej gospodarki* (Owerczuk 2016). Zanalizowano wykorzystanie m.in. drukarek 3D, przemysłowego Internetu rzeczy czy zaawansowanej analityki danych, a więc technologii, które już rewolucjonizują przemysł, m.in. w Niemczech i USA, a w przyszłości mają stanowić istotną przewagę konkurencyjną. Obok wielu szans, które niesie ta rewolucja, stwarza ona także liczne zagrożenia, a realizacja potencjalnych korzyści uzależniona jest od spełnienia szeregu warunków. Jednymi z największych wyzwań w tym obszarze dla Polski stają się brak wykwalifikowanej kadry oraz trudniejszy dostęp do kapitału. Dotychczasowe atuty Polski, a więc przewaga niskich kosztów i centralna lokalizacja w Europie wyczerpują się. W realiach przemysłu 4.0 firmy decydują się przenieść swoje zakłady produkcyjne ignorując aspekt kosztowy. Rola administracji państwowej w kreowaniu właściwych warunków dla rozwoju przemysłu jest zatem nie do przecenienia.

W raporcie pt. *Cyfrowa Polska* opracowanym przez firmę McKinsey (2016), wskazano na znacząco niższy stopień cyfryzacji Polski w relacji do Stanów Zjednoczonych i Europy Zachodniej. „Indeks cyfryzacji” Polski jest o 34% niższy niż Europy Zachodniej. Dodatkowo w tym samym badaniu 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 przeprowadzanych przez ASTOR (2015), wynika, że tylko 15% fabryk jest w pełni zautomatyzowanych, a aż 76% wskazuje na częściową automatyzację. Co więcej, według Międzynarodowej Federacji Robotyki (IFR 2015) gęstość robotyzacji w Polsce, która wynosiła w 2013 roku 19 – jest prawie 15 razy mniejsza niż w Niemczech (292) i 4 razy mniejsza od średniej w krajach europejskich (82)<sup>6</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 wyzwania trzeciej rewolucji przemysłowej. Powodów jest wiele, m.in. późne otwarcie na zachodnie technologie (dopiero po 1989 roku), niskie koszty pracy, brak dostępu do odpowiedniego kapitału, brak wyspecjalizowanej kadry inżynierskiej czy koncentracja na obszarach

<sup>6</sup> Gęstość robotyzacji oznacza liczbę robotów przemysłowych na 10 000 pracowników (przyp. autorów).

marketingu i sprzedaży w celu budowania pozycji rynkowej (Gracel 2016). Polski przemysł na aktualnym etapie rozwoju wymaga przede wszystkim zbudowania silnej infrastruktury w obszarze automatyzacji i informatyzacji, która będzie służyła jako fundament do inwestycji w bardziej inteligentne technologie. Wymaga też dużych inwestycji w obszarze przygotowania menadżerów i inżynierów do aplikacji tych technologii. Według danych GUS opublikowanych w 2016 roku, do najsłabiej z informatyzowanych sektorów należą przemysł i handel. Generalnie poziom informatyzacji jest o połowę mniejszy niż wynosi średnia unijna, a polskie firmy plasują się w tej kategorii na jednym z ostatnich miejsc w Europie, między innymi za Słowacją, Bułgarią czy Czechami. To może bardzo negatywnie odbić się na konkurencyjności polskich przedsiębiorstw. Już teraz muszą one zabiegać o tego samego klienta rywalizując z zachodnimi, dobrze z informatyzowanymi podmiotami. Bez wsparcia rozwiązań IT, nie będą w stanie równie szybko identyfikować rynkowych szans i zagrożeń i optymalizować działalności<sup>7</sup>. Oczywiście sytuacja jest różna w zależności od sektora, przy czym za najlepiej z informatyzowane uznaje się firmy telekomunikacyjne i z branży medialnej (ok. 66% z nich wdrożyło system wspierający zarządzanie). Jednak inaczej wygląda sytuacja w handlu i przemyśle. Oprogramowanie ERP posiada nieco ponad 34% firm z branży handlu i napraw oraz niecałe 34% firm produkcyjnych. Braki w tym zakresie implikują trudności w optymalizowaniu produkcji, logistyki czy finansów i nie sprzyjają elastycznemu reagowaniu na zmieniające się warunki ekonomiczne. Dodatkowym czynnikiem, który może spowalniać pełną cyfryzację jest sposób pozyskiwania danych z procesów produkcyjnych. Z badań ASTOR wynika, że w prawie 60% firm produkcyjnych dane są wprowadzane do systemów IT w sposób ręczny, automatycznie zaledwie w 36% z nich.

Polska wdrożyła z opóźnieniem poprzednie rewolucje przemysłowe – mechanizację, elektryfikację i automatyzację. Nieefektywne albo zbyt późne włączenie się w czwartą rewolucję przemysłową w dłuższej perspektywie wiąże się z ryzykiem błędnego koła i grozi „spiralą marginalizacji”. Wczesna reakcja i proaktywne dostosowywanie się do ogólnoświatowych tendencji wydają się niezbędne. 52% wartości dodanej brutto w produkcji przemysłowej w Polsce jest wytwarzane przez pięć sektorów (produkcja artykułów spożywczych, wyrobów metalowych, pojazdów silnikowych, wyrobów z gumy i tworzyw sztucznych i mebli) (Owerczuk 2016). Tych pięć branż wymaga szczególnej uwagi, także ze względu na fakt zatrudniania 51% pracowników produkcji przemysłowej. Rozwój *Industry 4.0* w krajach rozwiniętych może prowadzić do pewnej powrotnej relokacji części produkcji także ze względu na erozję, np. w Polsce istotnej przewagi kosztów pracy. W celu oszacowania potencjału naszego kraju do wdrażania przemysłu 4.0, Polski oddział BCG przeprowadził

<sup>7</sup> Cytowane w mediach wypowiedzi przedstawicieli między innymi: Asseco Poland, Oracle Polska, Siemens.

badania wśród menadżerów z kilkudziesięciu firm i poprosił o opinię studentów najlepszych polskich i zagranicznych uczelni technicznych. Obraz, jaki wyłania się z badań nie jest jednoznaczny, bowiem choć są w Polsce firmy, które zaliczają się już do grona globalnych liderów, to zdecydowana większość krajowych przedsiębiorstw wciąż traktuje czwartą rewolucję przemysłową z bardzo dużą z rezerwą (Owerczuk 2016). Dzieje się tak głównie za sprawą niskich kosztów pracy, które wręcz demobilizują do wprowadzania zmian oraz ograniczonych możliwości inwestycyjnych, zwłaszcza dla firm z sektora MŚP. Nie zachęca też brak widocznych sukcesów, które stałyby się dobrym przykładem do naśladowania i sugerowałyby zasadność transformacji w kierunku *Industry 4.0*.

Badania BCG wykazują, duży dystans do firm z Niemiec i USA, szczególnie we wdrożeniu rozwiązań hardwareowych. 1% udzielających odpowiedzi menadżerów w Polsce uważa co prawda, że przemysł 4.0 jest istotny dla ich firmy, ale według 5% z nich, nie wywrze żadnego wpływu w przyszłości. Analiza rynku rozwiązań przemysłu 4.0 w obszarach analityki i przetwarzania informacji wskazuje, że jego głębokość w Polsce oceniana jest na zaledwie 5% głębokości rynku niemieckiego (Choroś 2016). Między krajami dostrzec można istotne różnice w stopniu wdrożenia rozwiązań przemysłu 4.0. Są one wynikiem różnic w strukturze przemysłu, stopniu świadomości menadżerów i awersji do ryzyka. Dysproporcje mają też swoje źródło w niższej opłacalności tych rozwiązań dla polskich firm, między innymi z powodu nadal znacznie niższych – nie stymulujących do zmian – kosztów pracy. Są jednak firmy bardzo zaawansowane we wdrażaniu przemysłu 4.0. Według BCG, 65% polskich firm (podobnie jak w Niemczech) już wdrożyło lub ma zamiar przeprowadzić integrację softwareową. Polska jest natomiast zdecydowanie mniej zaawansowana pod względem stosowania autonomicznych robotów. Wdrożyło je w Polsce około 26% przedsiębiorstw, w Niemczech dwa razy tyle – ok. 53%. Jednocześnie 30% menadżerów polskich firm nie jest w stanie określić, jaki procent przychodów ich firmy przeznaczają rocznie na rozwiązania przemysłu 4.0. Aż 34% firm wydaje na ten cel tylko do 1% przychodów. Nadal 78% ankietowanych uważa wzrost produktywności przez redukcję kosztów za cel nadrzędny. Nieco ponad połowa badanych upatruje natomiast w przemyśle 4.0 szans na wzrost przychodów. Znaczny odsetek, bo ponad 61% menadżerów polskich firm, za zasadnicze wyzwanie uznaje wysokie potrzeby inwestycyjne przemysłu 4.0 i to w tym obszarze dysproporcje między Polską a Niemcami i USA są szczególnie wyraźne.

Według *Federation of Robotics*, do 2018 roku pracę podejmie około 1,3 mln robotów przemysłowych. Oznacza to, że koszty pracy stracą na znaczeniu jako czynnik decyzji inwestycyjnych, a Niemcy i inne kraje najbardziej rozwinięte na nowo staną się atrakcyjne dla inwestycji w produkcję (Godlewski 2016).

## Diagnoza warunków do polsko-niemieckiej współpracy w ramach przemysłu 4.0. Wnioski

Z naszego rozeznania wynika, że kwestie czwartej rewolucji przemysłowej raczej nie znalazły dotąd w Polsce szerszego zainteresowania w kręgach biznesowo-przemysłowych czy akademickich, zwłaszcza w ujęciu ponadgranicznym, w ramach międzynarodowych stosunków gospodarczych. Niniejsza praca może stanowić zatem drobny wkład do badań nad przemysłem 4.0 w Polsce zwłaszcza w kontekście wymiany z zagranicą. Należy przypuszczać, że rewolucja przemysłowa zaważy na miejscu i znaczeniu Polski w międzynarodowych sieciach produkcji i łańcuchach wartości dodanej (Chrzanowski 2016). Może jeszcze powiększyć już zdiagnozowany dość znaczny udział wartości importowanej – niemieckiej – w późniejszym polskim eksporcie (Wyżnikiewicz 2015).

Przyjmując, że pewna komplementarność jest warunkiem *sine qua non* dla utrzymania intensywnych relacji wymiany gospodarczej między krajami w kontekście *Industry 4.0*, szczególnej uwagi wymaga analiza poziomu dopasowania partnerów – różnic/podobieństw między nimi. Brak ogólnodostępnych danych *stricte* dedykowanych przemysłowi czwartej generacji, umożliwiających porównania międzynarodowe, będzie czynił koniecznym posiłkowanie się statystykami, które mogą przybliżyć tę gotowość.

Polska wydaje się posiadać olbrzymi potencjał na zbudowanie gospodarki opartej na przemyśle 4.0. Niewątpliwym atutem są młode, dobrze wykształcone i kreatywne kadry. Mądra specjalizacja regionów (*smart specialisation*) mogłaby przyczynić się do ich reindustrializacji i poprawy pozycji konkurencyjnej polskiego przemysłu. Konieczne jest też zrozumienie wpływu przemysłu 4.0 na polskie firmy przez ich menadżerów. Szczególnie, że według McKinsey (2016), jednym z wyzwań Polski jest zatrzymanie odpływu wykształconych pracowników za granicę. Ważną rolę w tym kontekście mogłyby odegrać platformy skupiające interesariuszy – uczestników przemysłu 4.0. Dla MSP ważnym argumentem za inwestycjami w obszarze przemysłu 4.0 mogłoby być zaangażowanie lidera, np. narodowego czempiona, który z sukcesem wdrożył już pewne rozwiązania i czerpie z nich korzyści (Owerczuk 2016). Tymczasem, jak wynika choćby z badań ASTOR (2015), większość firm przyznaje, że nadal znajduje się w trakcie trzeciej rewolucji przemysłowej.

Na podstawie przeglądu wybranych koncepcji teoretycznych z zakresu międzynarodowych stosunków gospodarczych i biznesu międzynarodowego oraz odwołując się do zastanego piśmiennictwa w zakresie czwartej rewolucji przemysłowej możemy wysunąć hipotezę stwierdzającą, że polskim firmom przemysłowym może w perspektywie średnioterminowej grozić utrata konkurencyjności w międzynarodowym łańcuchu dostaw, wynikająca z niezdolności do sprostania wymogom transformacji w kierunku przemysłu czwartej generacji. Z jednej strony, polskie przedsiębiorstwa są nieświadome nadchodzących zmian technologicznych, z drugiej strony – nie rozumieją, że w sytuacji, gdy

zagraniczni partnerzy wdrożą te rozwiązania, dzięki wyższej efektywności będą w stanie skutecznie przejmować część produkcji od poddostawców. Kolejnym obszarem odróżniającym firmy polskie od zagranicznych jest niska świadomość dotycząca ochrony własności intelektualnej, która jest często zaniedbywana i ułatwia *de facto* bezkarne kopiowanie cudzych rozwiązań. Rola m.in. wskazanych powyżej czynników powinna zostać zbadana, jako że mogą one wpływać na utratę konkurencyjności, a w rezultacie na utratę stabilności biznesowej firm z polskim kapitałem.

Twórcza destrukcja niezbędna dla przekucia czwartej rewolucji na wymierny wzrost i rozwój gospodarczy możliwa będzie pod warunkiem spełnienia pewnych wymagań (Elstner 2016). Ważną rolę, nie wiodącą, lecz pomocniczą, stwarzającą odpowiednie ramy, ma do odegrania polityka gospodarcza. Biorąc pod uwagę przygotowanie rynku pracy, wyniki w zakresie stosowania technologii IT, czy wreszcie ograniczenia finansowe doświadczane przez wiele firm, osiągnięcie korzyści z przełomu, jaki cyfrowa rewolucja wprowadza, uzależnione będzie na pewno od właściwie poprowadzonej polityki.

## Bibliografia

- Alcácer J., Cantwell J., Piscitello (2016), *Internationalization in the information age: A new era for places, firms, and international business networks?*, "Journal of International Business Studies", No. 47.
- ASTOR (2015), *W jakie technologie inwestują firmy produkcyjne?* (raport), ASTOR.
- Brandt M. (2016), *Automatisierung bedroht Millionen Arbeitsplätze*, <http://ap-verlag.de/automatisierung-bedroht-millionen-arbeitsplaetze/23457/> [dostęp: 15.08.2016].
- Choroś P., Owerczuk M. (2016), *Przemysł 4.0 PL, Szansa czy zagrożenie dla rozwoju innowacyjnej gospodarki?*, Boston Consulting Group, Warszawa.
- Chrzanowski A., Głażewska I. (2016), *Wpływ rewolucji technologicznej na ewolucję strategicznych paradygmatów zarządzania przedsiębiorstwem*, „Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula”, nr 2(48).
- Cieślak A. (2000), *Nowa teoria handlu zagranicznego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- BDI (2016), *Das Modell Deutschland zukunftsfähig Machen*, <http://bdi.eu/artikel/news/das-modell-deutschland-zukunftsfahig-machen/> [dostęp: 15.08.2016].
- Deutschland liegt bei Industrie 4.0 vorn, Kopf-an-Kopf-Rennen um die digitale Vorherrschaft* (2016), <http://www.handelsblatt.com/technik/hannovermesse/deutschland-liegt-bei-industrie-4-0-vorn-kopf-an-kopf-rennen-um-die-digitale-vorherrschaft/13469098.html> [dostęp: 15.07.2016].
- Dyer J.H., Sigh H. (1998), *Relational view cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage*, "Academy of Management Review", No. 23/4.
- Elstner S., Schmidt Ch.M., Feld L.P. (2016), *Arbeitspapier zum digitalen Wandel, Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel*, Sachverstaendigenrat-Wirtschaft.



- Godlewski A. (2016), *Rewolucja przemysłowa 4.0 po niemiecku*, <https://www.obserwatorfinansowy.pl/tematyka/makroekonomia/rewolucja-przemyslowa-niemcy-produkcja/> [dostęp: 15.07.2016].
- Gracel J. (2016), *Czwarta rewolucja przemysłowa – zmiana już tu jest*, „Biznes i Produkcja”, nr 14.
- Hermann M., Pentek T. (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*. Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau, “Working Paper”, No. 01.
- Industrie 4.0, Trumpf will Werke in fünf Jahren digitalisieren* (2016), <http://www.handelsblatt.com/technik/hannovermesse/industrie-4-0-trumpf-will-werke-in-fuenf-jahren-digitalisieren/13470470.html> [dostęp: 19.04.2016].
- IFR (International Federation of Robotics) (2015), *World Robotics 2015* (report), IFR, Frankfurt.
- Kotler Ph., Keller K. (2009), *The Marketing Management*, 13th edition, Pearson Education Limited.
- Kozielski R. (2012), *Biznes nowych możliwości. Czterolistna koniczyna, nowy paradygmat biznesu*, Wolters Kluwer Polska, Warszawa.
- Maślanek J. (2014), *Przemysł 4.0 – rewolucja czy ewolucja?*, <http://www.wnp.pl/artykuly/przemysl-4-0-rewolucja-czy-ewolucja,236764.html> [dostęp: 15.03.2016].
- McKinsey (2016), *Cyfrowa Polska* (raport), McKinsey, Warszawa.
- Micklethwait J., Wooldridge A. (2015), *The Global Race to Reinvent the State*, Penguin Press, London.
- Morikawa M. (2016), *Artificial intelligence and employment*, <http://voxeu.org> [dostęp: 07.06.2016].
- Owerczuk M. (2016), *Technologia zmieni przemysł*, <http://www.rp.pl/Biznes/306239-841-Michal-Owerczuk-Boston-Consulting-Group-Technologia-zmieni-przemysl.html> [dostęp: 15.06.2016].
- Petters B. (2016), *Kapitalstarke Unternehmen innovieren erfolgreicher und steigern ihren Wert beachtlich*, <https://www.iwkoeln.de/presse/gastbeitraege/beitrag/hanspeter-kloes-in-der-ihk-zeitschrift-arbeiten-in-der-digitalen-welt-261424> [dostęp: 07.06.2016].
- Porter M. (1979), *How Competitive Forces Shape Strategy*, “Harvard Business Review”.
- Porter M. (1985), *The Competitive Advantage*, The Free Press, London.
- Porter M. (1990), *The competitive advantage of nations*, Macmillan, London.
- Roland Berger (2016), *The Industrie 4.0 transition quantified. How the fourth industrial revolution is reshuffling the economic, social and industrial model*, Roland Berger, Monachium.
- Schwab K. (2016), *The Fourth Industrial Revolution*, The World Economic Forum, Cologny.
- Światowiec-Szczepańska J. (2012), *Renta ekonomiczna a przewaga konkurencyjna przedsiębiorstwa*, „Ekonomista”, nr 2.
- Wyżnikiewicz B. (red.) (2015), *Współpraca gospodarcza Polska – Niemcy*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową we współpracy z Fundacją Konrada Adenauera, Warszawa.

# The Fourth-Generation Industry (Industry 4.0) – Challenges to Research in the International Context

## Summary

An aim of the article is to propose the theoretically founded conceptual framework for surveying the fourth industrial revolution's impact on firms' competitiveness in the international context.

In their research, the authors used the qualitative descriptive method referring to a critical analysis of national and foreign studies in the field of the fourth industrial revolution and they carried out a concise overview of the selected theoretical approaches as regards international competitiveness from the angle of their usefulness in surveying cooperation between foreign partners operating within the realm of Industry 4.0.

The core result of the analysis is:

- bringing closer the up-to-date though scientifically poorly recognised subject matter of the fourth generation industry;
- based on the example of Polish-German relations, identification of the challenges to the international cooperation by reason of the changes occurring within the fourth industrial revolution. So far, there has not been undertaken in the Polish scientific literature an analysis of this process in the international context. In their article, the authors preliminarily characterised, besides the description of the specificity of Industry 4.0, emphasising the entailed benefits and threats, also the state of advancement in implementation of solutions of the fourth generation of industrial revolution in Poland and Germany.

The presented issues, by reason of their topicality and development dynamics as well as very poor recognition on the scientific grounds, require in-depth research. The achieved conclusions are of the practical importance as they allow identification and evaluation of the opportunities and threats to crossborder cooperation entailed by Industry 4.0.

The undertaking of a new, poorly recognised, though dynamically developing and giving birth to various consequences topic, allows indicating possible social consequences, being a base for a more adequate socioeconomic policy.

**Key words:** Industry 4.0, competitiveness, value-added chain, Poland, Germany.

**JEL codes:** F2, F6, L1, O14, O3, O52

Artykuł nadesłany do redakcji we wrześniu 2016 roku.

© All rights reserved

Afiliacje:

dr hab. Marta Götz

Akademia Finansów i Bankowości Vistula

Wydział Biznesu i Stosunków Międzynarodowych

ul. Stokłosa 3

02-787 Warszawa

tel.: 22 457 23 00

e-mail: [m.gotz@vistula.edu.pl](mailto:m.gotz@vistula.edu.pl)

mgr inż. Jarosław Gracel

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

Katedra Automatyki i Inżynierii Biomedycznej

Al. Mickiewicza 30

30-059 Kraków

tel.: 12 634 15 68

e-mail: [gracel@agh.edu.pl](mailto:gracel@agh.edu.pl)