

Adam RYBKA¹
Beata WALICKA-GÓRAL²

METODA OCENY CYKLU ŻYCIA OBIEKTU LUB PRODUKTU (LCA)

Artykuł omawia technikę zarządzania środowiskowego zwaną oceną cyklu życia (LCA), która jest jedną z metod kompleksowej oceny wpływu inwestycji na środowisko. Metoda ta służy do oceny zagrożeń środowiskowych oraz ich klasyfikacji. Sprzyja poszukiwaniu rozwiązań technologicznych mających na uwadze zachowanie optymalnej jakości środowiska. Technika LCA uwzględnia wszystkie cechy lub strefy środowiska naturalnego, zdrowia ludzi oraz zasobów. Dzięki kompleksowemu rozważaniu wszystkich cech i aspektów w jednym badaniu można rozpoznać i ocenić możliwe rozwiązania kompromisowe. Technika LCA służy do badania potencjalnych wpływów produktu, procesu wytwórczego czy systemu na środowisko naturalne w całym okresie życia. LCA ułatwia wybór nowych proekologicznych rozwiązań we wszystkich obszarach działalności gospodarczej.

Słowa kluczowe: LCA, środowisko, ekologia

1. WPROWADZENIE

W dzisiejszych czasach rosnąca dbałość o środowisko przyczyniła się do wzrostu zainteresowania metodami służącymi do oceny wpływu wytwarzania i użytkowania wyrobów i inwestycji na stan środowiska. Jedną z metod kompleksowej oceny wpływu inwestycji na środowisko jest technika zarządzania środowiskowego zwaną oceną cyklu życia (*life cycle assessment*, LCA). W ostatnich latach systematycznie rośnie rola techniki LCA. Jej główną zaletą jest badanie całego problemu, a nie tylko jego części.

Technika ta służy do oceny zagrożeń środowiskowych. Stwarza możliwość ich rozpoznania oraz klasyfikacji, dzięki czemu sprzyja poszukiwaniu rozwiązań technologicznych mających na uwadze zachowanie optymalnej jakości środowiska. Stosując narzędzia zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju, możemy ocenić wpływ planowanych inwestycji na środowisko w sposób kompleksowy, tj. uwzględniający wszystkie dziedziny ochrony środowiska w całym cyklu życia badanej inwestycji. Technika LCA jest rekomendowana w wielu dokumentach UE. Ocena wpływu na środowisko przeprowadzana jest m.in. w ramach „Narodowych strategicznych ram odniesienia” (NSRO). Szczególną uwagę zwraca się na zmiany klimatu i poziom emisji gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla.

¹ Dr hab. inż. arch. Adam Rybka, prof. PRz, Zakład Urbanistyki i Architektury, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska.

² Mgr inż. arch. Beata Walicka-Góral, Zakład Urbanistyki i Architektury, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Rzeszowska.

2. DEFINICJA LCA

Definicja techniki LCA pojawia się w wielu publikacjach i na stronach internetowych poświęconych ochronie środowiska – m.in. na stronie Komisji Europejskiej i w normach ISO. Według normy EN ISO 14040:2006³ „oceny cyklu życia (LCA) to zebranie i ocena wejść, wyjść oraz potencjalnych wpływów na środowisko systemu wyrobu w okresie jego cyklu życia”.

UNEP (United Nations Environment Programme) określa LCA jako przyjęte przez ISO narzędzie podejmowania decyzji, które identyfikuje zagrożenia środowiskowe i ocenia wpływ środowiskowy produktu, procesu lub usługi przez cały okres ich życia. LCA wspomagane jest przez wyspecjalizowane bazy danych oceniające wpływ użytych materiałów na środowisko.

Inne źródła podają, że „LCA jest jedną z kilku technik zarządzania środowiskiem służącą do badania aspektów środowiskowych i potencjalnych wpływów na środowisko w całym okresie życia wyrobu (tj. »od kołyski do grobu«) poczynwszy od pozyskania surowców przez produkcję, użytkowanie, aż do likwidacji”⁴.

Technika LCA dotyczy pozyskania, produkcji, użytkowania i utylizacji produktów. W czasach rosnącej świadomości znaczenia ochrony środowiska ocena poprzez LCA pozwala na wybór przyjaznych dla środowiska procesów przemysłowych i inwestycji infrastrukturalnych. Pozwala także na optymalne dostosowanie technologii wytwarzania produktu do wymogów ochrony środowiska.

Ocena wpływu na środowisko powinna być przeprowadzana w sposób zintegrowany w celu działania zgodnie z zasadami trwałego i zrównoważonego rozwoju – tak aby podczas oceny wykluczyć przesuwanie obciążeń zagrożeń środowiskowych pomiędzy etapami cyklu życia lub procesami (np. przesuwanie ochrony wód w obszar gospodarki odpadami lub przenoszenie obciążeń z jednej fazy procesu do kolejnej). Należy zastosować narzędzia, które pozwolą ocenić wpływ na środowisko przy uwzględnieniu wszystkich dziedzin ochrony środowiska na kolejnych i powiązanych ze sobą etapach cyklu życia. Na technikę LCA składają się elementy takie jak rozpoznanie i ocena ilościowa wprowadzanych do środowiska obciążeń, tj. zużytych materiałów i energii oraz emisji i odpadów, a także ocena potencjalnych wpływów tych obciążeń na środowisko oraz oszacowanie dostępnych opcji zmniejszenia wpływu rozpoznanych zagrożeń na stan środowiska.

3. TERMIN I DYREKTYWY LCA

Po raz pierwszy termin „analiza cyklu życia” (LCA) został wprowadzony na konferencji SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) w Vermont w roku 1990 przez organizację tworzącą międzynarodowe standardy zarządzania środowiskiem (International Standard Organisation, ISO). W 1992 r. powstał pierwszy akt legislacyjny w postaci „Rozporządzenia Rady EWG nr 880/92 z 23 marca 1992 r. w sprawie programu przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego”⁵. Akt ten wskazywał na konieczność identyfikowania wpływu produktu w całym cyklu jego życia na środowisko. W późniejszym czasie rozporządzenie to zostało zastąpione „Rozporządzeniem WE

³ PN-EN ISO 14040, *Zarządzanie środowiskowe – ocena cyklu życia – zasady i struktura*, PKN, XII 2009, s. 11.

⁴ J. Baran, *Ocena cyklu życia*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Gliwice 2006.

⁵ Rozporządzenie ma zasięg ogólny. Jest wiążące w całości i bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich (art. 249 TWE).

nr 1980/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady Europy z dnia 17 lipca 2000 r. w sprawie zrewidowanego programu przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego”.

Termin LCA, wytyczne w zakresie postępowania w sprawie OOS (oceny oddziaływań na środowisko) dla przedsięwzięć współfinansowanych z krajowych lub regionalnych programów operacyjnych, podstawy prawne i zakres regulacji wraz ze źródłami prawa, a także wymogi prawa UE w zakresie procedur OOS oraz zagrożeń związanych z nieprawidłowym przeprowadzaniem OOS zostały opublikowane w Polsce 3 czerwca 2008 r. przez Ministra Rozwoju Regionalnego w dokumencie „Narodowe strategiczne ramy odniesienia 2007–2013”.

Informacje o technice cyklu życia pojawiły się przy okazji ekoinnowacji obejmujących wspieranie działań inwestycyjnych oraz rozwiązań organizacyjnych i sposobów zagospodarowania przestrzennego w „Strategii rozwoju kraju na lata 2007–2015”, przyjętej przez Radę Ministrów 29 listopada 2006 r.

Ocena cyklu życia (LCA) jest wymieniana w wielu dokumentach UE, Komisji Europejskiej i krajowych jako narzędzie oceny wpływu na środowisko.

Termin LCA często występuje obok takich zagadnień, jak projektowanie dla środowiska (*design for environment*, DfE), *ecodesign*, *ecological design*, *environmental design*, *sustainable product design*, *green design* i *life cycle design*. Wspólnym mianownikiem powyższych zagadnień jest skupianie się na aspektach ochrony środowiska, oceny technologii i projektu inwestycyjnego wprowadzanego dla danego wyrobu i na analizie problemów z perspektywy całego cyklu życia produktu bądź inwestycji.

Europejska Platforma Oceny Cyklu Życia (European Platform on Life Cycle Assessment) została utworzona w Isprze we Włoszech pod przewodnictwem JRC (Joint Research Center). Jednym z jej zadań jest tworzenie międzynarodowego skoordynowanego przewodnika i systemu danych referencyjnych cyklu życia (*International Reference Life Cycle Data System – ILCD*). W przewodniku tym uaktualniane i opracowywane są dane związane z metodyką LCA (wskaźniki charakteryzowania i normalizowania), a stworzona baza danych zawiera nieodpłatne, ogólnodostępne informacje o opracowywanych procesach i produktach (inwentaryzacja)⁶.

4. ZADANIA LCA

Technika LCA ma za zadanie badanie potencjalnych wpływów produktu, procesu wytwórczego czy systemu na środowisko naturalne w całym okresie ich życia (np. gospodarki wodno-kanalizacyjnej). Służy ona do oceny efektów zmniejszenia negatywnego oddziaływania badanej inwestycji na środowisko i porównania jej wyników ze stanem aktualnym.

Kompleksowe podejście techniki LCA do badania wpływu na środowisko powoduje, że dokonuje się oceny nie tylko jednej dziedziny ochrony środowiska, np. ochrony wody, lecz również zysków dla środowiska związanych z ograniczeniami energo-materiałochłonności, poczynwszy od procesu pozyskania surowców poprzez produkcję i użytkowanie aż do utylizacji.

LCA pozwala na efektywne zarządzanie zasobami pod względem ekologicznym poprzez prowadzenie badań i analiz. Bierze pod uwagę nie tylko ilość i jakość zużywanych

⁶ <http://lca.jrc.ec.europa.eu> (15 XII 2008)

materiałów i energii (tzw. wejścia), ale również wpływ na środowisko wytwarzanych odpadów i emisji (tzw. wyjścia).

LCA pełni rolę narzędzia wspomagania decyzji w przemyśle, organizacjach rządowych i pozarządowych⁷. Może służyć do tworzenia strategii w zakresie logistyki wyrobów i ich opakowań czy na przykład do projektowania wyrobów lub procesów. Wyniki badań LCA można uwzględniać przy modernizacji lub optymalizacji istniejących przedsięwzięć i przy tworzeniu nowych, bardziej przyjaznych środowisku inwestycji.” Stosowanie techniki LCA do oceny wpływu inwestycji na środowisko przyczynia się w dłuższym okresie do dużych ograniczeń w zużywaniu zasobów naturalnych, do zastępowania w procesach technologicznych zasobów nieodnawialnych przez zasoby odnawialne, do wprowadzenia istotnych ograniczeń emisji zanieczyszczeń do powietrza, wody, gleby, oraz do zmniejszania degradacji środowiska i poziomu hałasu.

5. ZASTOSOWANIE LCA

Zastosowanie techniki oceny cyklu życia może być rozmaite. Klarowne zastosowanie techniki LCA następuje wówczas, gdy ocenie cyklu życia podlegają nowe inwestycje, procesy technologiczne, a stan bieżący lub niewprowadzanie inwestycji będą postrzegane jako stan neutralny. Mamy wówczas do czynienia z analizą wpływu na środowisko przed i po wprowadzeniu inwestycji bez dodatkowych obciążeń.

Najważniejszym zastosowaniem analizy LCA jest możliwość identyfikacji oraz oceny oddziaływania na środowisko konkretnego wyrobu lub procesu technologicznego w całym cyklu życia, bądź też na poszczególnych jego etapach: na etapie wydobywania surowców, produkcji wyrobu, użytkowania oraz końcowego zagospodarowania.

Technikę LCA stosuje się w celu: ”określenia całkowitego wpływu istniejącej i planowanej inwestycji na środowisko, co pozwoli na odpowiednie ich porównanie, a LCA umożliwia wybór alternatywnego projektu lub wskazać odpowiednie składniki i materiały. Określenia najważniejszych przyczyn wpływu danej inwestycji. Istnieje możliwość skoncentrowania się na udoskonalaniu w pierwszej kolejności właśnie tych składników np. dostaw od podwykonawców lub sposobu zagospodarowania odpadów, gdy analizowana inwestycja obejmuje pełny cykl życia.”⁸

Technika oceny cyklu życia jest bardzo przydatna w procesie recyklingu produktu. Podczas badania materiałów pochodzących z recyklingu, dzięki technice LCA możemy ocenić, czy dany wyrób jest „przyjazny” środowisku, czy też stanowi dla niego potencjalne obciążenie. LCA podczas projektowania wyrobu umożliwia dobór materiałów, surowców i energii najbardziej korzystnych pod względem ochrony środowiska, również przy ocenie nowych technologii. Decyzje podjęte na etapie projektowania co do doboru ilości materiału nadającego się do recyklingu (lub poddanego wcześniej procesom recyklingu) ma wpływ na cały cykl życia wyrobu, tj. na etapy produkcji i użytkowania, jak również na jego końcowe zagospodarowanie.

Zasady trwałego i zrównoważonego rozwoju obligują projektantów do maksymalizowania w projektowanym wyrobie ilości materiałów przydatnych do recyklingu oraz pochodzących z recyklingu (recyklatów).

⁷ M. Pudliszewska, A. Sulek, A. Bieńkowska, *Środowiskowa ocena cyklu życia – błąd czy szansa*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2006.

⁸ M. Goedkoop, M. Demmers, M. Collignon, *The Eco-indicator 95 Update. Manual for Designers*, PRÉ Consultants, Amersfoort 1996.

Materiały podlegające recyklingowi powinny być wykorzystywane w taki sposób, aby mogły w dalszym procesie cyklu życia jak najdłużej uczestniczyć. Jest tak, gdy następuje ograniczanie ilości i różnorodności stosowanych materiałów oraz gdy unika się materiałów kompozytowych i wielowarstwowych oraz utrudniających recykling – na przykład poprzez użycie materiałów niekompatybilnych, których składnik może zanieczyścić surowiec pochodzący z recyklingu lub wręcz utrudniać recykling.

6. STRUKTURA I METODA BADANIA LCA

Technika LCA uwzględnia wszystkie cechy lub strefy środowiska naturalnego, zdrowia ludzi oraz zasobów. Dzięki kompleksowemu rozważaniu wszystkich cech i aspektów w jednym badaniu można rozpoznać i ocenić możliwe rozwiązania kompromisowe.

W celu objęcia całości zagadnienia analizą LCA przeprowadza się ją w czterech fazach.

Pierwsza faza to określenie celu i zakresu badań. Faza ta polega na jednoznacznym ustaleniu odbiorcy badań i przeznaczenia wyników. Etap ten jest ważny, ponieważ determinuje sposób prowadzenia badań, ma wpływ na ich szczegółowość i wnikliwość.

Druga faza to analiza zbioru wejścia i wyjścia, zwana LCI. Podczas tej fazy następuje rozpoznanie i obliczenie elementów wchodzących do badanego systemu ze środowiska oraz elementów wychodzących z tego systemu do środowiska.

Przed kolejną fazą należy przeprowadzić analizę wrażliwości w celu sprawdzenia danych i przeanalizować przyjęte na początku granice systemu. Etap ten następuje po określeniu kategorii wpływu na środowisko i oszacowaniu, w jakim stopniu poszczególne składowe tworzące zbiór wpływają na środowisko.

Trzecia faza to ocena wpływu. Faza ta służy do oceny wpływu cyklu życia na środowisko i określeniu jej w odpowiednich, naukowo dobranych kategoriach wpływu. Faza ta nazywana jest LCIA. Celem LCIA jest dostarczenie dodatkowych informacji pomocnych w ocenie wyników z drugiej fazy systemu wyboru. Prowadzi to do przekształcenia uzyskanych w drugiej fazie danych we wskaźniki kategorii wpływu i do uzyskania ich wartości, tzn. wyników wskaźnika dla poszczególnych kategorii wpływu.

Czwarta, ostatnia faza LCA to interpretacja cyklu życia. Następuje wówczas podsumowanie i interpretacja wyników z faz poprzednich. Na tym etapie powstaje podstawa do formułowania wniosków, zaleceń i podejmowania decyzji zgodnie z podjętym celem. Faza ta służy również rozpoznaniu elementów wyrobu, które mają znaczący negatywny wpływ na środowisko.

Na zakończenie następuje formułowanie ostatecznych wniosków z przeprowadzonej analizy zgodnie z celem wytyczonym na pierwszym etapie. Otrzymane wyniki badań służą do wyboru odpowiednich rozwiązań, które posłużą do zminimalizowania wpływu na środowisko wyrobów, do modernizacji istniejących przedsięwzięć i do tworzenia nowych, przyjaznych środowisku inwestycji.

Na wstępie badania danego wyrobu techniką LCA należy określić jednostkę funkcjonalną. Według normy EN ISO 14040:2006 „jednostka funkcjonalna określa, co ma być przedmiotem badań”⁹. Szerzej formułując definicję jednostki funkcjonalnej, można przyjąć, że „jednostka funkcjonalna to najmniejsza jednostka przyjęta do badań i stanowiąca ilościowy efekt systemu produkcji LCA. Głównym zadaniem jednostki funkcjonalnej jest

⁹ PN-EN ISO 14040, *Zarządzanie środowiskowe – ocena cyklu życia zasady i struktura*, PKN, XII 2009.

dostarczenie płaszczyzny odniesienia dla normalizowania danych wejściowych i wyjściowych systemu”¹⁰.

By badanie przyniosło dokładne i wiarygodne wyniki, jednostka funkcjonalna powinna być jasno zdefiniowana i mierzalna; musi być odpowiednio dobrana do celu analizy. Za jednostkę funkcjonalną może posłużyć jednostka fizyczna, np. metr, kilogram, sekunda, stopień itd., lub pojedyncze urządzenie (maszyna). Może też być określona jako jedna z funkcji urządzenia lub powierzchnia do zagospodarowania, dla której ustala się przepływ materiałów i energii. Jednostki pojedyncze mogą być łączone w większe (np. tonokilometr dla transportu).

Metodyka badania techniką LCA polega na określeniu przykładowych kategorii wpływu na środowisko, co następuje przez powiązanie wyników LCI z przyjętymi kategoriami wpływu i wskaźnikami kategorii wpływu poprzez wskazanie określonego algorytmu procesu. W dalszej kolejności określa się parametry charakteryzowania dla emitowanych substancji oraz przypisuje wyniki do odpowiednich kategorii wpływu poprzez wybranie odpowiedniego modelu charakteryzowania. Następny etap polega na obliczaniu wartości wskaźnika kategorii dla poszczególnych kategorii wpływu. Pozostałe etapy postępowania nie są obowiązkowe, ale bardzo pomocne przy interpretacji wyników.

W drodze takiego postępowania otrzymuje się dane dotyczące potencjalnego wpływu na środowisko zgrupowane w wielu kategoriach wpływu. Do kategorii tych możemy zaliczyć m.in. zużycie energii, efekt, temperatury, dziurę ozonową, skażenie wody i gleby, zakwaszenie.

Poprzez dokonanie podziału wszystkich oddziaływań środowiskowych na możliwie małą liczbę kategorii otrzymuje się czytelne wyniki z obliczeń metodą LCA. Proces charakteryzowania przeprowadza się na przykład metodą Eco-indicator 99, prowadzoną dla 11 kategorii wpływu zgrupowanych w trzy obszary: zdrowie ludzkie (efekt cieplarniany, zmniejszenie warstwy ozonowej, kancerogenność, efekty oddechowe, promieniowanie) – wpływ wyrażony w jednostce DALY; jakość ekosystemu (ekotoksyczność, zakwaszenie/eutrofizacja, zużycie terenu, tj. użytkowanie powierzchni ziemi, przekształcenie powierzchni ziemi) – wpływ w [PDF m² rok]; zużycie zasobów (surowców mineralnych i paliw kopalnych) – w MJ¹¹.

Wyniki badania otrzymuje się w wartościach liczbowych – tzw. ekopunktach (Pt). Po znormalizowaniu następuje etap ważenia, dzięki któremu otrzymuje się wyniki w wartościach liczbowych ekopunktów (Pt). Im większa liczba punktów, tym większe potencjalne oddziaływanie na środowisko. Na tej podstawie można porównywać efekty ekologiczne proponowanych technologii w projektach infrastrukturalnych.

Normy ISO wciąż nie rekomendują przy porównaniach różnych rodzajów wyrobów przedstawiania końcowego wyniku w ekopunktach (Pt) – szczególnie w tzw. stwierdzeniach porównawczych udostępnianych publicznie. Uważa się, że w procesie ważenia przypisano już subiektywne współczynniki wagowe poszczególnym kategoriom wpływu, dlatego dodatkowo proponuje się, aby weryfikację wyników przeprowadzić na podstawie wartości znormalizowanych lub w jednostkach obszarów wpływu, tj. DALY, PDF czy MJ/t. Jednak dla porównywania i wyboru wariantu rozwiązań technologicznych poszcze-

¹⁰ J. Kulczycka, E. Pietrzyk-Sokulska, *Opracowanie metodyki LCA dla oceny projektów infrastrukturalnych*, Pracownia Badań Strategicznych IGSMiE PAN, Kraków 2008, s. 31.

¹¹ *Ibidem*, s. 58.

gólnych inwestycji o takiej samej jednostce funkcjonalnej stosowanie ekopunktów jest obecnie dobrą praktyką, co potwierdza ilość prowadzonych badań i analiz.

7. WNIOSKI

LCA w krajach Unii Europejskiej jest już uznaną i zalecaną techniką oceny proekologicznych przedsięwzięć we wszystkich dziedzinach działalności gospodarczej i społecznej, stosowaną w szczególności do oceny innowacyjności technologii i produktów, w ekoznakowaniu i w gospodarce odpadami komunalnymi.

LCA jest jedyną techniką, która została szczegółowo opisana w normach ISO. W Polsce stosowanie techniki LCA jest we wstępnej fazie rozwoju, pomimo iż jest ona rekomendowana w wielu dokumentach krajowych już od początku XXI wieku.

LCA jest techniką powtarzania. W poszczególnych fazach są wykorzystywane wyniki z innych faz. Metoda badania techniką LCA poprzez interakcje przyczynia się do wszechstronności i spójności badania oraz raportowania wyników. Poprzez uwzględnienie wszystkich cech lub aspektów w jednym badaniu z perspektywy nachodzących na siebie czynników mogą być zidentyfikowane i ocenione możliwe rozwiązania kompromisowe.

W erze coraz większego zainteresowania ekologią LCA jest dobrym narzędziem umożliwiającym efektywną ochronę środowiska. Ocena wpływu inwestycji na środowisko powinna uwzględniać cały cykl życia planowanego przedsięwzięcia bez przenoszenia obciążeń z jednego do innego obszaru. Opierając się przede wszystkim na analizie realnych danych wejściowych i wyjściowych danego procesu przemysłowego, umożliwia ustalenie konkretnego zagrożenia, jakie dany produkt stwarza dla środowiska, a także porównanie planowanej inwestycji ze stanem wyjściowym.

Analiza LCA ułatwia wybór nowych proekologicznych rozwiązań we wszystkich obszarach działalności gospodarczej. Służy do wspomagania poszukiwania nowych rozwiązań w celu zapewnienia równowagi między rozwojem gospodarczym a jakością środowiska w działalności gospodarczej, projektowaniu procesów produkcyjnych i usługowych. Przeniesienie odpowiedzialności środowiskowej za wyrób na producentów obrazuje zasadę działania „tyranii małych decyzji” i pokazuje, jaką moc mogą mieć decyzje podjęte w skali masowej. Zastosowanie LCA w dużych, średnich lub małych podmiotach gospodarczych mogłoby doprowadzić do wymiernych i istotnych korzyści środowiskowych. Dzięki zastosowaniu techniki oceny cyklu życia można poznać i zdefiniować działania, które szkodzą środowisku i uszczuplają zasoby naturalne. Badanie techniką LCA przyczynia się do dostrzeżenia konieczności dokonania znaczących zmian w dotychczasowych modelach konsumpcji i zachowań ludzkich. Wyniki badania obrazują, jak ważna jest integracja polityki ekologicznej z polityką gospodarczą w różnych dziedzinach aktywności człowieka. Dzięki badaniom oceny cyklu życia wyrobu można usprawnić gospodarkę odpadami. Wdrożenie LCA przynosi wymierne korzyści zarówno firmie, która decyduje się na przeprowadzenie takiej analizy, jak i społeczeństwu oraz środowisku.

LITERATURA

- [1] Baran, J., *Ocena cyklu życia*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach, Gliwice 2006
- [2] Goedkoop, M.; Demmers, M.; Collignon, M., *The Eco-indicator 95 Update. Manual for Designers*, PRé Consultants, Amersfoort 1996
- [3] Grzesik, K., *Wprowadzenie do oceny cyklu życia (LCA) – nowe techniki w ochronie środowiska*, AGH, Kraków 2006
- [4] Kulczycka, J.; Pietrzyk-Sokulska, E., *Opracowanie metodyki LCA dla oceny projektów infrastrukturalnych*, Pracownia Badań Strategicznych IGSMiE PAN, Kraków 2008
- [5] Lewandowska, A.; Foltynowicz, Z., *Środowiskowa ocena cyklu życia produktu na przykładzie wybranych typów pomp przemysłowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2008
- [6] Pudliszewska, M.; Sułek, A.; Bieńkowska, A., *Środowiskowa ocena cyklu życia – blef czy szansa*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2006
- [7] Roszkowski, A., *Zastosowania informatyki a globalizacja rolnictwa*, „Inżynieria Rolnicza” 2005/8 [68]
- [8] PN-EN ISO 14040, *Zarządzanie środowiskowe – ocena cyklu życia – zasady i struktura*, PKN, XII 2009
- [9] http://www.ecobilan.com/uk_lca05.php
- [10] <http://lca.jrc.ec.europa.eu> (15 XII 2008)

THE METHOD OF STRUCTURE OR PRODUCT LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)

The article discusses the environmental management technique called Life Cycle Assessment (LCA), which is one of methods enabling for complex assessment of an investment environmental impact. The method is applied for environmental hazard assessment and its classification. It supports research for technological solutions which consider maintenance of the environment optimal quality. LCA technique takes into consideration all features and zones of the natural environment, human health and resources. It is possible to recognize and assess all potential compromise solutions within one study due to complex analysis of all features and aspects. LCA technique is aimed to research possible impact of a product, a manufacturing process or a system on the natural environment, during the whole life cycle. LCA shall facilitate selection of new, pro-ecological solutions in all areas of business activity.