

Potencjalne rezultaty wprowadzania koncepcji Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach

Beata Ślusarczyk

Panująca w światowej gospodarce ogromna konkurencja, wspierana dodatkowo wahaniami rynku, szczególnie wahaniami popytu klientów i niedoborem zasobów, mają ogromny wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstw. Koncepcja Przemysłu 4.0 może być jednym z rozwiązań pozwalających przezwyciężyć pojawiające się bariery i zapewnić rozwój tym podmiotom. Przemysł 4.0, obejmujący wiele współczesnych systemów automatyzacji, wymiany danych i technologii produkcji stanowi potencjał rozwoju dla wielu dziedzin. Jego wdrożenie będzie miało wpływ na cały łańcuch wartości, usprawni produkcję i procesy inżynierskie, poprawi jakość produktów i usług, zoptymalizuje relacje między klientami i organizacjami, przynosząc nowe możliwości biznesowe i korzyści ekonomiczne, zmianę wymagań edukacyjnych i przekształcenie obecnego środowiska pracy. Podczas gdy nadchodząca rewolucja przemysłowa jest gorącym tematem wśród badaczy, jest równie ważna dla przedsiębiorstw i ich menedżerów, którzy są zainteresowani transformacją w kierunku Przemysłu 4.0. W artykule, na podstawie kwerendy literaturowej, podjęto się przeanalizowania najważniejszych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstw w aspekcie wymagań Przemysłu 4.0.

Koncepcja nazywana Przemysłem 4.0 została stworzona w specyficznych okolicznościach geopolitycznych, przede wszystkim, jako próba rządu Niemiec by złagodzić negatywne skutki światowego kryzysu gospodarczego (kredytów hipotecznych), ale również by zapewnić długoterminowy wzrost własnej gospodarki w nowych okolicznościach. Termin „Przemysł 4.0” (*Industrie 4.0*) pojawił się po raz pierwszy w artykule opublikowanym w listopadzie 2011 roku przez niemiecki rząd, który wynikał z inicjatywy dotyczącej strategii *high-tech* (wysokiej technologii) na 2020 [2, 3, 19, 33]. Inicjatywa oparta jest na wcześniejszych koncepcjach i punktach widzenia, które ewoluowały na przestrzeni lat [15]. Pierwotna wersja koncepcji z 2011 roku, na wniosek niemieckiego rządu, w 2014, z pewnymi poprawkami, uzyskała obecną formę i stała się narodową strategią rozwoju gospodarki Niemiec [14, 20]. Obecnie, termin Przemysł 4.0, nawiązujący do Czwartej Rewolucji Przemysłowej, którym zaczęto określać cyfrową transformację wytwórczości [10], odnosi się do szeroko akceptowanej koncepcji rozwoju, ale z naciskiem na rozwój oraz pionową i poziomą integrację małych i średnich organizacji zorientowanych na technologię w przemyśle przetwórczym. Nowa idea, znajdująca się w centralnym miejscu rządowej strategii rozwoju niemieckiej gospodarki, zaczęła żyć własnym życiem i dopiero wtedy doczekała się dużej liczby publikacji określających, czym ma być *Industrie 4.0*.

Jak wskazują V. Terziyan, S. Gryshko i M. Golovianko [30], era Przemysłu 4.0 oferuje przede wszystkim nową wizję funkcjonowania firmy: wytwarzania produktów, świadczenia usług, zarządzania majątkiem i prowadzenia działalności gospodarczej. A.C. Pereira i F. Romero [19] dodają, że Przemysł 4.0 stanowi ogromny potencjał dla wielu dziedzin, a jego wdrożenie będzie miało wpływ na cały łańcuch wartości, usprawni produkcję i procesy inżynierskie, poprawi jakość produktów i usług, zoptymalizuje relacje między klientami i organizacjami, przynosząc nowe możliwości biznesowe i korzyści ekonomiczne, zmianę wymagań edukacyjnych i przekształcenie obecnego środowiska pracy. Tak

wielki i wielopłaszczyznowy wpływ czwartej rewolucji przemysłowej na biznes sprawia, że koniecznym staje się przeanalizowanie najważniejszych obszarów funkcjonowania przedsiębiorstw w aspekcie wymagań Przemysłu 4.0, co tym samym będzie stanowiło cel niniejszego artykułu.

DEFINIOWANIE POJĘCIA „PRZEMYSŁ 4.0”

Przez pewien czas termin *Industrie 4.0* rozpowszechniał się jedynie na obszarach niemieckojęzycznych. W innych rejonach świata pojawiły się podobne koncepcje, m.in. *Industrial Internet* promowany przez General Electric. Podobne idee można było znaleźć pod nazwami *Integrated Industry*, *Smart Industry* czy *Smart Manufacturing*. Według Deloitte University Press, jeśli chodzi o koncepcję Przemysłu 4.0, bardzo często występują również inne terminy: *Connected Enterprise*, *SMART Manufacturing* (INTELIĞENTNA Produkcja), *Smart Factory* (Inteligentna Fabryka), *Internet of Things for Manufacturing* (Internet Rzeczy dla Produkcji), z których każdy wskazuje kwintesencję tej idei [28]. Istota koncepcji oparta jest na symbiozie zaawansowanych technik produkcyjnych i technologii informacyjnych. To oznacza przetwarzanie danych i ich wymianę poprzez łańcuch dostaw i technologie operacyjne.

Zarówno literatura przedmiotu, jak i praktyka gospodarcza potwierdzają, że w poszczególnych krajach: Francji (*Nouvelle France Industrielle*), Szwecji (*Produktion 2030*), Włoszech (*Fabbrica Intelligente*), Belgii/Holandii (*Made Different*), Hiszpanii (*Industria Conectada 4.0*) i Austrii (*Produktion der Zukunft*) wszyscy aktywnie interesują się nową koncepcją rozwoju przemysłu. Amerykańskie (*Industry Connected 4.0*) i chińskie sektory produkcyjne również przygotowują się do tej zmiany, kierując się różnymi strategicznymi celami. Stąd często spotykanymi są liczne synonimy terminologiczne koncepcji Przemysł 4.0 [29].

Popularyzacja tej nowej idei skłoniła wielu badaczy do próby jej zdefiniowania. Germany Trade and Invest (GTAI) definiuje Przemysł 4.0 jako: „zmianę paradygmatu możliwą dzięki osią-

gnięciom technologicznym, które stanowią odwrócenie logiki procesu produkcji konwencjonalnej; mówiąc najprościej, oznacza to, że maszyna produkcji przemysłowej już po prostu nie „przetwarza” produktu, ale że produkt komunikuje się z maszyną, żeby poinformować ją dokładnie, co ma zrobić” [28]. Zbliżoną definicję proponują Kagermann i in [7] twierdząc, że Przemysł 4.0 to „sieć autonomicznych zasobów produkcyjnych, zdolnych do kontrolowania się w odpowiedzi na różne sytuacje, samokonfigurujących się, opartych na wiedzy, wyposażonych w czujniki i rozproszonych przestrzennie, a także obejmujących odpowiednie systemy planowania i zarządzania”.

Według Lasi i in. [10] „Industy 4.0 opisuje rosnącą cyfryzację i automatyzację środowiska produkcyjnego, a także tworzenie cyfrowych łańcuchów wartości w celu umożliwienia komunikacji między produktami, środowiskiem i partnerami biznesowymi”. Hermann i in. [4] określają Przemysł 4.0 jako „zbiorcze określenie technologii i koncepcji organizacji łańcucha wartości”. Oesterreich i Teuteberg [16] oświadczyli, że z technicznego punktu widzenia ten nowy paradygmat przemysłowy można opisać jako zwiększoną digitalizację i automatyzację w środowisku produkcyjnym, oprócz zwiększonej komunikacji dzięki stworzeniu cyfrowego łańcucha wartości. Na podstawie artykułów z tej kategorii badań Lu [12] twierdzi, że: „Przemysł 4.0 można podsumować jako zintegrowany, dostosowany, zoptymalizowany, zorientowany na usługi i interoperacyjny proces produkcyjny, który jest skorelowany z algorytmami, dużymi danymi i wysokimi technologiami”.

KLUCZOWE CECHY KONCEPCJI PRZEMYSŁ 4.0

Przełomowe osiągnięcia technologiczne odbijały się echem, wywołując tzw. rewolucje przemysłowe, które powodowały znaczące przemiany w strukturze i organizacji produkcji. Pierwsza rewolucja przemysłowa miała miejsce w Anglii w połowie XVIII wieku i została wzmocniona przez wynalezienie silnika parowego [12]. Przemysł chałupniczy i praca ręczna zostały zastąpione przez produkcję mechaniczną z wykorzystaniem energii wodnej i parowej. W drugiej połowie XIX wieku pojawiła się druga rewolucja przemysłowa w Europie i USA. Rewolucja ta charakteryzowała się masową produkcją i zastępowaniem pary energią chemiczną i elektryczną. Aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu, opracowano szereg technologii w przemyśle i mechanizacji, takich jak linia produkcyjna z automatyczną obsługą, pozwalająca na zwiększenie wydajności. W tym okresie nastąpił również rozwój wielu procesów zarządzania, które umożliwiły zwiększenie wydajności i efektywności zakładów produkcyjnych. Podział pracy, w którym każdy pracownik wykonuje część całości pracy, zwiększa produktywność [32]. Pierwsze dwie rewolucje przemysłowe doprowadziły do wzrostu zamożności pracowników oraz do urbanizacji. Pod koniec lat 60. postępy w dziedzinie komputerów i elektroniki pozwoliły na coraz większą optymalizację i automatyzację produkcji, znaną jako programowalne systemy sterowania logicznego, prowadzące do większej wydajności i poprawy jakości oraz trzeciej rewolucji w produkcji [14]. Wschodząca czwarta rewolucja przemysłowa, często określana mianem Przemysł 4.0, obejmuje szybkie i przełomowe zmiany, które obejmują produkcję cyfrową, komunikację sieciową, technologie komputerowe i automatyzacji, jak również wiele innych istotnych obszarów [33]. Ten nowy przemysłowy paradygmat obejmuje zestaw technologicznych przemian, takich jak systemy CPS (systemy cyfrowo-fizyczne), Internet rzeczy (IoT) i usług (IoS), inteligentna robotyka, *Big Data*, *Cloud Manufacturing* (Produkcja w chmurze) i rzeczywistość rozszerzona, które wpłyną zarówno na produkty

i procesy, pozwalając na ulepszenia w obszarze wydajności i produktywności wśród firm, które zaadoptują takie technologie [15, 20, 23]. Co więcej, Przemysł 4.0 doprowadzi do głębokich zmian w sektorach przemysłu i produkcji, wywierając silny wpływ wzdłuż całych łańcuchów wartości i dostarczając szeregu nowych możliwości w zakresie modeli biznesu, technologii produkcji, tworzenia nowych miejsc pracy i organizacji pracy.

Celem Przemysłu 4.0 jest osiągnięcie wyższego poziomu wydajności operacyjnej i produktywności, a także wyższy poziom automatyzacji. A wiodące cechy tej koncepcji to: digitalizacja, optymalizacja i personalizacja produkcji; automatyzacja i adaptacja; interakcja człowiek-maszyna (HMI); usługi o wartości dodanej i firmy oraz automatyczna wymiana danych i komunikacja [21]. Cechy te nie tylko są silnie skorelowane z technologiami internetowymi i zaawansowanymi algorytmami, ale także wskazują, że Przemysł 4.0 jest przemysłowym procesem dodawania wartości i zarządzania wiedzą.

Fenomen czwartej rewolucji przemysłowej, wiąże się z trzema zjawiskami [18]:

- powszechną cyfryzacją i zapewnieniem stałego porozumiewania się osób między sobą, osób z urządzeniami oraz urządzeń między sobą;
- coraz częściej wdrażanymi innowacjami wywrotowymi (*disruptive innovations*), które pozwalają na skokowe zwiększanie sprawności i efektywności funkcjonowania systemu społeczno-gospodarczego;
- osiągnięciem takiego rozwoju maszyn, iż zyskują one zdolność do autonomicznego zachowania dzięki wykorzystywaniu w procesie ich sterowania „sztucznej inteligencji” (*artificial intelligence*).

Charakterystyczne dla Przemysłu 4.0 technologie mogą wpływać na sposób wytwarzania produktów, a także na postrzeganie przez klientów wartości produktów. Zaprojektowane wyroby będą posiadały unikalną identyfikację elektroniczną w celu śledzenia ich cyklu życia, a to umożliwi zbieranie danych dotyczących użytkownika. Dzięki temu przedsiębiorstwa będą mogły poprawić dostosowanie produktów do wymagań użytkowników. Ponadto połączenia między maszynami, urządzeniami i elementami łańcucha dostaw za pomocą współdzielonych informacji stworzą możliwość szybkiego modyfikowania priorytetów zamówień (ze względu na wymagania klientów lub wymagania konserwacyjne), monitorowania i kontrolowania wydajności linii produkcyjnych, śledzenie dostaw, a także usprawnienie szlaków logistycznych [2].

PRZEMYSŁ 4.0 W FUNKCJONOWANIU PRZEDSIĘBIORSTW

Przemysł 4.0 zdecydowanie najsilniej wpływa na środowisko produkcyjne poprzez modyfikowanie tradycyjnych i optymalizację względnie nowych operacji produkcyjnych, umożliwienie interakcji w czasie rzeczywistym oraz dynamiczną samoopptymalizację procesów wytwórczych. Czwarta rewolucja przemysłowa przynosi informatyzację produkcji i znacznie zmienia sposób, w jaki działa przemysł wytwórczy. Nowa koncepcja kładzie nacisk na rozproszenie urządzeń i niezależność sterowania, a także na inteligentne połączenie urządzeń za pośrednictwem sieci. Dzięki otwartemu, aktywnemu, dynamicznemu i elastycznemu systemowi komunikacyjnemu wyposażonemu w technologie informacyjne, ten nowy model produkcji ma zdolność maksymalizacji potencjału optymalizacyjnego, zwiększenia wydajności produkcji oraz zachęcania do innowacyjności [11]. Przemysł 4.0 umożliwia inteligentną produkcję, gdyż dostarcza danych i narzędzi do usprawniania operacji fabrycznych i lepszego zarządzania ryzykiem w łańcuchu dostaw, od logistyki produktu, przez zarządza- ▶

nie zapasami, aż po konserwację maszyny. Inteligentne sieci umożliwiają nie tylko monitorowanie ruchu, sytuacji awaryjnych i wykorzystania infrastruktury, lecz również ograniczanie przerw w zasilaniu, zmniejszanie marnotrawstwa i wdrażanie inteligentnych programów cenowych [9].

Na wpływ koncepcji Przemysłu 4.0 na realizację procesu produkcyjnego wskazują w swojej pracy E. Blunck i H. Werthmann [1] wymieniając:

1. Korzystanie z zasobów i optymalizacja procesów: aplikacje Przemysłu 4.0 umożliwiają obserwowanie procesów w czasie rzeczywistym, a połączenie maszyn, produktów i ludzi pozwalają na bardzo szybkie, skuteczne i w pełni zautomatyzowane reagowanie na każdą okoliczność w trakcie produkcji. Śledzenie zużycia zasobów staje się coraz bardziej przejrzyste, dzięki czemu jest możliwość dokładnego oszacowania ich ilości na każdym etapie produkcji, a procesy o nadmiernym zużyciu zasobów mogą zostać zidentyfikowane i zoptymalizowane lub wyeliminowane. Usprawnienie procesów produkcyjnych, w tym optymalizacja zużycia materiałów umożliwi zwiększenie ich wydajności.
2. Wykorzystanie aktywów: dzięki technologiom Przemysłu 4.0, możliwe jest optymalne wykorzystanie parku maszynowego przedsiębiorstwa. Stałe i zdalne monitorowanie stanu maszyn umożliwia ograniczenie ich przestoju oraz czasów przełączania poprzez wczesne wykrycie potencjalnych problemów i ciągłą konserwację. Unikanie i wczesna korekta defektów mogą obniżyć koszty i zwiększyć wydajność produkcji, co w konsekwencji powoduje wzrost wartości.
3. Wydajność pracy: technologie Przemysłu 4.0 mogą przyczynić się do wzrostu produktywności pracy poprzez skrócenie czasu oczekiwania pomiędzy różnymi etapami w procesie produkcyjnym lub przyspieszenie procesu badawczo-rozwojowego (np. poprzez drukowanie 3D).
4. Poprawa jakości: dzięki wdrożeniu aplikacji Przemysłu 4.0 możliwe jest wsparcie jakości produktów i procesów m.in. dzięki umożliwieniu rozwiązywania problemów w czasie rzeczywistym, zaawansowanej kontroli procesu, czy korekcji błędów w celu zmniejszenia występowania niestabilnych procesów produkcyjnych, przeróbek i w konsekwencji dodatkowych kosztów.

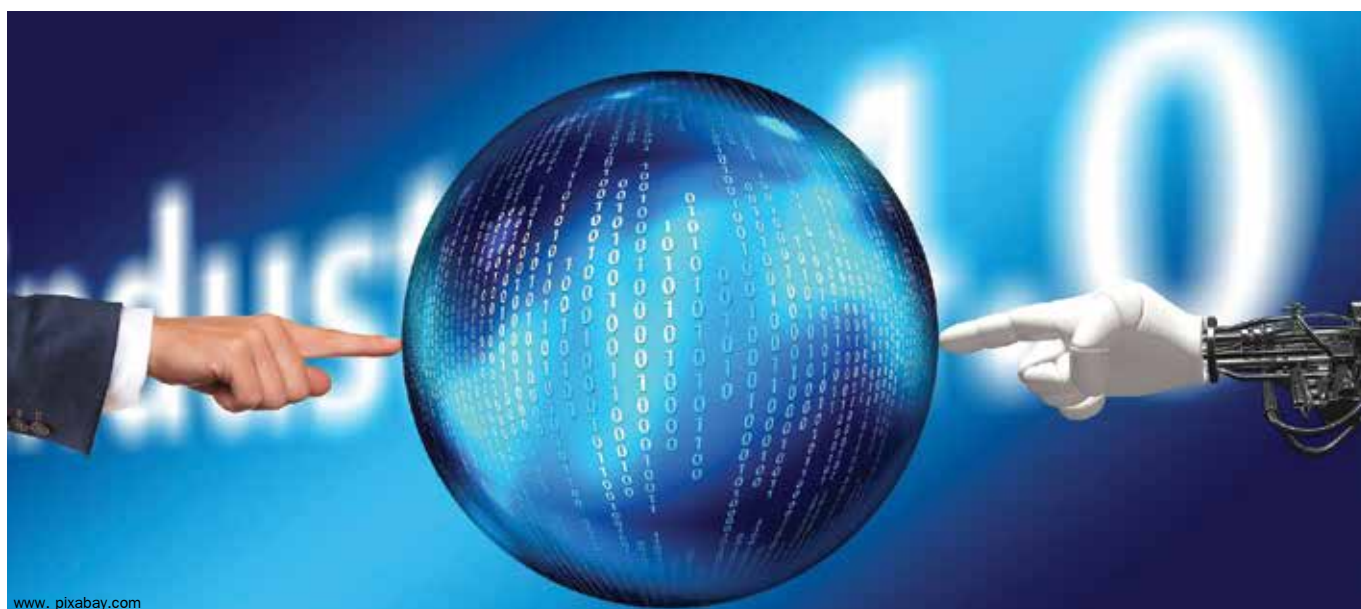
Przemysł 4.0 posiada ogromny potencjał, przejawiający się m.in. właśnie w obszarze procesów produkcyjnych. Inteligentne fabryki pozwalają spełnić indywidualne wymagania klientów, przy

czym nawet jednorazowe produkty mogą być w nich wytwarzane z zyskiem. Dynamiczne procesy biznesowe i inżynierskie umożliwiają wprowadzanie zmian w produkcji w ostatniej chwili i zapewniają możliwość elastycznego reagowania na zakłócenia i awarie. W całym procesie produkcyjnym zapewniona jest całkowita przejrzystość, co znacznie ułatwia zoptymalizowanie procesów decyzyjnych.

Wobec powyższego, idea Przemysłu 4.0 zapewnia możliwość przejścia z produkcji masowej do produkcji niestandardowej, realizowanej w oparciu o indywidualne potrzeby klientów. Dzięki nowoczesnym technologiom zastosowanym w całym procesie produkcyjnym istnieje możliwość zaprojektowania, przygotowania i dostarczenia klientowi w krótkim czasie produktu skonfigurowanego specjalnie dla niego [17]. Według H. Kagermanna, głównym celem koncepcji Przemysłu 4.0 jest właśnie osiągnięcie strategicznej przewagi „masowej indywidualizacji” m.in. poprzez wyższy stopień produkcji wyrobów dostosowanych do indywidualnych potrzeb klientów, ale kosztem masowej produkcji [6].

O Przemysle 4.0, mówi się przede wszystkim w kontekście technicznym, jednakże czwarta rewolucja przemysłowa ma również ogromny wpływ na całą organizację i poprzez połączenie procesów technicznych CPS, i procesów biznesowych. Dlatego też temat należy rozpatrywać również z punktu widzenia zarządzenia przedsiębiorstwem. Z tej perspektywy, w kontekście Przemysłu 4.0 szczególnie istotne jest przede wszystkim znaczenie współpracy i sieci powiązań między podmiotami uczestniczącymi w procesie gospodarczym. Zakłada się bowiem, że indywidualne działania, specyficzne dla danego przedsiębiorstwa przynoszą jedynie pojedyncze rozwiązania, bez możliwości pełnego wykorzystania potencjału zmian przynoszonych przez czwartą rewolucję przemysłową [24]. Różne przedsiębiorstwa, partnerzy biznesowi, dostawcy, a nawet klienci będą zmuszeni współpracować ze sobą, co doprowadzi do większej złożoności relacji i tym samym będzie wymagało odpowiedniej architektury oraz nowego modelu organizacji pracy [8].

Współpraca będzie miała kluczowe znaczenie, ponieważ granice przedsiębiorstw zostaną zatarte w połączonych sieciach wartości, przekształconych w „cyfrowe ekosystemy” [22]. Nie będzie klasycznych łańcuchów wartości o jasno określonych granicach między wewnętrznymi funkcjami przedsiębiorstwa i obszarami zewnętrznymi w ramach Przemysłu 4.0. Dzięki nowoczesnym aplikacjom i ich wszechobecnej wymianie informacji po-



www.pixabay.com



Rys. 1.
Role transformacyjne
Przemysłu 4.0
Źródło: Opracowanie
własne na podstawie [6]

łączą się granice wewnętrzne i zewnętrzne, a klasyczne granice poszczególnych przedsiębiorstw zostaną przesunięte. Przemysł 4.0 digitalizuje i integruje procesy w pionie w całej organizacji, poprzez wszystkie funkcje, od rozwoju produktu i zakupów, przez produkcję, logistykę i obsługę posprzedażną. Oprócz tego, integracja pozioma wykracza poza operacje wewnętrzne. Tutaj również zintegrowani są dostawcy, klienci i wszyscy kluczowi partnerzy łańcucha wartości [1]. Pełna cyfryzacja tych łańcuchów może potencjalnie zwiększyć poziomy produktywności, ale wymaga właśnie wspomnianego zintegrowania wertykalnego i pionowego dzielenia się informacjami oraz decentralizacji procesu decyzyjnego [22].

Integracja systemów i ich złożoność oraz rosnąca cyfryzacja produkcji przemysłowej doprowadzą do stworzenia bardziej złożonych i cyfrowych modeli rynkowych, zwiększając konkurencyjność, poprzez eliminację barier między informacjami a strukturami fizycznymi [19]. Wymaga to od przedsiębiorstw, by zweryfikowały swoje modele działania. Liderzy technologii, wprowadzając nowe, zaawansowane produkty, oferują nową ich jakość i funkcjonalność, co przyczynia się do zmiany oczekiwań klientów. Na to z kolei muszą reagować inne podmioty gospodarcze poprzez zmianę dotychczasowych modeli biznesowych. Proces ten z pewnością nie jest zadaniem łatwym i może być kosztowny [11], jednak najpewniej okaże się niezbędnym, aby sprostać przyszłym wymaganiom rynku. Dla małych i średnich przedsiębiorstw może okazać się to wyjątkową szansą na rozwój, gdyż posiadają przewagę elastyczności niezbędnej do dostosowania się do sytuacji przełomowych i wymogów innowacyjności [26]. Powinny one przy tym traktować Przemysł 4.0 jako innowację organizacyjną [25]. Duże organizacje z kolei będą mogły przetrwać, wykorzystując efekt skali oraz inwestując we własny system startupów, a także sektor MŚP, przez przejmowanie i partnerstwo z mniejszymi i bardziej innowacyjnymi firmami [26].

Ze strategicznego punktu widzenia, transformacyjny wpływ koncepcji Przemysłu 4.0 może być postrzegany przez pryzmat operacji biznesowych i przez pryzmat rozwoju biznesu, jak pokazano na rysunku 1.

W literaturze przedmiotu podkreśla się zatem twierdzenie, że z perspektywy strategicznej, Przemysł 4.0 ma daleko idące konsekwencje dla modeli biznesowych. Obejmują one przy tym zarówno zmiany w funkcjonujących dotychczas, jak i w powstających zupełnie nowych [13]. Z raportu McKinsey&Company wynika, że istnieje pięć głównych filarów cyfrowej transformacji modeli biznesowych:

- tworzenie możliwości cyfrowych – obejmuje ono przyciąganie odpowiednio wykwalifikowanych pracowników oraz wielofunkcyjne zarządzanie nimi;
- umożliwienie współpracy – konieczne stanie się zaangażowanie się w definiowanie standardów oraz współpraca ponad granicami firmy poprzez sojusze, strategiczne partnerstwa i współdziałanie w społecznościach;
- zarządzanie danymi jako cennym zasobem biznesowym;
- zarządzanie cyberbezpieczeństwem – jest ono niezbędne do ochrony zarządzanych cyfrowo procesów produkcyjnych i zastrzeżonych danych;
- wdrożenie architektury systemów/danych dwóch prędkości – pozwoli to na odróżnienie cykli szybkiego działania od aplikacji o znaczeniu krytycznym o dłuższym czasie realizacji.

We współczesnej literaturze naukowej panuje przekonanie, że modele biznesowe Przemysłu 4.0 będą projektowane wokół nowych propozycji wartości, które będą przede wszystkim charakteryzować się wysoce zindywidualizowanymi produktami, zintegrowanymi i dobrze zsynchronizowanymi kombinacjami produktów i usług oraz nowatorskimi cyfrowymi rozwiązaniami usługowymi. Będą one stymulowane poprzez wykorzystanie danych, integrację klientów w procesach inżynierii produktów i usług oraz wzrastające znaczenie części oprogramowania [24]. Można przy tym wyróżnić trzy podstawowe podejścia w odniesieniu do modeli biznesowych [5]:

1. **Podejście zorientowane na usługi:** cyfrowa część rozwiązania hybrydowego jest zawsze usługą, dlatego też konieczne staje się ponowne przemyślenie optymalnego połączenia produktów i usług. Poza tym wzory modelu biznesowego, które do tej pory były zarezerwowane dla przedsiębiorstw cyfrowych, stają się istotne dla tradycyjnych podmiotów sprzedaży dóbr. W związku z tym koncepcja Przemysłu 4.0 mobilizuje firmy do zmiany nastawienia z produktu na usługi. Co więcej, wielu badaczy sugeruje, że firmy produkcyjne w rozwiniętych gospodarkach powinny zwiększyć swoją rolę w łańcuchu wartości poprzez rozszerzenie swoich produktów o usługi, tak aby nie musiały konkurować wyłącznie kosztami produkcji. Rezultatem jest tak zwana koncepcja systemu usług produktowych (PSS), opisująca zintegrowany rozwój, realizację i oferowanie konkretnych pakietów produktów i usług jako rozwiązanie dla klienta.
2. **Podejście sieciowe:** horyzontalna i wertykalna integracja łańcucha wartości i związana z tym interoperacyjność poszerzają tradycyjne granice przedsiębiorstw o sieć organizacji i interesariuszy. Pojawiają się nowe podmioty i zmienia się rola już istniejących. W konsekwencji rozwijają się nowe sposoby two-



zenia i oferowania wartości, wykraczające poza pojedyncze łańcuchy wartości.

3. **Podjęcie oparte na użytkowniku:** to podejście otwiera nowe możliwości sprawiając, że produkcja staje się bardziej responsywna w stosunku do projektowania zorientowanego na użytkownika i lepiej dostosowana do procesów i kontekstów tworzenia wartości dla klientów. Przedsiębiorstwa muszą rozwijać nowe możliwości, zarówno w zakresie zdobywania wiedzy o swoich klientach (wykorzystując możliwości cyfrowe do uzyskiwania informacji, promowania opartych na faktach decyzji, rozwijania integralnych doświadczeń klientów itp.), jak i wykraczania poza poszczególne łańcuchy wartości (stając się świetnymi w budowaniu partnerstwa z nowymi interesariuszami). W ten sposób Przemysł 4.0 oferuje możliwości tworzenia nowych i bardziej elastycznych propozycji wartości, aby odpowiedzieć na potrzeby klientów, takie jak dostarczenie zindywidualizowanych produktów, a nawet produkcja seryjna.

W związku z przejściem do nowego paradygmatu ekonomicznego w Przemysle 4.0 zachodzą także fundamentalne zmiany w działaniach marketingowych nowoczesnych przedsiębiorstw. Najważniejszymi spośród tych zmian są [27]:

- przyspieszanie rozpowszechniania informacji handlowych dzięki wykorzystaniu nowych technologicznych możliwości kanałów komunikacji marketingowej;
- tendencja do dominacji narzędzi wirtualnych w promowaniu kompleksowej struktury zintegrowanej komunikacji marketingowej;
- interaktywny charakter relacji z konsumentami z możliwością ukierunkowania i/lub dostosowywania bezpośrednio w miejscu i czasie ustalonym przy wykorzystaniu aplikacji IoT;
- nowe zasady współpracy w łańcuchu „producent-konsument”, redukcja powiązań pośrednich;
- przejście na nowy typ konkurencji, który stosunkowo „wyrównuje” szanse międzynarodowych korporacji przemysłowych i małych przedsiębiorstw poprzez wykorzystanie „społecznych” kanałów komunikacji oraz wskazanie, w jaki sposób nowe otoczenie technologiczne zapewnia towary i usługi;

- zdolność do bardziej dokładnego mierzenia efektywności ekonomicznej zintegrowanej komunikacji marketingowej poprzez monitorowanie danych cyfrowych na temat konsumentów.

Koncepcja Przemysłu 4.0 wymaga od przedsiębiorstw zmiany podejścia nie tylko do klientów, ale również pracowników. Nowe modele działania oznaczają, że predyspozycje osobowe i kultura muszą być ponownie przeanalizowane w świetle wymagań nowych umiejętności i potrzeby przyciągnięcia oraz utrzymania odpowiedniego kapitału ludzkiego. Ponieważ wymienione cechy stają się centralnym elementem zarówno podejmowania decyzji, jak i modeli działania w przemyśle, konieczna jest aktualizacja procesów oraz ewolucja kultury [26]. Ta transformacja będzie wymagać znaczącej zmiany w umiejętnościach pracowników, strukturach organizacyjnych, mechanizmach przywództwa i kulturze korporacyjnej. Aby nadążyć za tempem rewolucji technologicznej, pracodawcy powinni całkowicie zmienić struktury organizacyjne, stworzyć systemy zarządzania talentami i wykorzystywać strategię zarządzania zasobami ludzkimi wpisane w ramy strategii korporacyjnej, [31] zapewniając jednocześnie niezbędne środki towarzyszące procesowi zmian.

PODSUMOWANIE

Podsumowując, czwarta rewolucja przemysłowa odciska swe piętno praktycznie na każdym obszarze działalności przedsiębiorstw. Wpływa bowiem na organizację procesów produkcyjnych i powstające w nich produkty, zmienia relacje zarówno z klientami, jak i partnerami w łańcuchach dostaw oraz konkurentami. To sprawia, że przedsiębiorstwa zmuszone są do opracowywania nowych strategii działania oraz nowych modeli biznesowych czy strategii marketingowych. Nie pozostaje również bez wpływu na zarządzanie zasobami ludzkimi, strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa czy organizację pracy. Masowe wykorzystanie Internetu wymaga też zajęcia się kwestiami bezpieczeństwa danych, co staje się obecnie jednym z największych wyzwań i może stanowić dla firmy spore zagrożenie.

Opracowanie jest ujęciem syntetycznym dotychczasowych rozważań teoretycznych w zakresie funkcjonowania przedsiębiorstw w warunkach Przemysłu 4.0. Skupiono się w nim na najważniejszych, z punktu widzenia Autorki, aspektach, gdyż ujęcie całościowe wykracza poza ramy artykułu i jest materiałem monograficznym. Stanowi ono jednak istotny przyczynek do dalszych analiz empirycznych zarówno w obszarze potrzeb oraz świadomości potencjalnych korzyści wdrażania koncepcji Przemysłu 4.0 w przedsiębiorstwach, jak i barier tego procesu oraz weryfikacji poziomu przygotowania na nadchodzącą zmianę. Jako że Przemysł 4.0 jest koncepcją funkcjonującą w przestrzeni gospodarczej dopiero od kilku lat, to na wymierne efekty jej aplikacji w przedsiębiorstwach trzeba będzie jeszcze poczekać. Oczywiście determinowane jest to również stopniem zaawansowania gospodarek oraz kondycji przemysłu w poszczególnych krajach. Niemniej, adaptacja przedsiębiorstw do nowych wymagań jest konieczna, jeśli chcą być częścią gospodarki, gdyż czwarta rewolucja przemysłowa już się rozpoczęła.

LITERATURA

- [1] E. Blunck, H. Werthmann: (2017), Industry 4.0 - an Opportunity to Realize Sustainable Manufacturing and its Potential for a Circular Economy, „Dubrovnik International Economic Meeting”, Vol. 3, No. 1, pp. 644-666.
- [2] J. de Sousa, A.B.L. Jabbour, C.J.C. Foropon, C. Godinho, M Filho: (2018), When titans meet – Can industry 4.0 revolution

- nise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors, „Technological Forecasting and Social Change”, No. 132, pp. 18-25.
- [3] A. Hariharasudan, S. Kot: (2018) A Scoping Review on Digital English and Education 4.0 for Industry 4.0, „Social Sciences”, Vol. 7, No. 227.
- [4] M. Hermann, T. Pentek, B. Otto: (2016) Design principles for Industrie 4.0 scenarios, in: 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE, pp. 3928–3937.
- [5] D. Ibarra, J. Granzarain, J.I. Igartua: (2018) Business model innovation through Industry 4.0: A review, „Procedia Manufacturing”, Vol. 22, pp. 4-10.
- [6] D. Ilic, B. Markovic, D. Milosevic: (2017), Strategic Business Transformation: an Industry 4.0 Perspective, „Journal of International Economic Law”, No. 20, pp. 49-59.
- [7] H. Kagermann, J. Helbig, A. Hellinger, W. Wahlster: (2013), Recommendations for Implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 working group, Forschungsunion.
- [8] H. Kagermann: (2015) Change Through Digitization–Value Creation in the Age of Industry 4.0. [in:] Albach H., Meffert H., Pinkwart A., Reichwald R. (eds) Management of Permanent Change. Springer Gabler, Wiesbaden, pp. 23-45.
- [9] S. Kergroach: (2017), Industry 4.0: New Challenges and Opportunities for the Labour Market, „Foresight and STI Governance”, Vol. 11, No. 4, p. 6.
- [10] H. Lasi, P. Fettke, H.G. Kemper, T. Feld, M. Hoffmann: (2014), Industry 4.0, „Business & Information Systems Engineering”, Vol. 6, Iss. 4, pp. 239-242.
- [11] G. Li, Y. Hou, A. Wu: (2017), Fourth Industrial Revolution: technological drivers, impacts and coping methods, „Chinese Geographical Science”, Vol. 27, Iss. 4, pp. 626-637.
- [12] Y. Lu: (2017), Industry 4.0: a survey on technologies, applications and open research issues, Journal of Industrial Information Integration, Vol. 6, pp. 1-10.
- [13] J.M. Müller, D. Kiel, K.-I. Voigt: (2018), What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability, „Sustainability”, Vol.10, No. 247.
- [14] J.M. Müller, O. Buliga, K.I. Voigt: (2018), Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovations in Industry 4.0, „Technological Forecasting and Social Change”, Vol. 132, pp. 2-17.
- [15] R. Niedbał, A. Wrzałik, A. Sokołowski: (2017), Czwarta rewolucja przemysłowa jako wyzwanie utrzymania konkurencyjności przedsiębiorstwa, „Marketing i Rynek”, No. 7, pp. 557-570.
- [16] T.D. Oesterreich, F. Teuteberg: (2016), Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry, „Computers in Industry”, Vol. 83, pp. 121-139.
- [17] D.Oztürk: (2017), Technological Transformation of Manufacturing By Smart Factory Vision: Industry 4.0, „International Journal of Development Research”, Vol. 07, Iss. 11, p. 17371-17382.
- [18] W. Paprocki: (2016), Koncepcja Przemysł 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki rynkowej [in:] Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa. Szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych, Gajewski J., Paprocki W., Pieriegud J. (eds.), Publikacja Europejskiego Kongresu Finansowego, Gdańsk, pp. 39-57.
- [19] A.C. Pereira, F. Romero:(2017), A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept, „Procedia Manufacturing”, Vol. 13, pp. 1206-1214.
- [20] S.K. Rao, R. Prasad: (2018) Impact of 5G Technologies on Industry 4.0, „Wireless Personal Communications”, Vol. 100, Iss. 1, pp. 145-159.
- [21] V. Roblek, M. Meško, A. Krapež:(2016), A complex view of Industry 4.0, „SAGE Open”, Vol. 6, Iss. 2, pp. 1-11.
- [22] C. Santos, A. Mehraei, A.C. Barros, M. Araujo, E. Ares: (2017), Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmap, „Procedia Manufacturing” Vol. 13, pp. 972-979.
- [23] R. Schmidt, M. Möhring, R.C.Härting, C. Reichstein, P. Neumaier, P. Jozinović: (2015), Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results, [in:] Abramowicz W. (eds) Business Information Systems. BIS 2015. Lecture Notes in Business Information Processing, Vol 208. Springer, Cham, pp. 16–27.
- [24] P. Schneider: (2018), Managerial challenges of Industry 4.0: an empirically backed research agenda for nascent field, „Review of Managerial Science”, Vol. 12, pp. 1-46.
- [25] Ch. Schröder: (2016), The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn. <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/12683.pdf> (access on: 16.09.2018).
- [26] K. Schwab: (2017), The Fourth Industrial Revolution, Crown Business, New York.
- [27] I.O. Shkurupskaya, I.L. Litovchenko: (2016), The development of marketing communications under the influence of the Industry 4.0, Scientific Proceedings I International Scientific Conference „Industry 4.0”, Year XXIV, Vol. 2, pp. 19-22.
- [28] B. Sniderman, M. Mahto, M. Cotteleer: (2016). Industry 4.0 and manufacturing ecosystems, Deloitte University Press, https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/manufacturing-ecosystems-exploring-world-connected-enterprises/DUP_2898_Industry4.0ManufacturingEcosystems.pdf (access on: 20.08.2018).
- [29] B. Ślusarczyk: (2018), Industry 4.0: are we ready?, „Polish Journal of Management Studies”, Vol. 17, No.1, pp. 232-248.
- [30] V. Terziyan, S. Gryshko, M. Golovianko: (2018), Patented intelligence: Cloning human decision models for Industry 4.0, „Journal of Manufacturing Systems”, Vol. 48, pp. 204-217.
- [31] M.K. Wyrwicka, B. Mrugalska: (2017), Industry 4.0 – towards opportunities and challenges of implementation, 24th International Conference on Production Research, p. 382-387.
- [32] F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely, O. Sajdl: (2016), Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon, IFAC-PapersOnLine, Vol. 49, No. 25, pp. 8-12.
- [33] K. Zhou, T. Liu, L. Zhou: (2016), Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges, [in:] 2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), pp. 2147–2152.

Artykuł został zamieszczony w czasopiśmie „Przegląd Organizacji” nr 1/2019.

dr hab. inż. Beata Ślusarczyk, prof. uczelni
Wydział Zarządzania
Politechnika Częstochowska