

MARTA GÖTZ*

Przemysł czwartej generacji (przemysł 4.0) a międzynarodowa współpraca gospodarcza

Wprowadzenie

Przemysł czwartej generacji, przemysł 4.0 (*Industry 4.0*) czy czwarta rewolucja przemysłowa to pokrewne pojęcia utożsamiające ucyfrowienie i usieciowienie produkcji oraz odpowiednią transformację modeli i strategii biznesowych¹. Zmianom tym poświęcono doroczne spotkanie światowej finansjery i polityki w Davos w 2016 r. (Schwab 2016). Zebrani dyskutowali nie tyle nad kwestiami natury technicznej, ile nad konsekwencjami, które niesie to dla gospodarek, rządów i społeczeństw. Technologie cyfrowe rozpowszechniają się wprawdzie szybko, ale korzyści z cyfryzacji w postaci wzrostu gospodarczego, rozwoju rynków pracy i usług pozostają w tyle. Globalne przepływy informacji kreuja obecnie większą wartość niż tradycyjny handel dobrami (Manyika i in. 2016). Nie należy zatem skupiać się na malejących strumieniach kapitału czy stagnacji handlu jako dowodach na odwrót od globalizacji. Raczej należy uznać, że wchodzi ona w nową fazę, zdefiniowaną przez masowe przepływy informacji.

Imponującą rolę odgrywa w tym procesie galopujący wręcz (od 2005 r. ponad 45-krotny) rozwój niezbędnej infrastruktury – sieci szerokopasmowych umożliwiających sprawny przesył danych. Jednocześnie rozprzestrzenianie się globalnych sieci produkcji i łańcuchów wartości dodanej sprawia, że dane dotyczące eksportu czy udziału w rynku wydają się coraz słabiej oddawać faktyczną rolę danego kraju na arenie międzynarodowej (Benkovskis, Woerz 2016). Czyni to koniecznym modyfikowanie tradycyjnych mierników konkurencyjności. Zmiany w udziałach w rynku mogą przykładowo wynikać z przesunięć w łańcuchu produkcji (większy udział wkładu krajowego w eksporcie dóbr finalnych lub większy udział w globalnych sieciach produkcji), zmian cen czynników produkcji; deter-

* Dr hab. Marta Götz, prof. – Akademia Finansów i Biznesu Vistula w Warszawie; e-mail: m.gotz@vistula.edu.pl

¹ Dziękuję dwóm anonimowym Recenzentom za cenne uwagi i komentarze, które pozwoliły mi udoskonalić ten tekst.

minant niecenowych (jakość, upodobania konsumentów) i innych uwarunkowań (np. zmiany w zakresie konkurencji, ekspansja na nowe rynki). Współczesne systemy produkcji międzynarodowej wyznacza nie tylko daleko posunięta fragmentacja łańcucha wartości dodanej i rozdystrybuowanie kolejnych etapów wytwarzania w różnych miejscach, ale także wysoki udział usług w procesach produkcyjnych i zanikanie prostego podziału na eksporterów i firmy obsługujące rynek krajowy (Rubínová, Dhyne 2016). Taka dychotomia traci na aktualności, a stopień udziału podmiotów w internacjonalizacji w zasadzie przestaje być wartością dyskretną, a staje się ciągłą. Tym samym konstelacja firm umiędzynarodowionych to zarówno „kilku szczęśliwców” (*happy few*), jak i mniej spektakularni, ale także ważni gracze, pośrednio zaangażowani w eksport czy zagraniczne inwestycje.

Przemysł czwartej generacji można interpretować jako proces hybrydyzacji – jako fuzję usług i produktów, i indywidualizację produkcji (nawet masowej) poprzez zintegrowanie oczekiwań klienta-odbiorcy z ofertą producenta (Bendel 2016). Korzyści płynące z większej ergonomii (funkcjonalności, poręczności), możliwości szybkiej reakcji i dostosowania produktów do dynamicznie zmieniających się i różnorodnych potrzeb czy bardziej wydajnego zużycia surowców należy jednak zestawiać z potencjalnymi zagrożeniami, takimi jak wysoka złożoność i stopień skomplikowania systemów podatnych na usterki.

Niniejszy artykuł ma charakter eksploracyjny. Jego celem jest przybliżenie specyfiki słabo nadal rozpoznanego przemysłu czwartej generacji na podstawie przeglądu literaturowego w kontekście międzynarodowych relacji gospodarczych. W pierwszej części artykuł systematyzuje najważniejsze definicje przemysłu 4.0 i uzasadnia traktowanie tej zmiany jako efektu polityki przemysłowej. Następnie proponuje wybrane koncepcje teoretyczne jako możliwe ramy dla badania tego zjawiska w ramach międzynarodowych stosunków gospodarczych. W kolejnej części identyfikuje główne wyzwania związane z transformacją cyfrową, a na koniec stara się ustalić kluczowe warunki gwarantujące powodzenie współpracy międzynarodowej w czasach czwartej rewolucji przemysłowej.

1. Przemysł 4.0 – technologia i polityka

Przemysł czwartej generacji wiąże się z ucyfrowieniem, usieciowieniem łańcuchów wartości dodanej i w ujęciu technicznym opiera się na czterech filarach (Hermann i in. 2015; Elstner i in. 2016). Pierwszy z elementów konstytuujących przemysł 4.0 – systemy cyber-fizyczne (CPS) – utożsamiają fuzję świata fizycznego i wirtualnego i wiążą się z technologią RFID. Wbudowane komputery i sieci monitorują i kontrolują procesy fizyczne zazwyczaj w zwrotnej pętli, w której procesy fizyczne wpływają na komputerowe i *vice versa* (Lee 2008). Drugi z elementów – Internet rzeczy – definiowany jest jako rzeczy i obiekty takie jak RFID, sensory, urządzenia uruchamiające czy telefony komórkowe, które poprzez unikalny system/schemat adresowania wchodzą ze sobą w interakcje i współpracują z sąsiednimi inteligent-

nymi komponentami dla osiągnięcia wspólnego celu (*The Internet Things* 2010). Inteligentne domy czy fabryki stanowią przykłady zastosowania Internetu rzeczy. Trzeci z komponentów przemysłu czwartej generacji – Internet usług – umożliwia zaferowanie usług za pośrednictwem Internetu. Składają się na niego uczestnicy, adekwatna infrastruktura, modele biznesowe i same usługi będące przedmiotem świadczenia. Internet usług wiąże się z modułarnymi stacjami produkcyjnymi, które mogą być elastycznie modyfikowane i rozszerzane. Usługi są oferowane i łączone w usługi wartości dodanej przez różnych dostawców, następnie komunikowane użytkownikom i konsumentom i dostępne dla nich za pośrednictwem różnorodnych kanałów (Buxmann i in. 2009). Ostatni z elementów przemysłu czwartej generacji, czyli inteligentna fabryka, pomaga pracownikom i maszynom w przeprowadzaniu powierzonych im zadań. Biorąc pod uwagę wymienione wcześniej komponenty, inteligentne fabryki można traktować jako miejsca, w których systemy cyber-fizyczne komunikują się za pośrednictwem Internetu rzeczy i wspomagają pracowników i urządzenia w ich działaniach. Dają one możliwość produkowania pojedynczych towarów zgodnie z indywidualnymi potrzebami klienta (*Eksperci* 2016). Łatwa staje się adaptacja do zmian i reagowanie na sytuacje awaryjne, poprawia się efektywność wykorzystania zasobów i energii, budowane są nowe modele współpracy z partnerami i rozszerzany jest proces produkcyjny na dostawców i odbiorców, możliwe staje się efektywne współdzielenie wiedzy i kompetencji pracowników. Ostatecznie korzyści materializują się poprzez nowe inteligentne produkty czy usługi i nowe, bardziej wydajne procesy.

Przemysł czwartej generacji obejmuje całość łańcucha wartości dodanej począwszy od etapu projektowania i badań poprzez samą produkcję, zarządzanie i logistykę, a skończywszy na dystrybucji dóbr finalnych. W związku z tym wymaga nowych modeli i strategii biznesowych (Prause 2015). Oznacza integrację wszystkich obszarów przemysłu z wykorzystaniem informatyki². Implikuje też nowy model współpracy i łańcuch wartości dodanej, rozszerzony o partnerów biznesowych i klientów, zgodnie z koncepcją „*connected enterprise*”, zakładającą współpracę praktycznie każdego z każdym (*Eksperci* 2016). W przypadku przemysłu czwartej generacji nie chodzi tylko o automatyzację, lecz całkowicie nowe podejście do produkcji wspartej technologią, która rozpocznie się dopiero po złożeniu bardzo spersonalizowanego zamówienia, umożliwiając masową produkcję indywidualną. Oznacza to w pełni zintegrowany proces produkcyjny, wirtualny projekt, elastyczne wytwarzanie małych serii, zautomatyzowaną logistykę i produkcję „uczącą się” i samoopimalizującą się (Owerczuk i in. 2016). Wykorzystuje się też tzw. „cyfrowego bliźniaka” (*digital twin*), który pozwala na wirtualne testowanie i optymalizację linii produkcyjnej i samego produktu. Wyróżnić można dziewięć rozwiązań technologicznych rewolucjonizujących produkcję przemysłową. Są to: autonomiczne roboty, symulacje, integracja pozioma i pionowa *software*, przemysłowy Internet rzeczy, cyberbezpieczeństwo, chmura obliczeniowa (rozproszone moce obliczeniowe), drukarki 3D, rozszerzona rzeczywistość i analityka (Owerczuk i in. 2016).

² <http://www.boschrexroth.com/pl/pl/trendy/przemysl-4-0/connected-industry-9>

Aby stawić czoło rosnącej konkurencji, przedsiębiorstwa produkcyjne zmuszone są do podejmowanie działalności usługowej, tj. poszerzania oferty produktowej o usługi (Aquilante i in. 2016). W odpowiedzi na rosnącą presję środowiska biznesowego, mimo różnic co do specyfiki branży, cyklu życia produktu czy struktury łańcucha wartości dodanej, firmy przemysłowe zaczynają wprowadzać do oferty usługi, traktując je jako czynnik poprawy przewagi konkurencyjnej. Coraz więcej z nich adaptuje modele typowe dla biznesu usługowego, co określa się jako *servinomics*, gdzie usługi rzutują silnie na produkcję podstawową i ofertę produktową. Wprowadzenie usług do oferty jest próbą dywersyfikacji działalności i poprawy odporności na cykliczne wahania koniunktury. Choć sama reorientacja wydaje się obiecująca, niesie ona wiele wyzwań i niewiadomych dla europejskich firm. Tzw. cyfrowy ekosystem stanowi nieodłączny aspekt debaty nad *servinomics*. Dostępne dane wskazują przy tym jednoznacznie, że środowisko to jest w USA znacznie bardziej korzystne niż w Europie (Aquilante i in. 2016). Rekomendacje w celu jego poprawy obejmują postulaty takie jak: wspieranie przedsiębiorczości, stymulowanie angażowania się w innowacyjne, bardziej ryzykowne działania, poprawę koordynacji między polityką innowacyjności i umiędzynarodowienia, sprzyjanie dzieleniu się wiedzą, budowę sieci cyfrowych, zapewnianie ich wydajności i niezawodności czy rozwój dostępności kapitału ryzyka i poprawę ogólnej dostępności kapitału dla firm – niezbędnego dla rozwoju cyfrowej infrastruktury.

Erozja klasycznych metod zapewnienia efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw przemysłowych wiązanych z obniżaniem kosztów sprawia, że największe potęgi gospodarcze wprowadzają inicjatywy gwarantujące ciągłą optymalizację funkcjonowania przedsiębiorstwa przemysłowego dzięki gromadzeniu i analizowaniu dużych zbiorów informacji w czasie rzeczywistym (*Eksperti 2016*). Przemysł czwartej generacji, wywodzący się z Niemiec, może być traktowany jako przykład pewnej polityki gospodarczej i przemysłowej (*Recommendations... 2013*). W realizacji postulatów tej rewolucji przemysłowej zaangażowany jest nie tylko sam przemysł, środowiska biznesowe, lecz także politycy. Platformy, grupy robocze, finansowanie projektów, organizacja debat, wymiana doświadczeń, opracowywanie wspólnych raportów czy liczne deklaracje polityków promujące działania i pomoc państwa w zakresie przemysłu 4.0 to najważniejsze przykłady inicjatyw ilustrujące, że rewolucja ta jest nie tylko oddolnym biznesowo-przemysłowym procesem. Do jej powodzenia konieczne jest spełnienie szeregu warunków, w tym zagwarantowanie przez państwo i jego administrację właściwych ram prowadzenia działalności biznesowej. Implementacja przemysłu 4.0 wymaga integracji więzi horyzontalnych i wertykalnych w ramach łańcuchów wartości dodanej i systemów produkcji. Konkluzje niemieckiej grupy roboczej ds. przemysłu 4.0 (*Recommendations... 2013*) wskazują na potrzebę działania w ośmiu obszarach:

1. Standaryzacja i architektura referencyjna – konieczne z racji integrowania w ramach łańcuchów i sieci wielu podmiotów. Zapewnienie jednolitego zestawu norm, wytycznych, standardów i ram odniesienia jest niezbędne dla powodzenia czwartej rewolucji przemysłowej.

2. Zarządzanie skomplikowanymi systemami – będzie wiązało się z planowaniem i opracowaniem modeli wyjaśniających procesy i jest niezbędne do nadzorowania kompleksowych procesów. Wymaga to z kolei metod, narzędzi do projektowania takich modeli, opracowania odpowiednich planów.
3. Odpowiednia infrastruktura – sieci szerokopasmowe i zapewnienie wysokiej jakości niezawodnych łączy – jest warunkiem dla wprowadzania rozwiązań przemysłu 4.0. Rozbudowa sieci szerokopasmowych jest kluczowa nie tylko na obszarze kraju macierzystego, lecz także pomiędzy krajami/partnerami.
4. Bezpieczeństwo – zarówno w rozumieniu odpowiedniej jakości i niezawodności produktów, jak i miejsca pracy, warunków pracy (*safety*), przesyłu danych oraz poufności informacji (*security*).
5. Organizacja i projektowanie pracy – zmianie ulegną zadania pracowników. Będą one ewaluować w stronę nadzoru w czasie rzeczywistym, koordynowania i oceny, nieraz asystowania urządzeniom. Większa odpowiedzialność wiązać się będzie ze wzrostem zaangażowania pracownika i wymogiem ustawicznego kształcenia.
6. Szkolenie i rozwój zawodowy – przemysł 4.0 wymusi zmiany w profilu pracowniczych kompetencji, takie jak ciągłe szkolenie, podnoszenie kwalifikacji, zdobywanie doświadczenia na stanowisku pracy.
7. Ramy regulacyjne – prawo powinno zostać zmodyfikowane w stopniu zapewniającym implementację rozwiązań przemysłu 4.0. Powinno uwzględniać sporne kwestie ochrony danych, odpowiedzialności prawnej czy restrykcji w handlu (z racji komponentów kryptograficznych wbudowanych w wiele urządzeń będących przedmiotem wymiany są one kwalifikowane jako *dual use goods*). Niezbędne dostosowania są też konieczne w obszarze biznesowym (wytyczne współpracy, wzory umów, porozumień czy audytu).
8. Efektywność zasobów – konieczność rzetelnej wyceny i zestawienia potencjalnych korzyści, jakie daje czwarta rewolucja przemysłowa z racji oszczędności materiałów, surowców i energii, z kosztami, jakie generuje z racji niezbędnych wydatków w nowe technologie, zaawansowane maszyny, fabryki itd.

Przemysł 4.0 sprzyja poprawie wydajności i redukcji kosztów. Skraca produkcję i fazy testowe. Umożliwia przedłużenie przydatności i żywotności produktów. Zapewnia elastyczną reakcję i „zastępowalność” wypadających elementów (dostawców) dzięki gęstej sieci powiązań. Pozwala na produkcję pojedynczych sztuk, nie ograniczając rentowności jedynie do masowej produkcji. Właśnie przemysł 4.0 ma być gwarancją zachowania konkurencyjności w krajach wysokich płac, starzejącego się społeczeństwa i oszczędności energetycznej, pozwalając na dostosowanie oferty do szybko zmieniających się potrzeb rynku i oczekiwań wysokiej jakości. Jednak nim rozwinię on pełne możliwości aplikacyjne i zacznie przynosić pozytywne skutki gospodarce, kluczowe będzie zapewnienie bezpieczeństwa sieci i jakości przesyłu danych. Sprawność połączeń internetowych prawdopodobnie przesądzi o powodzeniu idei *smart factories*. Koncepcja przemysłu czwartej generacji – lansując różnorodność działalności i wymagając wysokiej jakości sieci telekomunikacyjnych, rozwiniętej łączności – premiuje aglomeracje i duże miasta.

To one oferują korzyści urbanizacji i zapewniają odpowiednią infrastrukturę niezbędną dla rozwoju inteligentnych przedsiębiorstw.

W przyszłości produkcję przemysłową będą *de facto* realizować wzajemnie powiązane inteligentne systemy technologiczne. Przemysł 4.0 stanowi milowy krok w rozwoju gospodarki, a dla przedsiębiorstw oznacza zupełnie nowy model biznesowy. Implikuje też potrzebę zaprzęgnięcia nowych technologii dla zapewniania dóbr publicznych (Stephens 2015). Oznacza w zasadzie konieczność przededefiniowania i przeformułowania usług gwarantowanych przez państwo. Jednak istotne są nie tyle jego rozmiary (im mniej, tym lepiej), co potwierdza przykład państw skandynawskich, ile efektywność działań. Specyfiką obecnych czasów jest bowiem nie tyle problem rozrośniętego państwa (*supersized state*), ile rządów zbyt słabych by sprostać przetarasowaniom i przesunięciom sił w procesach globalizacji, które istotnie zmniejszyły zdolności i możliwości rządów krajów suwerennych do wypełniania przez nie tradycyjnie powierzonych im funkcji.

Podsumowując, przemysł 4.0 opisuje współcześnie wiele definicji obejmujących interdyscyplinarne technologie zapewniające cyfryzację i usieciowienie produkcji. Ta cyfrowa transformacja biznesu jest w wielu krajach traktowana jako strategia reindustrializacji. Stanowi przykład nowej polityki przemysłowej, jednocześnie istotnie modyfikując rolę i oczekiwania wobec państwa.

2. Ramy koncepcyjne dla badania przemysłu 4.0 z perspektywy międzynarodowej

Przegląd dostępnej literatury dedykowanej czwartej rewolucji przemysłowej pozwala skonstatować, że abstrahując od faktu dominacji publikacji z zakresu inżynierii, zarządzania biznesowego czy IT, opracowania te raczej pomijają międzynarodowy i teoretyczny aspekt tego procesu. W tej części pokrótce omówione zostaną wybrane ujęcia, które mogą być użyteczne dla analiz ponadgranicznego wymiaru przemysłu 4.0. Ramy do badania i wnioskowania na temat przemysłu czwartej generacji z perspektywy międzynarodowych stosunków gospodarczych mogą stanowić różne koncepcje.

Teoria zasobowa

Specjaliści z zakresu przemysłu czwartej generacji wskazują, że nie chodzi tu tylko o prostą aplikację nowoczesnych rozwiązań z zakresu IT – zwłaszcza tzw. *big data*³, które umożliwiłyby osiągnięcie operacyjnej przewagi konkurencyjnej, ale także ich zaprzęgnięcie, które pozwoliłoby na wypracowanie trwałej, długookresowej konkurencyjności firmy (Lambrecht, Tucker 2016). Ujęcie to odwołuje się do koncepcji konkurencyjności opartej na zasobach (*Resource Based View* – RBV), które są trudne do kopiowania, wartościowe, niepodlegające substytucji czy imi-

³ Big data to wielkie zbiory danych wyróżniające się dużą różnorodnością, dużą szybkością zmian i dużą pojemnością (*big velocity, big variety, big volume*).

tacji. Osiągnięcie trwałej, zrównoważonej przewagi konkurencyjnej w środowisku obfitości danych wymaga nie tyle prostego stosowania *big data*, ile wypracowania narzędzi i zdolności organizacyjnych, które zapewnią, że będzie można dostarczać klientom nowe wartości w sposób dotąd niemożliwy (Lambrecht, Tucker 2016). Za decydujące Lambrecht i Tucker uznają, po pierwsze, zapewnienie wykwalifikowanej i kreatywnej kadry, która będzie w stanie wydobyć z danych to, co rzeczywiście cenne, i zastosować odpowiednie algorytmy wnoszące nową wartość, a po drugie, wyprzedzanie i aktywne tworzenie potrzeb klientów, a nie tylko reagowanie na nie na podstawie historycznych zmian. Wydaje się, że warto do analiz wykorzystać także koncepcję zwinności (*agility*), która podkreśla potrzebę przyjmowania przez firmy odpowiednich postaw proaktywnych i elastycznych, które są kluczowe dla sprostania współczesnej konkurencji (Sajdak 2014).

Teoria przewagi konkurencyjnej

Ekspansja międzynarodowa przedsiębiorstw, 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 wymaga dysponowania rentą ekonomiczną, która wynika zarówno z pozycji zajmowanej na rynku (perspektywa strategizacji), jak i efektywności zasobów (perspektywa zasobowa); obie one tworzą przewagę konkurencyjną (Światowiec-Szczepeńska 2012). 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. Podejście zasobowe i pozycyjne są traktowane zatem jako komplementarne. Przedsiębiorstwa dostrzegają korzyści, jakie niesie połączenie unikalnych aktywów z pozycją zajmowaną na rynku, zwłaszcza w sieciach, a więc z relacjami z innymi podmiotami. Osiągana 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 poprzez współdziałanie partnerów (Dyer, Sigh 1998).

Podejście sieciowe

W ujęciu sieciowym (*network approach*) firma jest widziana jako fragment systemu składającego się z wielu aktorów, którzy na siebie wzajemnie wpływają. Przedsiębiorstwo jest elementem sieci, traktowanej jako trzecia możliwa forma koordynacji gospodarki – obok hierarchii i rynku (Knoke, Kukliński 1991; Thompson i in. 2008). Podejście sieciowe inkorporuje różne nurty (teorię zależności od zasobów, nową ekonomię instytucjonalną, teorię kosztów transakcyjnych) i zakłada, że wejście na nowy rynek wiąże się ze zbudowaniem na nim sieci powiązań (Pfeffer, Salancik 1978; Williamson 1975). Przyjmuje ono, że im więcej uczestników transakcji, tym większe są możliwe do osiągnięcia korzyści (Eltner i in. 2016). Podejście sieciowe akcentuje zasadność współpracy i korzyści wynikające z działania w ramach sieci (Ratajczak-Mrozek 2010).

Perspektywa łańcucha wartości dodanej i globalnych sieci produkcji

Specyfika współczesnych międzynarodowych relacji gospodarczych powoduje, że konieczny jest większy pluralizm badawczy – sięganie do różnych koncepcji, przekraczanie granic dyscyplin oraz łączenie zwłaszcza przedsiębiorczości międzynarodowej z geografiami ekonomiczną (Dohse i in. 2012; Awate i in. 2012; Pant, Ramachandran 2012). Dohse, Hassink i Klaerding proponują stosowanie koncepcji łańcucha wartości dodanej (*global value chain* – GVC) i globalnych sieci produkcji (*global production Network* – GPN) (Dohse i in. 2012). Takie podejścia lepiej oddają specyfikę działalności współczesnych przedsiębiorstw, a więc silną fragmentację, modularyzację procesów produkcji i ich różne geograficzne rozmieszczenie oraz fakt, że największą wartość dodaną tworzą pierwsze i ostatnie etapy działalności, co odzwierciedla tzw. uśmiechnięta krzywa (*similng curve*), oddająca szczególne znaczenie wstępnej fazy (*upstream*) – wiedzointensywnej i badań rozwojowych oraz ostatniej (*downstream*) – sprzedaży i marketingu (Mudambi 2008). Integrują elementy charakteryzujące przedsiębiorstwo, takie jak własność czy władza, z czynnikami regionalnymi, zwłaszcza lokalnie dostępną wiedzą, oferując w ten sposób sprzężenie strategiczne (*strategic coupling*) (Dicken 2004; Coe i in. 2004).

Globalne łańcuchy wartości dodanej (GVC) i ich spektakularny rozwój w minionych dziesięcioleciach opierają się na założeniu fragmentacji procesów produkcji. Kolejne etapy wytwarzania mogą odbywać się w odrębnych lokalizacjach. Rozwój łańcuchów niesie poważne konsekwencje nie tylko dla relacji ekonomicznych między krajami, lecz także dla rynków pracy i stanowi wyzwanie dla prowadzenia polityki gospodarczej (de Backer, Miroudot 2014).

GVC są immanentną cechą współczesnych relacji handlowych i inwestycyjnych. Dzięki nowym bazom danym i zmianie metodologii możliwe jest precyzyjne diagnozowanie pozycji kraju w handlu międzynarodowym. Nowe, dokładniejsze ujęcie pozwala wyodrębnić tzw. uczestnictwo wstecz i wprzód/w górę i w dół, a więc wagę krajowej i importowanej wartości dodanej w całkowitej wartości eksportu⁴. Organizacja produkcji wzdłuż łańcucha czy też sieci wartości dodanej sprawia, że dla określenia pozycji kraju w międzynarodowym podziale pracy kluczowe staje się określenie odległości do finalnego popytu (*upstreamness*); udziału zagranicznej wartości dodanej w eksporcie i krajowej produkcji w eksporcie na rynki trzecie oraz długości samego łańcucha. Doskonalenie w ramach łańcucha wartości dodanej (*upgrading*) wskazuje na specyfikę modernizacji i procesów doskonalenia w ramach łańcuchów wartości dodanej: oddolnie – na zasadzie polepszania i nowych rozwiązań oraz odgórnie – na zasadzie *governence*, jednocześnie stawiając pytanie o granicę firm, tj. o to, co konstytuuje przedsiębiorstwo (Humphrey, Schmitz 2002; Lee, Gere 2015; Éltető i in. 2016). Rewolucja przemysłowa zaważy na miejscu i znaczeniu poszczególnych gospodarek w międzynarodowych sieciach produkcji i łańcuchach wartości dodanej, prowadząc do wzrostu lub spadku udziału wartości importowanej w późniejszym eksporcie (Wyżnikiewicz 2015).

⁴ <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1761.en.pdf>

Rozważania nad teoretycznym umocowaniem międzynarodowego aspektu czwartej rewolucji przemysłowej można też umieścić w kontekście nurtu analiz konkurencji międzynarodowej, czyli ewolucji korporacji transnarodowych (KTN) i powstawania sieci biznesowych (Rosińska-Bukowska 2012). Zmiany obserwowane w gospodarce światowej powodują przeobrażenia i sprawiają, że współcześnie strategie konkurowania KTN można traktować jako postępujące przebudowywanie struktur organizacyjnych korporacji w procesach integracyjnych w kierunku globalnych sieci biznesowych i przejmowanie funkcji *orchestratorów*, z pozycją uzależnioną od umiejętności do generowania wartości dodanej.

Powyższy przegląd wybranych koncepcji teoretycznych z zakresu szeroko rozumianej internacjonalizacji przedsiębiorstw może stanowić wstępne ramy dla badania rozwoju przemysłu 4.0 z perspektywy międzynarodowych stosunków gospodarczych.

3. Wyzwania związane z przemysłem 4.0

Współcześnie przez pojęcie przemysłu (*industry*) rozumie się kombinację tradycyjnej produkcji przemysłowej (*manufacturing*) i usług (*services*). Nadzieję wiąże się z tzw. kluczowymi technologiami wspomagającymi (*key enabling Technologies* – KET), do których zalicza się nanotechnologię, biotechnologię, materiałoznawstwo, ICT, mikroelektronikę, a więc technologie umożliwiające modernizację polityki przemysłowej. Niepokój w UE wzbudza wyraźna luka innowacyjna w porównaniu z USA – tzw. dolina śmierci (*valley of death*) oznaczająca, że dobrym efektem w zakresie działalności B+R towarzyszą znacznie słabsze rezultaty w obszarze komercjalizacji efektów prac badawczo-rozwojowych.

Niemiecki przemysł 4.0 ma swoje odpowiedniki w innych krajach, choć to właśnie Niemcy uznaje się za pioniera tej transformacji. Takie odpowiedniki to: we Francji – *la nouvelle France industrielle*, w Wielkiej Brytanii – *the UK high-value manufacturing catapult*, w Holandii – *Dutch smart industry*, w Korei Południowej – *manufacturing innovation 3.0*, w Japonii – *revitlization/robotics strategy*, Belgii i Włoszech – *intelligent factories cluster*, Chinach – *made in China 2025 (The Industrie 4.0... 2016)*. Rosnąca powszechność i występowanie narodowych odmian przemysłu 4.0 z jednej strony można uznać za zjawisko korzystne, ogólnosiwiatowy trend proliferacji nowych rozwiązań, z drugiej jednak strony niesie to ryzyko tworzenia zorientowanych wewnętrznie, niekompatybilnych silosów krajowych, na swój sposób definiujących i budujących przemysł czwartej generacji.

Przemysł czwartej generacji oznacza nowe możliwości tworzenia wartości, nowe rodzaje usług (zwłaszcza w dole łańcucha – tzw. *downstream services*), co może być szansą dla firm mniejszych, w tym przedsiębiorstw typu *start-up*. Implikuje transformację łańcucha wartości dodanej i powstanie nowych modeli biznesowych (*Recommendations... 2013*).

Analizy wskazują, że w okresie 2000–2014 w przemyśle wydobywczym, użyteczności publicznej i produkcji przemysłowej Niemcy, m.in. dzięki postępowi w auto-

matyzacji, były w stanie poprawić zarówno zyskowność produkcji (wyższa marża), jak i wydajność zastosowanego kapitału (*The Industrie 4.0...* 2016).

Dla pracowników czwarta rewolucja przemysłowa to bez względu na kwalifikacje konieczność ciągłego ustawicznego dokształcania i poczucie permanentnej niestabilności. Eksperti mówią o społeczeństwie klepsydry (*hourglass society*), w którym klasa średnia jest najbardziej zagrożona i zanika. Relacje gospodarcze między krajami i miejsca, jakie zajmują one w globalnych łańcuchach produkcji, sprawiają, że można do nich zastosować analogię klepsydry i za najbardziej narażone na straty z powodu czwartej rewolucji przemysłowej uznać te znajdujące się w środku – nie najtańsze, ale też niebędące liderami nowych rozwiązań. Proces „wydrążania” (*hollowing out*) grozi zatem nie tylko klasie średniej w każdym ze społeczeństw, ale także poszczególnym gospodarkom w zależności od ich miejsca w łańcuchach wartości dodanej i globalnych sieciach produkcji.

Rynki pracy w warunkach czwartej rewolucji przemysłowej będą charakteryzować się masowym bezrobociem w pewnych kategoriach zawodów i permanentnymi niedoborami pracowników wykwalifikowanych w innych. Konsekwencje polityczne i społeczne takiego stanu są oczywistym wyzwaniem. Stąd konieczność wynalezienia systemowego i zrównoważonego modelu neutralizującego polaryzację rynków pracy i zanikanie zapotrzebowania na klasę średnią (Elstner i in. 2016).

Dlatego idea tzw. minimalnego powszechnego wynagrodzenia czy też gwarantowanego dochodu podstawowego (*Bedingungslose Grundeinkommen/universal basic income*) przeżywa swój renesans. Ma zagorzałych przeciwników, jak i zwolenników. Wobec nieuniknionych zmian wynikających z postępującej automatyzacji i zaniku miejsc pracy, wprowadzenie minimalnego świadczenia pozwalającego na egzystencję wydaje się być rozsądnym rozwiązaniem (Schupp 2016). Z pewnością jednak doprowadzi ono do zwiększenia skali redystrybucji, podniesienia danin na rzecz państwa w celu realizacji tego wynagrodzenia, może mieć też konsekwencje społeczne, powodując stygmat niepracujących i ograniczając otwartość na migrację (*Rethinking...* 2016). Szwajcaria zdecydowała o tym w referendum w czerwcu 2016 r. (odrzucono ten pomysł zdecydowaną większością), wiedząc, że wedle szacunków kosztowałoby to około 208 mld franków rocznie, czyli równowartość 1/3 PKB, natomiast w Finlandii i Holandii planuje się przeprowadzenie eksperymentu społeczno-ekonomicznego nad skutkami takiej inicjatywy. Jednocześnie liberalne środowiska sugerują raczej lepsze wykorzystanie istniejących narzędzi aktywizacji rynku pracy, a nie sięganie do tego rodzaju nierozpoznanych instrumentów o nieznanym skutkach. Bowiem konsekwencje czwartej rewolucji przemysłowej dla rynków pracy nie są do końca rozpoznane. Badanie nad skutkami zmian technologicznych zastępujących rutynowe prace, przeprowadzone dla 238 europejskich regionów, wskazuje na raczej przewagę efektów pozytywnych dla rynku pracy (Terry i in. 2016). Wychodząc od koncepcji popytu na zadania (*a task framework of regional labor*) w sektorze dóbr komercyjnych i niekomercyjnych zdiagnozowano kanały, poprzez które ujawniają się konsekwencje postępu technologicznego. Obejmują one zarówno bezpośrednią substytucję pracy przez

kapitał, jak i kompensujące efekty wzrostu popytu na produkty i lokalnych przesunięć popytowych. Uzyskane wyniki interpretowane są jako wyścig pracy wraz z maszynami, a nie przeciw maszynom, co spowodowane jest przez bardzo duże efekty kompensacyjne, wyrównujące efekty substytucji. Obawom o zastąpienie pracy człowieka robotami towarzyszą prognozy udoskonaleń i odciążenia pracy ludzi przez maszyny.

W badaniach w tym zakresie prowadzonych w Niemczech zastosowano model pozwalający na rozważanie różnych scenariuszy rozwoju gospodarki w realiach przemysłu czwartej generacji (Weber 2015). Model makroekonomiczny uwzględnia szczegółowo rynek pracy, na którym popyt i podaż zależą od kwalifikacji, zawodu i branży. Moduł dopasowania – centralny element modelu – generuje elastyczne dostosowania zawodowe i zmiany płac oraz cen. Scenariusz opisujący skutki pojawienia się przemysłu 4.0 bierze pod uwagę podstawowe kategorie rynku pracy, takie jak, wydajność pracy, konkretne zawody czy popyt na pracę. Z zastosowania modelu wyłania się obraz gospodarki o silnie zintegrowanym łańcuchu wartości dodanej, rosnącej wydajności, większych wymaganiach wobec pracownika, wyższych płacach, ale raczej bez skutków dla stanu zatrudnienia. Jednak bliższe spojrzenie, uwzględniające poszczególne branże i zawody, wskazuje, że choć w sumie powstać może 430 tysięcy nowych miejsc pracy, to jednak zniknąć może około 490 tysięcy stanowisk. Sytuacja dotknie w różnym stopniu różnie wykwalifikowanych pracowników. Jednak w analizach skutków rozwoju przemysłu 4.0 w kontekście rynku pracy uwagi wymaga nie tylko strona popytowa, ale także podażowa – dostępność i jakość siły roboczej. W takim ujęciu kluczowego znaczenia nabiera system kształcenia, szkoleń, edukacji, a więc polityka szkolnictwa podstawowego i wyższego oraz zawodowego i polityka rynku pracy.

Siłą napędową dla rozwoju przemysłu czwartej generacji są zarówno czynniki popychające (*push*), jak i ciągnące (*pull*) (Lasi i in. 2014). Z jednej strony mamy rosnącą elastyczność, zindywidualizowanie potrzeb i ograniczenia surowcowe, z drugiej strony – postępującą robotyzację, automatyzację, cyfryzację, usieciowienie czy miniaturyzację. Procesy te w naturalny sposób będą skutkować istotnymi przeobrażeniami gospodarczymi i społecznymi. Poza wspomnianymi zmianami na rynku pracy pojawiają się zmiany w modelach biznesowych, w tym np. prawdopodobieństwo utworzenia nowych typów podmiotów – brokerów przemysłu czwartej generacji, działających na wzór izb rozrachunkowych znanych z sektora finansowego. Są to wyzwania także w obszarze inżynierii systemów informacyjnych i biznesowych (*Business and Information Systems Engineering – BISE*).

Czwarta rewolucja przemysłowa to wykładniczy wzrost złożoności procesów produkcyjnych. Ich źródłem jest rozrost zbiorów danych, ich nieustanny napływ i konieczność gromadzenia i analizowania, skala powiązań, liczba sieci, w jakich podmioty uczestniczą, oczekiwania w zakresie indywidualizacji produkcji. W rezultacie rośnie niestabilność systemu gospodarczego i pozostaje konieczność elastycznego reagowania. Oznacza to oczywiste napięcia między krótkookresowymi bieżącymi dostosowaniami, a długookresowymi celami, możliwościami kapitałowymi i produkcyjnymi, a w końcu – interesami samych pracowników. Rozwiąza-

nie tych problemów wymaga zmiany paradygmatu, w szczególności przeobrażenia procesów produkcji i logistyki w kierunku systemów usieciowionych, działających w czasie rzeczywistym, adaptacyjnych, zdecentralizowanych i samoopimalizujących się⁵. Czwarta rewolucja przemysłowa wiąże się z narodzinami „gospodarki platform” czy „kapitalizmu platform” (*Plattform-Kapitalismus, economy of platforms*), której nowym DNA są właśnie platformy⁶. Oznacza to zmiany struktur rynkowych i działanie zorganizowane wedle architektury platform, a nie linii produkcyjnych. Dlatego zasadne wydaje się odejście od inteligentnej fabryki/przedsiębiorstwa jako ram analizy na rzecz bardziej zewnętrznej perspektywy i spojrzenia na przemiany całych struktur rynkowych. Transformacja cyfrowa nie tylko bowiem czyni produkty inteligentniejszymi, lecz przeobraża funkcjonowanie rynków. Te z kolei będą w coraz większym stopniu charakteryzowane przez platformy cyfrowe. Przy czym platformy definiuje się jako miejsca, w których dzięki dostępności danych będą oferowane usługi i na nowo dzielona wartość dodana. Takie platformy są znane od dawna w branży motoryzacyjnej, gdzie w celu redukcji kosztów producenci korzystają ze wspólnych platform dla różnych marek i modeli aut. Jak pokazuje przykład innych sektorów, możliwe jest współistnienie konkurujących platform – na rynku gier komputerowych (xBox, Wii, Playstation), czy alianse lotnicze (Star Alliance, One World). Takie struktury zakładają jednak istnienie pewnego rdzenia – zarządzającego platformą właściciela rozwiązań i peryferiów – niejako użytkowników, konkurujących ze sobą, pracujących na platformie udostępnionej przez centrum. Z perspektyw platformy jako całości wydaje się, że kwestie dynamiki procesów innowacyjnych przeważają nad niedocenianą i ignorowaną stabilnością. Stąd to, co nazywa się eufemistycznie ekonomią dzielenia (*sharing economy*), jest *de facto* pewnym aspektem nowego porządku gospodarczego – kapitalizmu platform, na który społeczeństwa nie wydają się jeszcze przygotowane⁷. Poza samym odczuciem potrzeby zmiany i uznaniem konieczności transformacji w stronę działalności cyfrowej niezbędne staje się wypracowanie konkretnych strategii i planów (Köhler 2016). Zakończona sukcesem transformacja w kierunku cyfrowej kultury biznesu wiąże się z zastosowaniem pięciopunktowego planu. Obejmuje on: wizję i misję przedsiębiorstwa (wyraźna strategia, cel dalekosiężny stanowiący azymut, pozwalający właściwie orientować działania), właściwe struktury organizacyjne (płaskie, niezhierarchizowane, brak silosów, współpracujące interdyscyplinarne zespoły), zdolności i umiejętności organizacyjne (wiedza i kompetencje zwłaszcza w zakresie IT); zarządzanie innowacjami (ich identyfikowanie, stymulowanie, poszukiwanie nowych rozwiązań, nagradzanie innowatorów) i kulturę (bardziej elastyczną, akceptującą porażkę, premiującą podejmowanie ryzyka, metodę prób i błędów).

Ekspertki podkreślają, że ograniczenia finansowe nie muszą stanowić problemu we wdrażaniu przemysłu czwartej generacji, gdyż potrzebne jest nie tyle wspar-

⁵ http://www.fraunhofer.at/de/pl/leistungsspektrum/industrie_4_0/konzept_industrie_4_0.html

⁶ <http://plattform-maerkte.de>

⁷ <http://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/sascha-lobo-sharing-economy-wie-bei-uber-ist-plattform-kapitalismus-a-989584.html>

cie rządowe czy innych ośrodków władzy, ale inicjatywy oddolne i zaangażowanie wszystkich podmiotów uczestniczących (*Eksperci 2016*).

Jak pokazują dane z rynku niemieckiego, rewolucję przemysłową utożsamiać należy z podmiotami dużymi, dysponującymi środkami na testowanie i prowadzenie zaawansowanych projektów. Duża liczba podmiotów małych, może potencjalnie stanowić barierę w sprawnej implementacji i transformacji przedsiębiorczości w stronę przemysłu czwartej generacji. Jednocześnie pojawia się ryzyko nadużycia dominującej pozycji przez niektóre przedsiębiorstwa, zmuszanie konsumentów do korzystania z pewnych rozwiązań, nieuczciwe pozyskiwanie danych czy blokowanie konkurencji dostępu do zgromadzonych zasobów (*Raport CEP, 2016*).

Badania przemysłu czwartej generacji z perspektywy międzynarodowej utrudnia brak danych. Nie chodzi tylko o nieadekwatność dostępnych obecnie wskaźników, ponieważ patenty, nakłady na B+R czy liczba studentów, które mogą jedynie sugerować potencjał do rozwoju przemysłu 4.0, ale także fakt poufności wielu tego typu informacji. Statystyki dotyczące tzw. kluczowych technologii wspomagających (KET) opracowywane przez UE też nie oddają istoty problemu, ale pozwalają jednak na pewne przybliżające profilowanie gospodarek i ewentualne porównania (*Van de Velde i in. 2015*). KET są kluczowe dla zapewnienia krajom UE wysokiej pozycji konkurencyjnej na rynku globalnym – ich zastosowanie przemysłowe tworzy bowiem zarówno nowe nisze rynkowe, jak i unowocześnia i poprawia konkurencyjność już istniejących wyrobów, a produkty oparte na KET wchodzi w zupełnie nowe sektory rynku⁸.

4. Perspektywy

Powstanie przemysłu 4.0 można określić jako „rewolucyjną ewolucję”. Swoista moda na *offshoring* wydaje się powoli przemijać i obserwujemy pewną tendencję do *reshoringu* – repatriacji produkcji i kluczowej działalności do krajów źródłowych (*The Industrie 4.0 transition quantified 2016; Eksperci 2016*). W przypadku *offshoringu* za główną determinantę decyzji traktowano różnice kosztów wyznaczające opłacalność współpracy. Najnowsze badania w tym obszarze wskazują na wzrost znaczenia jakości i czynników związanych z wiedzą (*Halse i in. 2016*). Otwarte pozostaje, jakie czynniki będą odgrywały decydującą rolę w dalszym przebiegu czwartej rewolucji przemysłowej. Można domniemywać, że istotna pozostanie pewna komplementarność warunków współpracy. Jednak trudno na obecnym etapie definitywnie stwierdzić, czy najistotniejsze są infrastruktura ICT, kwalifikacje siły roboczej, działalność sektorów wiedzyintensywnych czy kluczowe technologie wspomagające?

Do tej pory zapewnienie uczestnictwa w międzynarodowym podziale pracy (tj. udział w handlu czy inwestycjach międzynarodowych) wymagało wprawdzie oferowa-

⁸ <http://www.systemwsparciaket.iztech.pl/kluczowe-technologie/key-enabling-technologies>

nia niższych cen, później wykształconej siły roboczej, a wraz z nastaniem przemysłu czwartej generacji można przypuszczać, że kluczową determinantą stanie się komplementarność modeli biznesowych i metod produkcji. O sukcesie na rynkach zagranicznych, o możliwości współpracy i wymianie gospodarczej będą przesądzać nie tyle koszty czy bezpośrednio kwalifikacje kadry, ile zaawansowane technologie i komplementarność systemów produkcji. Na rynku liderami będą ci, których model biznesowy opiera się na wysokich marżach, którzy mają kapitał, decydują o standardach, normach i wpływają na regulacje.

Minister gospodarki RFN proponuje współpracę z państwami, które wdrożą niemiecki model przemysłu 4.0. Współpraca taka opierałaby się na szkoleniach zagranicznych pracowników pod kątem widzenia wymagań, jakie muszą spełnić ich przedsiębiorstwa, żeby wdrożyć rozwiązania tej strategii (Balcerek-Kosiarz 2016). W praktyce jednak zmiany i dostosowania konieczne są także w samych Niemczech, ponieważ duże przedsiębiorstwa, które stać na wprowadzenie cyfryzacji i automatyzacji, poprzez sprzedaż rozwiązań technologicznych oraz obietnicę dalszej współpracy wymuszają na poddostawcach przyjęcie nowych standardów.

Powodzenie implementacji rozwiązań przemysłu 4.0 i zakończona sukcesem transformacja modeli biznesowych będzie wymagać nie tylko dostosowań – modernizacji i poprawy innowacyjności – po stronie dostawców (słabszych partnerów), lecz także adaptacji właściwej strategii przez odbiorców (silniejszych partnerów), która pozwoliłaby na dzielenie się wiedzą i rozwiązaniami.

Zakończenie

Obok licznych korzyści, jakie niesie ze sobą czwarta rewolucja przemysłowa, głównie w zakresie poprawy wydajności, jakości i niezawodności oferty, nieuniknione będą także konsekwencje negatywne. Do najczęściej podnoszonych należą nieuniknione zmiany na rynkach pracy, zwłaszcza w grupie słabo wykształconych, czy problemy z wprowadzaniem nowych rozwiązań wynikające z nieadekwatnych ram prawnych, niedostatecznie rozwiniętej infrastruktury i dużej niepewności. Wyzwaniem dla polityki społeczno-gospodarczej stanie się zarządzanie wielowymiarowymi skutkami tej transformacji. Współcześnie międzynarodowa współpraca gospodarcza jest zorganizowana w formie łańcuchów wartości dodanej, co sprawia, że w warunkach przemysłu czwartej generacji konkurencyjność jest coraz bardziej definiowana na poziomie pojedynczych firm. Jej wyznacznikiem staje się kompatybilność partnerów, którą można traktować jako funkcję: wiedzy, nakładów inwestycyjnych i zwinności danego przedsiębiorstwa. Mnogość ujęć i brak uniwersalnej definicji, w połączeniu z dynamiką i skalą zmian, utrudniają analizę i ocenę rozwoju przemysłu 4.0, zwłaszcza w kontekście międzynarodowym. W artykule przedstawiono wybrane koncepcje teoretyczne, które mogą tworzyć ramy badawcze dla dalszego badania przemysłu 4.0 w ujęciu transgranicznym, jak dotąd w literaturze zupełnie ignorowanym. Poza zdiagnozowaniem zasadniczych

wyzwań, jakie niesie przemysł 4.0, omówiono także obszary oddziaływania polityki i zaproponowano warunki – przypuszczalnie niezbędne – dla udanej współpracy międzynarodowej. Fakt, że poruszamy się obecnie w sferze przypuszczeń i scenariuszy sprawia, że wiele z omawianych w artykule kwestii musi zweryfikować czas.

Tekst wpłynął: 15 lutego 2017 r.

(wersja poprawiona: 11 czerwca 2017 r.)

Bibliografia

- Aquilante T., Bustinza O.F., Vendrell-Herrero F., *Services in European Manufacturing: Servinomics Explained*; Buegel blog post (<http://bruegel.org/2016/03/services-in-european-manufacturing-servinomics-explained/>, dostęp 1.03.2016).
- Awate S., Larsen M., Mudambi R., *EMNE Catch-up Strategies in the Wind Turbine Industry: Is There a Trade-off Between Output and Innovation Capabilities?*, „Global Strategy Journal” 2012, nr 2(3).
- Balcerek-Kosiarz M., *Polityka innowacyjności niemieckiego przemysłu*, „Biuletyn Instytutu Zachodniego” 2016, nr 285.
- Bendel O., *Industrie 4.0 – termin*, Springer Gabler (<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/industrie-4-0.html>).
- Benkovskis K., Woerz J., *Made in China: How Does It Affect Our Understanding of Global Market Shares?* (<http://www.voxeu.org/article/global-value-chains-and-measuring-national-competitiveness>, dostęp 14.01.2016).
- Buxmann P., Hess T., Ruggaber R., *Internet of Services*, „Business & Information Systems Engineering” 2009, nr 5.
- Coe N., Hess M., Yeung H.W., Dicken P., Henderson J., *Globalizing Regional Development: A Global Production Networks Perspective*, „Transactions of the Institute of British Geographers” 2004, nr 29.
- de Backer K., Miroudot S., *Mapping Global Value Chains*, „ECB Working Paper” nr 1677 (<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1677.pdf>, dostęp 13.05.2014).
- Dicken P., *Geographers and Globalization: (yet) Another Missed Boat?*, „Transactions of the Institute of British Geographers” 2004, nr 29.
- Dohse D., Hassink R., Klaerding C., *Emerging Multinationals, International Knowledge Flows and Economic Geography: A Research Agenda*, „Kiel Working Paper” 2012, nr 1776.
- Dyer J.H., Sigh H., *Relational View Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage*, „Academy of Management Review” 1998, nr 23.
- Eksperci 2016*, wypowiedzi osób zaangażowanych w procesy digitalizacji, rozwiązań cyfrowych, wdrażania przemysłu 4.0 – zarówno ogólnie dostępne jak i uzyskane w drodze rozmów bezpośrednich, telefonicznych i korespondencji.
- Elstner S., Feld L.P., Schmidt Ch.M., *Arbeitspapier zum digitalen Wandel, Bedingt abwehrbereit: Deutschland im digitalen Wandel* (http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/fileadmin/dateiablage/download/publikationen/arbeitspapier_03_2016.pdf, dostęp 14.07.2016).
- Éltető A., Magasházi A., Szalavetz A., *Global Value Chains and Upgrading – Experiences of Hungarian Firms in the Machinery Industry* (mimeo, 14.07.2016).

- Halse L.L., Solli-Sæther H., Nujen B.B., *The Reshoring Phenomena: What Are the Motives?* 42nd Annual EIBA Conference, Wien 2016.
- Hermann M., Pentek T., Otto B., *Design Principles for Industry 4.0 Scenarios: A Literature Review*, Working Paper No. 01, 2015, Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau, Audi Stiftungslehrstuhl Supply Net Order Management, (http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf, dostęp: 15.01.2016).
- Humphrey J., Schmitz H., *How Does Insertion Into Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?*, „Regional Studies” 2002, Vol. 36, nr 9: 1017–1027.
- Knoke D., Kuklinski J.H., *Network Analysis: Basic Concepts. Markets, Hierarchies and Networks: The Coordination of Social Life*, 1991.
- Köhler W., *Digitale Transformation, Der Fünf-Punkte-Plan zum digitalen Wandel* (<http://www.wiwo.de/ticker/handelsblatt/heute/>, dostęp 20.04.2016).
- Lambrecht A., Tucker C., *Can Big Data Protect a Firm from Competition?* (<http://ssrn.com/abstract=2705530> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2705530>, dostęp 18.12.2015).
- Lambrecht A., Tucker C., *Can Big Data Protect a Firm from Competition?* Brügel (<http://bruegel.org/events/competing-with-big-data/>, dostęp 26.04.2016).
- Lasi H., Kemper H.G., Fettke P., Feld T., Hoffman M., *Industry 4.0*, „Business & Information Systems Engineering” 2014, nr 4.
- Lee E.A., *Cyber Physical Systems: Design Challenges*, 11th IEEE Symposium on Object Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC), 2008.
- Lee J., Gere G., *Global Value Chains, Rising Power Firms and Economic and Social Upgrading*, „Critical Perspectives on International Business” 2015, nr 3/3.
- Manyika J. i in., *Digital Globalization: The New Era of Global Flows*, McKinseyGlobal Institute, 2016.
- Mudambi J., *Location, Control and Innovation in Knowledge-intensive Industries*, „Journal of Economic Geography” 2008, nr 8.
- Owerczuk M., i in., *Przemysł 4.0 PL Szansa czy zagrożenie dla rozwoju innowacyjnej gospodarki?* Boston Consulting Group, 2016 (http://image-src.bcg.com/BCG_COM/BCG-Przemysl-4-PL_tcm9-38831.pdf).
- Pant A., Ramachandran J., *Legitimacy beyond Borders: Indian Software Services Firms in the United States, 1984 to 2004*, „Global Strategy Journal” 2012, nr 2(3).
- Pfeffer J., Salancik G., *The External Control of Organizations*, Harper and Row, New York 1978.
- Prause G., *Sustainable Business Models and Structures for Industry 4.0*, „Journal of Security and Sustainability” 2015, nr 5(2).
- Raport CEP, *Competition Challenges in the Consumer Internet Industry* (<http://www.for.org.pl/pl/a/3850>, dostęp 2016-03-23).
- Ratajczak-Mrozek M., *Sieci biznesowe a przewaga konkurencyjna przedsiębiorstw zaawansowanych technologii na rynkach zagranicznych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2010.
- Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0*, Final report of the Industrie 4.0 Working Group, 2013 (http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf).
- Rethinking the Welfare State, Basically Flawed*, „The Economist” (<http://www.economist.com/news/leaders/21699907-proponents-basic-income-underestimate-how-disruptive-it-would-be-basically-flawed>, dostęp 4.06.2016).

- Rosińska-Bukowska M., *Rozwój globalnych sieci biznesowych jako strategia konkurencyjna korporacji transnarodowych. Przykład sektora motoryzacyjnego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2012.
- Rubínová S., Dhyne E., *The Supplier Network of Exporters: Connecting the Dots* (<http://www.voxeu.org/article/supplier-network-exporters-connecting-dots>, dostęp 4.07.2016).
- Sajdak M., *Zwinność jako źródło przewagi konkurencyjnej i sukcesu przedsiębiorstwa*, „Research Papers of the Wrocław University of Economics”, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, 2014, t. 358.
- Schupp J., *Bedingungsloses Grundeinkommen: Zeit für Experimente*, „Kommentar DIW” (http://www.diw.de/sixcms/detail.php?id=diw_01.c.535311.de, dostęp 1.06.2016).
- Schwab K., *Mastering the Fourth Industrial Revolution*; World Economic Forum Annual Meeting in Davos, Foreign Affairs (<https://agenda.weforum.org/2015/12/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>, dostęp 20–23.01.2016).
- Stephens P., *FT Columnist* (<http://www.ft.com/cms/s/2/aae8d2d0-e594-11e3-8b90-00144feabdc0.html>).
- Światowiec-Szczepańska J., *Renta ekonomiczna a przewaga konkurencyjna przedsiębiorstwa*, „Ekonomista” 2012, nr 2.
- Terry G., Salomons A., Zierahn U., *Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe*, „ZEW Discussion Paper”, nr 16-053, Mannheim, 2016.
- The Industrie 4.0 Transition Quantified, How the Fourth Industrial Revolution is Reshuffling the Economic, Social and Industrial Model*, Roland Berger, 2016 (http://www.roland-berger.com/media/publications/2016-04-25-rbsc-pub-Industrie_4-0.html).
- The Internet of Things*, red. D. Giusto, A. Iera, G. Morabito, L. Atzori, 20th Tyrrhenian Workshop on Digital Communications. Springer, 2010.
- Thompson G., i in. *New Public Management. Key Concepts in Governance*, 2008.
- Van de Velde E., Padilla P., Debergh P., *Key Enabling Technologies (KETs) Observatory, Country Report Poland: Regional Aspects of KETs Deployment*, (tools/sites/default/files/policy/country_report_poland_smart_specialisation_final.pdf, dostęp 30.10.2015).
- Weber E., *Industrie 4.0 – Wirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt*, „Wirtschaftsdienst” 2015, nr 11.
- Williamson O.E., *Markets and Hierarchies, Analysis and Antitrust Implications: A Study in the Economics of International Organization*, Free Press, New York 1975.
- Współpraca gospodarcza Polska – Niemcy*, red. B. Wyżnikiewicz, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Fundacją Konrada Adenauera w Polsce, 2015 (<http://ahk.pl/>).

Źródła internetowe:

- <http://plattform-maerkte.de>
<http://www.boschrexroth.com/pl/pl/trendy/przemysl-4-0/connected-industry-9>
http://www.fraunhofer.at/de/pl/leistungsspektrum/industrie_4_0/konzept_industrie_4_0.html
<http://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/sascha-lobo-sharing-economy-wie-bei-uberist-plattform-kapitalismus-a-989584.html>
<http://www.systemwsparciaket.iztech.pl/kluczowe-technologie/key-enabling-technologies>
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp1761.en.pdf>

PRZEMYSŁ CZWARTEJ GENERACJI A MIĘDZYNARODOWA WSPÓLPRACA GOSPODARCZA

Streszczenie

Pojęcia „przemysł czwartej generacji”, „przemysł 4.0” czy „czwarta rewolucja przemysłowa” można traktować jako synonimy oznaczające ucyfrowienie i usieciowienie produkcji oraz transformację modeli i strategii biznesowych. Celem artykułu jest omówienie specyfiki przemysłu czwartej generacji w kontekście międzynarodowych relacji gospodarczych na podstawie przeglądu literatury. Analiza ta pozwala określić kluczowe warunki wymiany międzynarodowej w realiach czwartej rewolucji przemysłowej. W szczególności artykuł: a) systematyzuje najważniejsze definicje i ujęcia koncepcji czwartej rewolucji przemysłowej, b) uzasadnia traktowanie tego zjawiska jako polityki przemysłowej, c) proponuje ramy koncepcyjne dla badania przemysłu 4.0 w ramach międzynarodowych stosunków gospodarczych, d) identyfikuje główne wyzwanie związane z transformacją cyfrową oraz e) wskazuje warunki konieczne dla powodzenia współpracy międzynarodowej w czasach czwartej rewolucji przemysłowej.

Słowa kluczowe: gospodarka międzynarodowa, konkurencyjność, rewolucja przemysłowa, sieci, łańcuchy wartości dodanej, przemysł czwartej generacji (4.0)

JEL: F00, F6, L5, L6, O5, P5

INDUSTRY 4.0 AND INTERNATIONAL ECONOMIC COOPERATION

Summary

The concepts „Industry 4.0”, „fourth-generation industry”, or „fourth industrial revolution” can be treated as synonymous, meaning digitalization and networking of production, along with the respective transformation of business models and strategies. The aim of the article is to discuss the specifics of Industry 4.0 in the context of international economic relations on the basis of a literature review. The analysis makes it possible to determine the key conditions for international exchange in the realities of the fourth industrial revolution. In particular, the paper will (a) give a systematic review of definitions and concepts involved in the fourth industrial revolution, (b) substantiate the treatment of this phenomenon as the result of a deliberate industrial policy, (c) propose a conceptual framework for the analysis of Industry 4.0 within international economic relations, (d) identify main challenges connected with digitalization, (e) indicate the conditions necessary for an effective international cooperation during the fourth industrial revolution.

Key words: international economy, competitiveness, industrial revolution, networks, value added chains, Industry 4.0

JEL: F00, F6, L5, L6, O5, P5

ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ЧЕТВЕРТОГО ПОКОЛЕНИЯ И МЕЖДУНАРОДНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Резюме

Понятия «промышленность четвертого поколения», «промышленность 4.0» или «четвертая промышленная революция» можно рассматривать как синонимы, означающие новый уровень цифровизации и сетевых связей производства, а также трансформацию моделей и стратегии бизнеса. В статье рассматривается специфика промышленности четвертого поколения в контексте международных экономических отношений, описанная в различных научных публикациях. Анализ представленных в этих публикациях взглядов позволяет определить ключевые условия международного обмена в реалиях четвертой промышленной революции, а именно: а) систематизировать важнейшие определения и подходы к концепции четвертой промышленной революции, б) обосновать подход к этому явлению как к промышленной политике, в) предложить рамки для концепции исследования промышленности 4.0 в рамках международных экономических отношений, г) идентифицировать главные вызовы, связанные с цифровой трансформацией а также е) указать условия, необходимые для успеха международного сотрудничества во время четвертой промышленной революции.

Ключевые слова: международная экономика, конкурентоспособность, промышленная революция, сети, цепи добавленной стоимости, промышленность четвертого поколения (4.0)

JEL: F00, F6, L5, O5, P5