

WYKORZYSTANIE EKOEFEKTYWNOŚCI W OCENIE POZIOMU EKOINNOWACYJNOŚCI

**Dorota BURCHART-KOROL, Mariusz KRUCZEK,
Krystyna CZAPLICKA-KOLARZ**

Streszczenie: Artykuł przedstawia możliwość wykorzystania koncepcji ekoefektywności w procesie zarządzania ekoinnovacjami. Ekoinnovacje odgrywają istotną rolę w przedsiębiorstwach, które poszukują nowych źródeł przewagi konkurencyjnej. Wzrost produktywności, poprawa jakości oferowanych produktów (wyrobów i usług), ciągle doskonalenie procesów oraz ochrona środowiska to główne determinanty rozwoju współczesnych organizacji. Umiejętność przeprowadzania oceny cyklu życia zintegrowana z innymi metodami i technikami zarządzania przyczynia się do zwiększenia ekoefektywności przedsiębiorstw, a więc ograniczenia negatywnego wpływu na środowisko, a jednocześnie zmniejszenia kosztów prowadzonej działalności.

Słowa kluczowe: ekoefektywność, ocena cyklu życia, ekoinnovacyjność

1. Wprowadzenie

Do głównych celów strategicznych współczesnych przedsiębiorstw należą przede wszystkim uzyskanie przewagi konkurencyjnej, obniżenie kosztów, podniesienie efektywności działania oraz proekologiczne zarządzanie, spełniając przy tym oczekiwania klientów. Jest to zadanie szczególnie istotne dla tych przedsiębiorstw, dla których oddziaływanie środowiskowe nie jest obojętne. Oprócz poprawy konkurencyjności istotna jest restrukturyzacja gospodarki, która staje się jednym z kluczowych procesów zwłaszcza dla regionów, gdzie dominującym był (lub nadal jest) przemysł ciężki. Na proces restrukturyzacji składa się restrukturyzacja tradycyjnych sektorów gospodarki, poprawa potencjału rozwoju sektorów obecnie notujących wzrost, jak i tych rokujących nadzieje na wzrost w przyszłości. Rozwój gospodarczy powinien postępować w sposób zrównoważony, gdyż tylko zachowanie równowagi ekonomicznej, społecznej i środowiskowej pozwoli na rozwój innowacyjności we wszystkich obszarach aktywności gospodarczej. Uaktywnienie podmiotów gospodarczych, tak by te efektywniej wykorzystywały swój potencjał innowacyjny jest podstawą rozwoju gospodarki i przyczynia się do wzrostu wartości produktów oferowanych klientom.

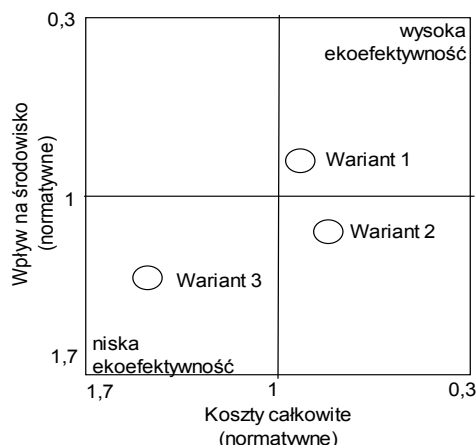
Zmiany zachodzące w mikro- i makrootoczeniu, rosnące wymagania klientów oraz coraz silniejsze restrykcje dotyczące ochrony środowiska wymuszają wdrażanie nowych metod zarządzania produkcją i zarządzania środowiskiem, które mogą przyczynić się do osiągnięcia tych celów. W niniejszej pracy przedstawiono koncepcję ekoefektywności jako wyznacznik innowacyjności i proekologicznego zarządzania we współczesnych przedsiębiorstwach oraz jako pierwszy niezbędny krok w kierunku spełnienia zasad zrównoważonego rozwoju, przedstawione zostały również podstawowe narzędzia analizy ekoefektywności. Analiza ekoefektywności uwzględniająca aspekty ekonomiczne i środowiskowe w doskonaleniu produktów i procesów/technologii jest instrumentem

dokonywania wyboru rozwiązań o najwyższej jakości i minimalnym wpływie na środowisko.

2. Podstawy metodologiczne analizy ekoefektywności

Koncepcja ekoefektywności umożliwia znalezienie efektywnego rozwiązania kształtowania produkcji, poprzez uwzględnienie aspektu ekonomicznego i środowiskowego oraz porównanie produktów/technologii alternatywnych. Zastosowanie tej koncepcji pozwala na wybór rozwiązania przynoszącego największe korzyści przy najniższych kosztach, a jednocześnie pozwala ograniczyć uciążliwość dla środowiska naturalnego tworząc w ten sposób rozwiązania ekoefektywne. Ekoefektywność może być zatem postrzegana jako wskaźnik innowacyjności, gdyż na jej podstawie można określić wpływ technologii/produktu na środowisko mierzony jej wydajnością i efektywnością w porównywaniu z technologiami/produktami odniesienia.

Podstawowymi celami ekoefektywności są: uzyskanie jak największej wartości dodanej przy jak najmniejszym wpływie na środowisko oraz wzrost efektywności ekonomicznej (kosztowej) przy ograniczaniu wpływu na środowisko. W zależności od relacji pomiędzy kosztami całkowitymi, a wpływem na środowisko wyróżnia się różne warianty ekoefektywności (rys. 1). W wyniku analiz ekoefektywności różnych wariantów produktów lub technologii uzyskać można różne wskaźniki ekoefektywności, dzięki którym można zbudować ranking analizowanych technologii czy produktów.

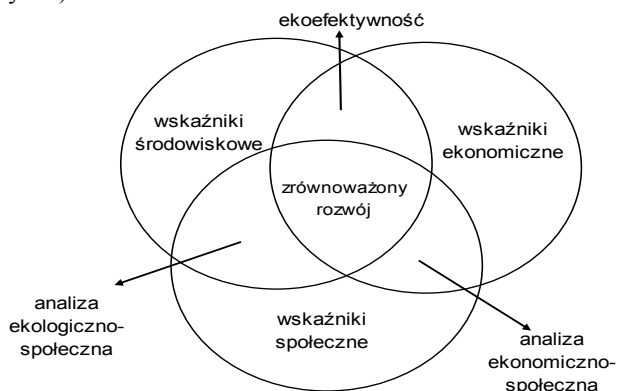


Rys. 1. Różne warianty ekoefektywności [9]

Do koncepcji i metod związanych z ekoefektywnością należą ekoprojektowanie, ocena cyklu życia (LCA-Life Cycle Assessment) oraz różne analizy ekonomiczne. Przedsiębiorstwa nastawione na rozwój i innowacje, dążą do tego by ekoefektywność technologii/produktów była coraz wyższa, co oznacza, że zyski z ich działalności będą rosły, a wpływ na środowisko jest coraz mniejszy. Ograniczenie wpływu na środowisko wiąże się przede wszystkim z mniejszą energochłonnością i materiałochłonnością produkcji oraz ograniczeniem emisji [11].

Według Światowej Rady Biznesu na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju (WBCSD-The World Business Council for Sustainable Development) ekoefektywny produkt (wyrób/usługa) jest produktem najtańszym, spełniającym potrzeby ludzi, a jednocześnie

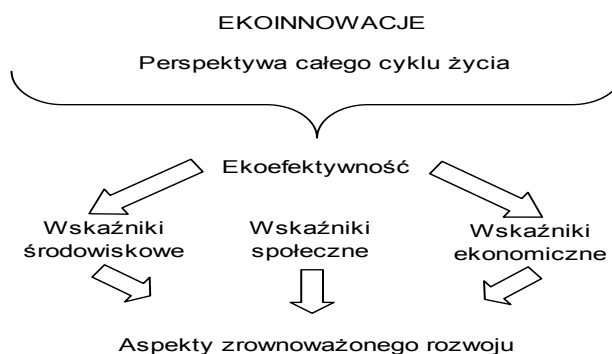
o najmniejszym wpływie na środowisko w całym cyklu życia (tworzy większą wartość dodaną, przy mniejszych nakładach) [14, 15]. Standardowa analiza efektywności integruje dwa spośród trzech elementów zrównoważonego rozwoju – ekonomiczny i środowiskowy (rys. 2).



Rys. 2. Elementy zrównoważonego rozwoju [2]

3. Istota efektywności w pomiarze ekoinnowacyjności

Ekoefektywność może być uznawana za narzędzie strategiczne, które wiąże główny cel przedsiębiorstwa - zysk i ekonomia produkcji - z podejściem środowiskowym. Dzięki takiemu podejściu decydenci w przedsiębiorstwie mają możliwość tworzenia innowacyjnych produktów czy technologii, pod kątem spełniania przez nie kryteriów środowiskowych. Na tym tle wyłania się nowy obszar zachowań przedsiębiorczych, który określić można jako ekoinnowacyjność. Ekoinnowacyjność łączy wszystkie aspekty działania przedsiębiorstwa w perspektywie całego cyklu życia (rys.3).



Rys.3. Ekoinnowacyjność - nowy obszar w przedsiębiorczości

Według klasycznej definicji, stworzonej przez Petera Jamesa w 1997, ekoinnowacja to nowy produkt, który zapewnia wartość dla klienta i dla biznesu, a jednocześnie znacząco obniża negatywny wpływ na środowisko [16]. Nowsze definicje ekoinnowacji wskazują, że

jest to zamierzone postępowanie cechujące się przedsiębiorczością, obejmujące etap projektowania produktu i zintegrowane zarządzanie nim w ciągu jego cyklu życia, które przyczynia się do proekologicznego unowocześnienia społeczeństw epoki przemysłowej, dzięki uwzględnieniu problemów ekologicznych przy opracowywaniu produktów i związanych z nimi procesów. Ekoinnowacje prowadzą do zintegrowanych rozwiązań, mających na celu zmniejszenie nakładów zasobów i energii, jednocześnie podnosząc jakość produktu lub usługi. Ekoinnowacja jest jednym ze sposobów innowacji [7]. Z biegiem czasu definicja ta uległa rozwojowi. Do ekoinnowacji wlicza się dziś także innowacje produktowe, procesowe, organizacyjne, marketingowe i technologiczne. Tworzą one spójną koncepcję, będącą podstawą zrównoważonego rozwoju.

Na rozwój ekoinnowacji wywierają wpływ następujące czynniki [13]:

- warunki technologiczne (wiedza, efekty typu spillover, learning by doing, przyrost kapitału ludzkiego, istniejące know-how),
- mechanizmy obronne (np. możliwości ochrony patentowej),
- struktura rynkowa i wielkość przedsiębiorstwa (np. sytuacja konkurencyjna),
- popyt rynkowy (wielkość rynku i potrzeby klientów),
- informacje (dostęp do źródeł wewnętrznych i zewnętrznych),
- koszty (np. koszty reorganizacji),
- ryzyko techniczne i ekonomiczne (np. awaryjność).

Ogromne znaczenie mają czynniki związane z kosztami, w szczególności redukcja kosztów usuwania odpadów oraz kosztów materiałów i energii. Przedsiębiorstwa wprowadzające ekoinnowacje w porównaniu do innych częściej podkreślają znaczenie redukcji kosztów i zarządzania jakością oraz ochrony środowiska jako głównych celów innowacyjnych. Znaczący wpływ na innowacje ekologiczne mają także działania wynikające z polityki ochrony środowiska. Prawne i polityczne uregulowania w zakresie ochrony środowiska mają duży wpływ na zainteresowanie przedsiębiorców innowacjami ekologicznymi.

Holistyczne podejście do działalności organizacji umożliwi uzyskanie pełnego sukcesu i spełnienie misji oraz celów strategicznych. Perspektywa całego cyklu życia umożliwia ocenę wszystkich rozwiązań/wariantów we wszystkich fazach ich istnienia, od fazy budowy, poprzez użytkowanie do likwidacji. Dzięki takiemu podejściu można ocenić ekoefektywność oraz jej składowe (wskaźniki środowiskowe i kosztowe) wszystkich rozwiązań na każdym etapie życia produktu czy technologii. Oddziaływanie na środowisko naturalne ocenia się na podstawie: zużycia energii, materiałów, emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych, odpadów i ścieków. Oceniając całkowite koszty, bierze się pod uwagę koszty produkcji, nabycia produktu, koszty na etapie użytkowania łącznie z kosztami konserwacji, napraw i eksploatacji, a także utylizację lub recykling produktu.

Na podstawie analizy porównawczej założeń ekoefektywności i innych współczesnych koncepcji zarządzania (które również dążą do uzyskania ekoinnowacyjnych produktów/technologii) takich jak: Lean Manufacturing oraz Czystsza Produkcja można zauważyć wiele istotnych podobieństw:

- podejście zapobiegawcze,
- ograniczenie odpadów,
- zwiększenie recyklingu,
- ograniczenie zużycia surowców i energii,
- wzrost wartości i jakości produktu/technologii.

Zasady przedstawione w wymienionych koncepcjach odnoszą się do całego cyklu życia uwzględniając fazę budowy, użytkowania i likwidacji (od pozyskania materiałów wsadowych do ostatecznego usunięcia). Ma to zastosowanie szczególnie w przedsiębiorstwach produkcyjnych, gdzie poszukuje się metod jednocześnie ograniczających koszty, wpływ na środowisko, zwiększających zysk i jakość produktów. Do tej pory w literaturze przedmiotu podaje się, iż do głównych celów projektowania technologii należą: jakość i nowoczesność produktów, wzrost produktywności oraz obniżka kosztów wytwarzania [4]. Wraz ze zwróceniem uwagi na aspekty środowiskowe w nowoczesnych systemach produkcyjnych sugeruje się uwzględnienie kolejnego nowego celu, a mianowicie – wzrost efektywności produktów czy technologii, co wiąże się z jednoczesnym zwiększeniem efektywności ekonomicznej i środowiskowej ocenianych technologii czy produktów. Biorąc pod uwagę czynnik środowiskowy w zakresie działania przedsiębiorstw produkcyjnych ma to również wpływ na kryterium oceny funkcjonowania technologii, czy systemu produkcyjnego. Obecnie tym kryterium jest najczęściej podawana produktywność. Uwzględniając jednocześnie aspekty ekonomiczne i środowiskowe proponuje się nowe kryterium oceny systemu produkcyjnego oraz technologii, którym może być efektywność, która jest miernikiem zawierającym z jednej strony produktywność, a z drugiej uwzględnia również nowy element - wskaźnik środowiskowy [5].

W celu oceny efektywności coraz częściej nowoczesne przedsiębiorstwa stosują narzędzia informatyczne, do których należy między innymi inteligencja obliczeniowa [12]. Modele informatyczne mogą pomóc w uzyskaniu optymalnych efektywnych rozwiązań uwzględniając wskaźniki technologiczne, środowiskowe i ekonomiczne.

3.1 Pojęcie efektywności

Istnieje wiele definicji efektywności. Pierwsza definicja tego pojęcia sformułowana przez Światową Radę Biznesu do Spraw Zrównoważonego Rozwoju (WBSCD - the World Business Council for Sustainable Development) w 1991r. stanowiła, że jest to dostarczanie wyrobów i usług w konkurencyjnej cenie, które spełniają potrzeby człowieka i podnoszą jego jakość życia, ograniczając wpływ na środowisko i zużycie zasobów w całym cyklu życia. Zgodnie z Raportem „US President's Council on Sustainable Development” efektywność zdefiniowano jako utrzymanie wzrostu gospodarczego przy minimalnym wpływie na środowisko, stosowanie ograniczonej ilości nieodnawialnych zasobów, ograniczenie ilości odpadów, tworząc zdrowe środowisko do życia dla całej ludzkości. Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD-Organisation for Economic Co-operation and Development) definiuje efektywność jako powiązanie efektywności ekonomicznej ze środowiskową w celu zaspokojenia potrzeb klientów i określa efektywność jako stosunek wartości dla klienta do wskaźników środowiskowych. Według Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska (EEA-European Environment Agency) efektywność jest kluczową koncepcją zarządzania przedsiębiorstwem w celu dążenia do zrównoważonego rozwoju [9].

Standardowa analiza efektywności stanowi funkcję dwóch wskaźników: ekologicznego oraz ekonomicznego. Według WBSCD efektywność wiąże wskaźnik ekonomiczny wartości wytworzonej ze wskaźnikami określającymi obciążenie środowiska. Wskaźnik efektywności może być definiowany w różny sposób, najczęściej spotykanym ujęciem jest formuła wyrażona wzorem:

$$\text{Ekoefektywność} = \frac{\text{Wartość produktu (wyrobu lub usługi)}}{\text{Wpływ na środowisko}} \quad (1)$$

Koncepcja analizy ekoefektywności uwzględnia różne wskaźniki środowiskowe uzyskane między innymi techniką oceny cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment), wskaźniki ekonomiczne uzyskane metodą wartości bieżącej netto NPV (Net Present Value) [8] oraz wskaźniki kosztowe uzyskane techniką kosztów cyklu życia LCC (Life Cycle Costing) [9]. Do prognozowania ekoefektywności można wykorzystywać analizy multikryterialne oraz różne narzędzia informatyczne jak na przykład sieci neuronowe [12].

Zgodnie z normą ISO 14045:2012 ekoefektywność jest narzędziem, które umożliwia zintegrowaną ocenę wpływu na środowisko oraz ocenę ekonomiczną systemu wyrobu lub technologii, uwzględniając perspektywę cyklu życia [21]. Ocenę ekoefektywności przeprowadza się w pięciu etapach:

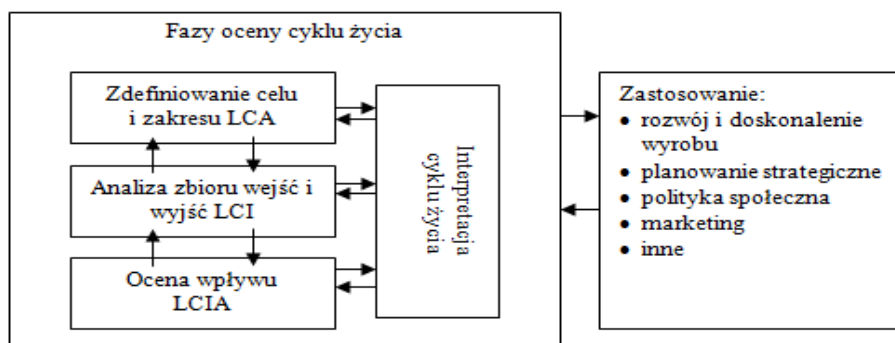
1. Zdefiniowanie celu i zakresu analiz – oznaczenie granic systemu, funkcji produktu, jednostki funkcjonalnej, określenie założeń i ograniczeń.
2. Szacowanie wydajności środowiskowej systemu wyrobu.
3. Ocena wartości systemu wyrobu.
4. Obliczenie ekoefektywności.
5. Interpretacja.

Wartość systemu produktu zgodnie z normą ISO 14045:2012 można ocenić [21]:

- z punktu widzenia klienta - wykorzystując metodę QFD (Quality Function Deployment), która stanowi przełożenie potrzeb i oczekiwań odbiorców na charakterystyki produktu lub technologii,
- z punktu widzenia decydentów - wartość funkcjonalna produktu – wydajność,
- z punktu widzenia nabywców i projektantów - znormalizowana oszczędność kosztów obliczona na podstawie analizy LCC (Life Cycle Cost).

3.2. Miejsce oceny cyklu życia w badaniu ekoefektywności

Ocena cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment) jest ważnym narzędziem pomocnym we wdrażaniu systemu zarządzania środowiskowego. Normy PN-EN ISO 14040:2009 [19] oraz PN-EN ISO 14044:2009 [20] określają zasady, strukturę, wymagania i procedury niezbędne do oceny cyklu życia (LCA). Ocenę cyklu życia można zaliczyć do narzędzi wspomagających decyzję i stosować zarówno w obszarze projektowania nowych wyrobów lub technologii, jak i rozwoju już istniejących. Całość oceny odnosi się do modelowego systemu rozumianego jako zbiór materiałowo i energetycznie połączonych procesów jednostkowych, które spełniają jedną lub więcej określonych funkcji. Należy gromadzić dane dotyczące wszystkich etapów cyklu życia danego produktu lub technologii oraz dokonujących się między nimi przepływów materiałowo-energetycznych. Dla każdego z procesów jednostkowych (czyli modułu systemu, dla którego zostają gromadzone dane) określa się wielkość wejść i wyjść [1]. Technika LCA składa się z czterech etapów, które przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Etapy oceny cyklu życia [19]

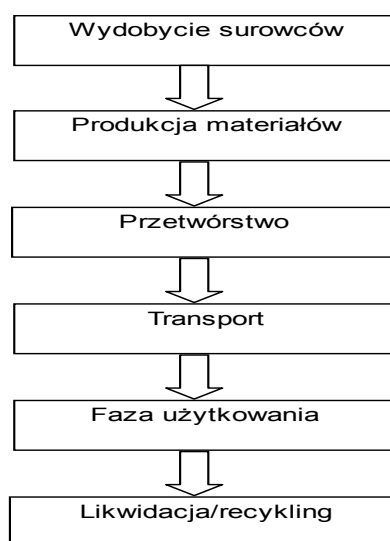
Określenie celu i zakresu badań jest pierwszym etapem analizy LCA. Cel prowadzenia badań oceny cyklu życia produktu lub technologii powinien jednoznacznie ustalać zamierzone zastosowanie wyników badań, powody prowadzenia badań oraz odbiorcę wyników badań. Cel ten determinuje szczegółowość, wnikliwość i zakres badań oraz rodzaje danych potrzebnych do oceny cyklu życia. LCA jest narzędziem do oceny całościowego wpływu produktu lub procesu na środowisko i prowadzi do wytypowania najlepszego produktu, procesu lub usługi o najmniejszej szkodliwym oddziaływania na zdrowie ludzkie i środowisko.

Analiza zbioru w cyklu życia LCI (Life Cycle Inventory) obejmuje zbieranie danych i procedury obliczeniowe, pozwala ilościowo określić wejścia i wyjścia dla danego systemu produktu lub procesu w okresie jego cyklu życia. Zebranie danych odbywa się w celu sporządzenia obszernego bilansu wszystkich elementów energetycznych i chemicznych pobieranych ze środowiska, czyli tych, które wchodzi do systemu i które opuszczają system jako emisje do środowiska. Procedury obliczeniowe przygotowuje się do oceny ilościowej wszystkich wchodzących i wychodzących strumieni na granicach systemu – wejść i wyjść. Wejścia i wyjścia mogą obejmować wykorzystanie zasobów naturalnych oraz emisje do powietrza wody i ziemi, które występują podczas całego cyklu życia produktu lub procesu. Analiza zbioru jest zbilansowaniem tego, co do systemu wchodzi i tego, co go opuszcza. Dane z analizy zbioru stanowią podstawę do następnego etapu oceny cyklu życia – oceny wpływu.

Ocena wpływu cyklu życia LCIA (Life Cycle Impact Assessment) jest ukierunkowana na zrozumienie i ocenę wielkości oraz znaczenia potencjalnego wpływu produktu lub technologii na środowisko. W ocenie wpływu wykorzystuje się modelowanie kwestii środowiskowych, nazywanych kategoriami wpływu oraz wskaźniki kategorii środowiskowych. Proces LCIA polega na przyporządkowaniu danych zbioru do specyficznych wpływów na środowisko. Ocena wpływu LCIA przypisuje wyniki analizy zbioru LCI do kategorii wpływu. Dla każdej kategorii wpływu wybierany jest wskaźnik kategorii i obliczana jest wartość wskaźnika kategorii. Zbiór wartości wskaźnika tworzy profil LCIA, dostarczający informacji o kwestiach środowiskowych związanych z wejściami i wyjściami systemu produktu lub technologii. LCIA składa się z kilku obowiązkowych etapów, które obejmują wybór kategorii wpływu (wskaźników kategorii i modeli charakteryzowania), przypisanie wyników LCI (klasyfikacja) oraz obliczenie wyników wskaźników kategorii za pomocą parametrów charakteryzowania.

Interpretacja jest fazą oceny cyklu życia LCA, w której we wzajemnym powiązaniu rozpatrywane są wyniki analizy zbioru (LCI) oraz wyniki oceny wpływu (LCIA), aby

ustalić zalecenia i sformułować wnioski zgodnie ze zdefiniowanym celem badań. Na tym etapie dokonywana jest analiza rezultatów i interpretacja możliwości ich praktycznego wykorzystania. Celem interpretacji cyklu życia jest analiza wyników, formułowanie wniosków, wyjaśnianie ograniczeń i dostarczanie zaleceń opartych na ustaleniach z poprzednich faz LCA. Interpretacja ma również na celu dostarczenie prezentacji wyników badań LCA w sposób łatwy do zrozumienia, spójny i przejrzysty [20]. Podejście całego cyklu życia uwzględniające wszystkie fazy życia produktu lub technologii umożliwia przeprowadzenie holistycznej oceny środowiskowej (rys. 5).



Rys. 5. Podejście cyklu życia [20]

3.3. Ocena ekonomiczna w badaniu efektywności

Do obliczeń efektywności zastosować można różne wskaźniki ekonomiczne oraz wskaźniki kosztowe. Istnieje wiele metod rachunku ekonomicznego, jednakże analizy ekonomiczne dla celów obliczania efektywności najczęściej przeprowadza się w oparciu o dyskontowe metody bezwzględnej oceny opłacalności: metodę wartości bieżącej netto oraz metodę wewnętrznej stopy zwrotu. Metoda wartości bieżącej netto NPV (Net Present Value) opiera się na koncepcji dyskontowania strumienia wpływów i wydatków oraz obliczania ich wartości bieżącej. Pozwala ona na doprowadzenie do porównywalności wpływów i wydatków realizowanych w różnych okresach poprzez przeliczenie ich na wartości w określonym momencie bazowym. Obliczanie wartości bieżącej netto NPV polega na zsumowaniu wszystkich korzyści netto (przepływów pieniężnych netto) związanych z technologią/produktem, osiągniętych w całym ekonomicznym cyklu życia, które przed sumowaniem się dyskontuje, czyli sprowadza do jednego momentu czasowego w celu ujednoczenia ich wartości pieniężnej [17].

W celu analizy efektywności można stosować oprócz rachunku ekonomicznego, także analizy kosztów cyklu życia LCC (Life Cycle Costing). Metoda analizy kosztów cyklu życia LCC polega na identyfikacji i szacowaniu wszystkich kosztów związanych z cyklem życia produktu lub procesu, które dotyczą bezpośrednio jednego lub większej

liczby decydentów w cyklu życia (dostawca surowców, producent, konsument, przedsiębiorstwo utylizacji odpadów) z uwzględnieniem kosztów zewnętrznych, które mogą mieć wpływ na decyzje podejmowane w przyszłości [22]. W Polsce kwestie związane z wykonywaniem analiz kosztów cyklu życia reguluje norma PN-EN 60300-3-3 [18]. Ogólny wzór na LCC zaproponowany w tej normie, obejmujący główne fazy cyklu życia ma postać:

$$LCC = K_N + K_P + K_L \quad (2)$$

gdzie: K_N - koszt nabycia
 K_P - koszt posiadania
 K_L - koszt likwidacji

W przypadku oceny kosztów cyklu życia danej technologii analiza LCC odnosi się do wszystkich kosztów występujących w określonych granicach systemu. Koszty powinny być obliczane dla cyklu życia poszczególnych procesów jednostkowych, przy odpowiednio zdefiniowanej jednostce funkcjonalnej, analogicznej do przyjętej w analizie LCA.

Dotychczasowe zastosowania efektywności - zarówno koncepcyjne jak i praktyczne - przeprowadzone przez autorów zestawiono w tabeli 1. Analizowane rozwiązania odnoszą się do nowych rozwiązań w obszarze produkcji, nowych i dotychczas wykorzystywanych technologiach i zarządzania łańcuchami dostaw.

Tab. 1. Zestawienie dotychczasowych doświadczeń związanych z zastosowaniem efektywności

Lp.	Zastosowanie efektywności – dotychczasowe doświadczenia	Referencje
1	Koncepcja efektywności w zarządzaniu łańcuchem dostaw	Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Kruczek M.: Eco-efficiency and eco-effectiveness concepts in supply chain management, Carpathian Logistics Congress, Jesenik 2012
2	Ocena efektywności technologii materiałowych, energetycznych i środowiskowych	Efektywność Technologii, praca zbiorowa pod red. M. Kleibera, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji Radom 2011
3	Zastosowanie sieci neuronowych do projektowania efektywności	Golak S., Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Wieczorek T.: Application of Neural Network for the Prediction of Eco-efficiency. Lecture Notes in Computer Science, D. Liu et al. (Eds.): ISNN 2011, Part III, LNCS 6677, pp. 380-387, 2011 (Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2011).
4	Ocena efektywności czystych technologii węglowych	Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Śliwińska A., Krawczyk P., Ludwik- Pardała M.: Efektywność technologii podziemnego zgazowania węgla - metodyka i dotychczasowe doświadczenia, Przegląd Górniczy, nr 10, 2011, s.33-40 Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Wybrane determinanty efektywności podziemnego i naziemnego zgazowania węgla, Przegląd Górniczy nr 1, 2013 (w druku)

5	Ekoefektywność w systemie produkcyjnym i logistyce produkcji	Burchart-Korol D.: Ekoefektywność - nowym kryterium oceny systemu produkcyjnego, Logistyka (w druku) Burchart-Korol D., Śląski P.: Analiza ekoefektywności w logistyce produkcji, Logistyka 5/2011, s. 17-20
6	Metodyka oceny ekoefektywności budynków mieszkalnych w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii	Przegląd metod oceny warunków wykorzystania odnawialnych źródeł energii w budownictwie, Rozdział: Metodyka oceny ekoefektywności budynków mieszkalnych w zakresie zastosowania odnawialnych źródeł energii, Monografia, Instytut Techniki Ciepłej, Gliwice 2012
7	Ocena ekoefektywności systemu produkcji wybranych tworzyw sztucznych	Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Eco-efficiency analysis methodology on the example of the chosen polyolefins production, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol. 43, issue 1, 2010, s.469-475
8	Metodyka analizy ekoefektywności	Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Metodyka analizy ekoefektywności, Journal of Ecology and Health, nr 6 (84) listopad - grudzień 2010, s. 267-272

4. Podsumowanie

Nowoczesne przedsiębiorstwa przemysłowe coraz częściej stosują oprócz nowych metod i technik zarządzania środowiskowego również ich integrację z innymi koncepcjami i metodami zarządzania produkcją w celu ograniczenia wpływu przedsiębiorstwa na środowisko naturalne oraz zwiększenia ekoinnowacyjności. Znanych jest wiele technik i narzędzi zarządzania środowiskowego, z których do najważniejszych należą: ekoefektywność, ocena cyklu życia i ekoprojektowanie. Rozwijając nowy produkt przedsiębiorstwa, oprócz kosztów i jakości tego produktu coraz większą wagę zwracają na jego wpływ na środowisko naturalne. Dążą do tego, aby ich produkty były określane jako ekoinnowacyjne i ekoefektywne. Wykorzystują do tego różne metody doskonalenia produktów i technologii.

W artykule przedstawiono koncepcję ekoefektywności, jako wyznacznika ekoinnowacyjności. Metoda ta może przyczynić się do uzyskania trwałej przewagi konkurencyjnej przez wzrost produktywności, poprawę jakości oferowanych produktów (wyrobów i usług), ciągłe doskonalenie procesów oraz ochronę środowiska. Ocena cyklu życia zintegrowana z innymi metodami i technikami zarządzania służy zwiększeniu ekoefektywności przedsiębiorstw.

Kluczową cechą nowoczesnych systemów zarządzania jest przejście od podwyższania efektywności pojedynczego stanowiska pracy, poprzez podwyższanie ekoefektywności, aż do stworzenia ekoinnowacyjnego przedsiębiorstwa, dbającego o środowisko oraz zaspokajającego potrzeby klienta. We współczesnych koncepcjach zarządzania dominujące znaczenie ma aktywność, zaangażowanie i partycypacja wszystkich pracowników, którzy poprzez współdziałanie i zbiorowy wysiłek mogą wypracować i utrzymać przewagę konkurencyjną przedsiębiorstwa. Analiza ekoefektywności zintegrowana z innymi metodami i narzędziami zarządzania produkcją służy zwiększeniu ekoinnowacyjności przedsiębiorstw oraz rozszerzeniu działań organizacji na obszar proekologicznego

projektowania produktów oraz wdrażania czystych technologii tworząc zrównoważony system w przedsiębiorstwie.

Literatura

1. Boer J., Jager J., Szpadt E., Maćków I., Mrowiński P., Szpadt R.: Zastosowanie analizy cyklu życia do modelowania rozwoju zintegrowanych strategii gospodarki odpadami dla szybko rozwijających się miast i regionów. V Jubileuszowe Międzynarodowe Forum Gospodarki Odpadami, Poznań - Gniezno, 2003, s. 53
2. Burchart-Korol D.: Application of Life Cycle Sustainability Assessment and Socio-Eco-Efficiency Analysis in Comprehensive Evaluation of Sustainable Development, *Journal of Ecology and Health*, nr 3/2011, s. 107-110
3. Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Kruczek M.: Eco-efficiency and eco-effectiveness concepts in supply chain management, *Carpathian Logistics Congress*, Jeseník 2012
4. Burchart-Korol D., Furman J.: Zarządzanie produkcją i usługami, Podręcznik akademicki, Politechnika Śląska. Gliwice 2007, s. 27
5. Burchart-Korol D.: Ekoefektywność - nowym kryterium oceny systemu produkcyjnego, *Logistyka* (w druku)
6. Burchart-Korol D., Ślaski P.: Analiza ekoefektywności w logistyce produkcji, *Logistyka* 5/2011, s. 17-20
7. Carley M., Spapens P., Dzielenie się światem. Zrównoważony sposób życia i globalnie sprawiedliwy dostęp do zasobów naturalnych w XXI wieku, Wyd. Instytut na rzecz Ekorozwoju, Białystok – Warszawa 2000, s. 157.
8. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Eco-efficiency analysis methodology on the example of the chosen polyolefins production, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, vol. 43, issue 1, 2010, s.469
9. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Metodyka analizy ekoefektywności, *Journal of Ecology and Health*, nr 6 (84) listopad - grudzień 2010, s. 267
10. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Śliwińska A., Krawczyk P., Ludwik-Pardała M.: Ekoefektywność technologii podziemnego zgazowania węgla – metodyka i dotychczasowe doświadczenia, *Przegląd Górniczy*, nr 10, 2011, s.33
11. DeSimone L.D. Popoff F.: Eco-efficiency – The Business Link to Sustainable Development. MIT Press, 1997, s.54
12. Golak S., Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Wieczorek T.: Application of Neural Network for the Prediction of Eco-efficiency. *Lecture Notes in Computer Science*, D. Liu et al. (Eds.): ISBN 2011, Part III, LNCS 6677, 2011, s. 380
13. Hemmelskamp J., *Umweltpolitik und technischer Fortschritt. Eine theoretische und empirische Untersuchung der Determinanten von Umweltinnovationen*, Physica, Heidelberg 1999
14. Huppel G., Davidson M.D., Kuyper J.: Eco-efficient Environmental Policy in Oil and Gas Production in the Netherlands, *Ecological Economics* 1, 2007, s.43
15. Huppel G., Ishikawa M.: Eco-efficiency and Its Terminology, *Journal of Industrial Ecology*, nr 4, 2005, s.43
16. James P., Towards sustainable business?, in: Charter M., Tischner U. (Eds), *Sustainable Solutions*, Greenleaf Publishing, Sheffield 2001, p. 77-97.

17. Kiziukiewicz T. (red.): Rachunkowość zarządcza, Wydawnictwo Ekspert Wydawnictwo i Doradztwo s.c., Wrocław 2000, s. 15
18. PN-EN 60300-3-3 „Zarządzanie niezawodnością Część 3-3: Przewodnik zastosowań. Szacowanie kosztu cyklu życia”
19. PN-EN ISO 14040:2009 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura
20. PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Wymagania i wytyczne
21. PN-EN ISO 14045:2012 Environmental management - Eco-efficiency assessment of product systems - Principles, requirements and guidelines
22. Rebitzer G.: Integrating Life Cycle Costing and Life Cycle Assessment for Managing Costs and Environmental Impacts in Supply Chains, in: Cost Management in Supply Chains, eds. S. Seuring, S. Golbach, Springer 2002, s.134

Dr inż. Dorota Burchart-Korol
Główny Instytut Górnictwa,
Zakład Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza,
Laboratorium Analiz Ekoefektywności Technologii i Produktów
40-166, Katowice, Plac Gwarków 1
tel./fax: 32258-16-31
e-mail: dburchart@gig.katowice.pl

Prof. dr hab. inż. Krystyna Czaplicka – Kolarz
Dr inż. Mariusz Kruczek
Instytut Zarządzania i Administracji,
Zakład Zarządzania Przedsiębiorstwem i Organizacji Produkcji
Wydział Organizacji i Zarządzania
Politechnika Śląska
41-800 Zabrze, ul. Roosevelta 26
tel./fax: 322777339
e-mail: mkruczek@polsl.pl