

dr inż. Krzysztof Posłuszny*

UWARUNKOWANIA ROZWOJU GOSPODARKI OBIEGU ZAMKNIĘTEGO W OBSZARZE TWORZYW SZTUCZNYCH

DETERMINANTS OF CIRCULAR ECONOMY DEVELOPMENT IN PLASTICS

Abstract

Idea of circular economy is a natural direction of the development of environmentally oriented management. It is assessed that 95% of plastic packaging materials, valued at 100 bill. USD is lost shortly after first use. Closing of a production-use loop can be cost effective and can bring reduction of environmental burden. Circular economy in plastics has also far reaching consequences: stimulation of structural changes in industry, new value chains, changes in technologies and investment as well as changes in international trade. In the paper some forecasts and assessments of circular economy consequences for producers and users in plastics are presented and discussed on the example of main types of plastics.

Keywords: circular economy, chemical industry, environmental protection, competitiveness

JEL classification: L11, O14, Q35, Q53, Q56

Wprowadzenie

Koncepcja gospodarki obiegu zamkniętego jest jedną z kluczowych propozycji rozwiązania problemu ilości odpadów generowanych wraz ze wzrostem gospodarczym. Mimo iż przekonuje jako idea, w dalszym ciągu stwarza

* Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Zarządzania, Katedra Ekonomii, Finansów i Zarządzania Środowiskiem; kposlusz@zarz.agh.edu.pl

wiele problemów implementacyjnych. Są one często związane ze specyfiką wykorzystywanych produktów i powstających z nich odpadów. Produktami wymagającymi specyficznej strategii są m.in. tworzywa sztuczne. Część z masowo produkowanych tworzyw jest wzajemnie substytucyjna, w związku z tym rozwiązania prawne wprowadzające zasady obiegu zamkniętego w obszarze tworzyw sztucznych tworzą interesujący problem regulacyjny, wpływający zarówno na konkurencyjność tworzyw wobec innych materiałów jak i na wzajemną konkurencyjność firm jednego z istotnych sektorów przemysłowych. Celem artykułu jest identyfikacja problemów wynikających z realizacji zasad gospodarki obiegu zamkniętego oraz wskazanie ich konsekwencji, m.in. dotyczących zmian na rynku tworzyw sztucznych.

Pojęcie gospodarki obiegu zamkniętego w obszarze tworzyw sztucznych

Termin „gospodarka obiegu zamkniętego” nie jest jednoznaczny i w literaturze definiuje się go w różny sposób. Konstituującą cechą gospodarki obiegu zamkniętego jest oddzielenie wielkości zużycia produktów (np. opakowań z tworzyw sztucznych) od zużycia zasobów niezbędnych do ich powstania (np. ropy naftowej jako surowca petrochemicznego)¹. Cel gospodarki obiegu zamkniętego stanowi zastąpienie liniowego modelu gospodarowania modelem cyrkularnym. W modelu liniowym następuje transformacja surowca w produkt, który po zużyciu staje się finalnie odpadem deponowanym w środowisku. Model cyrkularny zakłada, że – w całości lub części – staje się on ponownie surowcem i tworzy nowy produkt. W zależności od mechanizmu ograniczającego wykorzystanie zasobów pierwotnych można wyróżnić odrębne modele biznesowe gospodarki zamkniętej. Jedną z klasyfikacji modeli proponuje Bocken:

- tworzenie zamkniętej pętli – czyli substytucja surowców pierwotnych przez surowce powstające ze zużytych produktów finalnych. W przypadku tworzyw sztucznych oznacza to rozkład tworzyw do monomerów, pozwalających na ponowną syntezę produktów finalnych o tych samych właściwościach co produkty z surowców nieodnawialnych. Konsekwencją biznesową tego modelu będzie spadek zapotrzebowania na surowce pierwotne i wzrost znaczenia sektora zajmującego się recyklingiem kosztem firm stosujących technologie oparte na surowcach pierwotnych. Model ten można nazwać modelem gospodarki obiegu zamkniętego w ścisłym rozumieniu;

¹ A. McCarthy, R. Dellink, R. Bibas, *The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: a Critical Review of Modelling Approaches*, Environmental Working paper nr 130, ENV/WKP OECD 2018, s. 7.

- spowolnienie obiegu materiałów – czyli takie zaprojektowanie produktów finalnych, aby wydłużyć ich czas życia i zachowania własności użytkowych. Wprowadzenie tego modelu wymaga zarówno innowacji produktowych, jak i zmian zwyczajów konsumpcyjnych, w kierunku docenienia trwałości w miejsce nowości produktów. Konsekwencją biznesową będzie wzrost produkcji wyrobów o wyższych cenach, ale większej trwałości i dłuższym okresie użytkowania. Model ten zawiera w sobie również model obiegu zamkniętego w ścisłym rozumieniu terminu;
- redukcja zużycia materiałów i surowców – czyli zmniejszenie jednostkowej surowcochłonności poprzez zmiany projektów, usprawnienie procesów technologicznych i innowacje produktowe. Jest to również możliwe poprzez zmiany modelu użytkowania dóbr – ekonomię współdzielenia, rezygnację ze zbędnych opakowań, uproszczenie produktów itp. Konsekwencją tego modelu biznesowego będą zmiany technologiczne oraz zmiany zwyczajów użytkowania produktów, w szczególności kosztownych i rzadko używanych dóbr trwałych. Można go nazwać modelem z elementami gospodarki obiegu zamkniętego, w którym zawierają się wcześniej wymienione modele².

Trzy powyższe modele definiują różne stopnie zamknięcia obiegu w gospodarce: od pełnego oparcia się na surowcach odzyskanych ze zużytych produktów finalnych (*closing resource loops*) poprzez wydłużenie życia i przeprojektowanie produktów (*slowing resource loops*) aż po najszerze i najmniej ostre rozumienie tego terminu, czyli redukcję zużycia (*narrowing resource loops*), obejmującą dodatkowo współdzielenie produktów, zmiany zwyczajów konsumenckich i poprawę efektywności technologicznej ukierunkowaną na zmniejszenie zużycia materiałów w ramach istniejącego liniowego modelu wykorzystania zasobów³.

Wykorzystanie tworzyw sztucznych w UE – skala problemu

Głównym kierunkiem wykorzystania tworzyw sztucznych w Unii Europejskiej są opakowania, z około 40% udziałem w globalnym zużyciu, i w tym obszarze wprowadzenie gospodarki obiegu zamkniętego przyniesie największe korzyści środowiskowe. Opakowania zwykle mają niską wagę, a dużą objętość. Koszty zbiórki z konieczności są wysokie, a opcja recyklingu obecnie często mniej eko-

² N. Bocken, et al., *Product Design and Business Model Strategies for Circular Economy*, „Journal of Industrial and Production Engineering” 2016, t. 33, nr 5, s. 308–320.

³ A. McCarthy, R. Dellink, R. Bibas, *The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: a Critical Review of Modelling Approaches*, Environmental Working paper nr 130, ENV/WKP OECD 2018, s. 15.

nomiczna niż spalanie⁴. Pomimo obowiązywania w UE zasady rozszerzonej odpowiedzialności producenta, nakładającej na wprowadzającego opakowania obowiązek ich odbioru i utylizacji, system nie działa w pełni poprawnie ze względu na brak dostatecznych zachęt dla konsumenta, skłaniających go do selektywnej zbiórki tworzyw, które często są trudne do identyfikacji lub są trwale złożone z różnych materiałów. Racjonalnym rozwiązaniem jest tu przeprojektowanie opakowań i ograniczenie ich złożoności instrumentami administracyjnymi bądź ekonomicznymi.

Obecnie w Europie generowane jest 28,5 mln ton odpadów z tworzyw (2015), z tego około 31% jest składowanych, a 39% spalanych. W tabeli 1 przedstawiono strukturę generowanych odpadów z tworzyw według źródeł. Podstawowym problemem związanym z wykorzystaniem tworzyw w opakowaniach jest fakt, że ponad 95% wartości opakowań jest traconych po pierwszym użyciu. W długim okresie sytuacja taka jest nie do utrzymania. Jednak rozwiązanie problemu zamknięcia obiegu w przypadku tworzyw wydaje się trudniejsze niż w przypadku metali czy papieru. Tworzywa są grupą produktów o znacznym zróżnicowaniu i wysokich wymaganiach jakościowych, jeżeli mają być stosowane w wysokowydajnych urządzeniach przetwórczych. W istotnym stopniu utrudnia to wykorzystanie tworzyw pochodzących z recyklingu.

Tabela 1. Struktura odpadów tworzyw sztucznych według sektorów w UE (2015)

Zastosowanie	Udział w strukturze
Opakowania	59%
Budownictwo i rozbiórki	5%
Sektor samochodowy	5%
Rolnictwo	5%
Gospodarstwa domowe (poza opakowaniami)	4%
Sektor elektroniczny	8%
Razem	~29 mln ton

Źródło: *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. Communication from the Commission to the European Parliament. COM (2018) 28 final, Brussels

Zużyte opakowanie może zostać poddane recyklingowi tylko pod warunkiem zapewnienia sprawnego systemu zbiórki, segregacji i gwarancji jakości recyklatu. Konieczna w tym obszarze wydaje się ingerencja administracyjna, racjonalizująca projektowanie opakowań z punktu widzenia gospodarki zamkniętej, jak

⁴ S.G. Azevedo, J.C.O. Matias (red.), *Corporate Sustainability. The New Pillar of the Circular Economy*, Nova Science Publishers, Inc. 2017, s. 155.

i ograniczająca ich pozaużytkową, wyłącznie marketingową rolę. Regulacje administracyjne w tym zakresie przewiduje ogłoszona niedawno strategia UE wobec tworzyw sztucznych.

Strategia UE wobec tworzyw sztucznych

Celem wprowadzenia gospodarki obiegu zamkniętego jest wydłużenie cyklu życia produktów i minimalizacja strat zasobów nieodnawialnych poprzez utrzymanie własności produktów w procesie ich wielokrotnego wykorzystania. W przypadku tworzyw sztucznych oznacza to możliwość ponownego użycia produktów w roli surowca o własnościach nie gorszych niż surowiec pierwotny. Obecnie tworzywa sztuczne w małym stopniu wykorzystują potencjał recyklingowy – poziom recyklingu opakowań z tworzyw w świecie wynosi jedynie 14%, znacznie mniej niż recykling papieru (58%) czy żelaza i stali (70–80%)⁵.

W styczniu 2018 roku Komisja Europejska UE ogłosiła strategię wobec tworzyw sztucznych w środowisku przyrodniczym. Uznając istotną rolę sektora (1,5 mln zatrudnionych, 340 mld euro obrotu, 18% światowej produkcji, czyli około 25 mln ton tworzyw wprowadzanych rocznie na rynek⁶), wskazano na konieczność wprowadzenia regulacji sprzyjających ograniczeniu wprowadzania nowych tworzyw do środowiska. Celami strategicznymi mają być:

- poprawa opłacalności i jakości recyklingu tworzyw i stymulowanie popytu na tworzywa z recyklingu – do roku 2030 ponad połowa tworzyw ma być poddawana recyklingowi;
- ograniczenie zawartości tworzyw w odpadach – do roku 2030 wszystkie opakowania z tworzyw mają być albo wielokrotnego użycia albo poddane recyklingowi;
- stymulowanie innowacji i inwestycji zorientowanych na gospodarkę obiegu zamkniętego: do roku 2030 zdolności w zakresie recyklingu tworzyw mają wzrosnąć czterokrotnie w stosunku do roku 2015⁷.

Osiągnięcie celów zadeklarowanych w strategii zakłada silną ingerencję regulatorów w działanie rynku pierwotnych i wtórnych tworzyw sztucznych. Przewidywane regulacje dotyczyć będą:

⁵ *The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics*. World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, 2016, s. 17, <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> [dostęp: 26.04.2018].

⁶ *Plastics – the Facts 2016*, Plastics Europe 2016, s. 8.

⁷ *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. Communication from the Commission to the European Parliament. COM (2018) 28 final, Brussels.

- certyfikacji tworzyw z recyklingu w celu zagwarantowania przetwórcom własności analogicznych jak tworzyw pierwotnych. Będzie to wymagało systemu weryfikacji, prawdopodobnie w formie nowych instytucji kontrolnych lub poprzez delegowanie nowych zadań obecnym instytucjom;
- rozszerzenia odpowiedzialności producenta za zagospodarowanie i recykling odpadów, co będzie wiązać się z modyfikacją systemów logistycznych dystrybucji produktów i odbioru odpadów;
- zmiany przygotowania i realizacji systemów zamówień w kierunku zamknięcia obiegu opakowań.

Wprowadzony przez Chiny z początkiem 2018 roku zakaz importu odpadów z tworzyw zaskoczył Unię Europejską i skłonił do przyspieszenia inicjatyw regulacyjnych. Potrzeba pilnego przygotowania nowych rozwiązań na skutek zamknięcia możliwości dotychczasowego eksportu 85% odpadów z tworzyw stała się jednym z kluczowych czynników stymulujących rozwiązania w zakresie obiegu zamkniętego.

Zgodnie z programem UE strategicznym celem wdrożenia idei gospodarki obiegu zamkniętego, który zostanie osiągnięty niejako przy okazji realizacji głównego celu użytecznego – ograniczenia generowanych odpadów – jest stymulowanie innowacji i poprawa konkurencyjności przemysłu europejskiego dzięki nowo wynalezionym metodom produkcji i przetwarzania tworzyw sztucznych. Jest to więc idea oparta na hipotezie Portera⁸ i nadziei, że wzrost wymagań administracyjnych uruchomi inicjatywy innowacyjne oraz doprowadzi do powstania nowych, bardziej efektywnych rozwiązań.

Hipoteza Portera zakłada, że poprawnie zaprojektowane regulacje środowiskowe w krótkim okresie powodują wzrost kosztów, ale w dłuższym stymulują generowanie innowacji. Prowadzi to do wypełnienia wymogów środowiskowych przy jednoczesnej poprawie konkurencyjności, a korzyści z procesów innowacyjnych w części lub w całości są zdolne do pokrycia kosztów spełnienia ograniczeń w ochronie środowiska. Nowe regulacje prawdopodobnie doprowadzą do powstania odpowiednich rozwiązań technologicznych, ale ze względu na skalę niezbędnych nakładów na prace badawczo-rozwojowe wzmocni to pozycję firm zdolnych do ich sfinansowania, czyli w efekcie sprzyjać będzie procesowi dalszej oligopolizacji rynku.

Obecnie sektor tworzyw sztucznych nie dysponuje jeszcze technologiami pozwalającymi na zamknięcie obiegu w ścisłym rozumieniu modelu i skala potrzeb w zakresie nowych rozwiązań jest ogromna. W uproszczeniu stan najbardziej potrzebnych technologii w odniesieniu do tworzyw sztucznych jest taki, jak przedstawiono w tabeli 2.

⁸ M.E. Porter, C. van der Linde, *Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*, „The Journal of Economic Perspectives” 1995, t. 9, nr 4, s. 97–118.

Tabela 2. Technologie gospodarki obiegu zamkniętego dla tworzyw sztucznych

Problem	Skala technologii
Usuwanie dodatków/plastyfikatorów	laboratoryjna
Rozklejanie opakowań wielowarstwowych	konceptyjna
Depolimeryzacja	laboratoryjna
Markery rodzajów tworzyw	pilotowa
Tworzywa z CO ₂ i CH ₄	pilotowa/skalowalna
Tworzywa degradable w wodzie morskiej	laboratoryjna

Źródło: *The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics*. World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, 2016

Kluczowe jest stworzenie odpowiedniej skali rynku tworzyw pochodzących z recyklingu, bez czego nie zostanie osiągnięta konkurencyjność dostaw z tego źródła. Wiązać się musi z opracowaniem standardów oznaczeń tworzyw, pomagających w jednoznacznej identyfikacji i kierowaniu odpowiednich strumieni tworzyw w systemach zbiórki. To obszar wymagający innowacyjnych rozwiązań, jeszcze niedostatecznie opracowanych. Obecnie producenci tworzyw modyfikują różnymi dodatkami składki tworzyw w celu poprawy ich własności przerobowych czy wytrzymałościowych. Podwyższa to jakość wyrobów finalnych, ale tworzywa przestają być jednorodne i nie mogą być w prosty sposób poddane recyklingowi metodami mechanicznymi⁹.

Gospodarka obiegu zamkniętego a zmiany strukturalne w sektorze tworzyw sztucznych

Wprowadzenie zasad gospodarki obiegu zamkniętego stworzy interesujące przypadki konfliktów strategicznych pomiędzy producentami tworzyw, które mogą zmienić strukturę europejskiej i światowej produkcji tworzyw sztucznych. Wydaje się, że spodziewane wprowadzenie nowych regulacji dotyczących tworzyw sztucznych już obecnie jest wykorzystywane przez firmy do lobbowania za zmianami wpływającymi na pozycję konkurencyjną. Produkcja tworzyw sztucznych jest silnie zoligopolizowana, a rynek zdominowany przez dostawców prowadzących instalacje wielkiej skali. Konkurencja występuje nie tylko między dostawca-

⁹ S.G. Azevedo, J.C.O. Matias (red.), *Corporate Sustainability. The New Pillar of the Circular Econom*, „Nova Science Publishers”, Inc. 2017, s. 146.

mi tych samych tworzyw, ale również między grupami producentów oferującymi różne materiały. Większość tworzyw sztucznych może być bowiem wzajemnie zastępowana, z zachowaniem kluczowych własności produktów finalnych. Polipropylen może częściowo zastępować polietylen i polistyren, wełna mineralna i szklana może być substytuowana przez polistyren spienialny, polichlorek winylu w części zastosowań może być zastąpiony przez politereftalan etylenu i polipropylen. Ponieważ duża część głównych producentów tworzyw specjalizuje się w produkcji tylko niektórych z nich, konkurują ze sobą zarówno tworzywa jak i ich producenci. W tabeli 3 zestawiono głównych wytwórców najważniejszych tworzyw sztucznych, ze wskazaniem uzależnienia biznesu od poszczególnego tworzywa (+ – słabe, +++ – bardzo silne).

Tabela 3. Główni europejscy producenci tworzyw sztucznych

Firma	Obrót 2017 mld USD	PE/PP	PS	EPS	PVC	PET
BASF	70			+++		
Dow Chemicals	62	+++				
Lyondell	35	+++				
Total*	76	+++	++			
INEOS	15	+++			+++	
Indorama	8					+++
Vinnolit	1				+++	
PKN Orlen**	0,7	+++			++	
Synthos	1,2 (2016)		++	+++		

* wraz z segmentem rafineryjnym

** tylko polimery

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportów rocznych firm

Fundamentalne znaczenie dla pozycji europejskiego przemysłu petrochemicznego mają rynki polietylenów i polipropylenu. Przemysł opakowaniowy wykorzystuje masowo polietylen PE, polipropylen PP i polistyren PS. PS jest tworzywem trudnym do recyklingu w przeciwieństwie do PE i w szczególności PP. W rezultacie nie ma instalacji recyklingu tych tworzyw ani też oddzielnych systemów zbiórki, podobnych do PE czy PP. Jest również często modyfikowany innymi chemikaliami, co powoduje że wtórne wykorzystanie daje produkt o zmiennych własnościach. Ponieważ producentów PS jest niewiele i ich pozycja rynkowa jest

słabsza niż producentów PE i PP w strategii UE – przynajmniej w części w efekcie lobbingu – widać nacisk na ograniczenia stosowania PS i zastępowanie go innymi tworzywami.

W roli materiałów termoizolacyjnych stosowane są głównie wełny – mineralna i szklana oraz polistyren – spienialny EPS i ekstrudowany XPS. Polistyren spienialny wykorzystuje się również do produkcji opakowań i kubków oraz w roli kształtek wypełniających. Wprowadzenie zasad gospodarki obiegu zamkniętego będzie miało wpływ zarówno na wielkość produkcji, jak i relacje pomiędzy poszczególnymi materiałami. W budownictwie wobec EPS stawia się zarzut niskiej odporności ogniowej, w związku z tym w wielu krajach istnieją ograniczenia co do wysokości budynków gdzie może być stosowany, a producenci wełny wywierają stałą presję na wprowadzenie dodatkowych regulacji. Ograniczenie zastosowań EPS jako materiału termoizolacyjnego w budownictwie i przemyśle opakowaniowym przewidywane w strategii UE wobec tworzyw sztucznych spowoduje zmniejszenie produkcji tego tworzywa wobec braku możliwości innego zagospodarowania. W odniesieniu do opakowań termoizolacyjnych, których zbiórka i utylizacja jest kosztowna, najbardziej prawdopodobną opcją w Unii Europejskiej jest ich administracyjny zakaz używania. Z końcem 2018 roku z używania opakowań styropianowych zrezygnuje całkowicie McDonald's, ponad 100 miast w Stanach Zjednoczonych zakaz taki już wprowadziło. Wprowadzenie zakazu opakowań styropianowych spowoduje wejście w ich miejsce opakowań z PE / PP lub kartonowych. Ograniczenia te będą miały konsekwencje dla producentów EPS. Jednym z największych – obok BASF – europejskich producentów jest polski Synthos SA. Już obecnie rynek zdyskontował przewidywane ograniczenia stosowania EPS, zmuszając firmę do odpisów aktualizujących wartość aktywów w rok po przejściu firmy Ineos Styrenics.

Podobnie jak PS, materiałem trudnym do recyklingu jest polichlorek winylu PCW. Pozostawienie opakowań z PCW zmieszanych z opakowaniami PET powoduje drastyczny spadek własności PET, praktycznie uniemożliwiający ponowne zastosowanie. Usunięcie opakowań PCW ze strumienia opakowań jest natomiast kosztowne ze względu na niezbędną dokładność: już 0,005% domieszka PCW powoduje utratę własności PET¹⁰. Rozwiązaniem tego problemu musiałyby być zakaz stosowania PCW do produkcji opakowań, już wprowadzany przez niektóre firmy, np. Unilever. W Polsce dużym producentem PCW jest Anwil we Włocławku, należący do grupy Orlen, dla którego ograniczenie stosowania tego tworzywa miałyby konsekwencje rynkowe, osłabiając jego pozycję wobec producentów koncentrujących się na PE i PP.

¹⁰ *The New Plastics Economy – Rethinking the Future of Plastics*. World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, 2016, s. 17, <http://www.ellenmacarthur-foundation.org/publications> [dostęp: 26.04.2018].

Podsumowanie i wnioski

Unia Europejska przyjmuje na siebie rolę światowego lidera gospodarki zamkniętej w obszarze tworzyw sztucznych, zakładając prawdziwość hipotezy Portera. Spowoduje to zmiany strukturalne na rynku producentów europejskich, choć niekoniecznie przełoży się na znaczące ograniczenia generowanych odpadów w skali świata, przynajmniej do chwili przyjęcia europejskich rozwiązań przez inne kraje. Według obecnych szacunków za około 80% odpadów z tworzyw trafiających do oceanów odpowiada Azja¹¹. Bardzo prawdopodobnym efektem zamknięcia gospodarki tworzywami będzie natomiast oddzielenie (*decoupling*) produkcji tworzyw i zużycia ropy naftowej jako surowca petrochemicznego. Ceny ropy naftowej staną w ten sposób być głównym czynnikiem determinującym ceny tworzyw. Gospodarka obiegu zamkniętego zmieni zatem układ rynku tworzyw sztucznych, na którym pojawią się tworzywa z recyklingu o własnościach tworzyw pierwotnych, a osłabieniu ulegnie pozycja rynkowa firm bazujących na nieodnawialnych surowcach petrochemicznych.

Implementacja zasad gospodarki obiegu zamkniętego w obszarze tworzyw sztucznych w długim okresie prowadzi do ograniczenia produkcji opartej na surowcach nieodnawialnych, ale także zmienia strukturę wykorzystywanych tworzyw z konsekwencjami m.in. dla polskich firm chemicznych. Przechwycenie regulacji przez dominujące koncerny – np. w kierunku preferencji dla polipropylenu kosztem polistyrenu – wyprze z rynku producentów silnie związanych z ustępującymi tworzywami. Jest to potencjalnie poważny problem dla firm polskich: PKN Orlen SA i Synthos SA. Gospodarka obiegu zamkniętego będzie również wiązała się ze zmianą zwyczajów w odniesieniu do użytkowania wyrobów, ich pakowania i utylizacji.

Bibliografia

- A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*. Communication from the Commission to the European Parliament. COM (2018) 28 final, Brussels.
- Azevedo S.G., Matias J.C., *Corporate Sustainability. The New Pillar of the Circular Economy*, Nova Science Publishers, Inc, 2017.
- Bocken N. et al. *Product Design and Business Model Strategies for Circular Economy*, „Journal of Industrial and Production Engineering” 2016, t. 33, nr 5, s. 308–320.
- Jambeck J.R. et al., *Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean*, „Science”, 13 February 2015.
- McCarthy A., Dellink R., Bibas R., *The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: a Critical Review of Modelling Approaches*, Environmental Working Paper nr 130, ENV/WKP OECD 2018.

¹¹ J.R. Jambeck et al., *Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean*, „Science”, 13 February 2015.

The New Plastics Economy – Rethinking the future of plastics, World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company, 2016, <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications> [dostęp: 26.04.2018].

Plastics – the Facts 2016, Plastics Europe 2016.

Plastics Strategy in Europe, the Transition to a Circular Economy. The European Files nr 51, March–April 2018.

Porter M.E., van der Linde C., *Toward a New Conception of the Environment-Competiveness Relationship*, „The Journal of Economic Perspectives” 1995, t. 9, nr 4, s. 97–118.

Streszczenie

Idea gospodarki obiegu zamkniętego jest jednym z nowych kierunków zmian w dziedzinie zarządzania zorientowanego na poszanowanie środowiska. Szacuje się, że obecnie 95% opakowań z tworzyw sztucznych, wartych około 100 mld USD, jest traconych po pierwszym użyciu. Zamknięcie obiegu tworzyw i wzrost poziomu recyklingu sprzyjać będzie redukcji obciążeń środowiskowych i racjonalizacji kosztów. Gospodarka zamknięta w obszarze tworzyw sztucznych ma jednak dalej idące konsekwencje, dotyczące zmian strukturalnych wśród producentów, przekształceń w łańcuchach tworzenia wartości, procesów substytucji, kierunków inwestycji w zakresie surowców petrochemicznych i struktury handlu zagranicznego. W artykule przedstawiono prognozy i oszacowania najbardziej istotnych skutków – zarówno kosztów, jak i korzyści – implementacji zasad gospodarki obiegu zamkniętego dla podstawowych tworzyw sztucznych oraz dla ich producentów i użytkowników.

Słowa kluczowe: gospodarka obiegu zamkniętego, przemysł chemiczny, ochrona środowiska, konkurencyjność

Numer klasyfikacji JEL: L11, O14, Q35, Q53, Q56