

DOROTA BURCHART-KOROL¹

**Zakład Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza
Główny Instytut Górnictwa**

JADWIGA PROKSA²

**Zakład Tępań i Mechaniki Górotworu
Główny Instytut Górnictwa**

METODA OCENY ŚRODOWISKOWEJ PROJEKTÓW INWESTYCYJNYCH W GOSPODARCE O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Projekty inwestycyjne obejmują różne zadania związane z podjęciem decyzji odnośnie planowanej inwestycji. Z reguły prace te dotyczą przede wszystkim analiz ekonomicznych, na podstawie których dokonuje się wyborów najbardziej efektywnych przedsięwzięć inwestycyjnych. W warunkach gospodarki o obiegu zamkniętym ocena ekonomiczna okazuje się być niewystarczająca, dlatego w pracy przedstawiono nowe podejście do oceny projektów inwestycyjnych obejmujące ocenę środowiskową uwzględniającą wytyczne gospodarki o obiegu zamkniętym. Na przykładzie zagospodarowania odpadów w sektorze energetycznym przedstawiono istotę nowych metod oceny środowiskowej projektów inwestycyjnych. Celem artykułu jest przedstawienie nowych zagadnień związanych z podejmowaniem decyzji inwestycyjnych w gospodarce o obiegu zamkniętym.

1. Wprowadzenie

Projekt inwestycyjny stanowi zbiór wielu zadań inwestycyjnych służących do realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego. Przedmiotem działalności inwestycyjnej są wszystkie procesy i operacje związane z nabywaniem i zbywaniem składników aktywów trwałych i krótkoterminowych aktywów finansowych [1]. Projekty inwestycyjne to działania polegające na przygotowaniu i realizacji przedsięwzięcia, jak również eksploatacji zasobów wypracowanych w tym projekcie [2,3]. Uwzględniając korzyści dla inwestora, wyróżnia się inwestycje [4,5]:

¹ 32 259 2697, d.burchart@gig.eu

² 32 259 2846, j.proksa@gig.eu

- dochodowe, które są związane z osiągnięciem jak największych korzyści finansowych,
- niedochodowe, które są związane z osiągnięciem korzyści zaspokajających potrzeby indywidualne lub społeczne,
- mieszane, które zarówno przynoszą korzyści finansowe, jak i inne, np. związane z ochroną środowiska – zmniejszenie kar związanych z negatywnym obciążeniem środowiska, czego wynikiem jest zwiększenie dochodu w długim okresie.

Aby skutecznie dokonać oceny opłacalności inwestycji, należy sporządzić projekt inwestycyjny, który zawiera zbiór informacji, na podstawie których można podjąć decyzję o realizacji przedsięwzięcia [5,6]. Jednym z głównych elementów procesu podejmowania decyzji jest wybór i zastosowanie metod oceny projektów inwestycyjnych. Dotychczas do oceny przedsięwzięć wykorzystuje się najczęściej przepływy pieniężne (cash flow) na wszystkich etapach życia projektu (realizacji, eksploatacji i likwidacji projektu) [7]. Jednakże w warunkach gospodarki o obiegu zamkniętym (CE – Circular Economy), charakteryzującej się nowymi wymaganiami dotyczącymi ochrony środowiska, ocena projektów inwestycyjnych powinna również obejmować aspekty środowiskowe. Biorąc pod uwagę najnowsze wytyczne gospodarki o obiegu zamkniętym, należy dokonać oceny w cyklu życia zgodnego z koncepcją „od kołyski do kołyski” (from cradle to cradle), co oznacza, że ocena środowiskowa dotyczy wszystkich etapów cyklu życia od wydobycia, aż do zagospodarowania odpadów, które powinny stanowić zasoby dla kolejnych produktów czy technologii. Wykonanie oceny obciążeń środowiskowych w pełnym cyklu życia dla wielu kategorii wpływu na środowisko jest możliwe dzięki zastosowaniu metody oceny cyklu życia (LCA – Life Cycle Assessment).

W sektorze energetycznym zastosowanie analizy cyklu życia LCA stanowi nowe podejście do oceny środowiskowej technologii i produktów, szczególnie w odniesieniu do wytycznych gospodarki o obiegu zamkniętym. Jest to ważne ze względu na uwzględnienie każdego etapu cyklu życia w ocenie środowiskowej, jak również pozwala na wykonanie analizy różnych sposobów zagospodarowania odpadów, w celu wyboru sposobu o najmniejszym negatywnym wpływie na środowisko.

2. Zastosowanie LCA do oceny środowiskowej w gospodarce o obiegu zamkniętym

Celem gospodarki o obiegu zamkniętym jest jak największe zagospodarowanie odpadów, co może wpłynąć na ograniczenie wydobycia zasobów pierwotnych, w tym paliw kopalnych oraz minerałów. Zgodnie z wytycznymi gospo-

darki produkt stanowi jeden z elementów cyklu życia, uwzględniającego etap przetwarzania i wielokrotnego użytkowania, co wynika z podejścia systemowego. Zamknięty cykl życia w gospodarce o obiegu zamkniętym przedstawiono na rysunku 1. Głównym zamierzeniem gospodarki o obiegu zamkniętym jest używanie zasobów, a nie ich zużywanie oraz przetwarzanie i wykorzystanie produktów po zakończonej fazie użytkowania [8].



Rys. 1. Zamknięty cykl życia w gospodarce o obiegu zamkniętym

Źródło: opracowanie własne.

Zmniejszanie wpływu na środowisko oraz ograniczanie zużycia zasobów nieodnawialnych należą do głównych wyzwań polityki środowiskowej Unii Europejskiej oraz wytycznych gospodarki o obiegu zamkniętym. Należy dążyć do ograniczania wszystkich generowanych odpadów w pełnym cyklu życia technologii, poprzez całkowite ich zużycie. Zagospodarowanie poszczególnych odpadów w ramach tych samych procesów lub do innych technologii wymaga innowacyjnego podejścia w cyklu życia w ocenie środowiskowej tych technologii. Istotne jest wykonanie oceny obciążenia środowiska w całym cyklu życia, by pokazać czy zanieczyszczenia są przenoszone z jednego etapu do innego. Dlatego tak ważne jest wykonanie ocen środowiskowych w cyklu życia technologii. Taką możliwość daje ocena cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment).

W gospodarce o obiegu zamkniętym w ocenie wpływu na środowisko konieczne jest uwzględnienie działań związanych z przetwarzaniem surowców, wykorzystaną energią, zajmowanym terenem oraz konkretnymi procesami produkcyjnymi i stosowanymi technologiami. Ocena środowiskowa powinna obejmować każdy etap cyklu życia. Metoda LCA pozwala na poszukiwanie rozwiązań, które minimalizują obciążenia środowiska [6]. LCA jest metodą oceny ilościowej potencjalnych obciążeń środowiskowych. Wspomaga system zarzą-

dzania środowiskowego, jest istotnym elementem ekoprojektowania, pozwala na ocenę zużycia zasobów naturalnych w cyklu życia [9].

Środowiskowa ocena cyklu życia LCA powinna być pierwszym etapem oceny, a następnie optymalizacji technologii, uwzględniając zarówno aspekty technologiczne, środowiskowe, jak i ekonomiczne. Zastosowanie LCA służy do wspomaganie zarządzania zasobami naturalnymi, przez co pozwala na określenie istotnych procesów technologicznych, w celu zmniejszenia zużycia zasobów naturalnych, w tym paliw kopalnych oraz surowców mineralnych.

Ocena cyklu życia jest przedmiotem norm systemu zarządzania środowiskowego PN-EN ISO 14040:2009 [10] oraz PN-EN ISO 14044:2009 [11]. LCA wiąże kwestie związane ze zużyciem surowców, energii, wody oraz emisjami zanieczyszczeń z efektami dla środowiska, w tym emisje gazów cieplarnianych, zużycie paliw kopalnych, minerałów itd. Analiza LCA zgodnie z normą PN-EN ISO 14040:2006, obejmuje cztery etapy: zdefiniowanie celu i zakresu oceny, analiza zbioru wejść i wyjść LCI (Life Cycle Inventory), ocena wpływu LCIA (Life Cycle Impact Assessment) oraz interpretacja. LCA umożliwia dokonanie oceny różnych aspektów środowiskowych, począwszy od pozyskania surowców, materiałów, energii przez produkcję, użytkowanie, aż do likwidacji.

Zastosowanie LCA w gospodarce cyrkulacyjnej wymaga opracowania takiej metodyki, by można było wykonywać analizy w zamkniętym cyklu życia, co oznacza, że mamy do czynienia z technologiami bezodpadowymi w całym cyklu życia, a wszystkie odpady stają się produktami, co jest bardzo istotne zgodnie z wytycznymi gospodarki o obiegu zamkniętym. Metoda LCA w gospodarce o obiegu zamkniętym nabiera nowego znaczenia i może stać się narzędziem pozwalającym wykonać ocenę produktów w cyklu zamkniętym, dzięki czemu można uzyskać informację na temat wpływu na środowisko w całym cyklu życia. Jednakże, aby LCA stała się metodą użyteczną do oceny w gospodarce cyrkulacyjnej, powinna spełnić kilka kryteriów:

- ocena cyklu życia powinna obejmować granice systemu od kołyski do kołyski (from cradle to cradle),
- ocena środowiskowa powinna umożliwić ocenę zużycia paliw kopalnych oraz minerałów,
- metoda oceny cyklu życia powinna obejmować poszerzanie systemu wyrobu (CLCA, consequential life cycle assessment – system expansion) w celu dokonania oceny różnych sposobów zagospodarowania produktów ubocznych.

Metoda LCA jest najczęściej wykorzystywana do oceny środowiskowej technologii, czy produktu w granicach systemu „od kołyski do bramy”, lub „od kołyski do grobu”, co oznacza, że nie obejmuje zazwyczaj zamkniętego cyklu życia. Według koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym analizy cyklu życia powinny obejmować granice systemu „od kołyski do kołyski” (from cradle to cradle) [9].

W gospodarce o obiegu zamkniętym poszukuje się takiego sposobu przetwarzania odpadów, aby stały się produktami i mogły zastąpić surowce pierwotne. Gospodarka obiegu zamkniętego w swoim zamierzeniu zawraca odpady do obiegu gospodarczego i przemysłowego [12]. Stanowi tym samym, w świetle nowych wymagań prawnych, strategię rozwoju, zakładającą wzrost gospodarczy (bez zwiększenia konsumpcji zasobów pierwotnych), a tym samym zmianę procesu produkcji. Gospodarka cyrkulacyjna jest systemem, w którym cykl życia produktu uwzględnia jego ponowne oraz wielokrotne użytkowanie w sposób produktywny, tworząc wartość dodaną. Wdrażając CE trzeba zacząć od koncepcji projektowania wyrobów, która uwzględnia odzysk elementów składowych i materiałów, biorąc pod uwagę obieg zamknięty jako kryterium i wkład w decyzje projektowe. Oznacza to uwzględnienie oddziaływania wszystkich półproduktów na środowisko podczas wyznaczania oddziaływania dla produktu końcowego. Etap projektowania produktu powinien uwzględniać w całym cyklu życia pełne ponowne wykorzystanie wszystkich odpadów, które staną się surowcem dla nowych produktów. Należy opracować innowacyjne modele biznesowe, uwzględniające surowce do ponownego użycia, ale również ukazać potrzebę wprowadzenia w życie nowej logistyki, a co za tym idzie zapewnić nabywcom możliwość dokonania świadomego wyboru wyrobów przez informację o ich aspektach środowiskowych. Wyrób wytwarzany z pierwotnych surowców po zakończeniu fazy użytkowania, stając się odpadem, można uznać za wyrób typowo liniowy. W świetle kończących się zasobów naturalnych nieodnawialnych ten model gospodarki nie powinien dłużej funkcjonować. Powoduje on rosnący poziom odpadów, a zarazem rozwój gospodarczy staje się uzależniony od wykorzystania surowców pierwotnych. Dlatego tak istotne jest poznanie i uwzględnienie nowych wytycznych gospodarki o obiegu zamkniętym w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych.

3. Nowe wytyczne dotyczące zagospodarowania odpadów w gospodarce o obiegu zamkniętym

Przedsięwzięcia inwestycyjne związane z gospodarką odpadami są determinowane przede wszystkim aspektami prawnymi. W Komunikacie Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europy, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program zero odpadów dla Europy” [13] zostały przedstawione główne cele i działania w ramach gospodarki cyrkulacyjnej, gdzie do 2025 roku będzie zakaz składowania odpadów, które nadają się do recyklingu, natomiast od 2050 z całkowitym zakazem składowania odpadów, rozwijanie rynku surowców wtórnych oraz promowanie w pierwszej kolejności zapobiegania powstawaniu odpadów, a następnie ponownego ich wykorzystania i recyklingu. W świetle nowych uwa-

runkowań gospodarczych oddziaływanie na środowisko procesu produkcji, jak również samego produktu uwzględniające cały cykl życia oraz elementy gospodarki o obiegu zamkniętym może stanowić determinanty podejmowania decyzji w projektach inwestycyjnych.

W Uchwale nr 88 Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016 r. w Sprawie Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2022 zostały przedstawione akty prawne, które były podstawą analizy i opracowania kierunków działań w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów, jak również tworzenia systemu gospodarki odpadami, należą do nich [14]:

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy nr 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008, która podaje hierarchię sposobów postępowania z odpadami. Zgodnie z nią należy przede wszystkim zapobiegać powstawaniu odpadów, następnie zapewnić przygotowanie odpadów do ponownego użycia oraz recykling, w dalszej kolejności inne sposoby odzysku, a w ostateczności unieszkodliwianie (główny cel: unikanie wytwarzania odpadów oraz wykorzystanie odpadów jako zasobów).
- Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady Europy nr 1386/2013/UE z dnia 20 listopada 2013 w sprawie ogólnego unijnego programu działań dotyczących środowiska do 2020 r. „Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety”, która sugeruje przekształcenie odpadów w zasoby.
- Propozycje przedstawione przez Komisję Europejską w dniu 2 grudnia 2015 w ramach, tzw. Pakietu dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym, który ułatwia przedsiębiorstwom i konsumentom europejskim przejście na silniejszą gospodarkę o bardziej zamkniętym obiegu, gdzie zasoby wykorzystywane powinny być w bardziej zrównoważony sposób. Zwiększając recykling i ponowne użycie produktów zaproponowane działania mogą wspomóc zamknięcie obiegu cyklu życia produktów, przynosząc tym samym korzyści środowisku, jak również gospodarce. Odnoszą się do wszystkich etapów cyklu życia produktu: od produkcji i konsumpcji poprzez gospodarowanie odpadami do rynku surowców wtórnych.
- Uchwała nr 58 Rady Ministrów z dnia 15 kwietnia 2014 dotycząca strategii „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020”. Jest to krajowy dokument strategiczny, którego głównym celem jest „zagwarantowanie wysokiej jakości życia pokoleń zarówno obecnych, jak i przyszłych, uwzględniając ochronę środowiska, jak również wypracowanie uwarunkowań dla zrównoważonego rozwoju w nowoczesnym sektorze energetycznym, który byłby zdolny zagwarantować krajowi energetyczne bezpieczeństwo, a dodatkowo konkurencję i efektywność gospodarczą”.

W sektorze energetycznym projekty inwestycyjne związane z zagospodarowaniem odpadów również powinny uwzględniać wymagania prawne. Przedstawione w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami 2022 cele i zadania dotyczą lat 2016-2022 oraz perspektywy okresu do 2030 r. Odpady z procesów termicznych (Grupa 10 [15]) zostały ulokowane w grupie odpadów pozostałych jako odpady z wybranych gałęzi, których zagospodarowanie stwarza problemy. Obecnie dominującą technologią unieszkodliwiania odpadów jest składowanie, natomiast odpadów poddawanych odzyskowi stanowi minimalną ilość. Ilość wytwarzanych odpadów z procesów termicznych zależy będzie od kierunku rozwoju technologii procesów termicznych oraz sposobów ich prowadzenia. Zgodnie z przyjętą przez Radę Ministrów w listopadzie 2009 r. Polityką Energetyczną Polski do 2030 r. jednym z podstawowych kierunków rozwoju polskiej energetyki jest między innymi ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko. Wykorzystywanie paliw konwencjonalnych, szczególnie węgla, do wytwarzania energii elektrycznej lub ciepła będzie prowadzone, z czego wynika, że ilość odpadów pochodzących z tego procesu w nadchodzących latach nie ulegnie znacznym zmianom. Pomimo przewidzianej wzrastającej produkcji energii elektrycznej prognozuje się, że optymalizacja procesów oraz wprowadzenie nowych technologii utrzyma stopień generowanych odpadów pochodzących z wytwarzania energii z węgla.

Przyjętym celem jest zwiększenie udziału odpadów poddawanych procesom odzysku oraz ograniczenie masy wytworzonych odpadów w stosunku do wielkości produkcji. Kierunkami działań w realizacji tych celów zgodnie z Krajowym Planem Gospodarki Odpadami 2022 to:

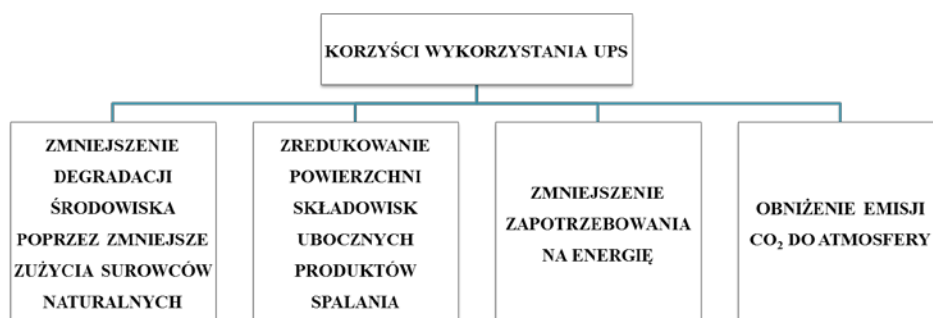
- projektowanie nowych procesów i wyrobów w taki sposób, aby w jak najmniejszym stopniu oddziaływały na środowisko w fazie produkcji, użytkowania i po zakończeniu użytkowania,
- promowanie uwzględniania w fazie projektowej danego przedsięwzięcia – sposobów i możliwości zagospodarowania odpadów w trakcie eksploatacji i po zakończeniu jego realizacji, na przykład zastosowania odpadów (popiołów, żużli) stanowiących pozostałości ze spalania do produkcji cementu, betonu oraz kruszyw, zastępując materiały naturalne, w szczególności w projektach inwestycji budowlanych (drogowych i projektach rekultywacji terenów),
- zintensyfikowanie działań prowadzących do zwiększania stopnia odzysku odpadów z grupy 10 z procesów termicznych oraz dalszego ograniczenia ilości odpadów unieszkodliwianych przez składowanie.

4. Ocena środowiskowa projektów inwestycyjnych w sektorze energetycznym

Produkcja energii elektrycznej i ciepła w Polsce opiera się głównie o technologie spalania węgla kamiennego i brunatnego. Zgodnie z wyzwaniami polityki środowiskowej Komisji Europejskiej w sektorze energetycznym należy ograniczać wpływ na środowisko i zmniejszać zużycie paliw kopalnych. Należy dążyć do ograniczania generowanych odpadów w pełnym cyklu życia technologii energetycznych. Bezodpadowa energetyka węglowa jest nowym wyzwaniem w gospodarce krajowej. Można ją uzyskać dzięki pełnemu zagospodarowaniu ubocznych produktów spalania (UPS). Jest to możliwe dzięki odpowiedniemu zaprojektowaniu technologii oraz przetwarzaniu elementów procesów produkcyjnych. Aby energetyka węglowa mogła stać się bezodpadowa, oprócz wytwarzania energii powinna wytwarzać, zamiast odpadów, również materiały antropogeniczne jako surowce lub gotowe produkty [9]. Takie spojrzenie na produkt w całym jego cyklu życia pozwala na uwzględnienie i zrozumienie aspektów środowiskowych w gospodarce o obiegu zamkniętym.

W procesie produkcji energii elektrycznej i ciepła w oparciu o węgiel oprócz podstawowych produktów powstają również odpady. Zgodnie z wytycznymi gospodarki o obiegu zamkniętym należy odpady przekształcać w produkty. Przedsięwzięcia związane z zagospodarowaniem odpadów powinny uwzględniać uzyskanie nowych produktów z odpadów. Zgodnie z gospodarką o obiegu zamkniętym należy unikać składowania odpadów. Powstające w sektorze energetycznym uboczne produkty spalania (UPS), jak potwierdzają badania REACH [16], są materiałem antropogenicznym bezpiecznym dla środowiska o cennych właściwościach wiążących [17]. Według aktualnego stanu gospodarki w Polsce w 2013 r. 17% odpadów powstało z wytwarzania i zaopatrywania w energię elektryczną, w tym 79,5% odpadów zostało wytworzonych w elektrowniach [18]. Gospodarka UPS powinna zmierzać w kierunku zagospodarowania tych materiałów, a nie składowania, które jest kosztowne nie tylko w aspekcie ekonomicznym, ale również środowiskowym. Materiał niewykorzystany jako uboczny produkt, ale lokowany na składowiskach, staje się odpadem. Wymagania prawne w tym obszarze wskazują konieczność unikania wytwarzania odpadów oraz konieczność ochrony zasobów naturalnych, które coraz bardziej stają się ograniczone w środowisku naturalnym. Nowe regulacje gospodarcze oparte o Circular Economy, gdzie ostatni etap życia produktu, którym do tej pory był odpad, dziś staje się surowcem, daje ogromny potencjał dla ubocznych produktów spalania, z których można czerpać korzyści ze względu na ich właściwości. Stawia to przed sektorem energetycznym nowe wyzwania. Istotny tu staje się etap projektowania produktu, którego celem jest zmniejszenie całkowitego wpływu na środowisko. Tym samym widać potencjał podejścia w ramach ekoprojektowania

w energetyce bezodpadowej, gdzie zasadne byłoby dokonanie identyfikacji możliwości zmniejszenia wpływu na środowisko już na etapie projektowania produkcji. Być może myślenie w kategoriach gospodarki cyrkulacyjnej spowoduje modyfikację już na etapie projektowania wytwarzania energii, a szczególnie wsadu paliwa do kotłów, które oprócz otrzymania głównego produktu (energii elektrycznej i ciepła) dostarczy uboczny produkt spalania o właściwościach dedykowanych dla przemysłowego wykorzystania. Z drugiej strony, w myśl koncepcji przekształcania odpadów w zasoby możliwość modyfikacji i uszlachetniania właściwości użytkowych UPS już wyprodukowanych, aby stały się atrakcyjnym produktem, również powinna uwzględniać gospodarka o obiegu zamkniętym [19]. Główne korzyści wykorzystania UPS przedstawiono na rysunku 2 [20].



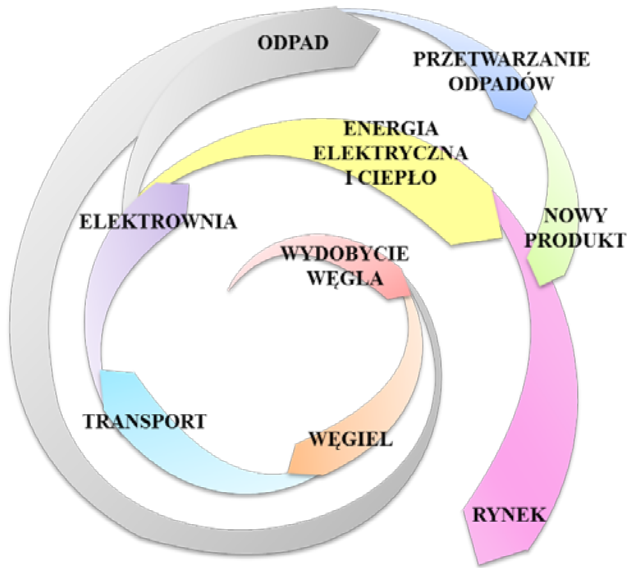
Rys. 2. Korzyści wykorzystania UPS w gospodarce

Źródło: opracowanie własne na podstawie Stopińska W.J., 2015 [20].

Wykorzystywanie odpadów z energetyki, w takich branżach jak górnictwo, budownictwo czy geoinżynieria, już od wielu lat, jest powszechną praktyką [21]. O kierunku ich zagospodarowania często decydują ograniczenia związane z uwarunkowaniami prawnymi, które wynikają z wymagań środowiskowych. Decydującym aspektem zagospodarowania tych odpadów są ich właściwości fizyko-chemiczne UPS. Umiejętność ich wykorzystania wiąże się z odpowiednią optymalizacją właściwości mieszanek z udziałem UPS. Obecnie ze względu na ograniczanie kosztów zagospodarowania odpadów szuka się kierunków niewymagających ponoszenia nakładów na przetworzenie odpadów. Jednak, w chwili gdy te możliwości zostaną wyczerpane i brak szans zagospodarowania odpadu w pierwotnej formie będzie kierunkiem poszukiwania innych perspektyw, gdzie wymagania jakościowe materiału są wyższe. Oznacza to modyfikację właściwości odpadów przy zapewnieniu bezpiecznego ich stosowania i użytkowania, efektem tego będzie poszerzenie rynku odbiorców. W sektorze energetycznym są przykłady takiego postępowania, gdzie oferowane są kruszywa na bazie odpadów

z przeróbki węgla kamiennego oraz popiołów do zastosowania w energetyce lub geoinżynierii. Taki sposób działania zmierza właśnie w kierunku energetyki bezodpadowej.

Skuteczne działania są możliwe przy współpracy przemysłu energetycznego z jednostkami naukowymi, efektem współpracy powinna być dopracowana technologia uzdatniania UPS i ich wdrażania. Taka polityka energetyczna obniży koszty gospodarki UPS oraz zmniejszy ilość odpadów, zwiększy podaż niskoemisyjnych materiałów do budownictwa, a zatem ochroni część zasobów naturalnych.



Rys. 3. Zagospodarowanie odpadów w sektorze energetycznym w gospodarce o obiegu zamkniętym.

Źródło: opracowanie własne.

W gospodarce o obiegu zamkniętym uboczne produkty spalania powinny stać się surowcami mającymi wartość dodaną dla innych produktów (patrz rys. 3). Wymaga to uwzględnienia zarówno wszystkich wymagań prawnych, jak również opracowania przedsięwzięć inwestycyjnych związanych ze sposobami ich zagospodarowania. Takie przedsięwzięcia powinny być oceniane nie tylko z punktu widzenia ekonomii, ale również uwzględniając aspekty środowiskowe w całym cyklu życia technologii. Zaproponowana w pracy ocena cyklu życia LCA pozwala na ocenę obciążeń środowiskowych związanych z powstawaniem odpadów czy emisją zanieczyszczeń. Zastosowanie oceny cyklu życia pozwala na kwantyfikację wpływu na środowisko związane między innymi z zużyciem paliw kopal-

nych, minerałów itd. LCA pozwala na dokładną ocenę wpływu technologii, czy produktów na środowisko w całym cyklu życia. Analiza środowiskowa wszystkich etapów cyklu życia pozwala na uniknięcie przesuwania obciążeń środowiskowych z jednego etapu na inne. Ocena cyklu życia jest szczególnie istotna na etapie zamykania cyklu życia, gdzie umożliwia pokazanie korzyści z zastosowania ubocznych produktów spalania, uwzględniając obciążenia związane z ich przygotowaniem oraz przekształceniem w nowy produkt.

5. Podsumowanie

Dotychczas przedstawione w literaturze projekty inwestycyjne dotyczą oszczędzania mierników efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych. Mniej uwagi poświęca się problemom oceny środowiskowej tych przedsięwzięć. Dlatego w artykule przedstawiono najważniejsze zagadnienia związane z wykonaniem oceny środowiskowej w nowej gospodarce o obiegu zamkniętym.

W przypadku podejmowania decyzji dotyczących przedsięwzięć inwestycyjnych zgodnie z nowymi wytycznymi gospodarki o obiegu zamkniętym bardzo istotne jest wykonanie oceny środowiskowej pozwalającej na wskazanie, które przedsięwzięcie inwestycyjne charakteryzuje się najmniejszymi obciążeniami środowiskowymi.

Przedsięwzięcia związane z inwestycjami w dziedzinie ochrony środowiska, w tym szczególnie zagospodarowanie ubocznych produktów spalania, stanowią jeden z istotnych elementów gospodarki o obiegu zamkniętym w energetyce krajowej. Dlatego jest ważne wykonanie, oprócz analiz ekonomicznych, również oceny środowiskowej różnych przedsięwzięć inwestycyjnych związanych z zagospodarowaniem UPS, która pozwala na wybór metody zagospodarowania o najmniejszym obciążeniu dla środowiska, obejmując zamknięty cykl życia.

Nowe wyzwania gospodarki o obiegu zamkniętym wpływają na zmianę sposobu myślenia i zarządzania produktami. Nowością w tym podejściu jest rozważanie planowania procesów produkcyjnych w zarządzaniu cyklem życia oraz uwzględnienie oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko w fazie wytwarzania produktu, a także dalszych etapów cyklu życia produktu, a zwłaszcza zagospodarowania odpadów.

Niniejsza praca przedstawia nowe podejście do oceny projektów inwestycyjnych w gospodarce o obiegu zamkniętym.

Praca została wykonana w ramach badań statutowych prowadzonych w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach, nr 11311276-144.

Literatura

- [1] **Mospan A.**: Wspomaganie podejmowania decyzji o inwestowaniu w kontrakty terminowe na indeks MDAX. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej Nr 1193, Organizacja i Zarządzanie z. 58, 2014, s. 108.
- [2] **Felis P.**: Metody i procedury oceny efektywności inwestycji rzeczowych przedsiębiorstw. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Ekonomiczno Informatycznej w Warszawie, Warszawa 2005, s. 21.
- [3] **Lachiewicz S., Wojsa A.**: Czynniki sukcesu w procesie realizacji projektów inwestycyjnych w sektorze nieruchomości komercyjnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej Nr 1188, Organizacja i Zarządzanie z. 57, 2014, s. 57.
- [4] **Borowiecki R.**: Problemy inwestowania i rynku nieruchomości. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 1998, s. 26.
- [5] **Prusek B.**: Metody oceny projektów inwestycyjnych. Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, Nr 573, Ekonomia XXXIX, 2001, ss. 2,3.
- [6] **Kulczycka J.**: Ekoefektywność projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem koncepcji cyklu życia produktu. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków 2011, s. 119.
- [7] **Jajuga T., Słoński T.**: Finanse spółek. Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu. Wrocław 1997, s. 140-145.
- [8] **Fundacja Ellen MacArthur**: Raport pn. „Towards the Circular Economy”, 2015.
- [9] **Burchart-Korol D.**: Zrównoważone zarządzanie zasobami naturalnymi bazując na gospodarce cyrkulacyjnej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Seria: Organizacja i Zarządzanie z. 87, 2016, ss. 51-61.
- [10] PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe -- Ocena cyklu życia -- Zasady i struktura.
- [11] PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe -- Ocena cyklu życia -- Wymagania i wytyczne.
- [12] Opracowanie metodyki obliczania emisji CO₂ przez budowle geotechniczne. Instytut Badań Politechniki Warszawskiej Sp. Z o.o. Warszawa 2015.
- [13] Komunikat Komisji Do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy. COM/2014/398, www.eurlex.europa.eu [07-11-2016].
- [14] Pakiet dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym przedstawiony przez Komisję Europejską w dniu 2 grudnia 2015 r. Źródło: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6203_pl.pdf. [29-11-2016].
- [15] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2014 w sprawie katalogu odpadów.
- [16] <http://unia-ups.pl/reach/> [18-11-2016].
- [17] **Szczygielski T.**: Gospodarka o obiegu zamkniętym a materiały antropogeniczne. Wprowadzenie do Circular Economy. II Polsko-Francuskie Seminarium Konsultacyjne, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, 30.01.2015.
- [18] Uchwała nr 88 Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016 r. w Sprawie Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2022.

- [19] **Hycnar J.J., Szczygielski T., Lysek N., Rajczyk K.:** Kierunki optymalizacji zagospodarowania ubocznych produktów spalania węgla. *Piece Przemysłowe & Kotły*. Tom 5-6, 2014, s. 16-27.
- [20] **Stopińska W.J.:** Wykorzystanie minerałów antropogenicznych z energetyki i ciepłownictwa, a projekt gospodarki o obiegu zamkniętym „Circular economy”. Konferencja Nowoczesna Energetyka Europy Środkowo-Wschodniej 2015.
- [21] **Cała M., i inni:** Odpady energetyczne i wydobywcze jako składniki produktów dla górnictwa, budownictwa i geoinżynierii. XXIII Międzynarodowa Konferencja Popioły z Energetyki, 19-21.10.2016 Zakopane.

THE METHOD OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF INVESTMENT PROJECTS IN THE CIRCULAR ECONOMY

Summary

Investment projects include various tasks associated with making a decision regarding the planned investment. Typically, these works mainly concern the economic analysis, which allow to choose the most effective investment projects. In the circular economic assessment is insufficient, so the work is presented a new approach to the evaluation of investment projects, including environmental assessment which takes into account the the circular economy guidelines. The example of waste management in the energy sector presents the importance of new methods for the environmental assessment of investment projects. The aim of the article is to present new issues for concerning investment decisions in the circular economy.

