

Ocena możliwości implementacji Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach produkcyjnych

Klaudia Bulak

Bialystok University of Technology, Faculty of Engineering Management

e-mail: k.bulak@student.pb.edu.pl

Abstract

Celem artykułu były badania literaturowe nad koncepcją Przemysłu 4.0 i powiązanych z tym pojęć. W pracy podjęto rozważania na temat szans i zagrożeń, jakie może nieść ze sobą czwarta rewolucja przemysłowa w Polsce aspektach gospodarczych i społecznych. Na podstawie badań wyodrębniono najważniejsze zagadnienia związane z Przemysłem 4.0 oraz przeprowadzono analizę SWOT szans i zagrożeń rozwoju Przemysłu 4.0 w Polsce.

Keywords

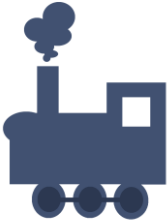
Przemysł 4.0, *Smart Manufacturing*, SWOT

Introduction

W 2011 roku na targach w Hanowerze, kiedy powstało pojęcie Przemysłu 4.0, zastanawiano się, kiedy i w jakim tempie nadejdą zmiany. Okazuje się jednak, że czwarta rewolucja przemysłowa już nastąpiła i ludzkość ma z nią do czynienia współcześnie. W porównaniu do innych przełomów, które ograniczały się głównie do przemysłu, czwarta rewolucja odmienia niemal każdą dziedzinę życia. Jednak to, ile społeczeństwo w stanie czerpać z jej założeń i możliwości, nie jest jednoznaczne. Powodzenie wdrożenia zmian do codzienności zależy od wielu czynników, poprzez ekonomiczne i geograficzne po społeczne. Ważne jest, aby samo społeczeństwo było gotowe na zmiany i wystarczająco zmotywowane, by je realizować. Celem niniejszego artykułu jest systematyzacja wiedzy dotyczącej koncepcji Przemysłu 4.0 i pojęć pokrewnych oraz zdefiniowanie szans i zagrożeń płynących do Polski w oparciu o przeprowadzone badania literaturowe.

1. Idea Przemysłu 4.0

Podczas postępu cywilizacyjnego potrzeby ludzkie nieustannie rosły, stąd też pojawiło się zapotrzebowanie na strategię umożliwiające zwiększenie zysków, przy jednoczesnym wzroście produkcji w coraz krótszym czasie i przy niskich kosztach.



Przemysł 1.0

Wynalazek- napęd parowy
Popularyzacja kolei



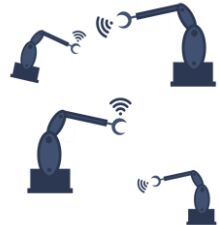
Przemysł 2.0

Elektryfikacja
Wynalezienie linii produkcyjnej



Przemysł 3.0

Internet
Wynalezienie oraz upowszechnienie komputerów



Przemysł 4.0

Internet Rzeczy (IoT)
Sztuczna inteligencja
Big Data

Rys. 1. Rewolucje przemysłowe

Źródło: opracowanie własne.

Pierwszym takim przełomowym odkryciem było wynalezienie i zastosowanie napędu parowego w pojazdach i maszynach oraz spopularyzowanie kolei [Schwab, 2018]. Napęd parowy nie tylko sprawił, że produkcja przebiegała wydajniej i szybciej, ale też – poprzez zastosowanie transportu kolejowego – czas transportu i dystrybucji uległ znacznemu skróceniu.

Po pierwszej rewolucji, datowanej na 1760 r. i trwającej do 1840 r., nastąpiła druga na przełomie XIX i XX wieku. Jej szczególnym osiągnięciem było wynalezienie elektryczności oraz linii produkcyjnej, co pozwoliło na masową produkcję dóbr [Iwański, Gracel, 2016].

Początek trzeciej rewolucji przemysłowej, zwanej również cyfrową bądź komputerową, datowany jest na lata 60. XX wieku. Nazwa ta nawiązuje do jej najważniejszych wynalazków, takich jak: duże systemy komputerowe oraz komputery osobiste, które pojawiły się na przełomie lat 70. i 80. XX wieku, półprzewodniki a także Internet [Schwab, 2018]. Technologią komunikacji zostały: telefonia komórkowa,

telewizja i satelity, a nowatorskim modelem transportu i logistyki stał się system *Just in Time*, opracowany przez Toyotę [Czyżewski i in., 2017].

Pojęcie czwartej rewolucji, pojawiło się w powszechnej świadomości podczas targów w Hanowerze w 2011 roku, przy prezentacji niemieckiego projektu Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 podejmującego tematykę strategii technologicznych związanych z cyfryzacją procesów wytwórczych. Rząd federalny otrzymał zestaw zaleceń koncepcji wdrożeniowych od grupy roboczej Industry 4.0, którą kierowali Robert Bosch oraz Henning Kagermann z Deutsche Akademie der Technikwissenschaften [http://przemysl-40.pl/, 19.04.2019].

Przemysł 4.0 można określić jako połączenie technologii i organizacji łańcucha wartości dodanej [Hermann i in., 2015]. Opiera się on na inteligentnym, usieciowionych systemach, które są połączone zarówno z procesami wewnątrz przedsiębiorstwa jak i z sieciami tworzącymi wartość. Dzięki temu możliwe jest zarządzanie nimi w czasie rzeczywistym od złożenia zamówienia po organizację logistyki dystrybucji. Przemysł 4.0 składa się więc z wielu połączonych ze sobą technologii IT w przedsiębiorstwach. Z tego powodu muszą one mieć wysoce skomputeryzowane gałęzie przemysłu wytwórczego [Götz, Gracel, 2017].

Głównymi filarami Industry 4.0 są: Internet Rzeczy (z ang. *Internet of Things*) oraz automatyzacja procesów produkcyjnych. Pierwszy z filarów umożliwia globalną wymianę danych między maszynami, które połączone są za pomocą sieci. Z kolei inteligencja maszynowa pozwala na pełną personalizację produktu na życzenie konsumenta, bez zwiększania przy tym kosztu i czasu produkcji, a co za tym idzie powstanie nowego modelu biznesowego nastawionego jeszcze bardziej na złożone i zmienne wymagania nabywcy [m.in. Bujak, 2017, s. 1340; https://www.astor.com.pl/industry4/, 19.04.2019].

Kolejnym istotnym elementem Przemysłu 4.0 jest produkcja w chmurze (z ang. *Cloud Computing*). Najtrafniejszą definicją do tej pory jest ta, którą zaproponowali P. Mell i T. Grance. Określili oni przetwarzanie w chmurze jako model umożliwiający wszechobecny i wygodny dostęp do wspólnych, udostępnionych zasobów, które mogą być publikowane szybko i z minimalnym wysiłkiem oraz minimalną interakcją z dostawcą usługi [Mell, Grance, 2011].

Technologia Internetu Rzeczy jest niezbędna do funkcjonowania kolejnego składnika, czyli inteligentnej fabryki (z ang. *Smart Factory*). Jest to fabryka, która wspomaga maszyny jak i zasoby ludzkie w wykonywaniu ich zadań w oparciu nie tylko o Internet Rzeczy, ale też o elementy systemu cyber-fizycznego. Umożliwi to integracja poszczególnych poziomów zasobów produkcyjnych, między innymi: siłowników, maszyn, robotów czy też czujników. Będzie ona kontrolować produkcję, ale także czuwać nad stanem technicznym urządzeń [Wittbrodt, Łapuńska, 2017].

Kolejnym elementem idei Przemysłu 4.0, o którym warto wspomnieć są systemy cyber-fizyczne (z ang. *Cyber-Physical Systems* (CPS)). Składają się one z połączenia warstwy obliczeniowej i procesów fizycznych, które są z kolei źródłem danych do obliczeń sygnału sterującego wybranymi obiektami wykonawczymi. CPS obejmują trzy fazy: pierwsza generacja, która obejmuje technologie identyfikacji RFID, druga – układy wyposażone w czujniki i siłowniki o ograniczonym zakresie funkcji oraz trzecia generacja, w której układy mogą przechowywać dane i je analizować [Wittbrodt, Łapuńska, 2017].

Rewolucja 4.0 jest więc zagadnieniem, na które wpływa wiele czynników. Fundamentem dla rozwoju koncepcji Przemysłu 4.0 jest uzyskanie wysokiego stopnia zaawansowania pod względem podstawowych obszarów, w tym innowacyjności, przedsiębiorczości, dostępności infrastruktury informacyjnej, technologicznej czy transportowej. Aby zapewnić zrównoważony rozwój we wszystkich obszarach tworzone są dokumenty strategiczne zawierające podstawowe założenia i działania wymagane do osiągnięcia pożądanego celu [Szum, Magruk, 2019].

2. Analiza SWOT

W celu zidentyfikowania szans i zagrożeń rozwoju Przemysłu 4.0 w polskich przedsiębiorstwach wykonano analizę SWOT. Pozwala ona również w pierwszej kolejności na określenie stanu teraźniejszego pod postacią mocnych i słabych stron, tzw. analizę wewnętrzną, jak i wyodrębnienie szans i zagrożeń pojawiających się w badanym otoczeniu. Następnie każdym czynnikiem nadano wagi, z czego suma wag w każdej grupie czynników równa się 1 [Kadłubek, Ingaldi, 2016].

Tab. 1. Analiza SWOT Przemysłu 4.0 w Polsce

Mocne strony		Słabe strony	
Spadek cen technologii kluczowych w Przemysle 4.0	(0,3)	Niska świadomość zmian na poziomie menedżerskim	(0,3)
Rosnący poziom zatrudnienia w przemyśle	(0,2)	Brak priorytetu rozwoju technologii Przemysłu 4.0 ze strony państwa	(0,2)
Potencjał ze strony studentów i osób wkraczających na rynek pracy	(0,2)	Utrudniony dostęp do szkoleń pracowników	(0,2)
Korzystne położenie geograficzne Polski	(0,2)	Brak wymaganych nakładów inwestycyjnych	(0,2)
Większość przedsiębiorstw znajduje się już na etapie trzeciej rewolucji przemysłowej	(0,1)	Niska świadomość ochrony własności intelektualnej	(0,1)

Szanse		Zagrożenia	
Zwiększenie satysfakcji klienta	(0,3)	Redukcja zatrudnienia na określonych stanowiskach pracy	(0,3)
Upowszechnienie proekologicznych rozwiązań	(0,2)	Wzrost dysproporcji wynagrodzeń pomiędzy płacami	(0,3)
Wejście na nowe rynki zbytu	(0,2)	Zagrożenie cyberatakami	(0,2)
Zwiększenie produktywności produkcji	(0,2)	Upadek nie rozwijających się przedsiębiorstw	(0,1)
Wzrost napływu zagranicznych inwestorów	(0,1)	Zdominowanie rynku przez państwa, gdzie Przemysł 4.0 rozwinął się wcześniej.	(0,1)

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Dębkowska K. (2013), *Regionalny foresight technologiczny*, Warszawa; Cudziło B., Kaczorowska B., Kurowski G., Łokietek K., Więckowska G. (2019), *Nakłady i wyniki przemysłu w 2018 r.*, Główny Urząd Statystyczny, https://www.astor.com.pl/industry4/HBRP_ASTOR_w_strone_przemyslu_4_0.pdf

W raporcie firmy Roland Berger zatytułowanym „INDUSTRY 4.0. The new industrial revolution. How Europe will succeed” został opracowany także wskaźnik RB Industry 4.0 Readiness Index, który podzielił kraje Europy i wyodrębnił 4 grupy: liderów, potencjalnych, wahających się, tradycjonalistów. Polska wraz z Włochami, Hiszpanią, Portugalią, została zaklasyfikowana do grupy państw wahających się, czyli o niskiej gotowości do wdrożenia Przemysłu 4.0. Według ASTOR, jedną z przyczyn może być fakt, że słabo chronimy naszą własność intelektualną [https://www.astor.com.pl/industry4/HBRP_ASTOR_w_strone_przemyslu_4_0.pdf., 19.04.2019].

Z badań ASTOR wynika, że większość polskich firm określa, iż jest na etapie rewolucji 4.0 (42,44%), a jedynie 7% przedsiębiorców deklaruje, że wdrożyło Przemysł 4.0. Jest to powiązane z tym, że poprzednie rewolucje Polska przyjęła z opóźnieniem. Mechanizacja z pierwszej rewolucji została utrudniona przez rozbiory, drugą rewolucję utrudniły wojny światowe i konieczność reelektryfikacji, a w czasie trzeciej rewolucji przemysłowej sukcesy polskiej myśli technicznej nie zostały w pełni wykorzystane. W obecnych czasach nie mamy już żadnych barier, które mogą ograniczać potencjał Przemysłu 4.0 [Dmowski i in., 2016].

Największą grupą, która może skorzystać na zdobyczach czwartej rewolucji przemysłowej są konsumenci, którzy będą mogli otrzymać spersonalizowane, „szyte na miarę” produkty w krótszym czasie i po takim samym koszcie co standardowy produkt. Produkty w fabrykach będą projektowane pod indywidualne zamówienia i będą wytwarzane w małych partiach. Rozwój Przemysłu 4.0 stworzy nowe możliwości zawodowe, głównie dla inżynierów, związane z obsługą maszyn [Czyżewski

i in., 2017]. Czwarta rewolucja przemysłowa, według badań OCED może spowodować zagrożenie jedynie dla 7% stanowisk pracy, przy wzięciu pod uwagę, że praca w 70% wykonywana jest przez maszyny [Götz, Gracel, 2017].

Podstawową szansą dla przedsiębiorstw jest wzrost produktywności produkcji. Wdrożenie technologii z czwartej rewolucji przemysłowej spowoduje, że poprzez optymalizację procesu produkcyjnego będzie wymagana mniejsza ilość zapasów, przestoje ulegną skróceniu, a produkty będą lepszej jakości.

Dzięki wykorzystaniu technologii i systemów inteligentnych skorzysta też na tym środowisko naturalne. Według jednej z prognoz, jeśli przedsiębiorstwa i konsumenci zechcą korzystać z nowego modelu przemysłowego i wchodzić ze sobą w interakcje, będą mogli przyczynić się do promowania wydajniejszego systemu gospodarczego. Będzie to możliwe dzięki efektywnemu przepływowi materiałów, energii, pracy i informacji. [Schwab, 2018].

Kolejną istotną kwestią jest to, gdy już wprowadzimy powszechnie Przemysł 4.0, sprawi to, że Polska stanie się bardziej atrakcyjnym krajem dla wielu inwestorów przez sprzężenie zwrotne między rozwojem kompetencji a napływem kapitału [Czyżewski i in., 2017]. Przyczynić się do tego może też korzystne położenie Polski w Europie, usytuowanie dość blisko jednych z największych rynków zbytu w Europie i na świecie. Kolejną potencjalną zachętą dla inwestorów może być wciąż niższy koszt siły roboczej w porównaniu do krajów Europy Zachodniej.

Jedną z największych obaw społeczeństwa jest to, że masowa robotyzacja przyczyni się do likwidacji miejsc pracy. Szczególnie zagrożone są zawody, które opierają się na wykonywaniu powtarzalnych czynności. Niesie to ryzyko bezrobocia na skutek niedopasowania kwalifikacji do stworzonych nowych miejsc pracy oraz konieczność dostosowania się do szybko zmieniających się warunków [Czyżewski i in., 2017]. Niezbędne staną też się działania, które będą stale poszerzać kwalifikacje już zatrudnionych pracowników, a to generuje koszty dla właścicieli przedsiębiorstw. Warto dodać, że w Polsce jest niewiele miejsc dysponujących odpowiednimi ofertami takich szkoleń. Rozwój Przemysłu 4.0 może sprawić, że przedsiębiorstwa, które nie dostosują się szybko do zmian jakie następują, mogą przestać istnieć.

Istotnym aspektem jest również wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na różnice pomiędzy płciami. W przeszłości większe bezrobocie wywołane przez automatyzację zdarzało się w zawodach zdominowanych przez mężczyzn, takich jak: produkcja, budownictwo, instalacje. Dzisiaj jednak, pod wpływem rozwoju sztucznej inteligencji, zagrożonych jest wiele innych miejsc pracy, takich jak *call center*, handel detaliczny i administracja, gdzie dominuje zatrudnienie kobiet. Według Globalnego raportu o różnicy płci 2015 Światowego Forum Ekonomicznego, postępy w stronę równości są wyjątkowo powolne albo wręcz się zatrzymały. Szczególnie

zagroza to osobom nie posiadajacym wysokich umiejetnosci. Biorac pod uwage fakt, iz mezczyzni nadal dominuja w informatyce i zawodach inzynierskich, to wzrokszony popyt na wlasnie te zawody moze spowodowac wzrost nierownosci miedzy plciami [Schwab, 2018]. To wszystko moze sprawic, ze kasjerzy i kasjerki nie beda juz potrzebni, bo kasa sama bedzie automatycznie skanowac produkty i wyliczac rachunek. Kolejnym takim przykladem moze byc zastapienie osob sprzatajacych przez roboty [https://finanse.wnp.pl/zagrozenia-i-korzysci-z-4-rewolucji-przemyslowej,276027_1_0_1.html, 19.04.2019].

Jednym z wazniejszych zagrozen jakie niesie czwarta rewolucja przemyslowa, jest zagrozone cyberbezpieczenstwo. Podlaczenie calaj fabryki do Internetu niesie ze soba duze ryzyko na ataki hakerskie. Z tego powodu bardzo wazne jest, aby za-inwestowac w produkty o bezpiecznej architekturze, a takze zatrudniac specjalistow, ktorzy pomoga nam utrzymac niezbedny poziom bezpieczenstwa [Czyzewski i in., 2017; <https://www.astor.com.pl/industry4/>, 19.04.2019]. Rownie istotne jest tez regularne wykonywanie kopii zapasowych systemow. Jako przyklad mozna podac konia trojanskiego WannaCry, ktory w maju 2017 roku zainfekowal 10 000 organizacji i ponad 300 000 komputerow w 99 krajach, a przestepcy zaazadali wpłacenia 300 dolarow w walucie bitcoin za odszyfrowanie danych [Sobieraj, 2018].

Przeszkoda moze okazać się też to, że zagraniczni dostawcy rozwiązań Przemysłu 4.0 będą mieć znaczną przewagę. Przez późniejszy rozwój przemysłu w Polsce, inne państwa dysponują już bardziej zaawansowaną technologią, co czyni Polskę przegranymi już na starcie [Dmowski i in., 2016].

Podsumowanie

W toku analizy literatury i materiałów źródłowych wysunięto następujące wnioski:

- Mocne strony, które przedstawione zostały w macierzy SWOT są w stanie wykorzystać czekające szanse.
- Szybki rozwój nowej technologii, a co za tym idzie spadek cen tych już obecnych na rynku sprawi, że polscy przedsiębiorcy, nie dysponujący dużym kapitałem w porównaniu do innych z krajów Europy Zachodniej, będą w stanie zainwestować w nowocześniejsze rozwiązania.
- Wejście na rynek młodych absolwentów uczelni technicznych, którzy są świadomi zmian, sprawi, że znajdą oni zatrudnienie w nowych zawodach związanych z obsługą technologii i zapewnieniem bezpieczeństwa wrażliwych danych przedsiębiorstwa przed atakami w cyberprzestrzeni.

- Rosnący udział zatrudnienia w przemyśle i wciąż niższe koszty niż w Europie Zachodniej sprawiają, że Polska stanie się przez to atrakcyjnym miejscem do zainwestowania, co nie jest bez znaczenia dla przedsiębiorców chcących się rozwijać i utrzymać na rynku, ale nie dysponują odpowiednim kapitałem.
- Korzystne położenie w centralnej części kontynentu stanowi bliskość wielu rynków zbytu i zrównoważony koszt transportu wyrobów, co z kolei składa się na większą satysfakcję klienta.

Automatyzacja i robotyzacja są kluczowe w przygotowaniu do wprowadzenia Przemysłu 4.0. Polska w pierwszej kolejności powinna skupić się na całkowitym upowszechnieniu zdobyczy technologicznych z poprzednich rewolucji, aby móc pomyślnie wdrożyć czwartą, która oparta jest o integrację wielu zaawansowanych technologii, które odmienią cały łańcuch wartości. Wiele w tym zakresie możemy uczyć się od Niemców, którzy bez wątplenia są liderami i propagatorami w rozwoju Przemysłu 4.0 w Europie. Zdecydowanie więcej korzyści przyniesie wprowadzenie czwartej rewolucji przemysłowej do Polski. Co więcej, jest to niezbędne, jeśli chcemy dorównać najlepszym w tej dziedzinie. Kwestią zaś fundamentalną jest inwestowanie w pracowników, którzy przede wszystkim zrozumieją potrzebę wdrażania zmian oraz zapewnienie im możliwości stałego poszerzania wiedzy z tego zakresu.

Literatura

1. Bujak A. (2017), *Rewolucja Przemysłowa - 4.0 i jej wpływ na logistykę XXI wieku*, Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe r. 18, nr 6, s. 1340
2. Cudziło B., Kaczorowska B., Kurowski G., Łokietek K., Więckowska G. (2019), *Nakłady i wyniki przemysłu w 2018 r.*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa
3. Czyżewski A., Grzegorzczak W., Kozłowski A., Bodnari E., Krzemiński B. (2017), *PKN Orlen*, s. 11, 23-25, 16, 28-31, 39
4. Dębkowska K. (2013), *Regionalny foresight technologiczny*, Warszawa
5. Dmowski J., Jęrzajewski M., Libucha J., Owerczuk M., Suffczyńska-Hałabuz N., Iwasieczko M., Kowalska I. (2016), *Przemysł 4.0 PL. Szansa czy zagrożenie dla rozwoju innowacyjnej gospodarki*, The Boston Consulting Group Sp. z o.o., Warszawa, s. 24, 20, 27-29
6. Götz M., Gracel J. (2017), *Przemysł czwartej generacji (Industry 4.0) – wyzwania dla badań w kontekście międzynarodowym*, Kwartalnik Naukowy Uczelni Vistula, s. 221, 225
7. Mell P., Grance T. (2011), *The NIST Definition of Cloud Computing*. National Institute of Standards and Technology U.S. Department of Commerce, s. 2

8. Hermann M., Pentek T., Otto B. (2015), *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review*, Technische Universität Dortmund No. 01
9. Iwański T, Gracel J. (2016), *Przemysł 4.0. Rewolucja już tu jest. Co o niej wiesz?*, ASTOR, Kraków, s. 6
10. Kadłubek M., Ingaldi M. (2016), *Evaluation of the Strategic Position of the Company of the Metallurgical Industry by SWOT Analysis*. w: METAL 2016. 25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials, Tanger, Brno, s. 1844- 1850
11. Schwab K. (2018), *Czwarta rewolucja przemysłowa*, Wydawnictwo Studio Emka, Warszawa, 87-88, 62-63, s. 22-23
12. Sobieraj J. (2018), *Rewolucja przemysłowa 4.0*, Instytut Technologii Eksploatacji- PIB w Radomiu, Radom, s. 342
13. Szum K., Magruk A. (2019), *Analiza uwarunkowań rozwoju Przemysłu 4.0 w województwie podlaskim*, Akademia Zarządzania nr 3(2), s. 75-76
14. Wittbrodt P., Łapuńska I. (2017), *Przemysł 4.0 – wyzwanie dla współczesnych przedsiębiorstw produkcyjnych*, Politechnika Opolska, Opole, s. 3-4
15. https://www.astor.com.pl/industry4/HBRP_ASTOR_w_strone_przemyslu_4_0.pdf [stan z dnia 19.04.2019]
16. https://finanse.wnp.pl/zagrozenia-i-korzysci-z-4-rewolucji-przemyslowej,276027_1_0_1.html [stan z dnia 19.04.2019]
17. <https://www.astor.com.pl/industry4/> [stan z dnia 19.04.2019]
18. <http://przemysl-40.pl/index.php/2019/02/15/ciekawostki-industry-4-0-przemysl-4-0-a-moze-industrie-4-0/> [stan z dnia 19.04.2019]

Industry 4.0 – opportunities and threats in Poland

Abstract

The article aims to familiarize the reader with the concept of Industry 4.0 and related ideas. The article discusses the chances and threats that the fourth industrial revolution in Poland may bring in various aspects – economic and social. Based on the literature, the most important issues related to Industry 4.0 were identified and a SWOT analysis of Industry 4.0 opportunities in Poland was conducted.

Keywords

Industry 4.0, Smart Manufacturing, SWOT