

Krzysztof KOPER

Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu

PREZENTACJA WIELOASPEKTOWEJ OCENY CYKLU ŻYCIA OBIEKTU TECHNICZNEGO Z UWZGLĘDNIENIEM WSPÓLZALEŻNOŚCI POMIĘDZY ASPEKTAMI

Słowa kluczowe

LCM, obiekt techniczny, rozwój produktu, ocena oddziaływań, współzależność aspektów.

Streszczenie

Zarządzanie cyklem życia integruje kategorie oddziaływań środowiskowych, ekonomicznych i społecznych, występujące na różnych etapach cyklu życia obiektów technicznych, umożliwiając określenie dominujących wpływów. Jest to możliwe do ukazania w formie tabelarycznej, uwzględniającej współprzenikanie się kategorii oddziaływań z poszczególnymi fazami cyklu życia. Decyzje dotyczące zmniejszania wielkości oddziaływań są podejmowane na podstawie wyników pochodzących z przeprowadzonych analiz ilościowych, takich jak LCA (*Life Cycle Assessment* – środowiskowa ocena cyklu życia), LCC (*Life Cycle Costing* – ocena kosztów cyklu życia) lub S-LCA (*Social Life Cycle Assessment* – społeczna ocena cyklu życia). W niniejszym artykule przedstawiono nowe podejście do ewaluacji rezultatów wieloaspektowej oceny cyklu życia obiektów technicznych. Zasygnalizowano również, dlaczego nie jest możliwa jednoczesna redukcja wszystkich kategorii negatywnych oddziaływań.

Zostało to ukazane w postaci przykładów pozytywnych i negatywnych współzależności pomiędzy aspektami.

Wprowadzenie

Idea zarządzania cyklem życia (LCM – *Life Cycle Management*) jest wyrazem realizacji zasad zrównoważonego rozwoju na poziomie obiektów. Cykl życia należy rozumieć jako okres istnienia obiektu (wyrobu, maszyny, urzędnika itp.) od fazy koncepcji i projektu, poprzez wytwarzanie, dystrybucję, eksploatację (w tym użytkowanie) do likwidacji. Zarządzanie cyklem życia ma na celu sprawne i skuteczne planowanie, organizowanie, kierowanie i nadzór nad realizacją owego przeznaczenia w sposób sprawny (bez zbędnego marnotrawstwa) i skuteczny (zakończony uzyskaniem spodziewanych efektów). Wymiary, które bierze się pod uwagę przy zarządzaniu według filozofii LCM zaproponowanej przez inicjatywę UNEP/SETAC to: wymiar środowiskowy, ekonomiczno-gospodarczy i społeczno-kulturowy. Cyklem życia należy więc zarządzać w ten sposób, aby uzyskać wymierne efekty w postaci zmniejszenia niekorzystnych oddziaływań spowodowanych istnieniem obiektu w tych trzech obszarach rzeczywistości.

Zarządzanie cyklem życia to proces ciągły, zakładający stałą poprawę w sferze zmniejszania oddziaływań, aż do uzyskania teoretycznego stanu, w którym negatywne oddziaływania nie występują bądź też są zdominowane przez wpływy pozytywne. W sensie granic systemu zarządzania cyklem życia realizowane jest to na poziomie jednostki organizacyjnej, organizacji, jej bliższego (dostawcy, odbiorcy) i dalszego (instytucje prawodawcze i kontrolne, organizacje pozarządowe itp.) otoczenia, z użyciem różnorodnych narzędzi.

1. Model oceny cyklu życia

Trzy podstawowe kategorie oddziaływań (środowiskowe, ekonomiczne i społeczne) przejawiają się w mniejszym lub większym stopniu na każdym etapie cyklu życia obiektu technicznego. Dlatego też możliwe jest ukazanie tego zjawiska w formie tabelarycznej (matrycowej), ukazującej zestaw odzwierciedlających je podkategorii, przykładowo „oddziaływania środowiskowe powstające na etapie likwidacji obiektu” lub „oddziaływania społeczne związane z eksploatacją obiektu”. Ogólna postać takiej tabeli przedstawiona jest na rys. 1.

Jak można zauważyć, każda podkategoria może być traktowana i analizowana oddzielnie, w zależności od obejmującego ją fragmentu oceny oddziaływań środowiskowych, ekonomicznych i społecznych. W ujęciu horyzontalnym tabela wyraża wyniki kompletnych analiz LCA, LCC lub S-LCA, w specyficznych

Meotody analizy cyklu życia (LCA, LCC, S-LCA) →						Zmiana w stosunku do obiektu odniesienia	
← Poziom jakości, w postaci skwantyfikowanej lub opisu		Projektowanie	Wytwarzanie	Eksploatacja	Likwidacja		Wyniki
	Środowiskowe	ŚROD/PROJ	ŚROD/WYT W	ŚROD/EKSP	ŚROD/LIKW	<i>Punkty środowiskowe</i>	+/- %
	Ekonomiczne	EKON/PROJ	EKON/WYT W	EKON/EKSP	EKON/LIKW	<i>Jednostki pieniężne</i>	+/- %
	Spoleczne	SPOŁ/PROJ	SPOŁ/WYT W	SPOŁ/EKSP	SPOŁ/LIKW	<i>Punkty "spoleczne"</i>	+/- %
	Wyniki	<i>Poziom jakości</i>	<i>Poziom jakości</i>	<i>Poziom jakości</i>	<i>Poziom jakości</i>		
Zmiana w stosunku do obiektu odniesienia	+/- %	+/- %	+/- %	+/- %			

Rys. 1. Tabela służąca do prezentacji wyników kompleksowej oceny cyklu życia
Źródło: opracowanie własne

dla siebie jednostkach oceny (punkty, wartości pieniężne). Ze względu na brak uniwersalnej, nadrzędnej jednostki, nie można tego samego dokonać w ujęciu wertykalnym, dla poszczególnych faz cyklu życia. Zamiast tego można mówić o pewnym poziomie jakości obiektu (projektowej, eksploatacyjnej itd.), który można przedstawić w formie skwantyfikowanej (po ustaleniu jednostki zastępczej) lub opisowej.

Prezentując wyniki w postaci przedstawionych podkategorii, można podejmować decyzje dotyczące dalszego rozwoju obiektu, priorytetowo traktując te podkategorie, w których oddziaływania są największe. Podstawą do takich rozważań może być porównanie wybranych teoretycznych koncepcji obiektu do jego „wersji zerowej”, czyli tej, która podlegała pierwotnej ocenie oddziaływań.

Zastosowanie takiej formy prezentacji wyników oceny cyklu życia można poprzeć zbiorem argumentów:

- *łatwość użycia i przygotowania* – przedstawienie wyników w takiej formie pozwala na szybki wgląd w poziom oddziaływań w danej fazie cyklu życia bądź łączne oddziaływania danej kategorii w całym cyklu życia obiektu; przygotowanie polega na wpisaniu wyników analiz w odpowiednie pola i prostych obliczeniach arytmetycznych;
- *ukazywanie wyników w przystępnej postaci* – wyniki można w prosty sposób zaprezentować np. na wykresie kolumnowym, umożliwiając ukazanie wielkości oddziaływań na jednej ilustracji;

- *rozpoznanie dynamiki zmian* – poprzez wyliczenie stosunku obliczonych oddziaływań do oddziaływań generowanych w cyklu życia obiektu odniesienia, w prosty sposób ukazać można kierunek i zakres zmian, które nastąpiły (zmniejszenie lub zwiększenie poziomu oddziaływań);
- *identyfikacja przenoszenia negatywnych oddziaływań pomiędzy etapami cyklu życia* – np. kumulacja oddziaływań środowiskowych mających genezę na etapie projektowania na etap eksploatacji obiektu;
- *identyfikacja współzależności pomiędzy aspektami* – wpływ zmian poziomu danej kategorii oddziaływań na poziom pozostałych w danej fazie cyklu życia, odnoszony do obiektu odniesienia.

3. Współzależność kategorii oddziaływań

Z uwagi na licznosc czynników i uwarunkowań branych pod uwagę podczas planowania rozwoju produktu (obiektu technicznego), kluczową rolę odgrywa kompletność procesu gromadzenia danych pochodzących z kategorii, w których obiekt jest oceniany. W proponowanym modelu oceny, opartym na trzech grupach oddziaływań charakteryzujących obiekt w jego cyklu życia według idei LCM, stosowane metodologie oceny tych oddziaływań (LCA, LCC, S-LCA) zapewniają spójny i złożony zestaw danych, które można wykorzystać w późniejszych, komplementarnych analizach. Koncentrując się na pojedynczej kategorii oddziaływań, można podejmować decyzje dotyczące kierunków rozwoju produktu, które pozwolą zmniejszyć oddziaływania z danej kategorii w wybranych (lub wszystkich łącznie) fazach cyklu życia. Natomiast biorąc pod uwagę jednocześnie dwie lub więcej kategorie wpływów, takie założenia nie są trafne. Ilustrujące to zjawisko przykłady podane są w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Przykład pozytywnej współzależności oddziaływań

<i>Proponowana zmiana:</i> Przeprojektowanie produktu w kierunku zmiany składu materiałowego – tak, aby zawierał więcej surowców pochodzenia roślinnego niż tych opartych na paliwach kopalnych (frakcjach ropy naftowej)		
Oddziaływania środowiskowe	Oddziaływania ekonomiczne	Oddziaływania społeczne
<i>Zmniejszone:</i> surowce pochodzenia roślinnego są odnawialne, ponadto ich utylizacja jest mniej uciążliwa dla środowiska	<i>Zmniejszone:</i> koszty pozyskania i przetwarzania surowców roślinnych są niższe, łatwiejsza utylizacja to tańsza utylizacja	<i>Zmniejszone:</i> więcej ludzi znajduje zatrudnienie w rolnictwie (szczególnie w krajach rozwijających się), ponadto ograniczane są negatywne wpływy związane z działalnością przemysłu naftowego

Tabela 2. Przykład negatywnej współzależności oddziaływań

<i>Proponowana zmiana:</i> przerzucenie odpowiedzialności za obowiązkową utylizację urządzeń elektrycznych na kontraktora zlokalizowanego w kraju o bardzo liberalnych regulacjach środowiskowych		
Oddziaływania środowiskowe	Oddziaływania ekonomiczne	Oddziaływania społeczne
<i>Zwiększone:</i> Składowanie lub spalanie zamiast recyklingu – oznacza zwiększenie poziomu zanieczyszczeń powietrza i zwiększenie zapotrzebowania na surowce w przyszłości	<i>Zmniejszone:</i> z punktu widzenia wytwórcy, taka strategia obniża całkowite koszty cyklu życia produktu	<i>Zwiększone:</i> brak pracy dla ludzi trudniących się recyklingiem (demontażem sprzętu), globalny problem wynikający ze zwiększenia poziomu zanieczyszczeń, oskarżenia o nieetyczne zachowanie

W kontekście ciągłego rozwoju (doskonalenia w sensie zmniejszania negatywnych oddziaływań) obiektu po każdej dokonanej modyfikacji należy przeprowadzić powtórny ocenę celem określenia, czy osiągnięcie określonych rezultatów nie spowodowało niekorzystnych zmian w innych kategoriach oceny oddziaływań. Takie postępowanie odzwierciedla działanie według filozofii PDCA (zaplanuj – wykonaj – sprawdź – popraw), ciągłych zmian na lepsze w ujęciu cyklu życia obiektu. Niestety, skutki kolejnych zmian będą miały coraz mniejsze znaczenie dla zmniejszania poziomu oddziaływań, jeśli nie będą wspierane nowymi, innowacyjnymi rozwiązaniami w pewnych obszarach.

Wnioski

Współcześnie zarządzanie cyklem życia (LCM) obiektów technicznych, postulujące ograniczanie związanych z ich istnieniem negatywnych oddziaływań środowiskowych, ekonomicznych i społecznych idzie w parze ze zwiększającą się świadomością konsumentów i innych zainteresowanych stron. Jako że produkty powinny być rozwijane równomiernie w związku z realizacją idei zrównoważonego rozwoju w tych trzech kategoriach, należy mieć na uwadze trójaspektowe konsekwencje wszelkich działań rozwojowych. W obliczu braku innowacyjności takie działania mogą mieć tylko ograniczone pozytywne skutki.

Bibliografia

1. Labuschagne C., Brent A. C. 2005. Sustainable Project Life Cycle Management: the need to integrate life cycles in the manufacturing sector. *International Journal of Project Management* 23, pp. 159–168.
2. Downarowicz O., System eksploatacji: zarządzanie zasobami techniki, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Gdańsk – Radom 2002.

3. Legutko S., Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń, WSiP, Warszawa 2004.
4. Guidelines for Social Life Cycle Assessment of products, UNEP/SETAC 2009.
5. Life Cycle Management: How business uses it to decrease footprint, create opportunities and make value chains more sustainable, UNEP/SETAC 2009
6. Life Cycle Management: A Business Guide to Sustainability, UNEP/SETAC 2007.
7. Oziemski S., Efektywność eksploatacji maszyn. Podstawy techniczno-ekonomiczne, Wydawnictwo Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 1999.
8. Yamaguchi H. et al. (2007). Development of a Life Cycle Management Methodology using Life Cycle Cost Benefit Analysis for Electric and Electronic Products. Proceedings of LCM 2007, Zurich.

Recenzent:

Krzysztof SZEWCZAK

Presentation of complex life cycle assessment, including correlation between aspects in life cycle management of technical objects

Key words

LCM, evaluation, connection matrix, product development, technical object.

Summary

Life Cycle Management integrates categories of impact an object has on environmental, economical and social levels with phases of its life cycle in which certain categories of those impacts are dominant. This can be presented in a form of matrix of interlacing subcategories. After thorough analysis of an object through its life cycle, using complex tools like LCA (Life Cycle Assessment), LCC (Life Cycle Costing) and S-LCA (Social Life Cycle Assessment), decisions can be made concerning its development aimed at reducing impacts in these subcategories. The paper presents a new approach in measurement and evaluation of results in life cycle assessment of products. It also gives an insight for understanding why is it, or is not possible for an object to show improvements in all the categories and spheres simultaneously. Examples of positive and negative correlation are given to illustrate the problem of continuous development of a technical object in means of LCM philosophy.