

Bogusław Bembek

Politechnika Rzeszowska

e-mail: bogdanb@prz.edu.pl

KLASTRY PRZEMYSŁU 4.0 W ZRÓWNOWAŻONEJ GOSPODARCE OPARTEJ NA WIEDZY

INDUSTRY CLUSTERS 4.0 WITHIN SUSTAINABLE KNOWLEDGE-BASED ECONOMY

DOI: 10.15611/pn.2017.491.03

JEL Classification: A11, D24, D47, D85, E23, F43, F63, L14, L16, L23, L26, L52, L63.

Streszczenie: W artykule przeprowadzono analizę porównawczą koncepcji przemysłu 4.0 i klastrów 4.0, które łączą się ze sobą, zwłaszcza w ujęciach teoretycznych. Na tej podstawie scharakteryzowano możliwość ich urzeczywistnienia w oparciu o aktywność klastrów technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT), współpracujących w różnorodnym zakresie z przedsiębiorstwami produkcyjnymi. Podkreślono, że sektor ICT stanowi katalizator zmian strukturalnych w gospodarce. Z kolei powstające w ekosystemie klastrów ICT nowe zasoby wiedzy i innowacje, w tym te o charakterze technologicznym, ekologicznym i społecznym, stymulują sieciowanie partnerów klastrowych i ich systemów informatycznych oraz transformację przedsiębiorstw produkcyjnych w inteligentne fabryki. Jednocześnie przyczyniają się do permanentnego rozwoju zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy, wzmocnienia konkurencyjności krajowej produkcji i ograniczania ryzyka marginalizacji w sferze społeczno-gospodarczej.

Słowa kluczowe: klastery, przemysł, gospodarka oparta na wiedzy, zrównoważony rozwój.

Summary: The article presents a comparative analysis of the concepts of industry 4.0 and clusters 4.0 which interlink particularly in theoretical scope. There has been characterised the possibility of their implementation on the basis of the activity of information and communication technology (ICT) clusters cooperating with manufacturing enterprises in various areas. It has been emphasised that ICT sector constitutes a catalyst for structural changes in contemporary economy. The new knowledge and innovations, including technological, ecological and social ones, occurring in the ICT clusters ecosystem stimulate cluster partners and their informatics systems to networking as well as the transformation of industrial enterprises into smart factories. Simultaneously, they contribute to the permanent development of sustainable knowledge-based economy, strengthening domestic production competitiveness and diminishing the marginalisation risk in the socio-economic zone.

Keywords: cluster, industry, knowledge-based economy, sustainable development.

1. Wstęp

Wzrastające zainteresowanie koncepcjami przemysłu 4.0 i klastrów 4.0 na całym świecie różnych interesariuszy, w tym organów władzy publicznej, przedsiębiorców, podmiotów sektora B+R, instytucji otoczenia biznesu i koordynatorów klastrów, związane jest z procesem globalizacji i internacjonalizacji gospodarki światowej oraz koniecznością wzmacniania innowacyjności i konkurencyjności poszczególnych gospodarek narodowych w skali makro, mezo i mikro. W tym kontekście koncepcje te postrzegane są zarówno jako wyznacznik tzw. czwartej rewolucji przemysłowej, jak i ewolucji technologii informacyjno-komunikacyjnych, modeli biznesu i wirtualizacji. Ich implementacja może dostarczyć wymiernych korzyści dla gospodarki, społeczeństwa i środowiska naturalnego oraz nowych wyzwań rozwojowych.

Z uwagi chociażby na fakt, że konkurencyjność i innowacyjność gospodarek wielu krajów opiera się na zasobach niematerialnych (np. kreatywności, wiedzy, partnerskich relacjach) oraz sprawnym ich wykorzystaniu, tym bardziej uczynienie koncepcji przemysłu 4.0 i klastrów 4.0 przedmiotem badań i rozważań naukowych można uznać za uzasadnione. W świetle obranego obszaru badań przyjęto, że celem artykułu o charakterze koncepcyjnym jest przedstawienie ramowych założeń funkcjonowania klastrów przemysłu 4.0 w kontekście rozwoju zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy. Dla zapewnienia sprawnej realizacji tak zdefiniowanego celu artykułu określono trzy pytania badawcze:

- co wyróżnia model zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy?
- w jakim stopniu koncepcja klastrów przemysłu 4.0 stymuluje rozwój zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy?
- co świadczy o strategicznym znaczeniu klastrów ICT w urzeczywistnieniu ambitnych założeń klastrów 4.0 i przemysłu 4.0?

W poszukiwaniu odpowiedzi na tego typu pytania pomocna była analiza literatury przedmiotu i źródeł zastanych (*desk research*). W badaniach własnych przyjęto założenie, że klastry 4.0 jako sieci strategiczne funkcjonujące w dynamicznie rozwijających się gałęziach przemysłu w oparciu o zaawansowane technologie (przemysł *high-tech*) stanowią solidny filar gospodarki opartej na wiedzy. Pomimo że literatura przedmiotu szeroko opisuje istotę przemysłu 4.0 w kontekście gospodarki opartej na wiedzy, to brakuje w niej kompleksowych opracowań z zakresu koncepcji klastrów 4.0. Wynika to m.in. ze stopniowej ewolucji tej koncepcji. Artykuł ma zatem przyczynić się do wypełnienia tak powstałej luki poznawczej.

2. Zrównoważona gospodarka oparta na wiedzy

Współcześnie idea zrównoważonego rozwoju przejawia się niemal we wszystkich dziedzinach gospodarki, także w jej modelu opartym na wiedzy. Ramowe założenia

tej idei dotyczą procesu ciągłego doskonalenia człowieka, gospodarki oraz ochrony środowiska. Wartością samą w sobie jest w tym przypadku orientacja na sprawiedliwość społeczną oraz ekonomiczną, techniczną i środowiskową efektywność wykorzystania zasobów [Wiktorowski 2011, s. 338].

W literaturze przedmiotu przyjmuje się, że paradygmat zrównoważonego rozwoju zmienia sposób postrzegania gospodarki opartej na wiedzy, gdyż uwzględnia korzyści wynikające z kompleksowych usług środowiska w wymiarze biologiczno-ekologicznym i społeczno-gospodarczym [Michałowski 2012, s. 104]. Usługi te dotyczą procesów przyrodniczych w naturalnych ekosystemach, przetwarzających materię, energię, informację i przestrzeń, przeprowadzanych przez siły geofizyczne i organizmy żywe, które bezpośrednio lub pośrednio przyczyniają się do zmniejszenia entropii oraz zachowania trwałego i zrównoważonego rozwoju makrosystemu społeczeństwo – gospodarka – środowisko przyrodnicze [Michałowski 2013, s. 31].

Zrównoważona gospodarka oparta na wiedzy sprzyja sprawnemu zarządzaniu wiedzą oraz wprowadzaniu i upowszechnianiu efektów działalności innowacyjnej, zmierzającej do obniżenia materiało- i energochłonności produkcji, poprawy efektywności ekologicznej procesów oraz redukcji zanieczyszczeń przy jednoczesnym spełnianiu oczekiwań kluczowych interesariuszy (klientów, dostawców, konkurentów, pracowników, inwestorów, społeczności itp.). Jej rozwój stanowi jedno z największych wyzwań stojących przed organami władzy publicznej, przedsiębiorcami, podmiotami sektora B+R i instytucjami wsparcia biznesu. Jednakże realizacja idei zrównoważonego rozwoju w skali globalnej nie będzie możliwa, jeśli nie będzie ona odpowiednio wdrażana na poziomie mikroekonomicznym [Rutkowska-Podolowska, Pakulska 2011, s. 159-163]. Na tak zarysowanym tle istoty zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy można przyjąć, że jej podstawowymi wyznacznikami są m.in. [Górka, Łuszczak 2014, s. 27; Powichrowska (red.) 2013, s. 11]:

- rozwój kapitału intelektualnego, w tym ludzkiego,
- myślenie i zarządzanie strategiczne,
- postrzeganie wiedzy jako wartości ekonomicznej, umożliwiającej efektywne wykorzystanie różnych czynników produkcji,
- sprawne wykorzystanie wiedzy i technologii informacyjno-komunikacyjnych oraz tworzenie organizacji uczących się i inteligentnych, fraktalnych, wirtualnych, elastycznie reagujących na potrzeby rynku,
- rozwój wiedzy i innowacji uwzględniający kwestie ochrony środowiska naturalnego oraz różne aspekty etyczne i społeczne,
- rozwój przemysłu wysokiej technologii (*high-tech*),
- implementacja systemów zarządzania środowiskowego,
- zrównoważona konsumpcja zasobów naturalnych,
- prosumpcja i wykorzystanie mądrości tłumu (*the wisdom of crowd*),
- zapewnienie wzrostu dobrobytu i jakości życia poprzez wdrażanie innowacji społecznych przy ograniczaniu zagrożeń ekologicznych.

Koncepcję zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy upowszechniła Strategia Lizbońska w marcu 2000 roku. Pierwotnie zakładano, że w ciągu 10 lat gospodarka Unii Europejskiej (UE) stanie się konkurencyjną, dynamiczną, opartą na wiedzy, a dzięki temu zdolną do trwałego, zrównoważonego rozwoju i tworzenia nowych miejsc pracy. Jednak nie wszystkie ambitne cele udało się zrealizować w obszarze gospodarczym, społecznym i ekologicznym. Problemy realizacji Strategii Lizbońskiej i nowe wyzwania przyczyniły się do powstania nowej strategii działania UE (Europe 2020). Jej fundamenty to: kapitał intelektualny – inteligentny wzrost, rozwój zrównoważony i kapitał społeczny – wzrost sprzyjający włączeniu społecznemu [Niklewicz-Pijaczyńska 2011, s. 449; Komisja Europejska 2010].

O przyszłości zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy w dużym stopniu decydują organizacje sieciowe, uczące się i inteligentne, kształtujące i rozwijające zachowania twórcze w swym przedsiębiorczym środowisku. Wraz z rozwojem tego modelu gospodarki wzrasta systematycznie zapotrzebowanie na nową wiedzę wykorzystywaną w usługach wiedzochłonnych oraz projektowaniu innowacyjnych wyrobów przemysłu *high-tech* [Skórska 2016, s. 241]. Jest to związane z podążaniem w kierunku wzmocnienia innowacyjności i konkurencyjności współczesnych gospodarek większości krajów na świecie. Wiedza ucieleśniona w nowych technologiach, zaawansowane technologicznie wyroby i usługi, ekoinnowacje, pracownicy wiedzy to tylko nieliczne przykłady czynników, które kreują nową generację przemysłu 4.0.

3. Rozwój klastrów przemysłu 4.0 w oparciu o klastry technologii informacyjno-komunikacyjnych

Koncepcja klastrów 4.0 aktywnie promowana jest przez Komisję Europejską, gdyż ma przyczynić się do urzeczywistnienia dynamicznie rozwijającej się współcześnie idei przemysłu 4.0. Dla przykładu w grudniu 2016 roku w Brukseli zorganizowano europejską konferencję klastrową na temat: *Klastry 4.0 – Kształtowanie inteligentnych przemysłów*. W jej trakcie zwrócono uwagę na serwicyzację, kastomizację, transformację cyfrową oraz szczególną potrzebę transgranicznej i międzysektorowej współpracy gospodarczej [<http://clusterconference2016.eu>]. Wykazano, że rozwój klastrów 4.0 wymaga redefinicji krajowych polityk klastrowych, tak aby były adekwatne do nowych wyzwań przemysłowych, dotyczących budowy międzysektorowych łańcuchów wartości, wspierania internacjonalizacji, zwiększania inwestycji międzyregionalnych, stymulowania przedsiębiorczości, rozwoju kompetencji i umiejętności zawodowych. Ponadto podkreślono, że skuteczne wykorzystanie klastrów może być korzystne z punktu widzenia transformacji przemysłowej, innowacyjności i jakości oferowanych usług w gospodarce opartej na wiedzy [<http://ec.europa.eu>].

Według Komisji Europejskiej klasytry są bardzo cenne dla rozwoju przemysłu 4.0, który powinien opierać się na oddolnych inicjatywach. Zadaniem podmiotów sektora publicznego jest głównie opracowanie strategicznych wytycznych w regulowaniu, ułatwianiu i wspieraniu finansowym wartościowych i innowacyjnych projektów. Tym samym należy systematycznie stymulować rozwój partnerstwa publiczno-prywatnego w klasytrych, bowiem może to sprzyjać wymianie wiedzy i doświadczeń, wspólnemu realizowaniu inwestycji społeczno-gospodarczych. Ponadto może pomóc członkom klasytrych w sprawniejszym radzeniu sobie z nowymi wyzwaniami, kreowanymi przez takie czynniki, jak: cyfryzacja, zachowania i postawy konsumentów, dalsza fragmentacja i reorientacja łańcuchów wartości, nowe modele biznesowe i jakość współpracy biznesu z sektorem B+R [Iersel, Konstantinou 2016, s. 50-54].

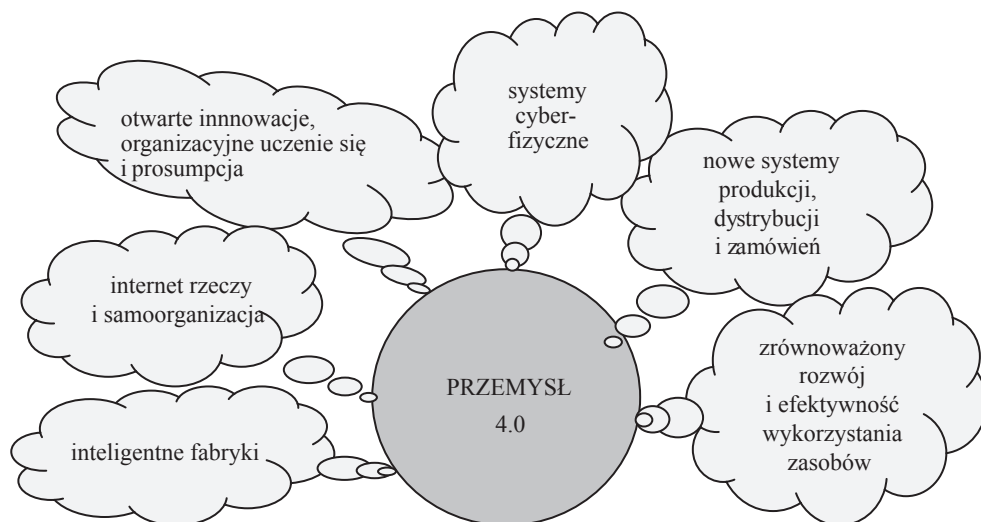
Wdrożenie koncepcji przemysłu 4.0 traktowane jest za początek czwartej rewolucji przemysłowej, zainicjowanej nową polityką reindustrializacji na świecie¹. Otwiera ona nowe horyzonty rozwoju zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy i funkcjonowania społeczeństwa informacyjnego. Promuje gospodarkę współdzielenia, w której wartość generowana jest poprzez dzielenie się nieużywanymi lub w pełni niewykorzystanymi zasobami bez względu na ich instytucjonalną przynależność [Paprocki 2016a, s. 55].

Z założenia koncepcja przemysłu 4.0 ma przyspieszyć transformację przedsiębiorstw produkcyjnych w inteligentne fabryki², w których sieci oparte na technologiach informacyjno-komunikacyjnych łączą maszyny, procesy, systemy, wyroby, klientów i dostawców [Stadnicka, Zielecki, Sęp 2017]. Jej fundamentami są m.in. systemy cyberfizyczne, internet rzeczy, infrastruktura informacyjno-komunikacyjna, procesy organizacyjnego uczenia się, otwarte innowacje itp. (rys. 1).

Nowe technologie informacyjno-komunikacyjne pozwolą na połączenie sieciowe rozproszonych przedsiębiorstw i ich oddziałów oraz wykorzystanie inteligentnych systemów produkcyjnych [Pejs, Patalas-Maliszewska 2016, s. 53]. Przyczyni się to do krótkich cykli innowacyjnych w przedsiębiorstwach [Pluciński, Mularczyk 2016, s. 315]. Zdynamiczuje rozwój procesów automatyzacji, ciągłą optymalizację jakości produkcji, gromadzenie i przetwarzanie bardzo dużej ilości danych w czasie

¹ Pierwsza rewolucja przemysłowa dotyczyła powstania silnika parowego i mechanizacji pracy. Druga wiązała się z wdrożeniem technik masowej produkcji. Trzecia wynikała z wprowadzenia elektronicznych systemów i technologii informatycznych, które pozwoliły na automatyzację procesów produkcyjnych. Z kolei czwarta oznacza przejście do systemów cyberfizycznych, wykorzystania w większym zakresie możliwości *Big Data*, inteligentnych maszyn i urządzeń, wirtualnej industrializacji [Pluciński, Mularczyk 2016, s. 312].

² Inteligentne fabryki (*smart factory*) mają umożliwiać przeprowadzenie praktycznie całego procesu produkcyjnego z minimalnym udziałem ludzi i produkcję pojedynczych wyrobów pod indywidualne potrzeby klientów. Pomocne w tym zakresie będą interaktywne procesy komunikacji z klientami, wykorzystanie *cloud computing* w gromadzeniu i obróbce danych, automatyczny wewnętrzny transport materiałów, komunikacja między maszynami i produktami, robotyzacja procesów, innowacyjne materiały i technologie, elastyczne struktury organizacyjne [Fiegler 2014, s. 46].



Rys. 1. Wybrane fundamenty koncepcji przemysłu 4.0

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Roblek, Mesko, Krapez 2016, s. 4].

rzeczywistym oraz elastyczne dostosowanie się do zmian otoczenia i potrzeb rynku [Stadnicka, Zielecki, Sęp 2017]. Priorytetowymi celami przemysłu 4.0 są m.in. [Kopp 2014, s. 76; Kiraga 2016, s. 1603; Roblek, Mesko, Krapez 2016, s. 3-4]:

- globalne sieciowanie maszyn i systemów przechowywania danych,
- integracja klienta z producentem w ramach zindywidualizowanej produkcji,
- sprawniejsza komunikacja między dostawcami, producentami a klientami,
- rozwój inteligentnych i jednoznacznie identyfikowalnych wyrobów,
- nowy poziom organizacji i kontroli całego cyklu życia produktów,
- rozwój inteligentnego oprogramowania dla całkowitego projektowania i natychmiastowej reakcji *on-line* na wszelkie problemy w produkcji,
- rozwój inteligentnych urządzeń produkcyjnych,
- rozwój nowych modeli biznesowych,
- zapewnienie odpowiedniej infrastruktury socjalnej dla pracowników,
- zapewnienie lepszej równowagi między życiem zawodowym a prywatnym,
- zapewnienie spójności inteligentnych rozwiązań technologicznych z dbałością o ochronę środowiska naturalnego,
- efektywne wykorzystanie zasobów i oszczędzanie energii,
- spełnienie indywidualnych wymagań klientów.

Według J. Badurka na genezę przemysłu 4.0 wpływa cykliczność rozwoju gospodarki i pojawianie się okresów przesileń, w których występuje zwiększona potrzeba podejmowania ryzyka oraz poszukiwania nowych rozwiązań technologicznych dla zapewnienia wzrostu produktywności przedsiębiorstw [Badurek 2014,

s. 82]. Nowa koncepcja przemysłu dotyczy tych obszarów funkcjonowania organizacji, które wspomagane są inteligentnymi systemami ułatwiającymi podejmowanie decyzji i automatyzację poprawiającą wydajność i jakość pracy. Wymaga znacznej mechatronizacji produktów, urządzeń, maszyn i systemów ich wytwarzania. Jej potrzeba wynika z połączenia działań procesorycznych, zdolnych do wspomagania czynności sensualnych i intelektualnych człowieka z działaniami aktuacyjnymi, wspomagającymi lub zastępującymi jego funkcje energetyczne [Olszewski 2016, s. 26].

Zgodnie z wizją przemysłu 4.0 autonomiczne urządzenia będą w stanie same zmieniać swą aktywność dzięki wymianie informacji między sobą i wykorzystywać te informacje w procesie ich przetwarzania przy użyciu sztucznej inteligencji. Systemy mające zdolność do samosterowania ograniczą potrzebę ingerencji człowieka w procesy przemysłowe [Paprocki 2016b, s. 22]. Dzięki wykorzystaniu robotyki i zaawansowanych narzędzi IT, a także analizie danych oraz pogłębieniu współpracy między przedsiębiorcami, pracownikami i urządzeniami w przyszłości przedsiębiorstwa przemysłowe będą działały 30% szybciej, a ich wydajność wzrośnie o przynajmniej 25%. Trwałym skutkiem będzie rozwój gospodarczy oraz modyfikacja profili siły roboczej, co pozytywnie wpłynie na konkurencyjność przedsiębiorstw i gospodarki na poziomie regionalnym i krajowym [Dmowski i in. 2016, s. 5-9].

W maju 2016 roku w Ministerstwie Rozwoju zaprezentowano pierwszą instytucjonalną inicjatywę dla polskiego przemysłu 4.0. Powstała ona w wyniku zaangażowania osób ze środowiska biznesu, otoczenia biznesu i sektora B+R na rzecz implementacji tej koncepcji przemysłu. Do działań objętych tą inicjatywą zaliczono m. in. integrację środowiska związanego z przemysłem 4.0, promocję dobrych praktyk, kształtowanie świadomości o zaletach tego przemysłu [<https://www.mr.gov.pl>]. W opinii ekspertów Boston Consulting Group (BCG) przejście do przemysłu 4.0 wymaga najbardziej złożonej transformacji ze wszystkich dotychczasowych rewolucji przemysłowych [Dmowski i in. 2016, s. 9].

Podstawowym „motorem napędowym” technologicznie zaawansowanych klastrów 4.0 są szeroko definiowane technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT), wspomagające zarządzanie produkcją. W ich rozwoju, w polskich uwarunkowaniach, strategiczne znaczenie wykazują rodzime klastry ICT, gdyż ich ekosystem sprzyja implementacji rozwiązań spójnych z ideą przemysłu 4.0. Oddolne inicjatywy członków tych klastrów na rzecz stopniowego wdrażania czwartej rewolucji przemysłowej kształtują nowy wymiar gospodarki opartej na wiedzy i społeczeństwa informacyjnego. Tym bardziej w procesie tym klastry ICT powinny otrzymać wymierne i systemowe wsparcie ze strony organów władz publicznych na poziomie centralnym, regionalnym i lokalnym.

Jakość potencjału strategicznego klastrów ICT, tak ważna w kształtowaniu zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy i przemysłu 4.0, może stanowić przesłankę budowy współpracy kilku klastrów ICT o wspólnych wartościach i celach

w ramach tzw. metaklastrow („klastrach klastrow”). Powstała w ten sposób grupa krajowych i/lub zagranicznych klastrow jako sieć strategiczna, która dysponuje zbiorem zasobów materialnych i niematerialnych, może sprzyjać tworzeniu właściwych warunków, jakich wymaga przemysł 4.0, i sprawnie wspierać przedsiębiorców w tej nowej rewolucji technologicznej. S. Olko uważa, że docelowy model rozwoju tego typu klastrow powinien nie tylko uwzględniać potrzeby rozwojowe swoich członków, ale też stanowić platformę transferu wiedzy i technologii, dzięki której można inicjować i realizować różne projekty i przyczyniać się do internacjonalizacji klastrow. Wartościowym sposobem wzmocnienia ich konkurencyjności jest sieciowanie międzyklastrowe i tworzenie metaklastrow w danej branży w kraju [Olko 2015b, s. 24]. W przypadku współpracy klastrow z różnych regionów krajów sąsiadujących metaklastrowy tworzą transregionalne sieci klastrow [Welck 2012, s. 7].

Tabela 1. Przykłady deklaracji misji polskich klastrow ICT posiadających status KKK

Nazwa klastra	Misja rozwoju
Mazowiecki Klastrer ICT	Misją klastra jest niwelowanie różnic pomiędzy aktualnymi warunkami działania i przyszłego rozwoju firm MŚP z obszaru metropolitalnego a pozostałą częścią województwa mazowieckiego. Klastrer realizuje swoją misję poprzez nawiązywanie i rozwijanie współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami z branży informatyki, teletechniki, telekomunikacji i mediów elektronicznych, jednostkami B+R, szkołami wyższymi, instytucjami otoczenia biznesu oraz samorządami lokalnymi z obszaru Warszawy i z terenów pozametropolitalnych w celu skutecznego i efektywnego wdrażania innowacyjnych technologii i rozwiązań w branży teleinformatycznej.
Interizon – Pomorski Klastrer ICT	Klastrer stwarza szczególnie korzystne warunki dla rozwoju przedsiębiorstw branży ICT w regionie poprzez dostarczanie wiedzy, wspieranie innowacyjności, stymulowanie współpracy firm i instytucji oraz realizowanie wspólnych celów uczestników klastra.
Wschodni Klastrer ICT	Misją klastra jest koordynowanie silnej i elastycznej organizacji zrzeszającej niezależne podmioty (przedsiębiorstwa, organizacje pozarządowe, uczelnie i jednostki naukowe oraz osoby fizyczne) oraz współpracującej z jednostkami samorządowymi z terenu Polski Wschodniej, potrafiącej w oparciu o potencjał swoich członków i partnerów krajowych oraz zagranicznych sprostać każdemu zadaniu komercyjnemu i społecznemu finansowanemu ze środków prywatnych lub publicznych (w tym zadaniom o charakterze innowacyjnym i międzynarodowym) z zakresu informatyzacji i telekomunikacji w szczególności w obszarach takich, jak: energetyka i odnawialne źródła energii, edukacja i szkolnictwo wyższe, administracja i samorząd, komunikacja i media, multimedia i turystyka, logistyka i transport, rolnictwo, ochrona zdrowia, klastry i instytucje otoczenia biznesu.

Źródło: [<http://klastrerict.pl>; <http://interizon.pl>; <http://ecict.eu>].

W 2015 roku Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) przeprowadziła ogólnopolską inwentaryzację klastrow. Z badań wynikało, że najwięcej klastrow spośród 134 zidentyfikowanych – związanych było z branżą ICT (19 kla-

strów). Ponadto rozpoznano 106 potencjalnych klastrów. W tej grupie także dominowały ilościowo klasy ICT (13 potencjalnych klastrów ICT). Jednakże klasy te wykazywały stosunkowo bierną postawę wobec otoczenia i nie spełniały wszystkich podstawowych wymagań określonych dla klastrów. Jedynie część z nich ma realne szanse dalszego rozwoju i transformacji w aktywnie działające klasy [Buczyńska, Frączek, Kryjom 2016, s. 33-34, 50-54]. Aby podkreślić proaktywną działalność polskich klastrów ICT w tab. 1 przedstawiono przykłady deklaracji misji Krajowych Klastrów Kluczowych (KKK)³.

Mazowiecki Klaster ICT funkcjonuje od 2007 roku. W jego strukturze współpracują ze sobą przedsiębiorstwa (130), instytuty B+R (5), uczelnie wyższe (6) oraz fundusze inwestycyjne i instytucje wsparcia biznesu. W 2015 roku uzyskał status Krajowego Klastra Kluczowego. Jest członkiem dwóch Europejskich Partnerstw Strategicznych – ICT4Future (konsorcjum klastrów europejskich, specjalizujących się w ICT) oraz Energy in Water. Od 2010 roku jest partnerem European Alliance for Innovation – platformy wymiany wiedzy i doświadczeń, wspierającej rozwój gospodarczy i konkurencyjność poprzez innowacje. Aktywność klastra koncentruje się wokół wspólnych projektów badawczych, wdrożeniowych i inwestycyjnych. Koordynator klastra oferuje wsparcie dla członków klastra w dostępie do finansowania wdrożeń innowacyjnych technologii i produktów [<http://klasterict.pl>].

Interizon – Pomorski Klaster ICT to jeden z najdynamiczniej rozwijających się polskich klastrów. W jego strukturze działa ponad 130 podmiotów związanych z szeroko definiowanym przemysłem elektronicznym, telekomunikacyjnym i informatycznym oraz automatyki i robotyki. W 2009 roku klaster otrzymał status Klastra Kluczowego Województwa Pomorskiego w ramach konkursu organizowanego przez Zarząd Województwa. W 2015 roku otrzymał status KKK. Wizja klastra zakłada, że w przyszłości będzie rozpoznawalny w skali światowej, innowacyjny i atrakcyjny, integrujący partnerów biznesowych i naukowych we wspólnych działaniach przy wsparciu władz regionalnych i otoczenia biznesu oraz we współpracy z innymi globalnymi partnerami. W ramach opracowanej strategii rozwoju klastrów zamierza osiągnąć 4 cele strategiczne, które dotyczą ułatwiania dostępu do nowej wiedzy i stymulowania innowacji, zapewnienia dostępności wykwalifikowanych zasobów ludzkich, rozwoju współpracy między członkami klastra i wsparcia przedsiębiorczości, promocji klastra jako atrakcyjnego i innowacyjnego ośrodka ICT. Realizacja tych celów sprzyjać będzie rozwojowi firm klastra i innych partnerów

³ Koncepcja identyfikacji Krajowych Klastrów Kluczowych (KKK) związana jest z wdrażaniem strategii Europa 2020 i koncepcji inteligentnych specjalizacji (*smart specialisation*). Obecnie w Polsce 16 klastrów posiada status KKK na okres trzech lat, z czego 3 klasy tworzą firmy z sektora ICT (Mazowiecki Klaster ICT, Interizon – Pomorski Klaster ICT, Wschodni Klaster ICT). Tego typu klasy mają strategiczne znaczenie dla rozwoju gospodarki kraju i konkurencyjności międzynarodowej. Status KKK można uzyskać w ramach konkursu organizowanego przez Ministerstwo Rozwoju i Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości. Przedmiotem oceny jest m.in. masa krytyczna klastra, jego potencjał rozwojowy i innowacyjność, jakość współpracy w klastrze oraz aktywność koordynatora klastra [Hołub-Iwan, Wielec 2014, s. 11].

klastrowych. Klaster ma charakter otwarty. Wzajemne prawa i obowiązki członków klastra reguluje umowa partnerstwa. Tego typu rozwiązanie pozwala na zachowanie elastyczności klastra i kształtowanie jego transparentnej formuły organizacyjnej. Ponadto pozytywnie wpływa na integrację i zaangażowanie uczestników klastra i sprawne podejmowanie decyzji. Funkcję koordynatora klastra pełni Fundacja Interizon, która wraz z Politechniką Gdańską jako administratorem klastra realizuje zadania związane z zarządzaniem klastrem. W klastrze powołano także Fundację Edukacyjne Centrum Doskonalenia, która ma przyczynić się do realizacji celu strategicznego klastra, związanego z dostępnością wykwalifikowanych zasobów ludzkich dla branży klastra. W wyniku nawiązanej współpracy klastra z przedstawicielami Gdańskiego Parku Naukowo-Technologicznego powstał Inkubator Interizon. Zapewnia on korzystne warunki do rozwoju przedsiębiorczości akademickiej, nowych i innowacyjnych firm z branży ICT [<http://interizon.pl>].

Wschodni Klaster ICT zrzesza ponad 100 członków i ściśle współpracuje z organizacjami przemysłowymi, podmiotami sektora B+R, instytucjami otoczenia biznesu i organizacjami, których rozwój oparty jest na odnawialnych źródłach energii. Koordynatorem klastra jest Wschodnia Agencja Rozwoju w Lublinie. Podstawowymi wartościami, które stanowią fundament kultury organizacyjnej klastra, są m.in.: lojalność, zaufanie, współpraca, otwartość, innowacyjność, zaangażowanie, zdrowa konkurencja, wymiana informacji i doświadczeń. Klaster funkcjonuje od 2007 roku. Po udziale w europejskim badaniu benchmarkingowym otrzymał Brązową Odznakę Jakości przyznaną przez European Secretariat for Cluster Analysis (ESCA). Obecnie realizuje międzynarodowy projekt *CLUSGRID – Clusters for Smart Grid* w ramach programu COSME organizowanego przez Komisję Europejską. Jego celem jest wzmocnienie jakości funkcjonowania klastra oraz usług świadczonych na rzecz jego członków. W 2016 roku klaster otrzymał status KKK [<http://ecict.eu>].

W warunkach gospodarki opartej na wiedzy solidnym fundamentem kształtowania konkurencyjności na poziomie mikro, mezo i makro jest sektor ICT. Według ekspertów istnieje silna zależność między rozwojem tego sektora a wzrostem gospodarczym [Olszewska 2010, s. 87]. Oddziałuje on nie tylko bezpośrednio na wzrost produktywności i zatrudnienia, lecz też pośrednio na inne dziedziny gospodarki [Grynia 2015, s. 177]. Firmy sektora ICT współpracują z podmiotami każdego sektora gospodarki, co wynika z jego horyzontalnego charakteru. Tym samym perspektywy dalszego jego rozwoju są bardzo optymistyczne⁴.

⁴ Polski sektor ICT jest w dobrej kondycji, odnotowując średni roczny wzrost obrotów powyżej 8,6% (najwyższy wzrost w Europie). W ujęciu podmiotowym stanowi on 7,6% rynku unijnego. Z kolei liczba polskich przedsiębiorstw sektora rośnie w średnim rocznym tempie 10,1%. Dynamiczny rozwój sektora zauważalny jest także w bilansie handlu zagranicznego. Udział sektora w eksporcie wynosi 7,5%, a w imporcie – 7,3%. Sektor charakteryzuje się znacząco wyższą innowacyjnością od pozostałych sektorów polskiej gospodarki [INVESTIN 2017, s. 28-39].

Wiele klastrów ICT deklaruje orientację na technologie przyszłości związane z przemysłem 4.0, m.in. HubClub – Śląski Klaster Multimedialny, Śląski Klaster ICT, Śląski Klaster IT [Olko 2015b, s. 20-22]. Ich aktywność w urzeczywistnianiu koncepcji przemysłu 4.0 i kształtowaniu zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy przejawia się najczęściej w [Dzierżanowski, Rybacka, Szultka 2011, s. 27; Kłak 2011, s. 71; Olko 2015a, s. 250]:

- rozwoju współpracy różnych partnerów z sektora biznesu, nauki, otoczenia biznesu i lokalnej administracji,
- rozwoju środowiska innowacyjnego (ekosystemu innowacji),
- identyfikacji i produkcji wiedzy oraz jej nowym zastosowaniu,
- orientacji proinnowacyjnej spójnej z założeniami zrównoważonego rozwoju,
- wspieraniu dyfuzji wiedzy i innowacji w otoczeniu,
- rozwoju wyrobów i usług konkurencyjnych w skali międzynarodowej,
- tworzeniu atrakcyjnej przestrzeni dla wykwalifikowanych pracowników, inwestorów, partnerów biznesowych i innych kluczowych interesariuszy,
- zapewnieniu łatwego dostępu do specjalistycznych dostawców i wyspecjalizowanego rynku pracy,
- rozwoju kapitału społecznego i społeczeństwa informacyjnego.

Obecna konkurencyjność polskich klastrów ICT oparta jest na kapitale ludzkim, jakości rozwiązań technologicznych i kapitale relacyjnym. Z kolei przyszła konkurencyjność determinowana jest w znacznej mierze kluczowymi trendami w sektorze ICT, związanymi z koncepcją przemysłu 4.0. Postępująca cyfryzacja i wirtualizacja gospodarki oraz dynamiczny rozwój technologiczny tworzą dla klastrów ICT szansę transformacji w kierunku klastrów 4.0. Oczywiście pociąga to za sobą konieczność doskonalenia w zakresie zarządzania klastrami i szerszej współpracy międzysektorowej w wymiarze krajowym i międzynarodowym.

4. Zakończenie

Koncepcja klastrów przemysłu 4.0 zarówno w Europie, jak i w Polsce jest postrzegana w kontekście nowego wymiaru klastrów innowacyjnych, które zmieniają zasady funkcjonowania przede wszystkim przedsiębiorstw produkcyjnych poprzez szerokie wykorzystanie internetu i inteligentnych technologii. Perspektywa potencjalnych korzyści wynikających z tej koncepcji dla członków klastrów i całej gospodarki zachęca kluczowych interesariuszy, w tym szczególnie klustry ICT, przedsiębiorstwa *high-tech*, podmioty sektora B+R, do szerszego zaangażowania się w jej urzeczywistnienie. Działając wspólnie w ramach inicjatywy regionalnej, krajowej i międzynarodowej na rzecz transformacji kilku klastrów ICT w metaklustry przemysłu 4.0, możliwe jest przyspieszenie tzw. czwartej rewolucji przemysłowej napędzanej przez nowe technologie, wirtualizację i systemy cyberfizyczne. Warto podkreślić, że większość zasobów, które są niezbędne do wdrożenia tych

kompleksowych i radykalnych zmian w gospodarce, znajduje się w dyspozycji klastrów ICT i ich partnerów.

W upowszechnianie idei klastrów przemysłu 4.0 w krajach członkowskich Unii Europejskiej mocno zaangażowana jest Komisja Europejska. Jest to związane bezpośrednio z rolą tego typu klastrów w kształtowaniu zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy. Z jednej strony klastry te mogą przyczynić się do trwałego stymulowania zmian technologicznych w ramach przemysłu 4.0, większej integracji klienta z producentem, sprawnego wykorzystania sztucznej inteligencji, powstawania nowych dziedzin biznesu i nowych zawodów na rynku pracy, a z drugiej do wzmocnienia innowacyjności i konkurencyjności europejskiej gospodarki.

Koncepcja klastrów przemysłu 4.0 bazuje na ekoinnowacjach, w tym ekowydajności i czystszej (zielonej) produkcji. Pozostaje ona w ścisłym związku z ideą zrównoważonego rozwoju. Rozwiązania technologiczne klastrów 4.0, powstałe dzięki indywidualnym i kolektywnym zasobom wiedzy, mogą dostarczyć wielu wysoce funkcjonalnych wyrobów i usług ich użytkownikom i dostawcom przy znacznie mniejszym negatywnym oddziaływaniu na środowisko i społeczeństwo w turbulentnym otoczeniu. Jednak wymaga to sprawnego zarządzania klastrami. Niezbędna jest w tym przypadku integracja podejmowanych działań prorozwojowych z dbałością o aktualny i przyszły stan środowiska naturalnego.

Literatura

- Badurek J., 2014, *System ERP dla wytwórczości nowej generacji*, Przedsiębiorstwo we Współczesnej Gospodarce – Teoria i Praktyka, nr 2, s. 79-90.
- Buczyńska G., Frączek D., Kryjom P., 2016, *Raport z inwentaryzacji klastrów w Polsce 2015*, PARP, Warszawa.
- Dmowski J., Jędrzejewski M., Libucha J., Owerczuk M., Suffczyńska-Hałabuz N., Pławik K., Iwasieczko M., Kowalska I., 2016, *Przemysł 4.0 PL. Szansa czy zagrożenie dla rozwoju innowacyjnej gospodarki*, Boston Consulting Group, Warszawa.
- Dzierżanowski M., Rybacka M., Szultka S., 2011, *Rola klastrów w budowaniu gospodarki opartej na wiedzy*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk.
- Fiegler K., 2014, *Inteligentna fabryka*, Kaizen, nr 4, s. 46-51.
- Górka K., Łuszczuk M., 2014, *Zielona gospodarka i gospodarka oparta na wiedzy a rozwój trwały*, Optimum. Studia Ekonomiczne, nr 3 (69), s. 22-31.
- Grynia A., 2015, *Znaczenie sektora ICT w podnoszeniu międzynarodowej konkurencyjności gospodarki Litwy*, Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy, nr 44, vol. 4, część 1, s. 177-191.
- Hołub-Iwan J., Wielec Ł., 2014, *Opracowanie systemu wyboru Krajowych Klastrów Kluczowych*, PARP, Warszawa.
- Iersel J., Konstantinou N., 2016, *Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego w sprawie – przemysł 4.0 i transformacja cyfrowa – przyszłe działania*, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej, Bruksela.
- INVESTIN, 2017, *Perspektywy rozwoju polskiej branży ICT do roku 2025*, PARP, Warszawa.
- Kiraga K., 2016, *Przemysł 4.0 – czwarta rewolucja przemysłowa według Festo*, Autobusy, nr 12, s. 1603-1605.

- Kłak M., 2011, *Znaczenie klastrów przemysłowych w gospodarce opartej na wiedzy*, Acta Universitatis Lodziensis. Folia Oeconomica, nr 251, s. 51-75.
- Kopp R., 2014, *Przemysł 4.0 i jego wpływ na przemysł kuźniczy*, Obróbka Plastyczna Metali, vol. XXV, nr 1, s. 75-85.
- Michałowski A., 2012, *Ecosystem services in the light of a sustainable knowledge-based economy*, Problems of Sustainable Development, vol. 7, nr 2, s. 97-106.
- Michałowski A., 2013, *Usługi środowiska w badaniach ekonomiczno-ekologicznych*, Ekonomia i Środowisko, nr 1 (44), s. 29-51.
- Niklewicz-Pijaczyńska M., 2011, *Od koncepcji gospodarki opartej na wiedzy do nowej strategii rozwoju UE 2020*, [w:] Kundera J. (red.), *Globalizacja, europejska integracja a kryzys gospodarczy*, Prace Naukowe Wydziału Prawa, Administracji i Ekonomii Uniwersytetu Wrocławskiego, E-Monografie, nr 9, Wrocław.
- Olko S., 2015a, *Badanie kompetencji w klastrach sektora ICT z perspektywy zarządzania wiedzą*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Organizacja i Zarządzanie, zeszyt 79, s. 245-259.
- Olko S., 2015b, *Ekspertyza Obserwatorium ICT. Przegląd istniejących/działających klastrów ICT w województwie śląskim oraz analiza ich potencjału*, Park Naukowo-Technologiczny Technopark Gliwice, Gliwice.
- Olszewska K., 2010, *Sektor technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) w podnoszeniu międzynarodowej konkurencyjności gospodarki na przykładzie Chin*, [w:] Winiarski M. (red.), *Gospodarka: innowacje i rozwój*, Prace Naukowe Wydziału Prawa, Administracji i Ekonomii Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- Olszewski M., 2016, *Mechatronizacja produktu i produkcji – przemysł 4.0*, Pomiary Automatyka Robotyka, nr 3, vol. 20, s. 13-28.
- Paprocki W., 2016a, *Koncepcja przemysłu 4.0 i jej zastosowanie w warunkach gospodarki cyfrowej*, [w:] Gajewski J., Paprocki W., Pieriegiud J. (red.), *Cyfryzacja gospodarki i społeczeństwa – szanse i wyzwania dla sektorów infrastrukturalnych*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk.
- Paprocki W., 2016b, *Przemysł 4.0 a łańcuch dostaw. Prognozowanie zachowań klientów*, Euro-Logistics, nr 1 (92), s. 22-23.
- Pejs K., Patalas-Maliszewska J., 2016, *Model przedsiębiorstwa produkcyjnego w formule 4.0*, [w:] Patalas-Maliszewska J., Szaśniadek M., Jakubowski J. (red.), *Inżyniera produkcji. Jakość i efektywność procesów*, Instytut Informatyki i Zarządzania Produkcją, Zielona Góra.
- Pluciński M., Mularczyk K., 2016, *Przemysł 4.0 w polskich przedsiębiorstwach produkcyjnych – szanse i zagrożenia*, [w:] Mazurek-Kucharska B., Dębski M. (red.), *Zarządzanie małym i średnim przedsiębiorstwem w Polsce. Innowacyjne strategie, narzędzia i wdrożenia*, Przedsiębiorczość i Zarządzanie, tom XVII, zeszyt 7, część 2, Łódź-Warszawa.
- Powichrowska B. (red.), 2013, *Zrównoważona gospodarka oparta na wiedzy. Wybrane problemy*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok.
- Roblek V., Mesko M., Krapez A., 2016, *A complex view of industry 4.0*, Sage Open, April-June, s. 1-11.
- Rutkowska-Podołowska M., Pakulska J., 2011, *Wpływ idei rozwoju zrównoważonego na finanse firm*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 640, Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia, nr 38, s. 157-164.
- Skórska A., 2016, *Sektor high-tech jako czynnik wzrostu konkurencyjności polskiej gospodarki w perspektywie 2020 roku*, Zarządzanie i Finanse, vol. 14, nr 3, s. 237-252.
- Wiktorowski K., 2011, *Zrównoważony rozwój oparty na wiedzy a budowanie tożsamości regionalnej*, [w:] Poskrobko B. (red.), *Uwarunkowania rozwoju zrównoważonej gospodarki opartej na wiedzy*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, Białystok.

Źródła internetowe

<http://clusterconference2016.eu/files/documents/European%20Cluster%20Conference%202016%20story.pdf> (10.05.2017).

http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8972&lang=en (1.05.2017).

<https://www.mr.gov.pl/media/34781/koncepcja.pdf> (12.04.2017).

Komisja Europejska, 2010, *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:PL:PDF> (1.05.2017).

Stadnicka D., Zielecki W., Sęp J., 2017, *Koncepcja przemysł 4.0 – ocena możliwości wdrożenia na przykładzie wybranego przedsiębiorstwa*, http://www.ptzp.org.pl/files/konferencje/kzz/artyk_pdf_2017/T1/t1_472.pdf (10.05.2017).

Welck H., 2012, *Concept of meta-cluster in the Alpine Space*, http://www.alpine-space.org/2007-2013/uploads/tx_txrunningprojects/Alps4EU_Meta-Cluster_concept.pdf (11.05.2017).