



POLISH ACADEMY OF SCIENCES - COMMITTEE OF MATERIALS SCIENCE
SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY OF GLIWICE
INSTITUTE OF ENGINEERING MATERIALS AND BIOMATERIALS
ASSOCIATION OF ALUMNI OF SILESIA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Conference
Proceedings

12th INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
ACHIEVEMENTS IN MECHANICAL & MATERIALS ENGINEERING

Wybrane aspekty oceny cyklu życia technologii*

R. Nowosielski, K.J. Gołombek, A. Jaskuła

Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Politechnika Śląska
ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Poland

W pracy przedstawiono perspektywę stosowania analizy cyklu życia technologii. Współczesne spojrzenie na ochronę środowiska dotyczy zarządzania technicznym cyklem życia wyrobu, który obejmuje wszystkie fazy związane z powstawaniem produktu, jego eksploatacją oraz utylizacją. Znajomość cyklu życia technologii umożliwi zaprojektowanie optymalnej strategii technologicznej.

1. WPROWADZENIE

Spośród narzędzi ochrony środowiska wykorzystywanych w procesach projektowania inżynierskiego wymienić można m.in. ocenę cyklu życia produktu – LCA (life cycle assessment). Wprawdzie dla identyfikacji znaczących aspektów środowiskowych nie jest konieczne stosowanie szczegółowej oceny cyklu życia produktu to jednak identyfikacja znaczących aspektów środowiskowych wymaga uwzględnienia aspektów związanych z produktem. Najważniejsze zastosowanie LCA to wspomaganie projektowania wyrobów poprzez identyfikację możliwości ograniczenia oddziaływania produktu we wszystkich jego fazach życia na środowisko naturalne, wspomaganie procesu podejmowania decyzji w przemyśle, organizacjach rządowych i pozarządowych przez umożliwienie porównania oddziaływania na środowisko różnych produktów o podobnym zastosowaniu, dobór odpowiednich wskaźników opisujących cechy produktu, np. energochłonność materiałów o podobnym zastosowaniu oraz wspieranie podejmowania decyzji konsumenckich, np. przez nadawanie eko-etykiet i samodeklaracji [1].

2. CHARAKTERYSTYKA ANALIZY LCA

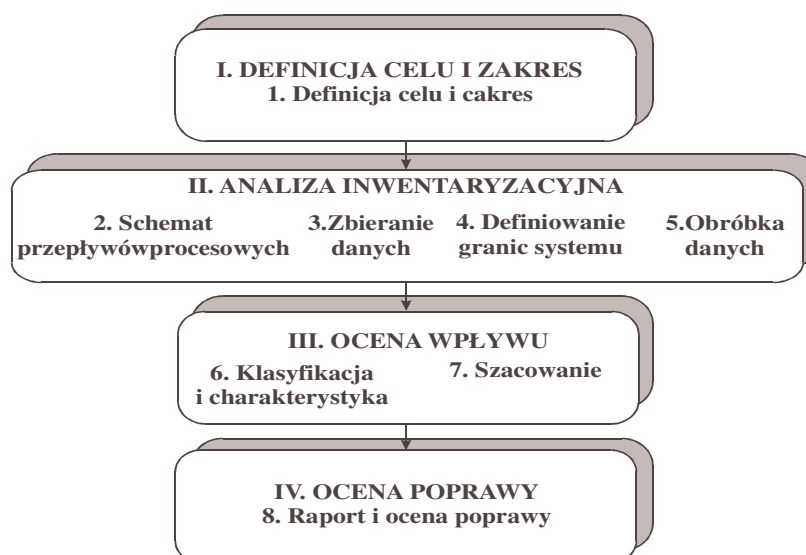
Analiza cyklu życia produktu jest jednym z narzędzi, dzięki któremu można udoskonalić system zarządzania środowiskiem. LCA umożliwia pełną analizę istnienia produktu od chwili pojawienia się zapotrzebowania na dany produkt, powstania koncepcji i projektu, po przygotowania technologiczne, proces wytwarzania, aż do użytkowania (konsumpcji) i ostatecznej utylizacji. We wszystkich tych etapach bada się potencjalne oddziaływanie konkretnego produktu na środowisko naturalne.

* Autorzy uczestniczą w realizacji projektu CEEPUS Nr PL-013/03-04 kierowanego przez Prof. L.A. Dobrzańskiego.

Celem analizy jest uzyskanie bardziej „czystego” produktu, uwzględniając minimalizację zagrożeń przy dokonaniu odpowiednich modyfikacji w kolejnych fazach jego życia. Ta złożona, czasochłonna i niestety droga analiza zazwyczaj sprawia wiele problemów podczas realizacji. Pomimo tego, iż istnieje kilka procedur, które mają w znaczny sposób ułatwić działania (wymienić tutaj można między innymi procedury: SETAC, EDIP, ISO, CML) związane z przeprowadzeniem oceny, to jednak rozbieżność wyników analizy i pobieżność zebranych danych wpływa na nieodpowiednią interpretację i niepełne wskazanie możliwości poprawy.

W danych procedurach można zauważyć pewne zmiany, co do ilości i złożoności poszczególnych etapów analizy. Niemniej jednak metodyki te składają się zazwyczaj z czterech zasadniczych etapów (rys. 1.):

- określenia celu oraz zakresu analizy (*Goal Definition and Scoping*),
- analizy inwentaryzacyjnej (*Inventory Analysis*),
- oceny wpływu na środowisko (*Impact Assessment*),
- interpretacji wyników oceny (*Interpretation*).



Rys. 1. Schemat procedury oceny cyklu życia produktu wg SETAC [2]

Zakres analizy należy określić tak, by zapewnić jak największą szczegółowość danych. W analizie inwentaryzacyjnej określone są ilościowo środowiskowe wejścia i wyjścia każdego z etapów cyklu życia. Finalnym efektem tej części oceny jest zebranie wszystkich danych związanych z oddziaływaniem danego produktu na środowisko (od chwili wydobycia surowców do fazy pokonsumpcyjnej, czyli całkowitej bezużyteczności produktu) oraz stworzenie drzewa procesowego, na podstawie którego tworzy się tablicę inwentaryzacyjną.

Zadaniem trzeciej fazy oceny cyklu życia jest określenie znaczenia i wielkości wpływów na środowisko danego systemu produktu (system produktu tworzą wszystkie etapy cyklu życia produktu wraz z towarzyszącymi im procesami jednostkowymi) przy wykorzystaniu wyników analizy zbioru cyklu życia. Kolejnym istotnym elementem etapu jest grupowanie oddziaływań środowiskowych do odpowiednich kategorii wpływów takich, jak globalne ocieplenie, zakwaszenie, eutrofizacja i powstawanie szeroko rozumianych odpadów.

W każdym z etapów wytwarzania produktu do poszczególnych procesów wchodzi surowce i materiały, zużywana jest energia, powstają odpady. Im bardziej złożony jest

produkt, z tym większej składa się liczby różnych materiałów, więc wzrasta liczba procesów i operacji, w trakcie których rośnie zanieczyszczenie środowiska. Analiza cyklu życia produktu również staje się skomplikowana i z konieczności zostaje zawężona do analizy wybranych jej elementów, w tym do analizy cyklu technologii wytwarzania produktu.

Zbyt obszerna i bardzo pracochłonna analiza środowiskowego cyklu życia produktu zmusza do ciągłego poszukiwania znacznie zawężonych i ekonomicznie uzasadnionych obszarów. Pominięcie wariantów finansowych w ocenie cyklu życia produktu uniemożliwia podjęcie wielu kwestii dotyczących realizacji modernizacji. W związku z tym coraz częściej nasuwa się konieczność modyfikacji sposobu podejścia do problemu negatywnych oddziaływań środowiskowych w obrębie badanego produktu przy zastosowaniu oceny cyklu życia. W takim momencie, przydatna staje się analiza cyklu życia technologii. W celu uproszczenia drogi do określenia oddziaływania procesu wytwarzania wyrobów na środowisko naturalne dąży się do ograniczenia procedury oceny cyklu życia produktu do obszaru technologicznego i wyboru najlepszej metody postępowania.

3. OCENA CYKLU ŻYCIA PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

Termin „technologia” ma bardzo szerokie znaczenie i nie można w sposób jednoznaczny przedstawić jego definicji. Znacznie więcej trudności stwarza określenie cyklu życia technologii. Najwięcej problemów pojawia się w trakcie określenia granic między jej początkiem a końcem funkcjonowania. Wiedza technologiczna jest często gromadzona metodą prób i błędów. Koncentruje się wokół danego problemu lub zespołu problemów stosując zasady naukowe i praktyczną wiedzę do fizycznych faktów i systemów [3].

Większość istniejących produktów lub procesów technologicznych wymaga całego zestawu technologii dla ich realizacji. Jedne z nich mają charakter kluczowy, niezbędny dla stworzenia produktu (procesu technologicznego) i nadające tempo jego rozwojowi, inne mają jedynie cechy pomocnicze. Definicję technologii można też odnieść do specyficznego cyklu jej życia oraz etapów tego cyklu powiązanych z poszczególnymi etapami cyklu życia wyrobu (tab. 1).

Tablica. 1. Etapy cyklu życia technologii i środowiskowego oraz marketingowego cyklu życia produktu [3]

Etapy technologiczne	Opis etapu
1. Rozwój technologii	Technologia podstawowa + badanie oddziaływań środowiskowych
2. Wdrożenie technologii	Technologia + wprowadzanie elementów minimalizujących negatywne wpływy środowiskowe + jej wdrożenie
3. Początek stosowania technologii	Technologia + zastosowanie + brak negatywnych oddziaływań środowiskowych (modernizacje) + wprowadzenie produktu na rynek
4. Rozwój stosowania technologii	Technologia + zastosowanie + minimalne negatywne wpływy środowiskowe + sprzedaż produktu
5. Dojrzewanie technologii	Technologia + zastosowanie + stopniowe zwiększenie negatywnych oddziaływań środowiskowych, mimo stosowania innowacji + powolny spadek sprzedaży produktu
6. Usunięcie technologii	Minimalna sprzedaż produktu + niekorzystne wpływy środowiskowe + zanik zastosowania + technologia alternatywna

Cykl życia technologii składa się z czterech głównych faz: fazy narodzin, fazy rozwoju, fazy dojrzałości oraz fazy schyłku. Poszczególne etapy cyklu życia technologii są w podobny sposób określane w aspekcie rynkowego cyklu życia produktu.

Fazy rozwoju technologii mogą być przedstawione jako funkcja wyrażona w kategoriach produktów i procesów. Kiedy wyłania się nowa technologia, produkty i procesy z nią związane zwykle nie są w pełni rozwinięte. Obserwuje się okres intensywnego postępu, kiedy innowacje pojawiają się szybko przy równoczesnym rozwoju nowych urządzeń. Konkuruje ze sobą kilka alternatywnych projektów wyrobu i procesu, dopóki nie wyłoni się projekt dominujący. Następnym etapem jest konsolidacja, w której kładzie się nacisk na standaryzację, wydajność wytwarzania oraz na środowiskową i ekonomiczną stronę procesu produkcyjnego. Z upływem czasu technologia i jej produkty dojrzewają i szybkość wdrażania maleje, a dalszy rozwój jest regulowany przez zmniejszające się zyski i zwiększające się koszty. Wreszcie następuje moment, w którym istniejąca technologia wraz ze swymi wyrobami staje się przestarzała i zostaje zastąpiona przez nową. Funkcję rozwoju danej technologii określić można jako drogę jej rozwoju, analizowaną z punktu widzenia wynikającego z niej wyrobu lub procesu. Nagłe zastąpienie jednej technologii przez drugą następuje jedynie w szczególnych przypadkach. Nowe technologie są wynikiem kompleksowego wzajemnego oddziaływania postępu naukowego, czynników instytucjonalnych i mechanizmów ekonomicznych.

4. PODSUMOWANIE

Każda technologia charakteryzuje się cyklem życia. Znajomość problematyki związanej z analizą cyklu życia technologii umożliwia projektowanie optymalnej strategii technologicznej w przedsiębiorstwie. Analiza ma na celu, po pierwsze, zachęcanie do posiadania w przedsiębiorstwie technologii kluczowej, po drugie, zachęcanie do inwestowania w rozwój technologii eksperymentalnych i nowoczesnych.

Umiejętność zastosowania analizy cyklu życia technologii zapobiec może powstaniu „dziury” technologicznej i załamaniu konkurencyjności w dziedzinie technologii. Uniemożliwiłaby także inwestowanie w technologie nowe, bez wystarczającego wyczerpania możliwości technologii istniejących dotychczas.

Podstawowa zasada w dziedzinie strategii technologicznej brzmi: „wykorzystywać możliwości tkwiące w każdej technologii i dążyć do przedłużenia cyklu życia technologii” [4]. Dlatego też, największe nakłady inwestycyjne podejmowane przez przedsiębiorstwa powinny być nałożone na rozwijanie technologii kluczowych oraz na kreowanie i rozwój nowych technologii, które dopiero mogą stać się kluczowymi.

LITERATURA

1. R. Pochyluk, P. Grudowski, J. Szymański, *Zasady wdrażania systemu zarządzania środowiskowego*. Eko-Konsul, Gdańsk, 1999.
2. R. Nowosielski, A. Jaskuła, K.J. Gołombek, *Metodyka oceny cyklu życia produktu*. Czystsza Produkcja w Polsce, Simpess, Warszawa (2003) v.3, 12-17.
3. P. Lowe, *Zarządzanie technologią*, Wyd. Śląsk, Katowice, 1999.
4. G. Gierszewska, M. Romanowska, *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, PWE, Warszawa, 1999.