

Magdalena Pichlak

Politechnika Śląska
e-mail: magdalena.pichlak@polsl.pl

Mariusz Kruczek

Główny Instytut Górnictwa, Katowice
e-mail: mkruczek@wp.pl

**GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM –
STAN OBECNY I PERSPEKTYWY**

**CIRCULAR ECONOMY – CURRENT STATE
AND PERSPECTIVES**

DOI: 10.15611/e21.2017.3.02

JEL Classification: Q57

Streszczenie: W artykule przedstawiono nową i coraz bardziej popularną koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym (*circular economy*, CE), stanowiącą alternatywę dla liniowego modelu działalności gospodarczej opartego na taniej energii i łatwo dostępnych zasobach. Scharakteryzowano pojęcie i istotę gospodarki o obiegu zamkniętym, a także syntetycznie opisano najważniejsze inicjatywy wdrażania koncepcji CE na świecie w ujęciu makro-, mezo- i mikroekonomicznym. W dalszej kolejności inicjatywy te zestawiono z działaniami podejmowanymi w tym zakresie w Polsce. Przedstawione rozważania prowadzą do generalnego wniosku, że efektywne wdrażanie koncepcji CE wymaga systemowych i wielopoziomowych zmian, łączących inicjatywy odgórne (polityczne i społeczne) z działaniami oddolnymi, realizowanymi przez przedsiębiorstwa. Co więcej, ograniczony zakres działań podejmowanych w tym obszarze w Polsce może sprawić, że polska gospodarka – silnie uzależniona od wykorzystania zasobów nieodnawialnych – napotka w przyszłości naturalne granice wzrostu, których nie będzie w stanie przezwyciężyć bez zmniejszenia zużycia surowców i ilości generowanych odpadów oraz promowania rozwiązań opartych na recyklingu.

Słowa kluczowe: gospodarka o obiegu zamkniętym, inicjatywy na poziomie mikro-, mezo- i makroekonomicznym.

Summary: The global environmental crisis resulting from the extensive exploitation of non-renewable resources and increasing environmental pollution makes the transition to the circular economy (CE) the only way to increase the sustainability of contemporary economic systems. The paper synthetically examines the selected CE-related initiatives applied all over the world. Presented circular initiatives were divided into three levels of organization: micro, meso and macro. Limited range of CE-related initiatives in Poland might make Polish economy greatly dependent on the non-renewable resources, highly sensitive to ecological limits, which must not be overcome without more eco-efficient uses of raw materials, waste minimization and creation of advanced recycling programs.

Keywords: circular economy, macro-, meso- and micro-level of CE-related initiatives.

1. Wstęp

Mimo rosnącej degradacji środowiska większość gospodarek na świecie (w tym także gospodarka polska) funkcjonuje w oparciu o tradycyjny liniowy model działalności gospodarczej, bazujący na taniej energii i łatwo dostępnych zasobach. Model ten charakteryzuje się jednokierunkowym przepływem materiałów: od surowców, które są przekształcane w produkty i ostatecznie w odpady [Elia i in. 2016]. Liniowy model działalności gospodarczej nie uwzględnia obciążeń środowiskowych generowanych w procesach produkcji i konsumpcji oraz naturalnych granic wzrostu gospodarczego wynikających z wyczerpywania się zasobów nieodnawialnych (jak paliwa kopalne czy surowce mineralne).

Alternatywą dla liniowego modelu wykorzystania zasobów jest nowa i coraz bardziej popularna koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym (*circular economy*, CE), będąca odpowiedzią na koniec epoki taniego węgla, ropy naftowej czy gazu ziemnego oraz ekstensywnego zużycia surowców mineralnych [Liu 2012; Lieder, Rashid 2016; Winans i in. 2017]. Istotą gospodarki o obiegu zamkniętym jest zwrotny (nieliniowy) przepływ materiałów z jednoczesnym jak najmniejszym wykorzystaniem zasobów naturalnych i przy jak najniższych kosztach środowiskowych. Wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym prowadzi do osiągnięcia korzyści ekonomicznych i społecznych oraz – w ostatecznym rozrachunku – do budowy systemu, w którym gospodarka, społeczeństwo i środowisko są skoordynowane w zakresie realizacji celów zrównoważonego rozwoju [Xuan i in. 2011]. Zwrotny przepływ materiałów oznacza zamykanie pętli przepływów materiałowych poprzez różne rodzaje podejmowanych działań, tj. ponowne wykorzystanie, naprawę, odzysk bądź recykling materiałów i produktów, dzięki którym mogą one stanowić nakłady w kolejnych procesach produkcji [Romero, Molina 2012]. Zamykanie pętli przepływów materiałowych wynika z projektowania produktów, które utrzymują wartość dodaną tak długo, jak to możliwe, eliminując w ten sposób emisje zanieczyszczeń i nadmierne generowanie odpadów [Hobson, Lynch 2016].

W literaturze funkcjonuje wiele definicji gospodarki o obiegu zamkniętym (CE). Liu [2012, s. 256] definiuje CE jako „system gospodarczy charakteryzujący się zasadą zrównoważonego rozwoju i mniej zależny od wyczerpujących się zasobów naturalnych niż tradycyjne gospodarki, poprzez mechanizm recyklingu odpadów stanowiących wyjście z systemu”. Jeśli chodzi o aspekty ekonomiczne, gospodarka o obiegu zamkniętym to „gospodarka oparta na systemie spiralnej pętli, która minimalizuje przepływ materiałów, energii i degradację środowiska, bez ograniczania wzrostu gospodarczego lub postępu technicznego i społecznego” [Lieder, Rashid 2016, s. 37]. W raporcie Ellen MacArthur Foundation stwierdzono, że „gospodarka o obiegu zamkniętym stanowi system przemysłowy, który jest z zamierzenia odnawialny i samoregenerujący” [Ellen MacArthur Foundation 2013, s. 7]. „W gospodarce o obiegu zamkniętym wyroby są zaprojektowane pod kątem łatwości wtórne-go użytku, rozbierania na części i powtórne go składania – bądź recyklingu – przy

rozumieniu tego, iż fundamentem wzrostu gospodarczego jest powtórne używanie wielkich ilości materiałów odzyskiwanych na koniec życia wyrobów, w miejsce wydobywania nowych surowców” [Wijkman, Skånberg 2016, s. 22].

Rdzeniem koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym jest optymalizacja wykorzystania zasobów zgodnie z tzw. zasadą 3R (*reduce* – ograniczenie, *recycle* – przetwarzanie i *reuse* – ponowne wykorzystanie) [Xuan i in. 2011; Lieder, Rashid 2016]. CE bazuje na nowoczesnej konstrukcji produktów, bardziej efektywnej produkcji oraz odzyskiwaniu wartości z wykorzystanych materiałów. Takie ujęcie osadza gospodarkę o obiegu zamkniętym w subdyscyplinie ekologii przemysłowej (*industrial ecology*) [Andersen 2007]. Obecnie, dzięki opracowanym i coraz częściej wdrażanym w wielu krajach (m.in. w Chinach, Japonii, Stanach Zjednoczonych czy krajach Unii Europejskiej) inicjatywom w zakresie ochrony środowiska, koncepcja CE staje się kluczowym kierunkiem głównego nurtu zmian strukturalnych [Hobson, Lynch 2016].

Podjęmowane na świecie inicjatywy w zakresie wdrażania koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym są odmienne w różnych systemach kulturowych, społecznych i politycznych. W Chinach wdrażanie koncepcji CE opiera się na integracji zamkniętych pętli przepływów materiałowych i symbiozy przemysłowej w ramach globalnej strategii rozwoju kraju [Zhu i in. 2010; Hobson, Lynch 2016]. W Unii Europejskiej [Lieder, Rashid 2016] i w Stanach Zjednoczonych [Elia, Gnoni, Tornese 2016] koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym jest realizowana przede wszystkim w kontekście efektywnego gospodarowania odpadami. Niektóre praktyki związane z CE, wdrażane w Tajwanie [Liu 2012], Korei i Japonii [Winans i in. 2017], mają na celu zwiększenie odpowiedzialności konsumentów w zakresie wykorzystania materiałów i produktów.

Celem artykułu jest syntetyczny przegląd najważniejszych inicjatyw wdrażania koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym na świecie (w tym także i w Polsce). Opierając się na pogłębionym przeglądzie literatury, podzielono ww. inicjatywy na trzy kategorie: działania realizowane na poziomie makroekonomicznym (na poziomie kraju), mezoekonomicznym (na poziomie parków ekoprzemysłowych) oraz mikroekonomicznym (na poziomie przedsiębiorstw) [Geng, Doberstein 2008; Sauv e i in. 2016].

2. Inicjatywy CE na poziomie makroekonomicznym

Pierwszym krajem, w którym na szeroką skalę podjęto inicjatywy zmierzające do wdrożenia koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym, były Chiny [Zhu i in. 2010; Winans i in. 2017]. Jako kraj produkujący największą ilość dóbr i jednocześnie będący najszybciej rozwijającą się gospodarką świata, Chiny od dłuższego czasu borykają się z problemami środowiskowymi, tj. wyczerpywaniem się zasobów nieodnawialnych oraz rosnącym tempem generowanych przez ogromną populację zanieczyszczeń (w szczególności emisji CO₂) i odpadów [Liu i in. 2009]. Mając na uwadze

ww. bariery rozwojowe, w 2002 r. rząd Chin oficjalnie przyjął koncepcję gospodarki o obiegu zamkniętym jako nową strategię rozwoju kraju i zatwierdził pierwsze prawo (integrujące rozwój przemysłowy z kwestiami środowiskowymi), które weszło w życie w styczniu 2009 r. [Mathews, Tan 2011; Geng i in. 2013]. Wprowadzone regulacje prawne doprowadziły do większej absorpcji systemów kontroli czystszej produkcji, rozwoju parków ekoprzemysłowych i inicjatyw symbiozy przemysłowej – oznaczającej efektywne gospodarowanie zasobami z uwzględnieniem zasadniczo odmiennych działań w zakresie fizycznych przepływów materiałów i energii [Loiseau i in. 2016] – oraz tworzenia ekologicznych inicjatyw miejskich [Hobson, Lynch 2016]. Podstawą wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym w Chinach była koncepcja harmonijnego społeczeństwa (*harmonious society*) autorstwa Hu Jintao, która później została zastosowana w praktyce z nastawieniem na recykling odpadów pokonsumpcyjnych oraz tworzenie zamkniętych pętli przepływów materiałowych [Winans i in. 2017]. Do tej pory w Chinach wprowadzono standardy czystszej produkcji w ponad 30 branżach, w tym m.in. w zakresie wytwarzania i przetwarzania produktów rafinacji ropy naftowej bądź stosowania glutamianu sodu (E621) w procesie produkcji żywności [Winans i in. 2017], a także w sektorach górnictwa węglowego, elektroniki czy IT [Mathews, Tan 2011].

Poza Chinami, w takich krajach, jak Szwecja, Niemcy i Japonia, podjęto działania zmierzające do promowania programów recyklingu materiałów i redukcji odpadów [Xuan i in. 2011], obejmujące: koncepcję rozszerzonej odpowiedzialności producenta (*extended producer responsibility*) (Szwecja), zamknięty obieg substancji i ustawę dotyczącą gospodarowania odpadami (Closed Substance Cycle and Waste Management Act) (Niemcy) oraz tworzenie społeczeństwa opartego na recyklingu (*recycling-based society*) (Japonia) [Lieder, Rashid 2016].

W ostatnich latach wdrażanie koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym zostało zainicjowane również na poziomie Unii Europejskiej. Inicjatywy w zakresie wdrażania koncepcji CE zostały uwzględnione w dokumentach strategicznych UE, tj. m.in.: „Europa 2020” (unijna strategia na rzecz osiągnięcia inteligentnego, zrównoważonego i sprzyjającego włączeniu społecznemu wzrostu gospodarczego), „Horyzont 2020” (ramowy program finansowania badań naukowych i innowacji w latach 2014-2020) czy strategia „Innowacje w służbie zrównoważonego wzrostu: biogospodarka dla Europy” (*Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*) [Szczygielski 2015; Lieder, Rashid 2016; Loiseau i in. 2016]. Flagowy program Komisji Europejskiej, czyli inicjatywa „Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy” (*Roadmap to a Resource Efficient Europe*), zakłada priorytetowe znaczenie wdrażania koncepcji CE w celu poprawy bezpieczeństwa „dostaw na skutek lepszych projektów produktów, zrównoważonego zarządzania zasobami naturalnymi, zwiększonego ponownego wykorzystywania, recyklingu i zastępowania surowców oraz oszczędzania zasobów” [Komisja Europejska 2011, s. 2]. W 2015 roku Komisja Europejska przedstawiła „Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym” (*Closing the Loop – An EU Action Plan for the Circular*

Economy), którego zadaniem jest spowodowanie przejścia UE w kierunku „zrównoważonej, niskoemisyjnej, efektywnej zasobowo i konkurencyjnej gospodarki [...] w celu generowania nowych i trwałych przewag konkurencyjnych dla Europy” [Komisja Europejska 2015, s. 1]. Inicjatywy te zmierzają do spełnienia kluczowych wyzwań politycznych (tj. obniżenia zapotrzebowania na energię i surowce pierwotne), a ponadto mają na celu usuwanie barier rozwoju nowych rynków, poprawę efektywności gospodarowania zasobami (w szczególności wtórnego wykorzystania cennych materiałów) oraz promowanie nowych modeli biznesowych (zakładających obniżenie zużycia energii i emisji gazów cieplarnianych) [Lieder, Rashid 2016; Wijkman, Skånberg 2016].

Rosnące zainteresowanie koncepcją gospodarki o obiegu zamkniętym jest również dostrzegalne w polityce USA w obszarze gospodarowania odpadami: zmniejszenie ilości odpadów i zwiększenie efektywnego i zrównoważonego wykorzystania zasobów stanowi cel strategiczny w kontekście tworzenia nowoczesnej gospodarki materiałowej [Elia i in. 2016].

3. Inicjatywy CE na poziomie mezoekonomicznym

Na poziomie mezoekonomicznym wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym dokonuje się poprzez promowanie inicjatyw symbiozy przemysłowej w tzw. parkach ekoprzemysłowych oraz w ramach ekologicznych inicjatyw miejskich [Hobson, Lynch 2016].

Idea parku ekoprzemysłowego obejmuje zespół powiązanych ze sobą przedsiębiorstw skupionych na pewnym obszarze, które – współżyjąc z otoczeniem – funkcjonują jako ekosystem [Doniec (red.) 2011]. Celem tworzenia parków ekoprzemysłowych jest zminimalizowanie wykorzystania energii i surowców, zmniejszenie ilości odpadów, a także budowanie trwałych relacji ekonomicznych, ekologicznych i społecznych [Boix i in. 2015]. Heeres, Vermeulen i de Walle [2004] stwierdzają, że powodzenie tego typu inicjatyw wymaga zarówno wsparcia ekonomicznego ze strony rządu, jak i działań oddolnych podejmowanych przez przedsiębiorstwa. Konieczne jest przede wszystkim kaskadowanie zasobów (wody, energii czy odpadów) w procesach produkcyjnych, a nie jedynie prosta ich wymiana.

Obecnie istnieje wiele przykładów parków ekoprzemysłowych na świecie – w Europie, w Chinach, w Stanach Zjednoczonych, a także w Kanadzie, w Australii i w Japonii. Wiele z nich powstało dzięki wsparciu rządów poszczególnych krajów, jednak niektóre inicjatywy rozwinęły się spontanicznie, tj. bez interwencji organów państwowych.

Park ekoprzemysłowy w Kalundborg w Danii stanowi modelowy przykład symbiozy przemysłowej dla podobnych rozwiązań promowanych na świecie. Ten ekologiczny park przemysłowy ma charakter samoorganizujący się (powstał bez wsparcia rządowego), a jego efektywność ekonomiczna wynika z umów dwustronnych pomiędzy zaangażowanymi podmiotami (elektrownią Asnæs, rafinerią Statoil, produ-

centem farmaceutyków Novo Nordisk, fabryką płyt gipsowych Gyproc oraz gminą Kalundborg). Innym przykładem samoorganizującego się parku ekoprzemysłowego jest inicjatywa w regionie Östergötland (Szwecja), polegająca na współdziałaniu tartaków, fabryki peletów (materiałów opałowych ze sprasowanych odpadów drzewnych), celulozowni oraz gminy i mająca na celu ponowne wykorzystanie odpadów i zmniejszenie emisji CO₂, ciepła i energii elektrycznej w procesie produkcji biopaliw [Winans i in. 2017].

W odróżnieniu od regionów Kalundborg i Östergötland, większość funkcjonujących na świecie parków ekoprzemysłowych powstała dzięki wsparciu organów państwowych. Przykładami tego typu rozwiązań są m.in.: park ekoprzemysłowy w regionie Emilia-Romania (Włochy), inicjatywy podejmowane w ramach Narodowego Programu Symbiozy Przemysłowej (*National Industrial Symbiosis Program*, NISP) w Wielkiej Brytanii, parki ekoprzemysłowe w Brownsville w Teksasie i w Cape Charles w Wirginii (USA) oraz park ekoprzemysłowy w Halifax w Nowej Szkocji (Kanada) [Conticelli, Tondelli 2014].

Tworzenie ekologicznych inicjatyw miejskich (tzw. osiedli ekoprzemysłowych) jest pochodną idei parków ekoprzemysłowych, ma bowiem ten sam cel, czyli osiągnięcie symbiozy przemysłowej w skali regionalnej. W 1972 roku w Tajlandii opracowano koncepcję osiedli ekoprzemysłowych w ramach działań podejmowanych przez Ministerstwo Przemysłu. Celem tych osiedli była decentralizacja rozwoju poprzez odzysk wartości z odpadów, w drodze ponownego ich wykorzystania i recyklingu. W 2000 roku wybrano pięć osiedli przemysłowych w ramach promowania inicjatyw symbiozy przemysłowej. Projekt ten jednak nie powiódł się z powodu ograniczenia wsparcia finansowego ze strony rządu [Winans i in. 2017].

Przykładami funkcjonujących obecnie osiedli ekoprzemysłowych są inna inicjatywa zrealizowana w Tajlandii w 2006 r. (*Map Ta Phut Industrial Estate*) [Panyathanakun i in. 2013], osiedla ekoprzemysłowe w Republice Południowej Afryki (tworzone w celu zwiększenia efektywności gospodarowania odpadami) [Winans i in. 2017] oraz osiedla ekoprzemysłowe zlokalizowane na obszarach górniczych Kwinana i Gladstone (Australia) [Mattiussi i in. 2014].

4. Inicjatywy CE na poziomie mikroekonomicznym

Na poziomie mikroekonomicznym wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym dokonuje się poprzez podejmowanie przez przedsiębiorstwa inicjatyw dotyczących ograniczania, przetwarzania i ponownego wykorzystania materiałów (zgodnie z zasadą 3R) [Zhu i in. 2010], a także generowania i implementacji innowacji ekologicznych [Rennings 2000].

Innowacje ekologiczne (ekoinnowacje) to innowacje zmierzające do realizacji celów zrównoważonego rozwoju poprzez ograniczanie oddziaływania na środowisko lub bardziej efektywne wykorzystanie zasobów naturalnych, w tym energii [Carrillo-Hermosilla i in. 2010]. Teoria innowacji ekologicznych zakłada, że problemy

środowiskowe mogą być złagodzone poprzez eko innowacje technologiczne i organizacyjne [Janicke 2008]. Eko innowacje technologiczne obejmują np. technologie czystszej produkcji ograniczające emisje i zanieczyszczenia lub innowacyjne technologie recyklingu pozwalające uniknąć generowania nadmiernej ilości odpadów. Eko innowacje organizacyjne wiążą się m.in. z tworzeniem wewnętrznego systemu zarządzania środowiskowego [Zhu i in. 2010].

W 2014 roku magazyn „Fortune” opublikował listę 25 najbardziej efektywnych eko innowatorów na świecie. Wśród wyróżnionych znaleźli się m.in.: Elon Musk, współzałożyciel firmy Tesla Motors, specjalizującej się w produkcji samochodów elektrycznych; Tony Fadell, członek zespołu zarządzającego firmy Nest produkującej innowacyjne termostaty wykorzystujące inteligentną automatykę oraz Peter Rive, członek zespołu zarządzającego firmy SolarCity, specjalizującej się w opracowywaniu technologii wykorzystujących energię słoneczną [Dumaine, VanderMey 2014].

W ramach realizowanego w latach 2007-2013 unijnego Programu ramowego na rzecz konkurencyjności i innowacji (*Competitiveness and Innovation framework Programme*, CIP) utworzono tzw. Obserwatorium Eko innowacji (*Eco-Innovation Observatory*), którego zadaniem jest dostarczanie informacji na temat eko innowacji pochodzących z całej UE oraz z najważniejszych regionów gospodarczych świata. Opracowana przez Obserwatorium lista przedsiębiorstw generujących i wdrażających istotne innowacje ekologiczne objęła m.in. takie firmy, jak: Martifer Solar (Portugalia) produkującą panele fotowoltaiczne; PELLENC Selective Technologies (Francja) specjalizującą się w optycznych technologiach sortowania odpadów oraz Genan (Dania), będącą jednym z największych na świecie przedsiębiorstw zajmujących się recyklingiem używanych opon samochodowych. Innym przykładem przedsiębiorstwa funkcjonującego zgodnie z zasadą 3R jest firma DuPont (USA), współpracująca z innymi podmiotami w skali globalnej w zakresie opracowania innowacyjnych rozwiązań dotyczących czystej produkcji w obszarze inżynierii materiałowej, technologii chemicznych i biochemicznych [Xuan i in. 2011].

5. Wdrażanie inicjatyw CE w Polsce

Jako członek UE Polska została zobowiązana do sformułowania odpowiedzi na treść dokumentu opracowanego przez KE „Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym”. 12 stycznia 2016 roku Komitet do spraw Europejskich Rady Ministrów przyjął Stanowisko Rządu w sprawie ww. dokumentu, w którym stwierdzono, że „rząd RP popiera zaproponowany przez KE kierunek przejścia z systemu linearnego na gospodarkę o obiegu zamkniętym [...]. Niemniej jednak niektóre działania zawarte w komunikacie są rozwiązaniami o dużym stopniu ambicji, których wdrożenie może być utrudnione, w tym w szczególności biorąc pod uwagę specyfikę niektórych państw członkowskich”. Stwierdzono ponadto, że ocena możliwości wdrożenia koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce będzie

możliwa dopiero „po przedstawieniu przez KE informacji, w jakim zakresie realizacja celów zawartych w propozycji legislacyjnej zmian [...] wynika z planów wdrożenia narzędzi wskazanych w komunikacie” [Stanowisko Rządu... 2016, s. 3, 11].

Jeśli chodzi o wdrażanie w Polsce koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym na poziomie mezoekonomicznym, to funkcjonujące w kraju parki ekoprzemysłowe działają (wzorem Wielkiej Brytanii) jako zielone parki przedsiębiorczości (*green business park*). Łączą w sobie ideę promowania inicjatyw symbiozy przemysłowej z działaniami na rzecz wzmocnienia konkurencyjności zarówno ich uczestników, jak i regionów, w których są zlokalizowane. Wśród polskich parków przedsiębiorczości zlokalizowanych w województwie śląskim można wymienić m.in.: Zielony Park Przedsiębiorczości „Kostuchna” w Katowicach, Zieloną Strefę Przemysłową „Nad Białą” w Bielsku-Białej oraz Zielony Park Przedsiębiorczości w Ustroniu.

Wdrażanie koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym na poziomie mikroekonomicznym w Polsce jest ograniczone istnieniem wielu barier, w tym m.in. dotyczących nieznajomości obowiązujących przepisów prawa w zakresie ochrony środowiska, braku wiedzy odnośnie do możliwości wykorzystania niektórych materiałów czy braku odbiorców odpadów, szczególnie tych, które powstają w niewielkich ilościach [Ćwik 2004]. Rozwiązaniem powyższych problemów mogą być strategie i inicjatywy polityczne obejmujące szersze kampanie edukacyjne dotyczące norm i przepisów prawnych [Johansson, Lindhqvist 2005], promowanie koncepcji „paszportu produktu” (zbioru informacji na temat komponentów i materiałów, z których dany produkt jest wytworzony, oraz informacji, jak można je zdemontować pod koniec okresu użytkowania produktu) [Lieder, Rashid 2016], a także wspieranie innowacyjnych technologii unieszkodliwiania odpadów.

Mimo istnienia ww. barier, opracowana przez Obserwatorium Ekoinnowacji lista przedsiębiorstw generujących i wdrażających istotne innowacje ekologiczne objęła również firmy polskie, w tym m.in.: spółkę inżynierii środowiska PPEKO (Warszawa) oferującą zintegrowane usługi projektowe, doradcze, technologiczne i wykonawcze w dziedzinie oczyszczania ścieków przemysłowych i komunalnych, obróbki osadów oraz redukcji odpadów biorozkładalnych; firmę LEDICO (Wrocław) specjalizującą się w produkcji inteligentnych i energooszczędnych (zasilanych panelami słonecznymi) lamp i modułów diodowych oraz firmę Promar (Bydgoszcz) świadczącą usługi w zakresie optymalizacji zużycia energii i zdalnego zarządzania infrastrukturą techniczną w budynkach.

Wdrażanie koncepcji CE na poziomie przedsiębiorstw powinno obejmować nie tylko generowanie i wdrażanie ekoinnowacji, ale także opracowywanie zrównoważonych modeli biznesowych pozwalających na jednoczesne osiągnięcie efektywności ekonomicznej i korzyści środowiskowych. Na poziomie mikroekonomicznym realizacja koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym powinna wykraczać poza zabezpieczanie się przedsiębiorstw przed wahaniami cen surowców i podążać w kierunku tworzenia nowych sposobów generowania zysków.

6. Zakończenie

Koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym, stanowiąca alternatywę dla liniowego modelu działalności gospodarczej, zakłada ponowne wykorzystanie surowców i energii, ostatecznie oddzielając wzrost gospodarczy od generowanych szkód ekologicznych [Elia i in. 2016]. Opiera się na ograniczeniu powstawania odpadów dzięki zamykaniu pętli przepływów materiałowych oraz tworzeniu systemu: zasoby – produkcja – konsumpcja – zasoby [Xuan i in. 2011].

W artykule syntetycznie przedstawiono wybrane inicjatywy wdrażania koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym na poziomie makro-, mezo- i mikroekonomicznym. Na poziomie makroekonomicznym wdrażanie koncepcji CE musi uwzględniać nie tylko korzyści ekonomiczne i ekologiczne, lecz przede wszystkim interesy społeczne. Zgodnie z klasyfikacją zaproponowaną przez Geng i Doberstein [2008] koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym w ujęciu makroekonomicznym łączy się z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Wdrażanie koncepcji CE na poziomie mezoekonomicznym opiera się na interakcjach między różnymi przedsiębiorstwami, z których każde korzysta z produktów ubocznych generowanych przez inną firmę i wykorzystuje je jako surowce do własnej produkcji. Tworzenie parków ekoprzemysłowych oraz ekologicznych inicjatyw miejskich jest możliwe dzięki wsparciu organów rządowych, które określają warunki funkcjonowania takich inicjatyw i wspierają finansowo ich realizację [Mathews, Tan 2011; Sauvé i in. 2016]. Na poziomie mikroekonomicznym wdrażanie koncepcji CE obejmuje działania podejmowane przez konkretne przedsiębiorstwa i opiera się na standardowych rozwiązaniach, tj.: zmniejszeniu ilości generowanych odpadów oraz implementacji technologicznych i organizacyjnych innowacji ekologicznych.

Wdrażanie koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym wymaga systemowych i wielopoziomowych zmian, łączących inicjatywy odgórne (polityczne i społeczne) z działaniami oddolnymi, realizowanymi przez przedsiębiorstwa. Firma McKinsey szacuje, że wdrażanie koncepcji CE, w tym przede wszystkim ponowne wykorzystanie materiałów i produktów, może wygenerować ponad 300 mld dolarów oszczędności w samej tylko Unii Europejskiej [Schulte 2013]. Zarówno naukowcy, jak i politycy powinni zdać sobie sprawę, że wdrażanie koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym jest nie tylko wyzwaniem, ale również źródłem dochodów, pozwala bowiem na tworzenie nowych możliwości biznesowych i ogranicza koszty usług ekosystemów.

W grudniu 2016 roku, w ramach prac Zespołu do spraw Gospodarki o Obiegu Zamkniętym powołanego przez Ministerstwo Rozwoju, opracowano mapę drogową transformacji polskiej gospodarki w kierunku CE. Wśród kluczowych wyzwań stojących przed polską gospodarką znalazły się: promowanie innowacji i innowacyjności, w tym wzmocnienie współpracy między przemysłem i sektorem nauki; stworzenie europejskiego rynku na surowce wtórne, na którym byłby ułatwiony ich przepływ; zapewnienie wysokiej jakości surowców wtórnych, wynikającej ze zrów-

noważonej produkcji i konsumpcji oraz rozwój sektora usług [Ministerstwo Rozwoju 2016]. To właśnie dzięki wdrażaniu koncepcji CE Polska i podobne gospodarki o ograniczonych zasobach naturalnych będą mogły przetrwać i utrzymać zrównoważony wzrost gospodarczy w następnych dziesięcioleciach.

Literatura

- Andersen M.S., 2007, *An introductory note on the environmental economics of the circular economy*, Sustainability Science, vol. 2, s. 133-140.
- Boix M., Montastruc L., Azzaro-Pantel C., Domenech S., 2015, *Optimization methods applied to the design of eco-industrial parks: A literature review*, Journal of Cleaner Production, vol. 87, s. 303-317.
- Carrillo-Hermosilla J., del Río P., Könnölä T., 2010, *Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies*, Journal of Cleaner Production, vol. 18, s. 1073-1083.
- Conticelli E., Tondelli S., 2014, *Eco-industrial parks and sustainable spatial planning: A possible contradiction?*, Administrative Sciences, vol. 4, s. 331-349.
- Ćwik E., 2004, *Ekologiczne parki przemysłowe*, Zielone Brygady. Pismo Ekologów, nr 3.4 (193.194).
- Doniec A. (red), 2011, *Symbioza i parki ekoprzemysłowe*, Wolters Kluwer, Warszawa.
- Dumaine B., VanderMey A., 2014, *The World's Top 25 Eco-Innovators*, Fortune Magazine, <http://fortune.com/2014/05/01/the-worlds-top-25-eco-innovators> (20.02.2017).
- Eco-Innovation Observatory, <http://www.eco-innovation.eu> (20.02.2017).
- Elia V., Gnoni M.G., Tornese F., 2016, *Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis*, Journal of Cleaner Production (w druku).
- Ellen MacArthur Foundation, 2013, *Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org> (27.02.2017).
- Geng Y., Doberstein B., 2008, *Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'Leapfrog Development'*, International Journal of Sustainable Development & World Ecology, vol. 15, no. 3, s. 231-239.
- Geng Y., Sarkis J., Ulgiati S., Zhang P., 2013, *Measuring China's circular economy*, Science, vol. 339, s. 1526-1527.
- Heeres R.R., Vermeulen W.J.V., de Walle F.B., 2004, *Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: First lessons*, Journal of Cleaner Production, vol. 8-10, s. 985-995.
- Hobson K., Lynch N., 2016, *Diversifying and de-growing the circular economy: radical social transformation in a resource-scarce world*, Futures, vol. 82, s. 15-25.
- Janicke M., 2008, *Ecological modernization: New perspectives*, Journal of Cleaner Production, vol. 16, s. 557-565.
- Johansson T.B., Lindhqvist T., 2005, *Management and policy for sustainable consumption and production*, Journal of Cleaner Production, vol. 13, no. 10-11, s. 967-969.
- Komisja Europejska, 2011, *Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011) 571, Bruksela.
- Komisja Europejska, 2015, *Closing the loop – An EU action plan for the Circular Economy*, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, COM(2015) 614, Bruksela.
- Lieder M., Rashid A., 2016, *Towards circular economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry*, Journal of Cleaner Production, vol. 115, s. 36-51.
- Liu J.Y., 2012, *Circular economy and environmental efficiency – The case of traditional Hakka Living System*, Procedia – Social and Behavioral Sciences, vol. 57, s. 255-260.

- Liu Q., Li H., Zuo X., Zhang F., Wang L., 2009, *A survey and analysis on public awareness and performance for promoting circular economy in China: A case study from Tianjin*, Journal of Cleaner Production, vol. 17, s. 265-270.
- Loiseau E., Saikku L., Antikainen R., Droste N., Hansjürgens B., Pitkänen K., Leskinen P., Kuikman P., Thomsen M., 2016, *Green economy and related concepts: An overview*, Journal of Cleaner Production, vol. 139, s. 361-371.
- Mathews J., Tan H., 2011, *Progress toward a circular economy in China: The drivers (and inhibitors) of eco-industrial initiative*, Journal of Industrial Ecology, vol. 15, no. 3, s. 435-457.
- Mattiussi A., Rosano M., Simeoni P., 2014, *A decision support system for sustainable energy supply combining multi-objective and multi-attribute analysis: An Australian case study*, Decision Support Systems, vol. 57, s. 150-159.
- Ministerstwo Rozwoju, 2016, *Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym*, <https://www.mr.gov.pl/media/31893/MapaGOZ.pdf> (28.04.2017).
- Panyathanakun V., Tantayanon S., Tingsabadh C., Charmondusit K., 2013, *Development of Eco-industrial Estates in Thailand: Initiatives in the Northern Region Community-based Eco-industrial Estate*, Journal of Cleaner Production, vol. 51, s. 71-79.
- Rennings K., 2000, *Redefining innovation – eco-innovation research and the contribution from ecological economics*, Ecological Economics, vol. 32, s. 319-332.
- Romero D., Molina A., 2012, *Green virtual enterprise breeding environments: A sustainable industrial development model for a circular economy*, [w:] Camarinha-Matos L.M., Xu L., Afsarmanesh H. (eds.), *Collaborative networks in the Internet of services. IFIP advances in information and communication technology*, vol. 380, s. 427-436.
- Sauvé S., Bernard S., Sloan P., 2016, *Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research*, Environmental Development, vol. 17, s. 48-56.
- Schulte U.G., 2013, *New business models for a radical change in resource efficiency*, Environmental Innovation and Societal Transitions, vol. 9, s. 43-47.
- Stanowisko Rządu do Komunikatu „Zamknięcie obiegu”, 2016, <https://www.mr.gov.pl/media/26451> (23.02.2017).
- Szczygielski T. (red.), 2015, *Minerały antropogeniczne a gospodarka o obiegu zamkniętym*, Politechnika Warszawska, Instytut Badań Stosowanych, Warszawa.
- Wijkman A., Skånberg K., 2016, *Korzyści społeczne z gospodarki o obiegu zamkniętym. Wygrani pod względem miejsc pracy i klimatu w gospodarce opartej o energię odnawialną i wydajność surowcową*, <http://www.clubofrome.org> (22.02.2017).
- Winans K., Kendall A., Deng H., 2017, *The history and current applications of the circular economy concept*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 68, s. 825-833.
- Xuan L., Baotong D., Hua Y., 2011, *The research based on the 3-R principle of Agro-Circular Economy Model – The Erhai Lake Basin as an example*, Energy Procedia, vol. 5, s. 1399-1404.
- Zhu Q., Geng Y., Lai K-H., 2010, *Circular Economy Practices among Chinese Manufacturers Varying in Environmental-Oriented Supply Chain Cooperation and the Performance Implications*, Journal of Environmental Management, vol. 91, s. 1324-1331.