

*Marta Grabowska**

Przemysł 4.0 w Unii Europejskiej

The European Union's Approach to Industry 4.0

Abstract

The aim of this paper is to present the European Union's (EU) approach to Industry 4.0. In order to do this the term "four industrial revolutions" is defined first. The Industry 4.0 development has been made possible as a result of Internet and other ICT technologies which were developed in the late-20th and early-1st centuries and which are described here. The concept of Industry 4.0 originated in Germany, where it brought a new way of organising industry. This idea has since spread around the world. To present the overview of Industry 4.0 in the EU the term "industry" is defined and its place within international classifications of economic activities shown. EU industrial policy is briefly described to make clear that industry is a subject of European competition law and, in fact, industry must cope with the transformation itself. However, there are many ways to support this process but mainly on three levels: national, regional and European. This is the subject of further discussion in this paper. European countries and regions are creating plans to foster the developments of this form of industry – something which is expected to increase industrial efficiency by around 30%. The EU is strongly supporting this process. So far the development of Industry 4.0 has been most advanced in Europe. The paper concludes with a brief comparison of developments with the US and China.

Key words: Industry 4.0, European Union, Industry, Industrial Policy in the European Union, Industry 4.0 in the European Union

Słowa kluczowe: przemysł 4.0, Unia Europejska, przemysł, polityka przemysłowa w Unii Europejskiej, przemysł 4.0 w Unii Europejskiej

* Dr hab. **Marta Grabowska**, prof. UW – Centrum Europejskie Uniwersytetu Warszawskiego, e-mail: mgrabowska@uw.edu.pl.

Wprowadzenie

W niniejszym artykule podjęto temat rozwijającego się w Unii Europejskiej (UE) przemysłu 4.0 na tle zjawisk w tym zakresie mających miejsce na świecie. Po trzech poprzednich rewolucjach przemysłowych przemysł 4.0 jest nowym etapem organizacji i funkcjonowania przemysłu dzięki Internetowi i najnowszym technologiom cyfrowym, które pojawiły się na przełomie XX i XXI w. Idea przemysłu 4.0 narodziła się na terenie UE (w Niemczech) i staje się obecnie modelem dla całego świata. W artykule przedstawiono krótki rys kolejnych rewolucji przemysłowych, wyjaśniono pojęcie przemysłu, wskazano na główne czynniki stymulujące jego rozwój oraz przedstawiono model i główne technologie cyfrowe przemysłu 4.0. Następnie omówiono założenia polityki przemysłowej w UE z uwzględnieniem niektórych elementów porównawczych z innymi częściami świata oraz przedstawiono sytuację przemysłu 4.0 ze szczególnym uwzględnieniem narzędzi jego wsparcia w UE. Artykuł przygotowano w oparciu o unijne dokumenty oficjalne, udział w konferencjach i seminariach krajowych i międzynarodowych oraz dane statystyczne i literaturę przedmiotu.

Cztery rewolucje przemysłowe

Historia przemysłu nie jest długa. Upadek systemu feudalnego związany był z zastosowaniem energii wodnej i maszyny parowej (skonstruowanej w II poł. XVIII w.) do celów produkcyjnych. Rozpoczęła się wówczas epoka mechanizacji (pierwsza rewolucja przemysłowa). Odkrycie elektryczności umożliwiło tworzenie linii produkcyjnych w fabrykach, które zaczęły przyciągać rzesze robotników ze wsi do miast i uruchamiać produkcję towarów na skalę masową (druga rewolucja przemysłowa). Trzeci etap to wynalazek komputerów (II poł. XX w.), które zaprzęgnięto do pracy, wprowadzając fabryki w epokę automatyzacji. Zastosowanie komputerów w okresie trzeciej rewolucji przemysłowej miało miejsce głównie lokalnie w poszczególnych fabrykach (czasem w oparciu o lokalne sieci komputerowe), bez globalnej współpracy sieciowej, gdyż nie istniał jeszcze Internet. Przy taśmach produkcyjnych pojawiły się wówczas pierwsze automatyczne ramiona przemysłowe (roboty), zastępujące człowieka na stanowisku pracy. Dla robotników kończył się okres koszmaru stania przy taśmie i wykonywania tej samej, monotonnej pracy. Ramię przemysłowe wynalezione zostało przez J.F. Engelbergera (1925–2015), amerykańskiego inżyniera, zwanego „ojcem robotyki przemysłowej”¹. Czwarta rewolu-

¹ *Joseph Engelberger. The Father of Robotics*, “Robotics Online” 2017, AIMG, <http://www.robotics.org/joseph-engelberger/about.cfm> (dostęp 14.03.2017).

cja przemysłowa związana jest z pojawieniem się Internetu oraz kolejnym skokiem technologicznym w obszarze ICT, który przyniósł szereg nowych technologii cyfrowych, co spowodowało całkowitą metamorfozę przemysłu z poprzednich epok².

Przemysł

Przemysł to dział produkcji materialnej polegający na pozyskiwaniu zasobów przyrody i dostosowywaniu ich do potrzeb ludzi na zasadzie podziału pracy i za pomocą maszyn. Jest to działalność ekonomiczna. Przemysł dzieli się zwykle na trzy sektory: wydobywczy, produkcyjny oraz usługowy. W UE stosuje się klasyfikację działalności gospodarczych (Statistical Classification of Economic Activities – EU-NACE)³, która odpowiada klasyfikacji przyjętej przez Oddział Statystyki Organizacji Narodów Zjednoczonych, tj. International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIC)⁴. Zgodnie z tymi klasyfikacjami przemysł obejmują punkty od B do F i są to:

- B. Mining and quarrying
- C. Manufacturing
- D. Electricity, gas, steam and air conditioning supply
- E. Water supply; sewerage, waste management and remediation activities
- F. Construction

Klasyfikacja ta rozbudowana jest w głąb, pokazując skalę możliwych działań. Ze względu na ich różnorodność oraz potencjalne skutki (eksploatacja zasobów naturalnych, zanieczyszczenie środowiska, liczba i charakter generowanych miejsc pracy i itd.) przemysł jest najczęściej przedmiotem troski rządów poszczególnych państw, które wyznaczają swoje polityki w tym zakresie. Rozwój przemysłu ściśle związany jest z postępem nauki, pracami wdrożeniowymi oraz innowacyjnością, ale znaczenie mają także względy polityczne, trendy światowe i lokalizacja geograficzna (np. zasoby naturalne, potencjalne i realne wojny, globalizacja, aspiracje w obszarze kosmosu i in.). Do największych potęg przemysłowych na świecie w ostatnich latach (według wartości GDP liczonego

² European Parliament, *Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. Briefing September 2015*, European Union, 2015, s. 3.

³ European Commission, Eurostat. *NACE. Rev. 2. Statistical Classification of economic activities in the European Community*, Office for Official Publications of the European Community, Luxembourg 2008.

⁴ United Nations, *International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIR), Rev. 4*, New York 2008.

w dolarach am.)⁵ niezmiennie zaliczają się: Chiny, Unia Europejska (jako całość), Stany Zjednoczone Ameryki, Japonia, Niemcy, z Indiami, Koreą Płd. i Wielką Brytanią w tle⁶. Jednak poziom i tempo rozwoju przemysłu nie były i nie są w tych państwach jednakowe. Przykładowo, Chiny obecnie mają największą produkcję przemysłową na świecie (liczoną jako wkład w GDP)⁷, lecz przemysł ten na większą skalę rozwinął się dopiero na początku lat 90. XX w., do kiedy to Chiny praktycznie były państwem feudalnym. Nastąpiły tam wówczas pewne zmiany systemu politycznego. W ich wyniku CHRL otworzyła się na obcy kapitał w związku z trwającą już emigracją na Daleki Wschód tradycyjnego przemysłu Zachodniego. Był to jednak przemysł przestarzały, reprezentujący najczęściej drugą rewolucję przemysłową (tysiące robotników przy taśmach), brudny i niszczący środowisko naturalne. Można przyjąć, że po części dobrze się stało, ponieważ Zachód ochronił w ten sposób swoje środowisko ekologiczne i zaoszczędził sobie kłopotów politycznych i socjalnych z „klasą robotniczą”, zajmując się w tym czasie rozbudową sektora usług oraz małych i średnich przedsiębiorstw, a także dokonując przesunięcia ku nowym, czystym technologiom i budowie społeczeństwa informacyjnego i postindustrialnego.

W UE najsilniejszą pozycję w obszarze przemysłu zajmują Niemcy. Chodzi tu nie tylko o udział dochodów z produkcji przemysłowej w narodowym GDP, który stale utrzymuje się powyżej 20%⁸, lecz także o tworzenie i wykorzystanie najnowszych technologii. Zdecydowanie wyprzedzają one dwa kolejne państwa europejskie, tj. Wielką Brytanię i Francję⁹. Równocześnie jednak Wielka Brytania wykazuje okresowo minimalną przewagę nad Niemcami w europejskim rankingu innowacyjności (choć oba kraje oscylują w przedziale powyżej 120% średniej unijnej). Francja ma już niższą pozycję i plasuje się w przedziale między 100 a 120% tej średniej¹⁰. Polska oscyluje wokół 20. miejsca pod względem produkcji przemysłowej na świecie¹¹, lecz względem wskaźników innowacyjności lokuje się na czwartym miejscu od końca wśród państw UE, przed Rumunią, Bułgarią i Chorwacją z wynikiem nieco powyżej 50% średniej unijnej¹².

⁵ Central Intelligence Agency, *World Factbook 2016*, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html> (dostęp 13.08.2018).

⁶ Ibidem.

⁷ Ibidem.

⁸ Ibidem.

⁹ Ibidem.

¹⁰ European Commission, *European Innovation Scoreboard 2017. Executive summary*, s. 6.

¹¹ Central Intelligence Agency, *World Factbook 2016*, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html> (dostęp 13.08.2018). Ibidem.

¹² European Commission, *European Innovation Scoreboard 2017...*, op.cit., s. 6.

Przemysł w swojej historii przeżywał okresy silnego rozwoju, np. w związku z dwiema wojnami światowymi, ale też okresy zaniku (deindustrializacji) np. w związku z przesunięciem akcentów na rozwój sektora usług oraz kształtowaniem się społeczeństwa informacyjnego i postindustrialnego (w UE to okres strategii lizbońskiej – 2000–2010¹³). W obecnie realizowanej unijnej strategii „Europa 2020”¹⁴ następuje ponownie stopniowy powrót do silnej polityki przemysłowej, lecz wobec postępu w obszarze technologii informacyjno-komunikacyjnych na przełomie XX i XXI w. jest to już zupełnie inny przemysł.

Przemysł 4.0

Czwarta rewolucja przemysłowa narodziła się w Niemczech w 2010¹⁵ r. i zaprezentowana została w 2011 r. podczas odbywających się tam corocznie targów w Hanowerze¹⁶. Przedstawiono tam projekt pod nazwą „Industrie 4.0” opracowany przez reprezentantów wiodących gałęzi przemysłu niemieckiego oraz niemieckie środowiska naukowe i rządowe. Koncepcja ta oparta została na najnowszych technologiach cyfrowych, a jej celem było zaproponowanie nowego modelu funkcjonowania przemysłu polegającego przede wszystkim na współpracy wielu podmiotów, tj. nie tylko samych zakładów produkcyjnych, ale także różnych jednostek biorących udział w całym łańcuchu kooperacji od projektu produktu aż po działania posprzedażowe. Model ten oparty został na pomysłach utworzenia dwupoziomowego, sprzężonego wzajemnie obszaru działania, tj. obszaru fizycznego i obszaru wirtualnej rzeczywistości cyfrowej (ang. *cyber-physical production system*)¹⁷. W tym modelu fizyczne procesy produkcyjne mają odzwierciedlenie w rzeczywistości cyfrowej, co umożliwi optymalizację sterowania wszystkimi działaniami od pomysłu na produkt, jego projek-

¹³ *Lisbon European Council 23–24 March 2000. Presidency Conclusions* http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm#2 (dostęp 12.08.2018).

¹⁴ Komisja Europejska, Komunikat Komisji. *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela, 3.3.2010.

¹⁵ European Commission: *Implementation of an Industry 4.0 Strategy – The German Platform Industrie 4.0*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/blog/implementation-industry-40-strategy-german-plattform-industrie-40> (dostęp 13.08.2018).

¹⁶ H. Kagermann, W. Dieterlukas, W. Wahlster, *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dingen auf dem Weg zur 4.iIndustriellen Revolution*, „Ingenieur.de. Technik Karriere News”, 1.04.2011, <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/produktion/industrie-40-mit-internet-dinge-weg-4-industriellen-revolution/> (dostęp 13.08.2018).

¹⁷ European Parliament, *Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. Briefing September 2015*, European Union, 2015, s. 2–3.

towania, przez wykorzystanie surowców i energii, kontrolę procesu produkcyjnego z możliwością jego personalizacji, logistykę, marketing aż po recykling i to z uwzględnieniem horyzontalnych i wertykalnych tzw. łańcuchów kooperacji na różnych etapach działania z różnymi podmiotami w dowolnym czasie i miejscu na świecie. Pomostem między tymi dwoma obszarami (fizycznym i cyfrowym) są dane przekazywane za pomocą Internetu z poziomu działań fizycznych do sfery rzeczywistości cyfrowej i w stronę przeciwną, ale także do i od innych ewentualnych podmiotów zewnętrznych. Koncepcja przemysłu 4.0 nie dotyczy więc tylko funkcjonowania fabryki, lecz wykracza daleko ponad taką perspektywę, ujmując cały ekosystem procesu produkcyjnego dzięki jego cyfrowej transformacji. Przemysł ten określa się często takimi terminami, jak: „smart industry”, „intelligent industry” lub „smart manufacturing”¹⁸, lecz np. pojęcie „smart factory” byłoby tu za wąskie i jedynie stanowiłoby jeden z elementów całego *cyber-physical production system*.

Przemysł 4.0 opiera się na dziewięciu najnowszych technologiach cyfrowych, które w większości pojawiły się na przełomie XX i XXI w. Są to: Internet rzeczy, autonomiczne roboty, chmura obliczeniowa, wielkie zbiory danych i ich analiza, rozszerzona rzeczywistość, druk 3D, symulacja, integracja systemów oraz cyberbezpieczeństwo¹⁹.

Główną technologią, która przyczyniła się do rozwoju przemysłu 4.0, jest Internet rzeczy (ang. *Internet of Things* – IOT)²⁰, która to nazwa wyewoluowała nawet do postaci Internet of Everything. Polega ona na umieszczeniu na produktach (praktycznie każdej możliwej rzeczy, a nawet jej częściach) etykiet (tagów) składających się z układu scalonego (mikrochipa) i anteny magnetycznej zawierających różne informacje lub instrukcje w postaci cyfrowej dające się odczytać bezprzewodowo za pomocą odpowiednich urządzeń. Jest to technologia tzw. identyfikacji radiowej (*Radio Frequency Identification* – RFID)²¹ wykorzystująca określone częstotliwości fal radiowych, co pozwala na identyfikację każdej tak oznaczonej rzeczy z odległości, jak również ewentualnie przesłanie tej informacji za pomocą Internetu praktycznie do każdego miejsca na świecie. Technologia RFID użyta została po raz pierwszy w lotnictwie brytyjskim w czasie II wojny światowej do odróżnienia samolotów brytyjskich od samolotów wroga. Sprawdzała się także w logistyce i transporcie, w rolnictwie (znakowanie

¹⁸ i-Scoop: *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0*, <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> (dostęp 13.08.2018).

¹⁹ Ibidem.

²⁰ A. Gilchrist, *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*. [e-book] Apress (Springer), 2016.

²¹ H. Lehpamer, *RFID Design Principles*. Boston, Artech House, London 2008.

zwierząt hodowlanych), w handlu i działaniach pocztowych, biometrii, systemach ochrony przeciwkradzieżowej, a nawet w bibliotekach. Umieszczanie etykiet na elementach przeznaczonych do produkcji umożliwiło rozwój robotyki przemysłowej, gdyż ramiona przemysłowe (roboty) identyfikują bezbłędnie np. części, które mają pobrać i zamontować w danym produkcie, odczytując zawarte w etykietach informacje (ang. *Internet of Robotic Things – IoRT*)²² oraz stosując posiadane instrukcje lub podejmując własne (autonomiczne) decyzje. Technologia ta wykorzystywana jest także w *Machine to Machine Communications (M2M)*²³. Umieszczone w etykietach np. numery seryjne produktów lub ich części, które to informacje można też przesyłać za pomocą Internetu w każde dowolne miejsce na świecie, wspomagają nie tylko sam proces produkcyjny, ale także logistykę, serwisowanie i marketing. Z kolei automatyczne przekazywanie danych z poziomu fizycznego na poziom rzeczywistości cyfrowej, najczęściej na chmurowe platformy cyfrowe, umożliwi tworzenie symulacji procesów zachodzących na poziomie fizycznym w celu ich optymalizacji, kontroli oraz wzbogacenia całego procesu o kontakty z projektantami, kooperantami i klientami. W sferze społecznej następuje proces wycofywania ludzkiej siły roboczej z poziomu fizycznego do sfery rzeczywistości cyfrowej. W przemyśle 4.0 potrzebne są zatem przede wszystkim wysoko wykwalifikowane kadry, szczególnie informatycy, cyfrowi projektanci oraz menadżerowie (ang. *digital management*). Rewolucja przemysłu 4.0 ma zatem miejsce nie tylko w sferze technicznej, ale także niesie ze sobą zmiany społeczne. Tania siła robocza, która była elementem stymulującym rozwój i konkurencyjność przemysłu na wcześniejszych etapach jego rozwoju, ustępuje miejsca robotyzacji, a masowa, jednorodna produkcja towarów ustępuje miejsca indywidualizacji zamówień i innowacyjności.

Robotyka, szczególnie robotyka przemysłowa, jest obecnie jedną z najszybciej rozwijających się dziedzin w naukach technicznych. Wykorzystuje się w niej osiągnięcia sztucznej inteligencji (dział informatyki), które umożliwiają budowę robotów działających autonomicznie, tj. podejmujących samodzielne decyzje. Takie instytuty badawcze, jak np. niemiecki Fraunhofer²⁴ czy German Research Center for Artificial Intelligence²⁵,

²² P.P. Rey, *Internet of Robotic Things: Concept, Technologies, and Challenges*, "IEEE Access" <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7805273> (dostęp 13.08.2018).

²³ *Machine-to machine communications. Architecture, Performance and Applications*, red. C.A. Haro, M. Dohler, Elsevier, Amsterdam 2015.

²⁴ Fraunhofer, <https://www.fraunhofer.de/> (dostęp 13.08.2018).

²⁵ Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, <https://www.dfki.de/web> (dostęp 13.08.2018).

mają na swoim koncie szereg osiągnięć w tym zakresie. Z kolei ogromna ilość danych (ang. *Big Data*)²⁶, którymi operuje się w tym nowym przemyśle, obsługiwana jest przez zewnętrzne, chmurowe platformy cyfrowe zapewniające wszystkie niezbędne narzędzia informacyjne, analityczne i komunikacyjne. Produkty przemysłu 4.0 mogą być lepiej dostosowane do potrzeb klientów dzięki wykorzystaniu technologii rozszerzonej rzeczywistości, druku 3D i symulacji umożliwiającej projektowanie cyfrowe w wirtualnej rzeczywistości. W ten sposób produkcja towarów może odbywać się z udziałem klientów dokładnie odpowiadających ich zapotrzebowaniu. Produkcja ta cechuje się także optymalizacją zużycia surowców i energii, co odpowiada wyzwaniom tzw. zrównoważonego rozwoju oraz kierowania działaniami posprzedażowymi (np. w zakresie gospodarki odpadami). Kluczową rolę odgrywa tu także innowacyjność, przede wszystkim tzw. otwarta innowacyjność²⁷ polegająca na współpracy różnych ośrodków badawczych z przemysłem, do której włącza się platformowe techniki crowdsourcingowe oraz internetowe kontakty z oferentami kapitału ryzyka (ang. *venture capital*). Wobec przyspieszającej innowacyjności same firmy muszą też wykazywać daleko idącą elastyczność i być gotowe na ciągłe zmiany organizacyjne wobec coraz to nowych pomysłów wchodzących do realizacji²⁸. Zarządzanie zmianami w firmie i właściwa integracja systemów to też nowa specjalność w przemyśle 4.0. Może tu mieć także zastosowanie najnowsza forma zarządzania, tzw. skąpe (oszczędne) zarządzanie (ang. *lean management*)²⁹ polegające na optymalizacji wszystkich działań. Istotnym zagadnieniem jest też prawne i techniczne cyberbezpieczeństwo całego ekosystemu przemysłu 4.0.

Jednak nowy przemysł nie będzie działał sprawnie, jeśli rzeczywistość jego otoczenia nie będzie podążać za nowymi trendami. Poza zmianami technologicznymi i społecznymi, jakie przynosi sam przemysł 4.0, również sfery: biznesu (jednolity rynek cyfrowy), infrastruktury telekomunikacyjnej (łącza stałe i bezprzewodowe), rządowa (e-administracja), standaryzacji muszą nadążać za jego rozwojem. W UE postulaty te realizowane

²⁶ *Big Data Management, Technologies, and Applications*, by W.-Ch. Hu, N. Kaabo-uch. Hershey: Information Science Reference an imprint of IGI Global cop. 2014.

²⁷ European Commission, *Open Innovation, Open Science, Open to the World – a vision for Europe*, European Union 2016.

²⁸ M. Grabowska, *Projektowanie i platformizacja w działaniach Unii Europejskiej w obszarze innowacji*, „Studia Europejskie”, nr 2/2017, s. 69–93.

²⁹ G.J. Plenert, *Lean management principles for information technology*, CRC Press Taylor & Francis Group LLC (Series on Resource Management), Boca Raton (Florida, USA) 2012.

są w większości w ramach *Europejskiej agendy cyfrowej*³⁰, jednej z siedmiu inicjatyw przewodnich strategii „Europa 2020” oraz innych inicjatyw tej strategii, np. Unii innowacji³¹.

Polityka przemysłowa w Unii Europejskiej

Polityka przemysłowa w UE pojawiła się późno, bo dopiero w Traktacie o Unii Europejskiej³², chociaż wcześniej Wspólnota podejmowała szereg działań w tym zakresie³³. Do tego czasu jednak polityka przemysłowa była domeną państw członkowskich, oczywiście z wyłączeniem sektorów węgla i stali, które sterowane były osobnymi regulacjami w związku z powołaniem Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali na 50 lat, tj. 1952–2002. Tytuł XIII: Industry (art. 130) Traktatu o Unii Europejskiej (z Maastricht) stworzony został jednak przede wszystkim w celu potwierdzenia prawa do niczym nieskrepowanej konkurencyjności tego sektora na jednolitym rynku europejskim (zgodnie z art. 85 traktatu rzymskiego) (*Rules governing competition*)³⁴, za czym opowiadał się zresztą sam sektor przemysłu³⁵. Z jednej strony przepis ten potwierdził swobodę działalności gospodarczej tego sektora na rynku europejskim, z drugiej jednak ograniczył, a właściwie wykluczył możliwość pomocy zarówno ze strony UE, jak i państw członkowskich. Przemysł musiał zatem radzić sobie sam. Ewentualna pomoc mogła koncentrować się jedynie na działaniach pre- i okołokonkurencyjnych (np. w obszarze badań naukowych, standaryzacji, dostosowania kształcenia do potrzeb przemysłu, tworzenia platform porozumienia i wymiany dobrych praktyk dla różnych jego sektorów itd.). Jak już wspomniano wcześniej,

³⁰ Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Europejska agenda cyfrowa*, KOM(2010) 245 wersja ostateczna 2, Bruksela, 28.06.2010.

³¹ Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Projekt przewodni strategii Europa 2020. Unia innowacji*, COM(2010) 546 wersja ostateczna. Bruksela, 6.10.2010.

³² Traktat o Unii Europejskiej (wersja skonsolidowana), 2016, Tytuł XVII, Dz. Urz. UE. C 202 7.06.2016, s. 126.

³³ L. Guzzetti, *A brief history of European Union research policy*, European Commission DG XII Science Research Development, Brussels 1995 (Studies 5).

³⁴ *Treaty establishing the European Economic Community* (1957) (Rome, 25 March 1957) https://www.cvce.eu/en/obj/treaty_establishing_the_european_economic_community_rome_25_march_1957-en-cca6ba28-0bf3-4ce6-8a76-6b0b3252696e.html (dostęp 12.06.2018).

³⁵ L. Guzzetti, *A brief history of European Union research policy*, European Commission DG XII Science Research Development, Brussels 1995 (Studies 5), s. 71–75.

w okresie strategii lizbońskiej (2000–2010)³⁶ zapoczątkowano w UE budowę społeczeństwa informacyjnego (postindustrialnego) oraz budowę sektora usług, udzielając wsparcia jedynie sektorowi nowych technologii głównie za pomocą unijnych Programów Ramowych Badań i Rozwoju Technologicznego. Przemysł tradycyjny pozostawiony został swojemu losowi i musiał radzić sobie sam. Mogąc konkurować na jednolitym rynku europejskim przede wszystkim tanią siłą roboczą, przemysł tradycyjny zaczął emigrować z Europy głównie na Daleki Wschód. Ubytki w tym sektorze (choć z innego powodu) miały miejsce także w państwach byłego Bloku Wschodniego, które wstąpiły do UE w 2004 r. Jak podają źródła unijne, w wyniku tych działań w okresie ostatnich 40 lat UE utraciła 1/3 swojego przemysłu³⁷, choć pozytywnym tego zjawiska, jak wspomniano wcześniej, była np. ochrona europejskiego środowiska naturalnego.

Przepis zawarty w Traktacie o Unii Europejskiej (z Maastricht) nie uległ zmianie także w Traktacie o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE) przyjętym w 2007 r. (w wersji skonsolidowanej z 2016 r. Tytuł XVII art. 173)³⁸. Jednak w nowej strategii „Europa 2020”³⁹ przyjętej na lata 2014–2020 zaprezentowano już nowe spojrzenie na politykę przemysłową UE w jednej z jej siedmiu inicjatyw flagowych pt. Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji⁴⁰. Wyrażona w niej konieczność powrotu do silnej polityki przemysłowej w UE, obejmującej sektor wytwórczy i związany z nim sektor usług, uzasadniona została zmieniającą się sytuacją geopolityczną i potrzebą odzyskania utraconego przemysłu oraz wzrastającymi kosztami produkcji na Dalekim Wschodzie. W dokumencie nawiązuje się już do czwartej rewolucji przemysłowej i postuluje wsparcie dla stworzenia silnej i zrównoważonej bazy przemysłowej gotowej do konkurowania na rynkach światowych, w tym: budowę infrastruktury dla przemysłu, tworzenie partnerstw publiczno-prywatnych, umożliwienie przemysłowi europejskiemu równego dostępu do surowców

³⁶ *Lisbon European Council 23–24 March 2000. Presidency Conclusions*, http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm#2 (dostęp 12.06.2018).

³⁷ European Parliament, *Industry 4.0. Digitalization for productivity and growth. Briefing. September 2015*. European Union, 2015 s. 2.

³⁸ Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (2016), Wersja skonsolidowana, Dz. Urz. UE C 202 z 7.06.2016.

³⁹ Komisja Europejska, Komunikat Komisji, *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela, 3.03.2010.

⁴⁰ Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji. Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie*, KOM(2010) 614 wersja ostateczna, Bruksela, 28.10.2010.

i źródeł energii oraz zagwarantowanie ochrony własności intelektualnej. Silnym wsparciem tej inicjatywy są też inne programy w ramach tej strategii, np. wspomniane już: Unia innowacji oraz Europejska agenda cyfrowa. Ponadto jednym z trzech głównych celów wyznaczonych w obecnie realizowanym ósmym Programie Ramowym Badań i Innowacji Horyzont 2020 jest „Wiodąca pozycja w przemyśle” (ang. *Industrial Leadership*)⁴¹. Wszystkie te działania razem prowadzą, jak ujmuje się to w dokumentach unijnych, do renesansu przemysłu europejskiego⁴².

W 2017 r. Komisja Europejska (KE) przyjęła kolejny dokument wytyczający kierunki odnowionej polityki przemysłowej UE do 2030 r.⁴³ Wskazuje się w nim na kluczową rolę nowoczesnego przemysłu w osiąganiu lepszych wyników gospodarczych oraz wytycza listę działań okołoprzemysłowych, które mogą pomóc w osiągnięciu tego celu⁴⁴. Ta ciekawa lista unaocznia, jak szerokie działania muszą być podjęte, aby wytworzyć pełny ekosystem dla nowego przemysłu. W dokumencie przedstawiono też obecny stan sektora przemysłowego w UE, który daje ok. 36 mln miejsc pracy w ponad 2 mln przedsiębiorstwach, przy czym każde nowe miejsce pracy w przemyśle generuje dwa inne miejsca pracy. UE ma pół miliarda konsumentów. Oczekuje się wzrostu udziału przemysłu w unijnym dochodzie (GDP) do 20% (obecnie wartość ta waha się w granicach 15–16%). W latach 2009–2013 liczba miejsc pracy w przemyśle spadła o 1,8 mln (5,4%)⁴⁵. Utrzymanie wzrostowego trendu w tym zakresie jest jednym z głównych celów obecnych działań KE. Wzrasta też wydajność pracy. Oczekuje się, że transformacja przemysłu pozwoli uzyskać 6–8% wzrost produktywności w tym sektorze. Obecnie przemysł generuje ponad 80% eksportu w UE oraz finansuje ponad 80% badań realizowanych ze środków sektora prywatnego⁴⁶.

⁴¹ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 1291/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Horyzont 2020” – program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji (2014–2020) oraz uchylające decyzję nr 1982/2006/WE, Dz. Urz. UE L.347/20.12.2013, s. 110.

⁴² European Parliament. Directorate-General for Internal Policies. Policy Department A: Economic and Scientific Policy: *Industry 4.0. Study for the ITRE Committee 2016*, European Union 2016, s. 11.

⁴³ European Commission: Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, The Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank. *Investing in a smart, innovative and sustainable Industry. A renewed EU Industrial Policy Strategy*, COM(2017) 479 final, Brussels 13.9.2017.

⁴⁴ Ibidem. *Anex.*

⁴⁵ Ibidem. *1: Europe's industry in a new industrial age.*

⁴⁶ Ibidem.

Przemysł 4.0 w Unii Europejskiej

Przemysł 4.0 w UE rozwija się bardzo szybko. Projekt niemiecki został przyjęty z entuzjazmem i uzyskał silne wsparcie UE. Chociaż, jak wspomniano wcześniej, ze względu na wymogi prawa konkurencji przemysł musi sam zmierzyć się z tą transformacją, to jednak wiele można zrobić w ramach wsparcia ze strony sektora publicznego oraz biznesu, aby wzmocnić cały ekosystem tego przemysłu. Działania wspierające mogą się odbywać na poziomie państwa, regionów, a także unijnym. Na poziomie państwa najważniejsze jest rozpoznanie, jakie elementy całego ekosystemu przemysłu 4.0 są najsłabsze i w jakim zakresie, w ramach dozwolonej pomocy, braki te można uzupełnić. W każdym kraju sytuacja może być inna, a sukces nie jest możliwy bez harmonijnego współdziałania wszystkich stron. Najczęściej chodzi np. o: odpowiedni system kształcenia (w tym e-umiejętności), przeznaczanie większych krajowych środków na badania naukowe i innowacyjność, odpowiedni stan sieci teleinformatycznych i energetycznych, a także ich bezpieczeństwo, równy dostęp do surowców, kreowanie dostępu do kapitału ryzyka (ang. *capital venture*), tworzenie partnerstw publiczno-prywatnych, szczególnie w zakresie współpracy środowisk akademickich z przedsiębiorstwami, propagowanie otwartej nauki i innowacyjności oraz możliwości powtórnego wykorzystania danych publicznych, e-administrację, tworzenie platform technologicznych i platform porozumienia, wymianę dobrych praktyk oraz budowę odpowiedniej infrastruktury dla łańcuchów wartości i łańcuchów kooperacji, np. logistyki (drogi, koleje, lotnictwo transportowe) itd. Właściwe rozeznanie tych potrzeb i usuwanie barier to klucz do szybkiego rozwoju przemysłu 4.0.

W Niemczech, które są liderem w obszarze przemysłu 4.0, projekt „Industrie 4.0”⁴⁷ niewątpliwie ma charakter strategiczny i ma silne wsparcie tamtejszego rządu. Zakłada się, że dzięki jego wdrożeniu wydajność przemysłu wzrośnie o 30%⁴⁸. Wsparcie rządu niemieckiego koncentruje się przede wszystkim na tworzeniu wieloletnich programów badawczych realizowanych przez środowiska naukowe i akademickie w zakresie rozwoju zaawansowanych technologii dla przemysłu, np. robotyki (German High Tech Strategy 2020)⁴⁹, na wspieraniu rozwoju standaryza-

⁴⁷ *Industrie 4.0. Wie cyber-physische Systeme die Arbeitwelt verandern*, red. V.P. Andelfinger, T. Hanish, Springer Gabler, Wiesbaden 2017.

⁴⁸ *Industry 4.0 according to BDI (the German industry voice)*, w: i-Scoop, *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0*, <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> (dostęp 20.08.2018).

⁴⁹ The Bundesregierung, *The New High-Tech Strategy. Innovations for Germany*, <https://www.hightech-strategie.de/de/The-new-High-Tech-Strategy-390.php> (dostęp 17.08.2018).

cji europejskiej (Niemcy odgrywają w tym procesie bardzo ważną rolę), dostosowywaniu systemu edukacji do potrzeb tego przemysłu, rozwoju infrastruktury sieciowej czy też udostępnianiu platform stanowiących forum wymiany informacji i możliwości nawiązywania kontaktów oraz realizacji wielu działań (Platform Industrie 4.0)⁵⁰. Na platformie takiej zawiązują się grupy robocze i grupy interesów. Udostępnianie tego rodzaju platform jest inicjatywą szczególnie przydatną dla małych i średnich przedsiębiorstw.

Podobne inicjatywy powstają w innych krajach UE, jak np. w Wielkiej Brytanii, która była matką pierwszej rewolucji przemysłowej i jest krajem, w którym narodziła się większość technologii umożliwiających rozwój przemysłu 4.0. Od 2011 r. tworzono tam centra „Catapult” stymulujące rozwój nowych technologii przy wsparciu z sektora publicznego (Innovate UK⁵¹), w tym m.in. centrum „High Value Manufacturing”⁵². Obecnie jest to „Digital Catapult”⁵³. W Holandii „Smart Industrie”⁵⁴, we Francji zapoczątkowany w 2013 r. program „Industrie du Futur” i wsparty przez powołanie w 2015 r. „Alliance pour l’Industrie du Futur”⁵⁵, we Włoszech ogłoszona w 2016 r. w Mediolanie inicjatywa „Industria 4.0”⁵⁶, w Szwecji ogłoszony w 2013 r. program „Produktion 2030”⁵⁷, w Hiszpanii „Industria Conectada 4.0”⁵⁸, na Węgrzech program „IPAR 4.0 National Technology Platform” sformułowany w oparciu o plan reindustrializacji kraju znany jako „Irimyi Plan” i ogłoszony w 2016 r.⁵⁹

⁵⁰ Bundesregierung für Wirtschaft und Energie, Bundesregierung für Bildung und Forschung, *Platform Industrie 4.0*, <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html> (dostęp 17.08.2018).

⁵¹ UK Research and Innovation *Innovate UK*, <https://www.gov.uk/government/organisations/innovate-uk> (dostęp 13.08.2018).

⁵² Catapult. High Value Manufacturing, <https://hvm.catapult.org.uk/about-us/> (dostęp 20.08.2018).

⁵³ Digital Catapult, <https://www.digicatapult.org.uk/> (dostęp 17.08.2018).

⁵⁴ Smart Industry, <https://www.smartindustry.nl/english/> (dostęp 17.08.2018).

⁵⁵ J. Larosse, *France: Alliance industrie du futur. Analysis of National Initiatives on Digitising European Industry* (last revision 10.10.2017); *Alliance industrie du future*, <http://www.industrie-dufutur.org/> (dostęp 18.08.2018).

⁵⁶ European Commission, *Italy: “Industria 4.0”*, “Digital Transformation Monitor” August 2017.

⁵⁷ European Commission, *Sweden: Produktion 2030*, “Digital Transformation Monitor”, January 2017.

⁵⁸ Gobierno de Espana, *Industria Conectada 4.0*, <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx> (dostęp 13.08.2018).

⁵⁹ European Commission, *Hungary: “IPAR 4.0. National Technology Platform”*, “Digital Transformation Monitor” December 2017.

czy w Polsce ogłoszona w ramach tzw. Planu Morawieckiego⁶⁰ „Inicjatywa dla Polskiego Przemysłu 4.0 – Platforma Przemysłu Przyszłości”⁶¹. Wszystkie te programy mają silne wsparcie rządów tych państw i stawiają sobie szczytny cel zbudowania przemysłu 4.0 do końca drugiej dekady XXI w. UE monitoruje ten proces, jak również tempo implementacji poszczególnych technologii przemysłu 4.0 w krajach członkowskich i publikuje ciekawe materiały analityczne⁶².

Wsparcie przemysłu 4.0 może być realizowane także na poziomach regionalnym i interregionalnym, gdzie władze mogą przyczynić się do jego rozwoju przez wskazywanie na potrzeby lokalnych społeczności, tworzenie platform technologicznych i wspieranie wymiany dobrych praktyk czy też przez zawieranie porozumień międzyregionalnych. Sytuacja taka występuje często w państwach związkowych, np. w Szkocji⁶³ czy też w regionach aspirujących do samodzielności, jak np. „Estrategia Fabrication Avanzada” dla Regionu Baskijskiego⁶⁴. Na tym poziomie można też wymienić polską inicjatywę – Mazowieckie Centrum Przemysłu 4.0 – akcelerator innowacyjności dla przemysłu 4.0 pod patronatem Politechniki Warszawskiej⁶⁵.

Trzeci poziom działania to poziom unijny. Państwa członkowskie UE są w wyjątkowo dogodnej sytuacji, mając dodatkowe wsparcie ze strony UE, która podejmuje usilne starania w celu przyspieszenia rozwoju przemysłu 4.0 na całym jej terenie. I choć, podobnie jak w przypadku poprzednich poziomów, działania te również muszą respektować prawo konkurencji, to jednak jest to ogromne i wielowymiarowe wsparcie.

⁶⁰ Ministerstwo Rozwoju. Departament Strategii Rozwoju, *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 z perspektywą do 2030 r.*, Warszawa 2017.

⁶¹ European Commission: *Poland: „Initiative for Polish Industry 4.0 – The Future Industry Platform”*, Digital Transformation Monitor, February 2018; Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, *Projekt ustawy o Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości*, <https://bip.kprm.gov.pl/kpr/wykaz/r90792432089,Projekt-ustawy-o-Fundacji-Platforma-Przemyslu-Przyszlosci.html> (dostęp 20.08.2018).

⁶² European Commission: *Digital Transformation Scoreboard 2018. EU businesses go digital: Opportunities, outcomes and uptake*, European Union, Publication Office of the European Union, Luxembourg 2018.

⁶³ Scottish Government, *Manufacturing Plan to boost industry*. <https://news.gov.scot/news/manufacturing-plan-to-boost-industry> (dostęp 20.08.2018).

⁶⁴ Departamento de Desarrollo Economico e Infraestructuras. *La estrategia Basque Industry 4.0 se presenta en la feria industrial mas importante de Europa*, <http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2017/la-estrategia-basque-industry-4-0-se-presenta-en-la-feria-industrial-mas-importante-de-europa/> (dostęp 20.08.2018).

⁶⁵ Politechnika Warszawska, *Kampus Nowych Technologii na Politechnice Warszawskiej*, „Forum Akademickie” (Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego), <https://forumakademickie.pl/news/kampus-nowych-technologii-na-politechnice-warszawskiej/> (dostęp 20.08.2018).

Wiele z tych działań realizowanych jest już w ramach poszczególnych, wymienionych wcześniej inicjatyw strategii „Europa 2020”⁶⁶ oraz planów rozwoju przemysłu do 2030 r.⁶⁷ W szczególności na uwagę zasługują takie działania, jak: stworzenie Europejskiej Przestrzeni Badawczej (ERA), powołanie Europejskiego Instytutu Innowacji i Technologii (EIT), przeznaczanie coraz większych środków finansowych na badania naukowe i innowacyjność w Programach Ramowych Badań i Innowacji, rozwijanie mobilności pracowników naukowych i studentów, tworzenie europejskich platform technologicznych, wspieranie tzw. inteligentnych specjalizacji oraz podejścia sektorowego (klastry z udziałem przedsiębiorstw z całej UE), możliwość korzystania z Funduszy Spójności i Rozwoju Regionalnego na te cele, wspieranie rozwoju e-administracji oraz jednolitego rynku cyfrowego, promowanie *Open Science* i *Open Innovation*⁶⁸, stymulowanie tworzenia paneuropejskiego kapitału ryzyka (ang. *venture capital*), wspieranie rozwoju szeroko rozumianej infrastruktury dla przemysłu (sieci teleinformatyczne, energetyczne i transportowe), wreszcie tworzenie uregulowań prawnych chroniących własność intelektualną i dane osobowe oraz wspieranie rozwoju normalizacji europejskiej. Jest wiele inicjatyw realizowanych z poziomu unijnego, wielkie projekty, jak np. I4MS (Industry 4 SMEs)⁶⁹ – inicjatywa utworzona w 2013 r., nakierowana na wsparcie rozwoju innowacyjnych rozwiązań w zakresie technologii ICT w przedsiębiorstwach europejskich, szczególnie w MŚP, dotycząca nowych technologii: np. robotyki, symulacji chmurowych, technologii laserowej oraz sprzętu wyposażonego w inteligentne sensory. Inicjatywa ta realizowana jest z funduszy Programu Ramowego w trybie otwartych konkursów oraz w oparciu o wymianę dobrych praktyk przez prezentację rezultatów tych eksperymentów na platformie i dyskusję nad nimi w celu osiągnięcia optymalnych i kompatybilnych rozwiązań. Inny przykład to utworzone w 2012 r. partnerstwo

⁶⁶ Komisja Europejska: Komunikat Komisji. *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela, 3.03.2010.

⁶⁷ European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, The Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank, *Investing in a smart, innovative and sustainable Industry. A renewed EU Industrial Policy Strategy*, COM(2017) 479 final, Brussels, 13.09.2017.

⁶⁸ European Commission: *Open Innovation, Open Science, Open to the World – a vision for Europe*, European Union 2016.

⁶⁹ European Commission: *I4MS initiative: ICT Innovation for Manufacturing SMEs – Enhancing the digital transformation of the European manufacturing sector*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/i4ms-initiative-ict-innovation-manufacturing-smes-enhancing-digital-transformation-european> (dostęp 20.08.2018).

publiczno-prywatne SPIRE – The Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency⁷⁰, projekt w ramach Horyzontu 2020 z udziałem wielu uczestników z sektora przemysłu i środowisk naukowych z wielu krajów UE współpracujących w celu tworzenia optymalnych pod względem zużycia zasobów, jak i energii rozwiązań w różnych gałęziach przemysłu spełniających wymagania zrównoważonego rozwoju. Jeszcze inny projekt to np. z obszaru edukacji: europejskie ramy programowe dla studiów magisterskich w zakresie analityki danych⁷¹. W unijnej bazie CORDIS⁷² znaleźć można wiele innych projektów w obszarze przemysłu 4.0 wspomaganych przez UE.

Instytucje unijne wydały szereg dokumentów związanych z przemysłem 4.0 i jego technologiami składowymi. Do ważniejszych należy komunikat Komisji pt. Cyfryzacja europejskiego przemysłu. Pełne wykorzystanie możliwości jednolitego rynku cyfrowego (roboczy tytuł brzmiał: *Przemysł 4.0 i transformacja cyfrowa: przyszłe działania*)⁷³ oraz opinia do tego dokumentu Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego⁷⁴. Należy nadmienić, że problematyka ta w Parlamencie Europejskim ulokowana jest w Komisji Przemysłu, Badań Naukowych i Energii, której przewodniczącym od 2015 r. jest prof. Jerzy Buzek⁷⁵.

Na marginesie można by spróbować dokonać krótkiego porównania pozycji przemysłu 4.0 w UE z modelem amerykańskim i chińskim. Pierwszy z nich jest nieco inny od europejskiego, gdyż po pierwsze, na określenie tego przemysłu używa się tam nazwy the Industrial Internet albo the Industrial Internet of Things⁷⁶, a po drugie, organizacja rozwoju tego przemysłu jest w USA domeną sektora prywatnego. W 2014 r., a więc nieco później

⁷⁰ European Commission, *Sustainable Process Industry (SPIRE)*, http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/sustainable-process-industry_en.html (dostęp 20.08.2018).

⁷¹ European Commission, Cordis, *Education for data Intensive Science to Open New science frontiers*, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198292_en.html (dostęp 20.08.2018).

⁷² Komisja Europejska, Cordis. *Wspólnotowy Serwis Informacyjny Badań i Rozwoju*, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198292_pl.html (dostęp 20.08.2018).

⁷³ Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Cyfryzacja europejskiego przemysłu. Pełne wykorzystanie możliwości jednolitego rynku cyfrowego*, COM(2016) 180 final, Bruksela, 19.4.2016.

⁷⁴ Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny, *Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie Przemysł 4.0 i transformacja cyfrowa: przyszłe działania*, COM(2016) 180 final, Dz. Urz. UE C 2016 389/07 z 21.10.2016.

⁷⁵ European Parliament, Committees. Research Industry Energy. Members, <http://www.europarl.europa.eu/committees/en/itre/members.html> (dostęp 20.08.2018).

⁷⁶ *Industry 4.0 and the Industrial Internet*, w: i-Scoop, *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0*, <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/> (dostęp 20.08.2018).

niż w Niemczech, sektor ten, głównie wielkie korporacje przemysłowe (np. IBM, General Electric itd.) powołały The Industrial Internet Consortium (IIC)⁷⁷, które integruje działania sektorów: prywatnego, akademickiego, publicznego oraz pozarządowego. Oprócz IIC uformowała się tam także The National Network for Manufacturing Innovation (NNMI)⁷⁸, wzorowana na niemieckim Fraunhoferze sieć mająca wsparcie sektora publicznego (partnerstwo publiczno-prywatne), w skład której wchodziły instytuty badawcze współpracujące z przemysłem w celu projektowania i wdrażania rozwiązań innowacyjnych, a np. amerykański The Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (DMDII)⁷⁹, założony również w 2014 r., jest głównym instytutem zajmującym się optymalizacją kosztów i czasu produkcji oraz łańcuchami kooperacji za pomocą nowych technologii cyfrowych. W 2016 r. The Industrial Internet Consortium podpisało umowę o współpracy z niemiecką Platform Industrie 4.0 w zakresie standaryzacji⁸⁰, toteż produkty obu stron mogą być ze sobą kompatybilne.

Chiny mają dwa centralne programy wspomagające, zaprojektowane przez władze chińskie: *Made in China*⁸¹ oraz *Internet Plus*⁸² – oba z docelową datą realizacji w 2025 r. *Internet Plus* zakłada pokonanie trudności związanych z wydajnością i bezpieczeństwem tamtejszego Internetu (wskaźnik penetracji Internetu w Chinach jest znacznie niższy niż w UE i USA⁸³, a jego bezpieczeństwo nie jest oceniane wysoko) oraz połączenie przemysłu i handlu w chmurze. Program *Made in China* ma wspierać transformację przemysłu tradycyjnego w przemysł 4.0 oraz stwarzać środowisko dla własnych osiągnięć innowacyjnych. Jednak, choć Chiny są jednym z największych (w liczbach bezwzględnych) producentów robo-

⁷⁷ Industrial Internet Consortium, <https://www.iiconsortium.org/> (dostęp 20.08.2018).

⁷⁸ National Network for Manufacturing Innovation, *Manufacturing.gov. A national advanced manufacturing portal*, <https://www.manufacturing.gov/glossary/national-network-manufacturing-innovation> (dostęp 20.08.2018).

⁷⁹ DMDII, w: UI LABS, <https://www.uilabs.org/innovation-platforms/manufacturing/> (dostęp 20.08.2018).

⁸⁰ *Industry 4.0 and the Industrial Internet...*, op.cit.

⁸¹ J. Wubbeke, M. Meissner, M.J. Zenglein, J. Ives, B. Conrad, *Made in China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries*, "Merics papers on China", no. 2, December 2016, https://www.merics.org/sites/default/files/2017-09/MPOC_No.2_MadeinChina2025.pdf (dostęp 20.08.2018).

⁸² B. Xu, *China Internet Plus Strategy*, "SESEC III Report", 2.05.2015, http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015_05_SESECIII_Newsletter_April_2015_Annex02_China_Internet_Plus_Strat....pdf (dostęp 20.08.2018).

⁸³ W 2017 r. wskaźnik penetracji Internetu w Chinach wynosił 54,6% przy ogólnym dla Azji 48,1%, gdy w Europie wynosił on 85,2%, a w USA 88,1%, w: *Internet World Stats. Usage and Population Statistics*, <https://www.internetworldstats.com/stats2.htm> (dostęp 20.08.2018).

tów przemysłowych na świecie, to nasylenie nimi ich własnego przemysłu jest nadal niskie i w 2016 r. wynosiło tylko 68 robotów na 10 000 zatrudnionych, gdy np. w Korei Południowej wynosiło ono 631, w Singapurze 488, Niemczech 309, w Japonii 303, a w USA 189, przy czym w przemyśle motoryzacyjnym było odpowiednio: w Korei Południowej 2145 na 10 tys. zatrudnionych, w USA – 1261, w Niemczech 1131, a w Chinach tylko 505⁸⁴. Chiński przemysł jest więc nadal przemysłem wysoce tradycyjnym. Również wobec niskiej innowacyjności Państwa Środka⁸⁵, jak na razie, nowe technologie przepływają z Zachodu do Chin, a nie odwrotnie (sama koncepcja przemysłu 4.0 oraz większość jej technologii składowych jest pochodzenia europejskiego, a nie chińskiego). Sprawą kontrowersyjną jest też respektowanie przez Chiny różnych reguł rynkowych, w tym m.in. dozwolonej pomocy państwa, choć, przynajmniej teoretycznie, CHRL jest już członkiem WTO, jak również ochrony danych osobowych i własności intelektualnej. Patenty chińskie, których ostatnio przybyło, oceniane są np. przez Fraunhofera jako niejasne i nieprecyzyjne, a jakość produktów w nich opisywanych jako mało wartościowa⁸⁶. W literaturze zachodniej⁸⁷ coraz częściej pojawiają się opinie, że przemysł 4.0 wpłynie znacząco na zwiększenie produkcji przemysłowej w krajach zachodnich przy jednoczesnym obniżeniu kosztów produkcji oraz osiągnięciu wysokiej jakości towarów. Produkcja ta także lepiej odpowiadać będzie zindywidualizowanym potrzebom klientów i pozytywnie wpłynie na poprawę środowiska naturalnego. Przegrywać będą natomiast kraje, których atutem była dotąd tania siła robocza i masowa, niskiej jakości produkcja taśmowa. Wszystko to spowoduje najprawdopodobniej ograniczenie importu towarów chińskich (dalekowschodnich) na rynki europejskie.

Podsumowanie

Terminem „przemysł 4.0” określa się czwartą rewolucję przemysłową po trzech poprzednich, tj. zastosowania energii wodnej i pary, mechanizacji

⁸⁴ *Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots*, https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf, s. 15 (dostęp 20.08.2018).

⁸⁵ European Commission, *European Innovation Scoreboard 2016*, European Union 2016, s. 30.

⁸⁶ European Parliament, Directorate-General for Internal Policies. Policy Department A, Economic and Scientific Policy, *Industry 4.0. Study for the ITRE Committee 2016*, European Union 2016, s. 86–87.

⁸⁷ A. Gilchrist, *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*, [e-book] Apress (Springer), 2016 (s. 222–223: Winners and Losers).

oraz automatyzacji. Czwarta rewolucja związana jest z nowymi technologiami cyfrowymi, które pojawiły się na przełomie XX i XXI w. i polega na odzwierciedlaniu fizycznych procesów produkcyjnych w cyfrowej rzeczywistości wirtualnej, tworząc tzw. *cyber-physical production system*. Koncepcja ta, obejmująca nie tylko fabrykę, ale cały proces tworzenia produktu od jego koncepcji po działania posprzedażowe, narodziła się w Niemczech i jest obecnie stosowana na całym świecie. Upatruje się w niej 30% wzrost produktywności dzięki optymalizacji wszystkich procesów produkcyjnych, obniżenie kosztów produkcji oraz lepszą i bardziej zindywidualizowaną jakość towarów. Przemysł jest jednak w UE przedmiotem prawa konkurencji, a zatem z transformacją tą musi poradzić sobie sam. Istnieje jednak wiele dróg wsparcia na poziomach: państwowym, regionalnym oraz ze strony UE. Wsparcie to jest niezbędne w celu stworzenia odpowiedniego ekosystemu dla prawidłowego funkcjonowania przemysłu 4.0. W artykule omówiono narzędzia wsparcia na tych poziomach. Następnie przedstawiono krótkie porównanie rozwoju przemysłu 4.0 z sytuacją w USA i Chinach. Można wnioskować, że transformacja przemysłu w kierunku przemysłu 4.0 jest nieuchronna, jeśli gospodarka europejska chce utrzymać wiodącą rolę i konkurować na rynkach globalnych. Przyczyni się ona także do zwiększenia udziału produktów europejskich na jednolitym rynku unijnym.

Bibliografia

- Alliance industrie du future, <http://www.industrie-dufutur.org/>.
- Big Data Management, Technologies, and Applications*, red. W.-Ch. Hu, N. Kaabouch, IGI Global, Hershey: Information Science Reference an imprint of IGI Global cop., 2014.
- Bundesregierung für Wirtschaft und Energie, Bundesregierung für Bildung und Forschung. *Platform Industrie 4.0*, <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html>.
- Bundesregierung, *The New High-Tech Strategy. Innovations for Germany*. <https://www.hightech-strategie.de/de/The-new-High-Tech-Strategy-390.php>.
- Catapult. High Value Manufacturing, <https://hvm.catapult.org.uk/about-us/>.
- Central Intelligence Agency, *World Factbook 2016*, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>.
- Departamento de Desarrollo Economico e Infraestructuras, *La estrategia Basque Industry 4.0 se presenta en la feria industrial mas importante de Europa*, <http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/noticia/2017/la-estrategia-basque-industry-4-0-se-presenta-en-la-feria-industrial-mas-importante-de-europa/>.

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, <https://www.dfki.de/web>.
- Digital Catapult, <https://www.digicatapult.org.uk/>.
- DMDII, w: UI LABS, <https://www.uilabs.org/innovation-platforms/manufacturing/>.
- European Commission: Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, The Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank. *Investing in a smart, innovative and sustainable Industry. A renewed EU Industrial Policy Strategy*, COM(2017) 479 final, Brussels 13.9.2017.
- European Commission. Cordis. *Education for data Intensive Science to Open New science frontiers*, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198292_en.html.
- European Commission, *Digital Transformation Scoreboard 2018. EU businesses go digital: Opportunities, outcomes and uptake*, European Union, Publication Office of the European Union, Luxembourg 2018.
- European Commission, *European Innovation Scoreboard*, European Union 2016.
- European Commission, *European Innovation Scoreboard 2017. Executive summary*.
- European Commission, Eurostat. *NACE. Rev.2 Statistical Classification of economic activities in the European Community*, Office for Official Publications of the European Community, Luxembourg 2008.
- European Commission: *Hungary: "IPAR 4.0. National Technology Platform"*, Digital Transformation Monitor, December 2017.
- European Commission: *I4MS initiative: ICT Innovation for Manufacturing SMEs – Enhancing the digital transformation of the European manufacturing sector*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/i4ms-initiative-ict-innovation-manufacturing-smes-enhancing-digital-transformation-european>.
- European Commission: *Implementation of an Industry 4.0 Strategy – The German Platform Industrie 4.0*, <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/blog/implementation-industry-40-strategy-german-plattform-industrie-40>.
- European Commission, *Italy: "Industria 4.0"*, Digital Transformation Monitor, August 2017.
- European Commission, *Open Innovation, Open Science, Open to the World – a vision for Europe*, European Union 2016.
- European Commission, *Poland: „Initiative for Polish Industry 4.0 – The Future Industry Platform"*, Digital Transformation Monitor, February 2018.
- European Commission: *Sustainable Process Industry (SPIRE)*, http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/sustainable-process-industry_en.html.

- European Commission, *Sweden: Produktion 2030*, Digital Transformation Monitor, January 2017.
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies. Policy Department A: Economic and Scientific Policy, *Industry 4.0. Study for the ITRE Committee 2016*, European Union 2016.
- European Parliament, *Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. Briefing September 2015*, European Union 2015.
- Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny, *Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie Przemysł 4.0 i transformacja cyfrowa: przyszłe działania*, COM(2016) 180 final, Dz. Urz. UE C 2016 389/07 z 21.10.2016.
- Executive Summary World Robotics 2017 Industrial Robots*, https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf.
- Fraunhofer, <https://www.fraunhofer.de/>.
- Gilchrist A., *Industry 4.0. The Industrial Internet of Things*. [e-book] Apress (Springer), 2016.
- Gobierno de Espana: *Industria Conectada 4.0*, <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx>.
- Grabowska M., *Projektowanie i platformizacja w działaniach Unii Europejskiej w obszarze innowacji*, „Studia Europejskie”, nr 2/2017.
- Guzzetti L., *A brief history of European Union research policy*, European Commission DG XII Science Research Development, Brussels 1995 (Studies 5).
- Industrie 4.0, Wie cyber-physische Systeme die Arbeitswelt verändern*, red. V.P. Andelfinger, T. Hanish, Springer Gabler, Wiesbaden 2017.
- i-Scoop, *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0*, <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>.
- Joseph Engelberger. *The Father of Robotics*, “Robotics Online” 2017, AIMG, <http://www.robotics.org/joseph-engelberger/about.cfm>.
- Kagermann H., Dieterlukas W., Wahlster W., *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dingen auf dem Weg zur 4.iIndustriellen Revolution*, “Ingenieur.de. Technik Karriere News”, 1.04.2011, <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/produktion/industrie-40-mit-internet-dinge-weg-4-industriellen-revolution/>.
- Kancelaria Prezesa Rady Ministrów, *Projekt ustawy o Fundacji Platforma Przemysłu Przyszłości*, <https://bip.kprm.gov.pl/kpr/wykaz/r90792432089>, *Projekt-ustawy-o-Fundacji-Platforma-Przemyslu-Przyszlosci.html*.
- Komisja Europejska: Cordis. *Wspólnotowy Serwis Informacyjny Badań i Rozwoju*, https://cordis.europa.eu/project/rcn/198292_pl.html.
- Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Cyfryzacja europejskiego przemysłu. Pełne wykorzystanie*

- możliwości jednolitego rynku cyfrowego, COM(2016) 180 final, Bruksela, 19.04.2016 r.
- Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Europejska agenda cyfrowa*, KOM(2010) 245 wersja ostateczna 2, Bruksela 28.06.2010.
- Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów, *Projekt przewodni strategii Europa 2020. Unia innowacji*, COM(2010) 546 wersja ostateczna, Bruksela, dnia 6.10.2010 r.
- Komisja Europejska, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji. Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie*. KOM(2010) 614 wersja ostateczna, Bruksela, dnia 28.10. 2010.
- Komisja Europejska, Komunikat Komisji. *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, KOM(2010) 2020 wersja ostateczna, Bruksela, 3.3.2010.
- Larosse J., *France: Alliance industrie du futur. Analysis of National Initiatives on Digitising European Industry* (last revision 10.10.2017).
- Lehpamer H., *RFID Design Principles*, Artech House, Boston, London 2008
- Lisbon European Council 23–24 March 2000. *Presidency Conclusions* http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm#2.
- Machine-to-machine communications. Architecture, Performance and Applications*, red. C.A. Haro, M. Dohler, Elsevier, Amsterdam 2015.
- Ministerstwo Rozwoju, Departament Strategii Rozwoju: *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 z perspektywą do 2030 r.*, Warszawa 2017.
- National Network for Manufacturing Innovation, *Manufacturing.gov. A national advanced manufacturing portal*, <https://www.manufacturing.gov/glossary/national-network-manufacturing-innovation>.
- Plenert G.J., *Lean management principles for information technology*, CRC Press Taylor & Francis Group LLC, Boca Raton (Florida, USA) 2012 (Series on Resource Management).
- Politechnika Warszawska, *Kampus Nowych Technologii na Politechnice Warszawskiej*, „Forum Akademickie” (Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego), <https://forumakademickie.pl/news/kampus-nowych-technologii-na-politechnice-warszawskiej/>.
- Rey P.P., *Internet of Robotic Things: Concept, Technologies, and Challenges*, “IEEE Access”, <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7805273>.

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 1291/2013 z dnia 11 grudnia 2013 r. ustanawiające „Horyzont 2020” – program ramowy w zakresie badań naukowych i innowacji (2014–2020) oraz uchylające decyzję nr 1982/2006/WE, Dz. Urz. UE L.347, 20.12.2013.
- Scottish Government, *Manufacturing Plan to boost industry*. <https://news.gov.scot/news/manufacturing-plan-to-boost-industry>.
- Smart Industry, <https://www.smartindustry.nl/english/>.
- Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (2016) (Wersja skonsolidowana), Dz. Urz. UE C 202 z 7.06 2016.
- Treaty establishing the European Economic Community* (1957) (Rome, 25 March 1957) https://www.cvce.eu/en/obj/treaty_establishing_the_european_economic_community_rome_25_march_1957-en-cca6ba28-0bf3-4ce6-8a76-6b0b3252696e.html.
- Treaty on European Union*. O.J.C 191.29.7.1992
- UK Research and Innovation *Innovate UK*, <https://www.gov.uk/government/organisations/innovate-uk>.
- United Nations, *International Standard Industrial Classification of all Economic Activities (ISIR), Rev.4*, United Nations, New York 2008.
- Wubbeke J., Meissner M., Zenglein M.J., Ives J., Conrad B., *Made in China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries*, “Merics papers on China”, no. 2, December 2016, https://www.merics.org/sites/default/files/2017-09/MPOC_No.2_MadeinChina2025.pdf.
- Xu B., *China Internet Plus Strategy*. SESEc III Report, 2015.05.02 http://www.sesec.eu/app/uploads/2015/06/2015_05_SESECIII_Newsletter_April_2015_Annex02_China_Internet_Plus_Strat....pdf.