

Katarzyna Joachimiak-Lechman

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Towaroznawstwa,
Katedra Towaroznawstwa i Ekologii Produktów Przemysłowych
katarzyna.joachimiak-lechman@ue.poznan.pl

**KONCEPCJE INTEGRACJI
ŚRODOWISKOWEJ OCENY CYKLU
ŻYCIA ORAZ KOSZTÓW CYKLU ŻYCIA
W ŚWIETLE ZRÓWNOWAŻONEGO
PRZEDSIĘBIORSTWA**

Streszczenie: Przedsiębiorstwa odgrywają kluczową rolę w utrwalaniu oraz promowaniu zrównoważonego rozwoju. U podstaw tej idei leży zarządzanie cyklem życia świadczonych usług oraz oferowanych wyrobów. W praktyce oznacza to integrację technik uwzględniających perspektywę cyklu życia, między innymi środowiskowej oceny cyklu życia (*Life Cycle Assessment* – LCA) oraz oceny kosztów cyklu życia (*Life Cycle Costing* – LCC) i jest to działanie mające na celu scalenie elementów procedury badawczej przy zachowaniu zasadniczych cech metodycznych obu tych technik. W niniejszym artykule dokonano przeglądu występujących w literaturze przedmiotu koncepcji integracji technik cyklu życia. Przedstawiono ich główne założenia oraz zweryfikowano przydatność z punktu widzenia zrównoważonego przedsiębiorstwa. Ostatecznie oceniono szanse stosowania technik oceny cyklu życia w kontekście środowiskowej rachunkowości zarządczej oraz poddano dyskusji stawiane im wyzwania.

Na podstawie przeprowadzonych studiów literaturowych uznano, że na arenie międzynarodowej znanych jest wiele podejść do integracji technik oceny cyklu życia, które wspierają zrównoważone przedsiębiorstwa. Możliwości ich wykorzystania zależą od kontekstu decyzyjnego. Zrównoważone przedsiębiorstwa powinny być szczególnie zainteresowane rozszerzeniem typowych kalkulacji opłacalności o badanie efektywności środowiskowej wyrobu. Cel ten może być osiągnięty dzięki paralelnej integracji LCA oraz LCC w ramach zrównoważonej oceny cyklu życia.

Słowa kluczowe: środowiskowa ocena cyklu życia (LCA), koszty cyklu życia (LCC), integracja, zrównoważone przedsiębiorstwo.

Klasyfikacja JEL: Q5.

THE CONCEPTS OF ENVIRONMENTAL INTEGRATION, LIFE CYCLE ASSESSMENT AND LIFE CYCLE COSTING IN THE LIGHT OF SUSTAINABLE ENTERPRISES

Abstract: Enterprises play a key role in process of strengthening and promoting sustainable development. At the core of this idea stands life cycle management. In practice, this means the integration of techniques based on life-cycle perspectives, like Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Costing (LCC). The aim of this paper is to summarize the approaches for integrating life-cycle based methods that appear in the literature. The article presents the main assumptions of integration concepts and examines their usefulness from a sustainable enterprise's point of view. Finally, the application of life-cycle based techniques was evaluated, especially in the context of environmental accounting. Based on a literature review it was concluded that there are, internationally, many approaches in the integration of life cycle techniques that support sustainable enterprises. The possibility of their use depends on the decision context. Sustainable enterprises should be particularly interested in extending the typical profitability calculation in the environmental performance of a product. This objective can be achieved through the parallel integration of LCA and LCC in the framework of life cycle sustainability assessments.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA), Life Cycle Costing (LCC), integration, sustainable enterprise.

Wstęp

Koncepcja współczesnej gospodarki opiera się na idei zrównoważonego rozwoju. Jednym z wyzwań Europy, znajdujących swój wyraz we wspólnotowej strategii, jest zapewnienie zrównoważonej produkcji oraz konsumpcji [European Council 2001], u których podstaw leży maksymalizacja wydajności i efektywności produktów, usług oraz inwestycji, z uwzględnieniem potrzeb dzisiejszego społeczeństwa, bez ograniczania zdolności przyszłych pokoleń do zaspokajania ich potrzeb [Norwegian Minister of the Environment 1994]. W tym nurcie powstała wizja zrównoważonego przedsiębiorstwa. Pojęcie to pojawiło się po raz pierwszy na Światowym Szczycie Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu, podczas którego zaakcentowano istotną rolę przedsiębiorstw we wdrażaniu wzorców zrównoważonego rozwoju [United Nations 2002]. Pomiar zrównoważonego rozwoju wydaje się bardzo problematyczny, wręcz niemożliwy, a przyczyną tego jest konieczność rozważania wielu kwestii w ujęciu dynamicznym [Gabrusewicz 2012]. Na przestrzeni lat

uksztaltowało się jednak wiele strategii wspomagających przedsiębiorstwa w ocenie podejmowanych inicjatyw.

Jedną z praktycznych aplikacji zasad zrównoważonego rozwoju jest realizacja idei zarządzania cyklem życia (*Life Cycle Management* – LCM). W literaturze przedmiotu funkcjonuje wiele definicji, niemniej jednak z punktu widzenia niniejszego artykułu najtrafniejsze wydaje się stwierdzenie, że „koncepcja ta prowadzi do systematycznej integracji czynników stanowiących o równoważności na poziomie strategii przedsiębiorstwa, projektowania i rozwoju wyrobów, decyzji handlowych oraz programów komunikacyjnych” [Jensen i Remmen 2004]. Idea LCM opiera się na tzw. myśleniu kategoriami cyklu życia (*Life Cycle Thinking* – LCT) w odniesieniu do trzech komponentów: środowiskowego, ekonomicznego oraz społecznego. W praktyce oznacza to integrację technik opartych na badaniu cyklu życia, a mianowicie środowiskowej oceny cyklu życia (*Life Cycle Assessment* – LCA), oceny kosztów cyklu życia (*Life Cycle Costing* – LCC) oraz społecznej oceny cyklu życia (*Social Life Cycle Assessment* – SLCA).

Zagadnienia związane z łączeniem aspektów środowiskowych oraz ekonomicznych są od dłuższego czasu przedmiotem licznych dyskusji. Znanych jest kilka podejść do tej kwestii. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji integracji technik cyklu życia oraz dokonanie na tej podstawie ich wartościowania z punktu widzenia przydatności w praktyce gospodarczej. Ze względu na liczne rozważania literaturowe na ten temat postępowanie badawcze sprowadzono do przeglądu oraz krytycznej oceny dotychczasowego stanu wiedzy teoretycznej. Z racji tego, że pojawia się coraz więcej postulatów świadczących o konieczności rozszerzenia zakresu rachunkowości zarządczej przedsiębiorstw o aspekty środowiskowe, uznano, iż rozważania podjęte w niniejszym artykule wpiszą się w nurt toczących się dyskusji.

1. Wyzwania zrównoważonego przedsiębiorstwa

1.1. Założenia funkcjonowania zrównoważonego przedsiębiorstwa

Odnosząc definicję zrównoważonego rozwoju do poziomu mikroekonomicznego, należy uznać, że filarami zrównoważonego przedsiębiorstwa są trzy wymiary: ekonomiczny, środowiskowy oraz społeczny. Takie podejście jest zgodne z koncepcją *Triple Bottom Line*, która zakłada, że do sukcesu przedsiębiorstwa przyczynia się integracja tych komponentów [Elkington 2004]. Funkcjonowanie zrównoważonego przedsiębiorstwa sprowadza się zatem do działania na rzecz wzrostu produktywności, z uwzględnieniem realizacji zadań

z zakresu rozwoju społecznego oraz przy respektowaniu zasad racjonalnego wykorzystania środowiska [Kruk 2010].

Przejawem transformacji przedsiębiorstwa w kierunku zrównoważonego rozwoju jest odrzucenie idei maksymalizacji zysku na rzecz kreowania nowych, niematerialnych wartości firmy, takich chociażby jak zaangażowanie społeczne i środowiskowe [Raftowicz-Filipkiewicz 2013]. Według J. Famielec nie oznacza to, że osiągnięcie celów społecznych stoi w sprzeczności z ekonomicznymi celami przedsiębiorstwa [za: Raftowicz-Filipkiewicz 2013]. Wręcz przeciwnie, efektywność opiera się na założeniu, że źródłem zwiększonej efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw jest podejmowanie działań proekologicznych [Kobalski 2010]. Jednym z elementów strategii we współczesnych uwarunkowaniach gospodarczych jest dbałość o ekologiczną jakość wyrobów. Oznacza to, że przedsiębiorstwa, zaspokajając potrzeby zwolenników „zielonego konsumeryzmu”, budują przewagę konkurencyjną, a to pozwala im na pomnażanie swojego kapitału.

1.2. Rola środowiskowej rachunkowości zarządczej w zrównoważonym przedsiębiorstwie

Zrównoważona rachunkowość polega na rozszerzeniu tradycyjnej rachunkowości przedsiębiorstwa o koszty (korzyści) środowiskowe, społeczne oraz ekonomiczne, które dotyczą jego interesariuszy [Gabrusewicz 2013]. Oznacza to, że zrównoważone przedsiębiorstwo koniecznie powinno uwzględniać zagadnienia wykraczające poza granice jego działalności. Przesłanką myślenia w tych kategoriach jest powstanie nowej dziedziny tematycznej zwanej rachunkowością środowiskową (*environmental accounting*). Zgodnie z definicją, środowiskowa rachunkowość zarządcza „polega na identyfikowaniu, zbieraniu, analizowaniu oraz dostarczaniu danych niezbędnych w wewnętrznych procesach decyzyjnych zarówno o charakterze finansowym (koszty, przychody, oszczędności), jak i niefinansowym (zużycie energii, wody i materiałów)” [International Federation of Accountants 2004]. Środowiskowa rachunkowość zarządcza wykorzystuje metody konwencjonalnej rachunkowości, adaptując je do realizowania zadań związanych z:

- dokonywaniem pomiaru wpływu działalności podmiotu na środowisko oraz zużycia materiałów, wody i energii poprzez śledzenie i analizę wszystkich przepływów,
- zarządzaniem finansami przedsiębiorstw z zakresu ochrony środowiska oraz uzyskiwaniem redukcji kosztów poprzez: lepszy pomiar kosztów środowiskowych oraz ich podział pomiędzy produkty, procesy lub dzia-

- łania, optymalizację zużycia zasobów naturalnych, zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do środowiska i rozwój produktów oraz procesów przyjaznych dla środowiska,
- planowaniem i kontrolą wykorzystania zasobów oraz obciążeń dla środowiska,
 - projektowaniem inwestycji proekologicznych oraz badaniem cyklu życia produktu,
 - badaniem kosztów cyklu życia produktów wraz z identyfikacją skutków środowiskowych wywołanych przez produkcję,
 - formułowaniem celów ekologicznych oraz ich włączeniem do strategii przedsiębiorstwa,
 - wyceną efektów zewnętrznych [Szadziwska 2006; Szczypa 2012].

W świetle wyżej wymienionych zadań środowiskowej rachunkowości zarządczej należy uznać, że jest to narzędzie wspierające budowanie przewagi konkurencyjnej przedsiębiorstwa poprzez minimalizację kosztów/zwiększanie zysków, a także dzięki zmniejszeniu jego negatywnego wpływu na środowisko.

1.3. Ograniczenia w zakresie generowania informacji środowiskowej

W literaturze przedmiotu podaje się, że środowiskowa rachunkowość zarządcza jest elementem systemu informacyjnego rachunkowości. Niemniej jednak tradycyjny rachunek kosztów przedsiębiorstwa nie zawsze spełnia funkcję źródła informacji środowiskowej. Mają na to wpływ sztywne ramy systematycznego rachunku kosztów, które nie sprzyjają uzyskaniu porządnego przekroju danych o kosztach środowiskowych. Nie bez znaczenia jest także brak odpowiedniej praktyki w zakresie ich pomiaru i grupowania. Kadra menedżerska cechuje się wciąż zbyt niską świadomością w zakresie identyfikacji i ewidencji kosztów środowiskowych i często pomija istotne elementy [Szczypa 2012].

Jednym z przejawów rozszerzania rachunkowości o aspekty środowiskowe jest przeprowadzanie kompleksowego bilansu przedsiębiorstw, procesów oraz produktów [Borys 2001]. Szczególnie istotna jest przy tym „orientacja produktowa”, gdyż oznacza ona ukierunkowanie na myślenie z punktu widzenia cyklu życia. Pomimo że środowiskowa rachunkowość zarządcza jest narzędziem wspierającym gromadzenie danych ilościowych, nie pozwala na dokonanie precyzyjnego pomiaru oddziaływań środowiskowych wyrobu. Wpływ na to mają przede wszystkim problematyczna kwantyfikacja wielu ubytków wartości środowiska oraz skomplikowane mechanizmy środowiskowe, będące poza rozpoznaniem przedsiębiorstw. Niedoskonałości te można wyeliminować poprzez stosowanie bardziej zaawansowanych podejść do

oceny oddziaływań środowiskowych. Do jednych z nich należy środowiskowa ocena cyklu życia. Uwzględnianie w analizach środowiskowych aspektów pochodzących ze systemów rachunkowości przedsiębiorstw polega między innymi na integracji LCA z rachunkiem kosztów cyklu życia (LCC). Technika LCA umożliwia swoistą wycenę interwencji środowiskowych (ilościowych przepływów materiałowo-energetycznych), włączenie do struktury takiego badania aspektów o charakterze kosztowym (przepływów materiałowo-energetycznych wyrażonych w jednostkach monetarnych); stanowi wartościowe poszerzenie rachunkowości zarządczej, przy czym zakres takiej analizy zależy od intencji badania, dostępności danych itp. Kwestie te są przedmiotem rozważań podejmowanych w dalszej części artykułu.

2. Ocena możliwości integracji środowiskowych oraz ekonomicznych aspektów cyklu życia w świetle przeglądu stanu wiedzy teoretycznej

Doświadczenia polskich oraz zagranicznych firm wskazują na to, że aspekty środowiskowe są istotnym elementem strategii działalności przedsiębiorstwa. W związku z powyższym pojawiają się głosy świadczące o potrzebie uzupełnienia rachunkowości o badanie efektywności wyrobu. Wytyczne Unii Europejskiej w sprawie ekoprojektowania [Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE 2009] wskazują na zasadność integracji technik cyklu życia, ustalając w ten sposób jeden z priorytetów Wspólnoty, którym jest zwiększenie efektywności ekologicznej wyrobu, bez generowania przy tym nadmiernych kosztów.

W literaturze przedmiotu występuje wiele podejść do kwestii integracji technik cyklu życia LCA oraz LCC. Zgodnie z terminologią, LCA jest „techniką oceny aspektów środowiskowych oraz potencjalnych wpływów na środowisko w całym okresie życia wyrobu” [PKN 2009], LCC z kolei definiowany jest w różny sposób, w zależności od kontekstu analizy¹. Najogólniej stwierdza się, że szacowanie kosztu cyklu życia jest „proces analizy ekonomicznej mającej na celu ocenę kosztu ponoszonego w całym cyklu życia wyrobu lub w części tego cyklu” [PKN 2006].

Dokonując przeglądu literatury dotyczącej problematyki integracji aspektów środowiskowych oraz ekonomicznych, wyróżniono kilka podejść,

¹ Wykładnie pojęć związanych z LCC wraz ze stosowanymi synonimami zaprezentowano między innymi w pracy P. Gluch i H. Baumanna [2004, s. 573].

różniących się celowością oraz zakresem: od kontekstu typowo inwestycyjnego, poprzez wykorzystywanie LCA jako narzędzia identyfikacji i szacowania kosztów środowiskowych lub ważenia szkód oddziaływań na środowisko (integracja następcza), aż do oceny ekoefektywności wyrobu z zastosowaniem różnych modeli szacowania kosztów (integracja paralelna).

2.1. Integracja technik cyklu życia LCA oraz LCC w ocenie przedsięwzięcia inwestycyjnego

Przedsięwzięcie inwestycyjne ocenia się przez pryzmat korzyści, które generuje. Korzyści te stanowią różnice między osiągniętymi efektami a poniesionymi nakładami i kosztami [Rogowski 2008]. W odróżnieniu od tradycyjnego rachunku kosztów, rachunek kosztu cyklu życia nie ogranicza się do kosztów bezpośrednio związanych z fazą produkcyjną, a rozpatruje je w szerszym wymiarze. Znanych jest wiele przykładów szacowania kosztów cyklu życia w kontekście inwestycji odtworzeniowych lub modernizacyjnych, rzadziej rozwojowych, które w dużej mierze decydują o innowacyjności przedsiębiorstwa.

Przykładem zastosowania LCC w kontekście inwestycji polegających na zastąpieniu zużytych lub przestarzałych urządzeń, przy zachowaniu zasady minimalizacji kosztu, mogą być prace prowadzone przez Europump oraz Hydraulic Institute. Bazując na zaproponowanym przez nich modelu, przyjmuje się, że wyznaczenie kosztów cyklu życia produktu polega na zsumowaniu zdyskontowanych kosztów początkowych inwestycji, kosztów montażu i rozruchu produktu, energii, eksploatacji, obsługi i napraw, strat produkcyjnych spowodowanych przestojami, kosztów poniesionych na ochronę środowiska oraz kosztów jego demontażu i utylizacji [Europump and Hydraulic Institute 2001]. Jednakże w tak zorientowanej analizie, pomimo uwypuklenia kategorii kosztów środowiska, komponent ten jest ujęty w zbyt wąskim znaczeniu, zwłaszcza na potrzeby zrównoważonego przedsiębiorstwa.

Zrównoważone przedsiębiorstwo potrzebuje podejścia pozwalającego na wyznaczenie ekoefektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. W tym celu opracowano model LCNPV (wartość zaktualizowana netto w cyklu życia). Jest to analiza efektywności inwestycji bazująca na zdyskontowanych przepływach pieniężnych oraz uwzględniająca kwestie środowiskowe [Kulczycka 2011]. W literaturze przedmiotu rekomenduje się, aby aspekty środowiskowe oceniane były przy zastosowaniu LCA. Takie podejście gwarantuje skuteczne zarządzanie kosztami rozważanych projektów inwestycyjnych oraz zmniejszenie ich oddziaływań na środowisko. Włączenie wyników LCA w proces

oceny efektywności inwestycji, choć nie odbywa się bez uproszczeń (np. z pominięciem fizycznego zużycia kapitału trwałego oraz ujmowaniem wartości rezydualnej obiektów inwestycyjnych w momencie zakończenia przedsięwzięcia), stanowi wartościowe uzupełnienie tradycyjnych kalkulacji o kontekst środowiskowy.

2.2. Ocena cyklu życia jako narzędzie szacowania środowiskowych kosztów cyklu życia

W normie dotyczącej środowiskowej oceny cyklu życia zaznacza się, że technika LCA „nie jest adekwatna do szacowania aspektów ekonomicznych, jednak podejście oparte na cyklu życia reprezentowane w metodyce LCA może znaleźć zastosowanie także podczas oceny tychże tych aspektów” [PKN 2009]. Pewne elementy metodyki LCA, zwłaszcza w zakresie drugiego etapu badania, czyli inwentaryzacji danych (podział na procesy jednostkowe, analiza wejść i wyjść, alokacja danych), mogą być wykorzystywane w księgowaniu ekologicznym na potrzeby środowiskowej rachunkowości zarządczej. W związku z tym jednym z pierwotnych podejść integracji LCA oraz LCC jest włączenie danych modelu inwentarzowego do procesu analizy ekonomicznej. W takim ujęciu LCA stanowi narzędzie identyfikacji kosztów środowiskowych w ramach środowiskowej rachunkowości, w tym kosztów ukrytych (*hidden cost*) lub „mniej namacalnych” (*less tangible cost*) i umożliwia włączenie tych kategorii do tradycyjnego systemu rachunku kosztów [Shapiro 2001]. Takie podejście służy przedsiębiorstwom między innymi do rangowania alternatyw inwestycyjnych związanych z wdrażaniem proekologicznych technologii oraz innowacyjnych produktów i choć wartościowe, to także nie gwarantuje pomiaru oddziaływań środowiskowych.

Nie tylko wyniki modelowania inwentarzowego, ale także (a może przede wszystkim) wyniki modelowania środowiskowego, stanowiącego trzecią fazę badania LCA, mogą stanowić informację wykorzystywaną przez przedsiębiorstwa w analizach ekonomicznych. Taki sposób integrowania technik cyklu życia zaproponowali naukowcy Chalmers University of Technology, którzy rekomendują stosowanie LCA jako narzędzia szacowania ryzyka środowiskowego rozważanych projektów oraz pomiaru na tej podstawie kosztów monitorowania oraz prewencji, a także wysokości ubezpieczenia [Steen 2005].

W pracach zagranicznych naukowców proponuje się także integrację technik cyklu życia poprzez ich następcze stosowanie. Podejście to polega na ważeniu oddziaływań środowiskowych dla wytyczonych w LCA granic systemu i przyjętej jednostki funkcjonalnej oraz wyrażeniu ich w jednostkach

monetarnych za pomocą metody gotowości do zapłaty (*willingness to pay* EPS 2000) lub krańcowej szkody (*marginal damage function* Econ 95) [Reich 2005]. Pełen obraz konsekwencji otrzymuje się dzięki korelacji wskaźnika kosztów konwencjonalnych, który odzwierciedla koszty pieniężne przypisane jednostce funkcjonalnej, oraz zinternalizowanych kosztów środowiskowych, przy dbałości o to, by koszty zinternalizowane naliczane były tylko raz. Próby przeliczania oddziaływań środowiskowych z jednostek fizycznych na monetarne często są podejmowane przez naukowców, w efekcie czego powstają różne modele szacowania kosztów zewnętrznych [Kara, Manmek i Kaebnick 2007; Martinez i in. 2011, Bernier, Maréchal, i Samson 2013]. Możliwości jednak ich stosowania w polskiej praktyce gospodarczej są ograniczone ze względu na brak obiektywnych parametrów monetarnych. Nie ma wątpliwości, że efekty zewnętrzne są istotną kategorią i powinny być ujmowane w procesach decyzyjnych przedsiębiorstw, zwłaszcza aspirujących do miana zrównoważonych. Kwestią do rozważenia jest zatem to, jaką procedurę obrać w tym zakresie.

2.3. Integracja LCA oraz LCC w kontekście badania efektywności wyrobu

Kolejna koncepcja integracji LCA oraz LCC bazuje na idei efektywności wyrobu. Efektywność jest mierzona przez pryzmat fizycznego cyklu życia – od zaprojektowania wyrobu, poprzez jego produkcję, użytkowanie, aż do końcowego zagospodarowania, przy czym, z punktu widzenia środowiskowego, każdy z tych etapów jest rozpatrywany od „kołyski do grobu”, czyli od pozyskania surowca do zagospodarowania powstających zanieczyszczeń.

Jednym z przykładów mierzenia efektywności wyrobu jest włączenie ekokosztów do kalkulacji kosztów cyklu życia za pomocą modelu LCECA – *Life Cycle Environmental Costs Analysis* [Senthil i in. 2003]. Procedura integracji polega na przeprowadzeniu uproszczonego badania LCA w celu wyznaczenia kluczowych oddziaływań środowiskowych oraz identyfikacji ekokosztów, do których należą: koszty kontroli emisji i odpadów, koszty oczyszczania, koszty końcowego zagospodarowania, koszty wprowadzenia systemów zarządzania środowiskowego, podatki ekologiczne, koszty rewitalizacji, koszty energii oraz oszczędności wynikających z recyklingu oraz ponownego użycia. Celem takiego podejścia jest ustalenie zależności pomiędzy wysokością ekokosztów oraz całkowitych kosztów cyklu życia. Wyniki badań LCA mogą być też interpretowane z punktu widzenia wrażliwości oddziaływań środowiskowych na wysokość ponoszonych ekokosztów. W jeszcze innej koncepcji integracji technik cyklu życia, oprócz wymiaru środowiskowego oraz kosztowego, wpro-

wadzano dodatkowo ważenie tych aspektów dokonywane przez konsumentów i wyrażane przez ich gotowość do zapłaty [Bovea i Vidal 2004]. Takie podejście nie jest jednak do końca zgodne z ideą zrównoważonego rozwoju, która zakłada, że komponenty zrównoważonego rozwoju powinny być równoważne, a w związku z tym, nie powinny podlegać rangowaniu. Co więcej, metody wyrażania preferencji konsumentów (np. *contingent valuation*) bazują na badaniach ankietowych, których przeprowadzanie może być czynnikiem kosztotwórczym, zwłaszcza dla małych i średnich przedsiębiorstw.

Zrównoważona ocena cyklu życia

Kolejnym krokiem w integracji aspektów środowiskowych oraz ekonomicznych cyklu życia wyrobu było opracowanie koncepcji zrównoważonej oceny cyklu życia (LSCA) [Kloepffer 2008]. W tym podejściu za komponent ekonomiczny odpowiada środowiskowy rachunek cyklu życia (e-LCC lub *LCA-based LCC*), a jego korelacja z LCA następuje w sposób paralelny. Nazwa „środowiskowy” nie ma jednak sugerować, że służy on wyznaczaniu prywatnych lub zewnętrznych kosztów środowiskowych; e-LCC bazuje na ogólnej strukturze proponowanej w ramach grupy norm ISO 14040x oraz jest metodycznym odpowiednikiem LCA, stąd zbieżność nazewnictwa [Hejungs, Settanni i Guinée 2013]. Dla zachowania spójności tak zintegrowanej analizy, koszty cyklu życia powinny być dostosowane do założonego w LCA celu i zakresu, a badanie powinno się odbywać w spójnych granicach systemu i w przeliczeniu na identyczną jednostkę funkcjonalną [Kloepffer 2008]. W świetle definicji e-LCC polega na wyznaczeniu „wszystkich kosztów związanych z cyklem życia wyrobu, które bezpośrednio ponoszone są przez jednego lub wielu uczestników tego cyklu” [Swarr i in. 2011]. Wskaźnik ten w połączeniu ze wskaźnikiem LCA może stanowić dla przedsiębiorstw miernik efektywności wyrobu.

O ile przeprowadzanie badania LCA, ze względu na znormalizowaną metodykę, nie stanowi pola do większych dyskusji, o tyle w aspekcie szacowania kosztów cyklu życia pozostawiono przedsiębiorcom pewną dowolność. Otóż koszty cyklu życia wyrobu można wyznaczyć, bazując na trzech kategoriach, a mianowicie na kosztach jego nabycia, posiadania oraz likwidacji [PKN 2006]. Integracja technik cyklu życia opierająca się na wyżej wspomnianym modelu wraz z proponowanymi formułami matematycznymi została przedstawiona w raportach z prac grup roboczych SETAC [Swarr i in. 2011; Hejungs, Settanni i Guinée 2013]. Takie podejście jest przydatne, o ile celem zintegrowanej analizy LCA/LCC jest wybór kierunku rozwoju jakości ekologicznej istniejącego wyrobu. Wówczas wykonawca badania może się posłużyć kalkulacjami

dokonywanymi na cele wyceny produktu w ramach sprawozdawczości finansowej. Interpretacja wyników może natomiast pozwolić na sformułowanie argumentów sprzedażowych oraz przesłanek decyzyjnych dla potencjalnego nabywcy.

Alternatywnym sposobem integracji technik cyklu życia proponowanym w literaturze jest wyznaczenie kosztów cyklu życia z wykorzystaniem modelu inwentarzowego w ramach LCA [Deng Wu i Shao 2013]. Rachunek LCC polega wówczas na przypisaniu kosztów zidentyfikowanym przepływowi materiałowym i energetycznym w obrębie danego systemu wyrobu, zgodnie z ideą kalkulacji fazowej. Takie podejście może być rekomendowane wówczas, gdy przedsiębiorstwo planuje wprowadzić do swojego portfela nowy wyrób i zastanawia się, która z ich wersji korzystniej realizuje swoje funkcje ze środowiskowego punktu widzenia. System kalkulacji w firmie nie dostarcza wykonawcy badania pełnych informacji kosztowych, ale proponowany model, oparty na przepływach zidentyfikowanych w ramach LCA, pomimo pominięcia kosztów bez środowiskowych atrybutów (np. robocizny, amortyzacji) może stanowić wsparcie dla wstępnej kalkulacji. Zaletą tego podejścia jest możliwość przeprowadzenia diagnozy środowiskowej oraz kosztowej każdego procesu jednostkowego, w przeciwieństwie do wcześniej opisywanej procedury, w której analiza jest dokonywana na poziomie wskaźników skumulowanych, jedynie z podziałem na etapy cyklu życia. Wyniki tego typu integracji dostarczają cennych informacji z punktu widzenia projektanta i mogą służyć jako przesłanka optymalizacyjna.

3. Szanse i wyzwania integracji technik cyklu życia

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury można uznać, że integracja technik cyklu życia LCA oraz LCC może być narzędziem środowiskowej rachunkowości zarządczej umożliwiającym realizowanie zadań postawionych zrównoważonym przedsiębiorcom, przede wszystkim w kontekście:

- wyceny kosztów środowiskowych oraz ich alokacji pomiędzy procesy i produkty,
- projektowania inwestycji proekologicznych oraz określania ich efektywności,
- wyznaczania kosztów cyklu życia produktów wraz z dokonywaniem pomiaru ich wpływu na środowisko, przy uwzględnieniu akceptowanych naukowo modeli charakteryzowania,
- szacowania efektów zewnętrznych.

Funkcjonowanie kategorii kosztów zewnętrznych w podejściach integracyjnych wymaga pewnej dyskusji. W potocznym rozumieniu koszty zewnętrzne ponosi ten, kto ich nie spowodował, czyli – w przypadku zanieczyszczeń środowiskowych – społeczeństwo, dlatego też często koszty zewnętrzne nazywane są kosztami społecznymi [Famielec i Stępień 2005]. Wśród ekonomistów panuje zgoda co do tego, że koszty zewnętrzne powinny być internalizowane za pomocą odpowiednich instrumentów prawnych oraz ekonomicznych. Istnieją pewne rozwiązania podatkowe, jak chociażby opłaty produktowe czy też opłaty za gospodarcze korzystanie ze środowiska, za pomocą których następuje internalizacja kosztów zewnętrznych, jednak duża część tych kosztów, ze względu na kontrowersyjność wyceny szkód środowiskowych, nadal nie jest objęta mechanizmem rynkowym. Co więcej, brakuje standardów w zakresie zasad pomiaru oraz ewidencji kosztów zewnętrznych. Nie ma jednak wątpliwości, że w zrównoważonym przedsiębiorstwie kategoria ta musi być brana pod uwagę.

Pierwotnie szansa na uwzględnienie kosztów zewnętrznych upatrywano w monetarnym wazeniu szkód środowiskowych. Podejście to jednak nie jest wolne od krytyki [Horn 2014]. Obecnie, w celu włączenia efektów zewnętrznych do procesów decyzyjnych przedsiębiorstwa, rekomenduje się stosowanie paralelnej integracji technik cyklu życia. Szacowanie kosztów zewnętrznych odbywa się wówczas w ramach metodyki LCA i wyraża w jednostkach fizycznych. W zakresie rachunku kosztów LCC ujmuje się jedynie koszty prywatne, unikając w ten sposób podwójnego naliczania efektów zewnętrznych [Swarr i in. 2011].

Niektórzy naukowcy podają w wątpliwość przydatność LCC w kontekście zrównoważonego rozwoju [Jørgensen, Hermann i Mortensen 2010]. Jednym z zarzutów jest, że koszty to ważny, lecz nie jedyny wymiar ekonomiczny, który powinien być rozpatrywany w ramach zrównoważonego rozwoju [Heijungs, Settanni i Guinée 2013; Zamagni, Pesonen i Swarr 2013]. Autorzy e-LCC bronią jednak idei szacowania kosztów cyklu życia, wskazując na to, że jest to ujęcie mikroekonomiczne, a nie makroekonomiczne, wspierające przedsiębiorców w dwuwymiarowej optymalizacji wyrobów [Kloepffer i Cirtoh 2011]. Co więcej, wskazuje się na rozbieżności pomiędzy koncepcją LCC (dążenie do minimalizacji kosztów) a zrównoważonym rozwojem (dążenie do maksymalizacji wartości dodanej) [Wood i Herwich 2012]. Dlatego też niektórzy specjaliści proponują, aby w ramach zrównoważonej oceny cyklu życia stosować ekonomiczny model macierzy wejść i wyjść EIO-LCA (*Economic Input Output* – LCA). Model ma hybrydową postać, w której występują dane zagregowane [Kowalski, Kulczycka i Góralczyk 2007]. W przypadku jednak polskich warunków podejście to wymaga jeszcze dopracowania, zwłaszcza w zakresie konstruowania krajowych tabel NAMEA.

Podsumowanie

W literaturze przedmiotu funkcjonuje wiele różniących się od siebie koncepcji integracji technik cyklu życia LCA oraz LCC. Podejścia te wykazują odmienną użyteczność, która zależy od celu analizy oraz kontekstu decyzyjnego, niemniej jednak ich przydatność w praktyce gospodarczej wydaje się bezdyskusyjna. Zrównoważone przedsiębiorstwa powinny być szczególnie zainteresowane badaniem efektywności zarówno realizowanych projektów inwestycyjnych, jak i oferowanych wyrobów i na tym polu proponuje się im wiele wartościowych rozwiązań.

Jednym z tych rozwiązań jest zrównoważona ocena cyklu życia. Jest ona najnowszym podejściem do integracji technik cyklu życia i obecnie szeroko dyskutowanym na arenie międzynarodowej. Pojawia się coraz więcej praktycznych wskazówek oraz zaleceń dotyczących procedury LCA/LCC, które mogą wesprzeć przedsiębiorców w dwuwymiarowej optymalizacji wyrobów. Kwestią wartą rozważenia jest jednak wybór odpowiedniego modelu kosztów cyklu życia, który może bazować na zagregowanych kategoriach nabycia, posiadania oraz likwidacji lub na przepływach ilościowych, identyfikowanych w ramach systemu wyrobu.

Istnieje pewna obawa, że polskie przedsiębiorstwa (zwłaszcza MŚP) nie są jeszcze gotowe na przyjęcie perspektywy cyklu życia i oczekują prostszego metodycznie narzędzia, które jednak także pozwoliłoby im na realizację zasad zrównoważonego rozwoju. Wydaje się, że ciekawym kierunkiem ułatwiającym wdrażanie technik cyklu życia w polskich przedsiębiorstwach jest ograniczenie zakresu badania do potencjalnie znaczących kwestii. Odpowiednim czynnikiem determinującym uproszczenia modelu inwentarzowego wydaje się tzw. osobowość środowiskowa wyrobu, która znajduje swoje odbicie w klasyfikacjach ekoprojektowych.

Należy wyraźnie zaznaczyć, że koncepcje integracji technik cyklu życia nie negują zasadności tradycyjnych kalkulacji opłacalności. Warto jednak wskazywać przedsiębiorstwom na zintegrowane narzędzia oceny, po które mogłyby sięgać, chcąc uzupełnić typowe rachunki efektywności i sformułować na tej podstawie dodatkowe argumenty rozwoju lub projektowania wyrobu.

Bibliografia

- Bernier, E., Maréchal, F., Samson, R., 2013, *Life Cycle Optimization of Energy-Intensive Processes Using Eco-costs*, The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 18, no. 9, s. 1747–1761.
- Borys, G. 2001, *Tradycyjna rachunkowość przedsiębiorstwa a rachunkowość ekologiczna*, w: Micherda, B. (red.), *Ewolucja polskiej rachunkowości na tle rozwiązań światowych*, Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Katedr Rachunkowości, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków.
- Bovea, M.D., Vidal, R., 2004, *Increasing Product Value by Integrating Environmental Impact, Costs and Customer Valuation*, Resources, Conservation and Recycling, vol. 41, no. 2, s. 133–145.
- Deng, Ch., Wu, J., Shao, X., 2013, *Research on Eco-balance with LCA and LCC for Mechanical Product Design*, International Journal Advanced Manufacturing Technology, March, DOI: 10.1007/s00170-013-4887-z.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią, Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 285 31.10.2009.
- Elkington, J., 2004, *Enter the Triple Bottom Line*, w: Henriques, A., Richardson, J. (eds.), *The Triple Bottom Line, Does It All Add Up? Assessing the Sustainability of Business and CRS*, Routledge London.
- European Council 2001, *The European Sustainable Development Strategy*, Göteborg, Sweden (renewed in June 2006 for the enlarged EU 10917/06); <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL> [dostęp: 8.05.2014].
- Europump and Hydraulic Institute, 2001, *Pump Life Cycle Cost: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems. Executive Summary*, Brussels.
- Famielec, J., Stępień, M., 2005, *Informacja ekologiczna w ujęciu finansowym*; Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, Kraków.
- Gabrusewicz, T., 2012, *Accounting in Sustainable Development – Finding a Common Concept for Value Measurement*, Proceedings of the International Scientific Conference on MMK 2012, International Masaryk Conference for Ph.D. Students and Young Researchers, vol. III, December 10–14, 2012, Hradec Králové, s. 1813–1823.
- Gabrusewicz, T., 2013, *Sustainability Accounting Definition and Trends*, w: Borys, G., Solarz, M. (eds.), *Finance and Accountancy for Sustainable Development. Sustainable Finance*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 302, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław.
- Gluch, P., Baumanna H., 2004, *The Life Cycle Costing (LCC) Approach: A Conceptual Discussion of Its Usefulness for Environmental Decision Making*, Building and Environment, vol. 39, s. 571–580.
- Heijungs, R., Settanni, E., Guinée, J., 2013, *Toward a Computational Structure for Life Cycle Sustainability Analysis: Unifying LCA and LCC*, The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 18, no. 9, s. 1722–1733.

- Horn, S., 2014, *Sustainability Strategies for Business. An Integrated Approach with a Life Cycle Perspective*, praca doktorska, University of Jyväskylä.
- Jensen, A., Remmen A. (eds.), 2004, *Background Report for a UNEP Guide to Life Cycle Management – A Bridge to Sustainable Products*, <http://www.lifecycleinitiative.org> [dostęp: 3.05.2014].
- Jørgensen, A., Hermann, I.T., Mortensen, J.B., 2010, *Is LCC Relevant in a Sustainability Assessment?* The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 19, no. 6, s. 531–532.
- International Federation of Accountants, 2004, *International Guidelines on Environmental Management Accounting (EMA)*, <http://www.institutopharos.org> [dostęp: 3.05.2014].
- Kara, S., Manmek, S., Kaebernick, H., 2007, *An Integrated Methodology to Estimate the External Environmental Costs of Products*, Manufacturing Technology, vol. 56, no. 1, s. 9–11.
- Kloepffer, W., 2008, *Life Cycle Sustainability Assessment of Products*, The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 13, no. 2.
- Kloepffer, W., Cirtoh, A., 2011, *Is LCC Relevant in a Sustainability Assessment?*, The International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 16, no. 2, s. 99–101.
- Kobalski, P., 2010, *Aspekt ekologiczny*, w: Sobańska, I. (red.), *Rachunkowość zarządcza. Podejście operacyjne i strategiczne*, C.H. Beck, Warszawa.
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Góralczyk, M., 2007, *Ekologiczna oceny cyklu życia procesów wytwórczych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kruk, H., 2010, *Zrównoważone przedsiębiorstwo – ujęcie teoretyczne*, Zarządzanie i Marketing, z. 17 (3/10), Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, nr 272.
- Kulczycka, J., 2011, *Ekofektywność projektów inwestycyjnych z wykorzystaniem koncepcji cyklu życia produktu*, Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.
- Martinez, S., Hassanzadeh, M., Bouzidi, Y., Antheaume, N., 2011, *Life Cycle Costing Assessment with both Internal and External Costs Estimation*, w: Hesselbach, J., Herrmann, C. (eds.), *Glocalized Solutions for Sustainability in Manufacturing*, 18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Technische Universität Braunschweig, Germany.
- Norwegian Minister of the Environment, 1994, The Soria Moria Symposium “Sustainable Consumption and Production”, Oslo, Norway, <http://www.iisd.ca> [dostęp: 8.05.2014].
- PKN, 2006, PN-EN 60300-3-3, Zarządzanie niezawodnością. Przewodnik zastosowań. Szacowanie kosztu cyklu życia, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- PKN, 2009, PN-EN ISO 14040, Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa.
- Raftowicz-Filipkiewicz, M., 2013, *Konkurencyjność przedsiębiorstw ukierunkowanych na zrównoważony rozwój w warunkach kryzysu gospodarczego*, *Ekonomia — Wrocław Economic Review*, vol. 19, no. 1, Acta Universitatis Wratislaviensis no. 3534.
- Reich, M.C., 2005, *Economic Assessment of Municipal Waste Management Systems-case Studies Using a Combination of Life Cycle Assessment (LCA) and Life Cycle Costing (LCC)*, *Journal of Clean Production*, vol. 13, s. 53–263.

- Rogowski, W., 2008, *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków.
- Senthil, K.D., Ong, S.K., Nee, A.Y.C., Tan, R.B.H., 2003, *A Proposed Tool to Integrate Environmental and Economical Assessments of Products*, Environmental Impact Assessment Review, vol. 23, s. 51–72.
- Shapiro, K.G., 2001, *Incorporating Costs in LCA*, International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 6, no. 2, s. 121–123.
- Steen, B., 2005, *Environmental Cost and Benefits in Life Cycle Costing*, International Journal Management of Environment, vol. 16, no. 2, s. 107–117.
- Swarr, T.E., Hunkeler, D., Klopffer, W., Pesonen, H.L., Citroth, A., Brent, A.C., Pagan, R., 2011, *Environmental Life Cycle Costing: A Code of Practice*, SETAC, New York.
- Szadziewska, A., 2006, Środowiskowa rachunkowość zarządcza jako źródło danych na potrzeby zarządzania przedsiębiorstwem, w: Nowicka-Skowron, M. (red.), *Koszty w zarządzaniu przedsiębiorstwem. Standardy Międzynarodowe*, Wydawnictwo AGH, Kraków.
- Szczypa, P., 2012, *Narzędzia rachunkowości wspomagające działalność proekologiczną przedsiębiorstw w Polsce*, CeDeWu, Warszawa.
- United Nations, 2002, *World Summit on Sustainable Development*, 26 August – 4 September, Johannesburg, South Africa, http://www.un.org/jsummit/html/documents/summit_docs [dostęp: 8.05.2014].
- Wood, R., Herwich, E.G., 2012, *Economic Modelling and Indicators in Life Cycle Sustainability Assessment*, International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 18, no. 9, s. 1710–1721.
- Zamagni, A., Pesonen, H.L., Swarr, T.E., 2013, *From LCA to Life Cycle Sustainability Assessment: Concept, Practice and Future Directions*, International Journal of Life Cycle Assessment, vol. 18, no. 9, s. 1637–1641.

