

OCENA CYKLU ŻYCIA (LCA) JAKO INNOWACYJNY INSTRUMENT EDUKACJI EKOLOGICZNEJ WDRAŻANY NA POZIOMIE SZKOLNICTWA WYŻSZEGO

LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) AS INNOWATIVE INSTRUMENT OF ECOLOGICAL EDUCATION IMPLEMENTED IN HIGHER EDUCATION

Joanna Zarębska

University of Zielona Góra

Faculty of Economics and Management

Institute of Environment and Public Economy Management

ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra

e-mail: J.Zarebska@wez.uz.zgora.pl

Abstract: Life cycle assessment (LCA) formalized in ISO 14040 series in Poland has become increasingly popular. The benefits of this interdisciplinary technology is not only recognizable by the typical academic centers like Polish Academy of Sciences but also colleges and universities which educate future managers, designers, engineers, producers and other specialists. Unfortunately, the financial difficulties of higher education are problematic to make full use of innovative techniques, among others, such as the environmental life cycle assessment (e-LCA). On the other hand the inadequate implementation of environmental issues in higher education is one of the issues widely discussed for a long time in the National Strategy for Environmental Education (NSEE) and the National Programme for Environmental Education (NPEE). Overcoming difficulties and introducing LCA framework, in program of the various fields of study, university employees are trying to expand both their knowledge of innovative techniques and students' who want to accommodate the news.

Key words: the ecological danger, advantage and the defect of life cycle assessment, instrument of sustainable development

Wprowadzenie

Powszechność opinii, iż wiek XXI to wiek troski o środowisko, jest niezaprzeczalna. Spotyka się również opinie, iż jest ona niezbędna dla przetrwania ludzkości. Troska o środowisko stała się wymogiem naszych czasów, ponieważ pojawiły się niepokojące zjawiska o zasięgu globalnym powodujące częściowe lub całkowite zachwianie homeostazy (ocieplenie klimatu, niszczenie biosfery przez kwaśne deszcze, smog, anomalia pogodowe, eutrofizacja wód powierzchniowych, zanieczyszczenie mórz i oceanów, zanik bioróżnorodności), a które określane są mianem zagrożeń ekologicznych lub w szerszym zakresie - katastrof ekologicznych. Coraz

częstsze niepokojące zjawiska atmosferyczne (typu: tornada, tajfuny, trzęsienia ziemi, susze) doprowadzające swoim zasięgiem i rozmiarem zniszczeń do klęsk żywiołowych, spowodowały, iż ekologia i ochrona środowiska stały się stałym tematem rozmów na szczeblach międzynarodowych [14].

Unia Europejska od wielu lat wdraża różnego rodzaju programy naprawcze mające na celu zniwelowanie zagrożeń nie tylko ekologicznych ale również społecznych i ekonomicznych. Zagrożenia wynikające z: przeludnienia, wzrastającego bezrobocia, wyczerpywania się zasobów naturalnych, nieekonomicznego gospodarowania posiadanymi lub pozyskanymi materiałami i źródłami energii, zmniejszenie zasobów lasów, erozja gleb, denudacja,

pustynnienie i susza, rosnące zanieczyszczenie wód, powietrza i gleby, wzrastające zagrożenie promieniowaniem, hałasem i wibracjami, chemizacja środowiska, wzrastająca ilość odpadów, narastający deficyt wody słodkiej, bezpowrotne niszczenie wielu gatunków zwierząt i roślin, decydujących o różnorodności biologicznej świata oraz tworzących zasoby genetyczne świata, to tylko nieliczne problemy współczesnej cywilizacji, które są widoczne w Europie i bez odpowiedniej interwencji, będą się tylko pogłębiać [16, 31]. Polska jako kraj członkowski UE zobowiązana jest do implementacji wszystkich zasad i wytycznych ekologicznej polityki UE, tak więc bez względu na zawód, wykształcenie, wyznanie czy przekonania, priorytetowym celem staje się mobilizacja ludzi do podejmowania działań proekologicznych oraz wdrożenie idei ekorozwoju. Zrównoważony rozwój (*sustainable development*) pojmowany jest jako całokształt harmonijnych działań związanych z racjonalnym korzystaniem z odnawialnych i nieodnawialnych zasobów środowiska, odpowiedzialnym oraz gwarantującym ich zachowanie dla przyszłych pokoleń [26, 33]. Zrozumienie zależności a przede wszystkim więzi pomiędzy człowiekiem a przyrodą, przekazywanie wzorców zachowań proekologicznych, to zadanie edukacji ekologicznej (środowiskowej). Przed nią stoi ogromne wyzwanie zrozumienia, a niejednokrotnie rozwiązywania wielu problemów wywołanych nadmierną, nieefektywną, wręcz rabunkową eksploatacją ekosystemów, urbanizacją, industrializacją, informatyzacją, nadmiernym rozwojem transportu i centrów logistycznych, poszukiwaniem nowych źródeł energii, jak również poszukiwaniem możliwości likwidacji przyczyn i następstw głodu, klęsk żywiołowych, problemów demograficznych itp. W walce z powyższymi problemami potrzebni są ekologicznie świadomi i dobrze wykształceni ludzie. Naukowcy zwracają uwagę, iż należy w końcu docenić rolę edukacji ekologicznej w prawidłowym wychowywaniu społeczeństwa, uczenia ludzi szacunku dla środowiska i zachodzących w nim przemian [5, 9, 17, 37]. Magdalena Graczyk pisze, iż „ludzkość chcąc wejść w erę ekologiczną, która jest dla niej jedyną nadzieją i szansą bez alternatywy, musi osiąść wszechstronną wiedzę o mechanizmach zachowujących równowagę środowiska oraz musi nauczyć się dostrzegać ekstremalne

granice ekosystemów, których dla zachowania samoregulacji przekroczyć nie wolno” [5, 6]. O zagrożeniach środowiska uczymy się na poziomie przedszkola, szkoły podstawowej, gimnazjum, szkoły ponadgimnazjalnej, uczelni wyższej ale często również w obszarze tzw. kształcenia ustawicznego, przez całe życie. Szczegółowość i zakres przekazywanych wiadomości zależy od stopnia edukacji. Na poziomie szkolnictwa wyższego obligatoryjne staje się więc nie tylko posiadanie podstaw ochrony środowiska, ale również szerszej wiedzy na temat zasobów środowiska, innowacyjnych instrumentów, narzędzi i technik, których zastosowanie może przyczynić się do ochrony lub rekonstrukcji zagrożonych ekosystemów oraz przywrócenia w nim homeostazy.

W prezentowanej pracy dokonano analizy retrospektywnej pojawienia się na polskim rynku naukowo-badawczym innowacyjnej techniki oceny - oceny cyklu życia (LCA - *Life Cycle Assessment*). Instrument ten służy do ekologicznej oceny wyrobów, grupy wyrobów lub przedsiębiorstw oraz wykorzystywany jest w edukacji ekologicznej studentów na kilku uczelniach w Polsce. Dzięki swojemu uniwersalnemu zastosowaniu zyskał również aprobatę środowiska naukowo-badawczego czego wyrazem może być powołanie w 2010 roku w Poznaniu Polskiego Centrum LCA – PCLCA [20, 27]. LCA jest techniką oceny, której narzędzia podlegają ciągłemu doskonaleniu, rozbudowie oraz łączeniu z innymi narzędziami i aplikacjami.

Edukacja ekologiczna na poziomie szkolnictwa wyższego

„Przez edukację do zrównoważonego rozwoju” to tytuł Narodowej Strategii Edukacji Ekologicznej (NSEE) powstałej w 2001 roku (oraz Narodowego Programu Edukacji Ekologicznej –NPEE), która zakładała, iż: „edukacja środowiskowa, kształtując całościowy obraz relacji pomiędzy człowiekiem, społeczeństwem i przyrodą, musi szybko i kompleksowo wkroczyć w sfery kształcenia, doskonalenia i weryfikacji kadry zarządzającej środowiskiem. Ukazując zależność człowieka od przyrody, uczy odpowiedzialności za zmiany dokonywane w środowisku naturalnym. (...) Edukacja ekologiczna staje się ważnym składnikiem edukacji obywatelskiej zmierzającej do

rozwijania społeczeństwa rozumnego i akceptującego zasady zrównoważonego rozwoju, umiejącego oceniać stan bezpieczeństwa ekologicznego oraz uczestniczącego w procesach decyzyjnych”. Według powyższej Strategii edukacja ekologiczna na poziomie szkolnictwa wyższego powinna polegać na [29, 30]:

1. Kształceniu mającym na celu wprowadzenie w problematykę środowiskową przyszłych absolwentów wszystkich szkół wyższych. Zakres tego kształcenia, jego formy i obligatoryjność należy traktować w sposób zróżnicowany.
2. Przygotowywaniu specjalistów do pracy zawodowej w zakresie ochrony środowiska.
3. Organizowaniu studiów podyplomowych uzupełniających wiedzę w zakresie ochrony środowiska.
4. Kształceniu na poziomie wyższym na studiach uniwersalnych - tzw. europejskich.
5. Prowadzeniu nieformalnej edukacji ekologicznej przez organizowanie otwartych uniwersytetów i wykładów”.

Ponadto, oprócz powyższych założeń, Kazimierz Górka, Bazyli Poskrobko i Wojciech Radecki uważali, iż edukacja ekologiczna studentów powinna odbywać się na bazie trzech stopni wyspecjalizowania: 1) podstawowym dla wszystkich kierunków studiów, 2) zawodowym dla kierunków takich jak np. metalurgia, górnictwo, inżynieria środowiska, towaroznawstwo, 3) specjalnościowym dla studentów, którzy w przyszłości będą na przykład pracownikami służby ochrony środowiska w przemyśle, audytorami ISO, projektantami, technologami [9]. Według tej hierarchii kształcenia, absolwent studiów wyższych powinien przyswoić sobie ogólną wiedzę z zakresu: relacji, zależności i więzi pomiędzy współczesnym człowiekiem a przyrodą, zapoznać się z problemami współdziałania społeczeństwa, środowiska i gospodarki, ideą zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju, rozwoju samopodtrzymującego się), zagrożeniami ekologicznymi, bezpieczeństwem ekologicznym kraju i świata.

Globalny przepływ surowców, towarów, powszechna informatyzacja i narastające tempo życia, przepływ wiedzy, ale również związane z tym zagrożenia, narzucają nową jakość wiedzy i kwalifikacji absolwentów świadomych

ekologicznie, którzy jak podaje Henryk Skolimowski „nie tylko powinni być ochroniarzami zasobów naturalnych”, ale również poprzez swoje działanie powinni „uświadomić innym i sobie, że wraz z przyrodą należymy do jednej całości” [32].

Kształtowanie się świadomości ekologicznej jest procesem złożonym i wieloetapowym, i jak pisze Magdalena Graczyk „zaczyna się od percepcji negatywnych zmian stanu środowiska oraz zdolności postrzegania jak wielką wartość ma środowisko niezdegradowane, aż po powszechne zainteresowanie problemami środowiska i pojawienie się proekologicznej presji wywieranej przez określone grupy nacisku, prowadzącej do pełnej akceptacji proekologicznych wzorców, nie tylko w zachowaniach społecznych, ale także w działalności gospodarczej. W ujęciu systemowym świadomość ekologiczna integruje trzy podstawowe podsystemy: wiedzę, wartości i reguły działania...” [6, 7].

Ekologiczna ocena cyklu życia (e-LCA) w Polsce a edukacja ekologiczna

Do instrumentów edukacji ekologicznej stosowanych na poziomie szkolnictwa wyższego możemy zaliczyć instrumenty [1, 37]:

- a) sformalizowane, do których zaliczamy normy z rodziny ISO 14000:
 - dotyczące systemu zarządzania środowiskowego (ISO 14001, ISO 14004, ISO 14050 - terminologia),
 - oceny środowiskowej miejsc i organizacji (ISO 14015),
 - etykiet i deklaracji środowiskowych (ISO serii 14020),
 - oceny cyklu życia (ISO serii 14040 - patrz tabela 1),
 - ocena efektów działalności środowiskowej (ISO 14031),
 - włączania aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobów (ISO 14006:2011, raporty techniczne ISO/TR 14062:2002),
 - wytycznych dotyczących audytowania systemów zarządzania jakością i/lub zarządzania środowiskowego (ISO 19011:2011),

Tabela 1. Wykaz norm i dokumentów z rodziny ISO i ich polskie odpowiedniki dotyczące oceny cyklu życia (LCA)

Oznaczenie normy lub dokumentu ISO	Tytuł	Oznaczenie Polska Norma lub innego dokument ISO	Tytuł	Zakres zastosowania
ISO 14040:2006	Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework	PN-EN ISO 14040:2009P	Zarządzanie środowiskowe - Ocena cyklu życia - Zasady i struktura	Struktura, ogólne zasady i wymagania dotyczące opracowania i dokumentowania LCA
ISO 14044:2006	Environmental management - Life cycle assessment – Requirements and guidelines	PN-EN ISO 14044:2009P	Zarządzanie środowiskowe - Ocena cyklu życia – Wymagania i wytyczne	Podano wymagania i procedury niezbędne do oceny cyklu życia (LCA). Normazastąpiła normy ISO 14041-14043.
ISO 14045:2012	Environmental management - Eco-efficiency assessment of product systems - Principles, requirements and guidelines	PN-EN ISO 14045:2012E	Zarządzanie środowiskowe -Ocena efektywności systemów wyrobów - Zasady, wymagania i wytyczne	Podano zasady, wymagania i wytyczne dotyczące oceny eko-efektywności systemów wyrobu, takie jak: cel i zakres definicji oceny eko-efektywności, ocena środowiskowa, ocena wartości systemu wyrobu, kwantyfikacja, interpretacja, raportowanie i krytyczny przegląd oceny eko-efektywności.
ISO /TR 14047:2003	Environmental management - Life cycle impact assessment - Examples of application of ISO 14042	PKN-ISO/TR 14047:2006P	Zarządzanie środowiskowe – Ocena wpływu cyklu życia – Przykłady stosowania ISO 14042	Podano przykłady stosowania ISO 14042 do oceny cyklu życia (LCA).
ISO/TS 14048:2002	Environmental management – Life cycle assessment – Data documentation format	Polska wersja specyfikacji dostępna w PKN	Zarządzanie środowiskowe - Ocena cyklu życia – Format dokumentowania danych	
ISO/TR 14049:2000	Environmental management - Life cycle assessment - Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis	Polska wersja raportu dostępna w PKN	Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia - Przykłady stosowania ISO 14041 do określania celu i zakresu oraz analizy zbioru	
ISO/TR 14062:2002	Environmental management -- Integrating environmental aspects into product design and development	PKN-ISO/TR 14062:2004P	Zarządzanie środowiskowe -- Włączanie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobu	
ISO Guide 64:1997	Guide for the inclusion of environmental aspects in product standards (w trakcie nowelizacji)	Polska wersja Przewodnika dostępna w PKN	Wytyczne włączania aspektów środowiskowych do norm wyrobu	
ISO 19011:2002	Guidelines for quality and/or environmental management systems auditing (norma opracowana wspólnie z ISO/TC 176)	PN-EN ISO 19011:2003	Wytyczne dotyczące audytowania systemów zarządzania jakością i/lub zarządzania środowiskowego	

Zródło: opracowanie własne na podstawie [28, 36]

b) niesformalizowane, do których możemy zaliczyć programy komputerowe niejednokrotnie oparte metodologicznie na normach (patrz tabela 2) – przykładem mogą być: SimaPro, Umberto, GaBi, EuroMat, Embodied energy, LCAiT, TEAM™, PEMS (Portale

Emissions Measurement Systems), Emis (Education Management Information System), Boustead, EcoManager, CLEAN, REGIS, IWM-2 (Integrated Waste Management II – Zintegrowana Gospodarka Odpadami), WRATE, LCA-LAND.

Tabela 2. Systemy komputerowe wspomagające ekologiczną ocenę cyklu życia wyrobów

Lp.	Producent	System	Właściwości
1.	Pre Consultants, Holandia	SimaPro 7.1	Metoda LCA, duża baza danych materiałów i procesów, kilka metod szacowania oddziaływań
2.	Pre Consultants, Holandia	ECO-iT 1.0	Metoda LCA, optymalizacja proekologiczna w fazie projektowania dla kilkuset produktów
3.	Franklin Assoc. Ltd GB	EcoManager 1.0	Wspomaga zbieranie danych do baz materiałów i procesów wymaganych w LCA
4.	LG-PRC, LCE GmbH	ATROiD	Projekt zorientowany na recyklingu wyrobów elektronicznych lub samochodów
5.	Sinum AG, Szwajcaria	EcoPro 1.5	Metoda LCA. Model w postaci schematu strukturalnego. Bogata baza danych o materiałach i procesach.
6.	Chalmers University of Technology, Szwecja	Chalmers	Wspomaga podejmowanie decyzji, poprawnych z punktu widzenia ekologii w procesie zarządzania projektem. Bazy danych o materiałach i procesach.
7.	EarthShift, USA	EarthShift	Wspomaga przemysł w ochronie zasobów naturalnych na etapie projektowania. Zaimplementowane metody oceny kosztów całkowitych LCA i TCA.
8.	Institute of Industrial Technology, TNO, Holandia	EcoSean 3.0.	Metoda LCA, baza danych IdeMat zawierająca ponad 2000 modeli materiałów i procesów.
9.	PE Europe GmbH, Niemcy	GaBi 3.2.	Metoda LCA. Integruje techniczne, ekonomiczne i ekologiczne aspekty procesów produkcyjnych i projektu produktu. Oferuje analizę kosztów.
10.	IFU Hamburg GmbH, IREU Heidelberg GmbH, Niemcy	Umberto	Metoda LCA, analiza kosztu cyklu życia i ekorównowagi. Właściwości produkcji w firmie, łańcuch procesów i wyniki metody LCA prezentuje w postaci graficznej.
11.	KCL Science and Consulting, Finlandia	KCL-ECO 3.0	Wspomaga projektowanie dużych systemów. Graficzny interfejs użytkownika, szacowanie oddziaływań, analiza wrażliwości, prezentacja graficzna wyników
12.	ECOBILAN, Francja	TEAM™	Wspomaga budowę baz danych i modelowanie systemu reprezentującego procesy dotyczące produktu. Umożliwia opis złożonego systemu przemysłowego, oszacowanie oddziaływań i kosztów.
13.	Franklin Associates, Ltd., USA	REPAQ 2	Metoda LCA; baza danych materiałów i procesów
14.	EPRI, USA	CLEAN	Metoda LCA; baza danych materiałów i procesów
15.	PIRA,	PEMS 3.1	(Portale Emissions Measurement Systems), system pomiaru emisji zanieczyszczeń w silnikach samochodowych;
16.	Carbotech, Szwajcaria	EMIS	(Education Management Information System),
17.	Simum GmbH, Szwajcaria	REGIS	Metoda LCA. Model w postaci schematu strukturalnego. Bogata baza danych o materiałach i procesach.

Źródło: opracowanie własne na podstawie [11, 25]

Historia normy ISO serii 14000 sięga wczesnych lat 90-tych XX wieku kiedy to już sporo wiadomo było o negatywnym wpływie człowieka na środowisko. Powstanie i rozwój Unii Europejskiej spowodował potrzebę zaistnienia ujednoczonych norm zarządzania środowiskowego w skali całej Wspólnoty i

dlatego Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ISO – *International Organization for Standardisation*) powołała grupę roboczą, która miała opracować europejską normę środowiskową. Pierwsza norma z serii ISO 14000 była to norma ISO 14001 - *System zarządzania środowiskowego*.

Wymagania i wytyczne stosowania, powstała w 1996 roku. Kolejne normy systemowe i narzędziowe (w tym dotyczące LCA) pojawiały się w następnych latach i były wynikiem intensywnych prac Komitetu Technicznego ISO/TC 207. Normy z biegiem lat podlegały i podlegają aktualizacji, a czasami zmieniają nazwę lub numer. Obecny zarys norm dotyczących LCA prezentuje tabela 1.

Ocena cyklu życia (LCA - *Life cycle assessment*) definiowana jest od roku 1995 jako „technika mająca na celu ocenę zagrożeń środowiskowych związanych z systemem wyrobu lub działaniem, zarówno przez identyfikowanie oraz ocenę ilościową zużytych materiałów i energii, odpadów wprowadzanych do środowiska, jak i ocenę wpływu tych materiałów, energii i odpadów na środowisko. Ocena dotyczy całego okresu życia wyrobu lub działania począwszy od wydobycia i przetwórstwa surowców mineralnych, proces produkcji wyrobu, dystrybucji, stosowania, wtórnego wykorzystania, utrzymania, recyklingu i końcowego zagospodarowania oraz transportu. LCA ukierunkowuje badanie wpływu na środowisko systemu wyrobu w obszar ekosystemu, zdrowia ludzkiego oraz zużytych zasobów” [19-21, 34-37].

LCA określana w literaturze przedmiotu jako: analiza cyklu życia, analiza środowiskowa, ekologiczna ocena cyklu życia (e-LCA) oraz bilans ekologiczny (ekobilans), należy do jednych z wielu narzędzi analitycznych zarządzania środowiskowego i jest innowacyjnym oraz uniwersalnym narzędziem do oceny wpływu wyrób na środowisko, grupy wyrobów lub przedsiębiorstw, ale jej dużą wadą jest czasochłonność i trudność w zebraniu wystarczającej ilości danych (szczególnie w fazie gromadzenia i analizy zbioru wejść i wyjść tzw. LCI- *Life Cycle Inventory*), co powoduje również trudności w prawidłowym zinterpretowaniu pełnej oceny cyklu życia wyrobu. Szerzej o metodologii przeprowadzania oceny, wadach i zaletach oraz wiarygodności i jakości badań LCA piszą: Wacław Adamezyk [3], Przemysław Kurczewski i Anna Lewandowska [22], Zygmunt Kowalski, Joanna Kulczycka, Małgorzata Góralczyk [16], Zbigniew Kłós [15], Emilia den Boer z zespołem [4] oraz wielu innych. Rozwój tej techniki oceny spowodował implementację jej do krajowego życia gospodarczego i na rynku polskim pojawienie się wielu publikacji z bezpośrednim

zastosowaniem LCA w praktyce przemysłowej. Warto zainteresowania są pozycje z zakresu między innymi:

- budownictwa i materiałów budowlanych [2, 10, 23];
- pomp przemysłowych [24];
- energetyki [10];
- sprzętu AGD [22];
- opakowalnictwa [3, 8, 36];
- gospodarki odpadami [4, 18, 21, 36].

Pomimo problemów w pozyskaniu wystarczającej ilości danych do fazy LCI, w przypadku edukacji ekologicznej, jest to problem mało destymulujący ponieważ w oprogramowaniach występuje najczęściej obszerna biblioteka danych, wzbogacana i udoskonalana co kolejną wersję programów, którą z powodzeniem można wykorzystać do projektów studenckich. Programy zawierają najczęściej standardowe dane wyjściowe oraz posiadają wyszukiwarkę, umożliwiającą dostęp do wszystkich typów danych w oprogramowaniu. Takim przykładem programu na bazie LCA, który zdobył sobie uznanie w Polsce, jest program SimaPro holenderskiej firmy Pré Consultants bv (*Produkt Ecology Consultants*). Ze względu na to, iż jest to stosunkowo nowy program, stosowany jest w edukacji ekologicznej tylko w kilku uczelniach wyższych (między innymi Poznaniu i Zielonej Górze), ale badany i wykorzystywany jest przez uczelnie i instytucje naukowe w wielu krajowych ośrodkach: Gdyni, Gdańsku, Krakowie, Katowicach, Poznaniu, Warszawie, Wrocławiu oraz Zielonej Górze. Studenci na wykładach i laboratoriach komputerowych obejmujących swoim zakresem tematy takie jak [12, 13]: ekologia produktów, środowiskowa ocena i projektowanie wyrobów, ekologiczne aspekty jakości, projektowanie proekologiczne, ekologiczna ocena wyrobów, zastosowanie systemów komputerowych w gospodarce zrównoważonej, systemy zarządzania środowiskowego, strategię czystszej produkcji i inne, poznają fazy przeprowadzania LCA, wady i zalety tej techniki, jak również jej możliwości bezpośredniego i pośredniego zastosowania. Nie wszystkie możliwości oceny i implementacji z innymi programami są rozpoznane, dlatego też LCA wymaga jeszcze dogłębnych badań (pomimo licznych publikacji na jej temat i kilkuletniemu funkcjonowaniu na rynku krajowym).

Podsumowanie

Dynamiczny rozwój cywilizacyjny, globalizacja i zmieniające się krajowe ramy kwalifikacji w szkolnictwie wyższym, nakładają na uczelnie obowiązek wykorzystywania w jak najszerszym stopniu innowacyjnych instrumentów, narzędzi i technik w edukacji ekologicznej. Ekologiczna ocena cyklu życia jest właśnie taką techniką. W edukacji ekologicznej ważne jest, aby student zapoznał się z podstawowymi założeniami LCA, zbadał możliwie najwięcej aspektów środowiskowych w całym cyklu życia badanego wyrobu/procesu, aby zapoznał się z programem/programami z rodziny LCA, możliwościami prowadzenia analiz, ze wszystkimi metodami oceny, i potrafił uzasadnić swój wybór w opracowy-

wanym zadaniu. Ekologiczna ocena cyklu życia, o czym świadczy sama nazwa, pomaga w osiągnięciu rozwiązań przyjaznych środowisku (ekologicznych), dzięki porównaniu dwu lub kilku produktów umożliwia dokonania wyboru tego produktu, który określany jest mianem proekologicznego (zarówno przez konsumentów, dostawców, podwykonawców, jak i producentów), pomaga w identyfikacji procesów stwarzających największe zagrożenie dla środowiska i ich eliminację w miarę możliwości, prowadzeniu działalności zgodnej z zasadami zrównoważonego rozwoju, a przede wszystkim porównaniu obciążeń środowiska wynikających z produkcji wyrobów, które jest możliwe dzięki zaprezentowaniu wyników końcowych LCA w tzw. ekopunktach (bez względu jakie jest to obciążenie czy kategoria szkód).

Bibliografia

1. Adamczyk J., *Ocena cyklu życia (LCA) jako instrument innowacyjności w edukacji ekologicznej rynku*, [w:] *Wpływ edukacji na rozwój społeczno-ekonomiczny w warunkach globalizacji*, red. D. Fica, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2006, s. 61.
2. Adamczyk J., Dylewski R., Zarębska J., *Environmental benefits resulting from the reduction of heating energy demand in buildings* [w:] *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie / Scientific Journals Maritime University of Szczecin*, Szczecin 2012, Nr 31(103), s. 67-72.
3. Adamczyk W., *Ekologia wyrobów*, PWE Warszawa 2004, s. 108.
4. Den Boer E., den Boer J., Jager J., Maćków I., Sebastian M., Szpadt R., *Planowanie zrównoważonych systemów gospodarki odpadami komunalnymi przy zastosowaniu analizy cyklu życia*, VI Międzynarodowe Forum Gospodarki Odpadami „Efektywność gospodarowania odpadami”, Poznań–Licheń Stary 2005.
5. Graczyk M., *Globalny kryzys środowiska a edukacja na rzecz zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Wpływ edukacji na rozwój społeczno-ekonomiczny w warunkach globalizacji*, red. nauk. D. Fic, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2006, s. 24-41.
6. Graczyk M., *Świadomość ekologiczna menadżerów a kultura organizacji*, [w:] *Dylematy rozwoju edukacji w warunkach globalizacji*, red. D. Fic, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2008, s. 72-83.
7. Graczyk M., Politowicz I., Witkowski K., *Innowacyjność edukacji dla zrównoważonego rozwoju - myślenie kategoriami cyklu życia*, [w:] *Edukacja dla zrównoważonego rozwoju. T. 2: Edukacja dla ładu ekonomicznego*, pod red. B. Poskrobko, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Wrocław 2010, s. 227-238.
8. Graczyk M., Zarębska J., *Analiza komparatywna bilansów ekologicznych dla puszek z białej blachy i aluminium*, „Recykling”, nr 11(47)/2004.
9. Górka K., Poskrobko B., Radecki W., *Ochrona środowiska: problemy społeczne, ekonomiczne i prawne*, PWE, Warszawa 2001, s. 29.
10. Górzynski J., *Podstawy analizy środowiskowej wyrobów i obiektów*, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007, s. 277-313.
11. Heijungs R. i inni, *Environmental Life Cycle Assessment of Products; Guide; Report nr 9266*, CLM, Leiden 1992.
12. <http://ktiepp.ue.poznan.pl/index.php?id=3&pid=213> [data dostępu: 29.09.2013].
13. <http://www.wez.uz.zgora.pl/wez/katedry-i-zakady/katedra-zarzadzania-srodowiskiem-i-gospodarka-publiczna> [data dostępu: 29.09.2013].

14. *Katastrofy i zagrożenia we współczesnym świecie. Wielkie tematy*, Wyd. PWN, Warszawa 2008.
15. Kłos Z., *First PhD Thesis on LCA in Poland: Ecobalancing of Machines and Devices with Example of Air Compressors*, The International Journal of Life Cycle Assessment 2000, Vol. 5, No. 1.
16. Kowalski Z., Kulczycka J., Góralczyk M., *Ekologiczna ocena cyklu życia procesów wytwórczych (LCA)*, PWN, Warszawa 2007, s. 10-17.
17. Krawczyk B., *Edukacja w zakresie ochrony środowiska w przemyśle i biznesie*, „Ecomanager; przemysł, biznes, środowisko” nr 4, 2010, s. 42-44.
18. Kraszewski A., Pietrzyk-Sokulska E. (red. nauk.), *Ocena systemu gospodarki odpadami. Praktyczne zastosowanie*, część II, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2011, s. 39-46.
19. Kulczycka J. (red.), *Ekologiczna ocena cyklu życia (LCA) nową techniką zarządzania środowiskowego*, Wyd. IGSMiE PAN Kraków 2001.
20. Kulczycka J., Kurczewski P., Kasprzak J., Lewandowska A., Lewicki R., Witczak A., Witczak J., *The Polish Centre of Life Cycle Assessment - the centre for life cycle assessment in Poland*; Int J Life Cycle Assess; 2010; 16 (5); 442-444.
21. Kulczycka J., Pietrzyk-Sokulska E., *Ewaluacja gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce*, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2009, s. 45.
22. Kurczewski P., Lewandowska A. (red.), *Zasady prośrodowiskowego projektowania obiektów technicznych dla potrzeb zarządzania ich cyklem życia*, Wyd. KMB DRUK, Politechnika Poznańska, Poznań 2008, s. 255-306.
23. Lewandowska A., Noskowiak A., Pajchrowski G., Strykowski W., Witczak A., *Środowiskowa ocena cyklu życia modelowych budynków drewnianych i murowanych jako przykład zastosowania techniki LCA*, Wyd. Instytutu Technologii Drewna, Poznań 2012, s.
24. Lewandowska A., *Środowiskowa ocena cyklu życia produktu na przykładzie wybranych typów pomp przemysłowych*, Wyd. AE w Poznaniu, Poznań 2006.
25. Menke D. M., Davis G. A., Vigon B. W., *Evaluation of life-cycle assessment tools*, Hazardous Waste Branch Environment Canada 1996, s. 3,
<http://teclim.ufba.br/jsf/producao/ecocycle%20eval%20lca%20tools.pdf> [data dostępu: 29.09.2013].
26. Nitkiewicz T., *Znaczenie ekologicznej oceny cyklu życia w edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju*, [w:] *Edukacja dla zrównoważonego rozwoju*, Tom IV: *Edukacja dla ład społeczny*, pod red. B. Bartniczaka i S. Zaremby-Warnke, red. nauk. serii: T. Borys, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Wrocław 2010.
27. Polskie Centrum LCA, <http://pclca.com> [data dostępu: 20.09.2013].
28. Polski Komitet Normalizacyjny, <http://www.pkn.pl> [data dostępu: 28.09.2013].
29. *Przez edukację do zrównoważonego rozwoju. Narodowa Strategia Edukacji Ekologicznej*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2001, s. 7-8, 15.
30. *Narodowy Program Edukacji Ekologicznej. Program wykonawczy Narodowej Strategii Edukacji Ekologicznej oraz warunki jego wdrożenia*, Ministerstwo Środowiska, Warszawa (luty 2001).
31. Pyłka-Gutowska E., *Ekologia z ochroną środowiska*, Wyd. Oświata, Warszawa 2004, s. 257.
32. Skolimowski H., *Filozofia żyjąca: eko-filozofia jako drzewo życia*, Wyd. Pusty Obłok, Warszawa 1993, s. 52.
33. Sygnały EEA 2012. *Budujemy przyszłość, jakiej pragniemy*. Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga 2012.
34. Zarębska J., Bandelak-Rosłonkiewicz D., *Zastosowanie wyników LCA do oceny proekologicznej przedsiębiorstwa a możliwości dofinansowania inwestycji ochrony środowiska*, [w:] *Proces wdrażania rozwoju zrównoważonego w przedsiębiorstwie*, red. T. Pindór, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 2005, s. 258-264.
35. Zarębska J., *Bilans ekologiczny a LCA w świetle norm serii ISO 14000*, [w:] *Kapitał – informacja – jakość*, red. J. Stankiewicz, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2005, s. 155-162.
36. Zarębska J., *Ekologiczne i ekonomiczne aspekty gospodarowania odpadami opakowaniowymi w województwie lubuskim*, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2013, s. 92-125.
37. Zarębska J., *Niesformalizowane instrumenty edukacji ekologicznej stosowane na poziomie szkolnictwa wyższego*, [w:] *Dylematy rozwoju edukacji w warunkach globalizacji*, red. D. Fic, Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2008, s. 91-101.