

Robert LEWICKI¹, Przemysław KURCZEWSKI²

e-mail: robert.lewicki@ue.poznan.pl

¹ Katedra Ekologii Produktów, Wydział Towaroznawstwa, Uniwersytet Ekonomiczny, Poznań² Instytut Silników Spalinowych i Transportu, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska, Poznań

Środowiskowa ocena oddziaływania chłodziarko-zamrażarek w procedurze ekoprojektowania sprzętu AGD

Wstęp

Zmiany w podejściu do zagadnień ochrony środowiska, jakie nastąpiły w drugiej połowie XX wieku, obejmowały wiele zagadnień, m.in. dotyczyły rozwiązywania problemów oddziaływania na środowisko [1, 2]: od *technologii końca rury* (lata 60. i 70. XX wieku), przez wprowadzenie idei prewencji i czystszych produkcji CP (*Cleaner Production*) w latach 80. i 90. – aż po zarządzanie cyklem życia LCM (*Life Cycle Management*).

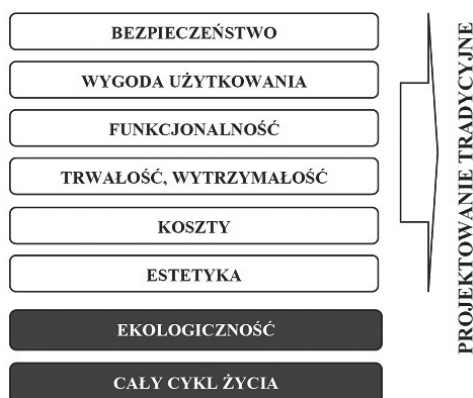
Ekoprojektowanie (*Ecodesign*) powstało na bazie powyżej opisanych przemian.

Celem pracy jest obiektywizacja ocen oddziaływania urządzeń AGD w procedurze ich ekoprojektowania.

Ekoprojektowanie a projektowanie tradycyjne

Rozwój i doskonalenie wyrobów można realizować na poziomie komponentów wyrobu, wyrobu jako całości lub systemu wyrobu [3]. Mimo, że podczas samego procesu projektowania rzeczywiste oddziaływanie na środowisko jest znikome, to właśnie podczas działań projektowo-konstrukcyjnych można w istotny sposób zmniejszać oddziaływanie produktu na środowisko w późniejszych etapach jego istnienia.

Ekoprojektowanie nie powinno być postrzegane jako odrębna procedura w odniesieniu do projektowania tradycyjnego, lecz jako jego uzupełnienie. W klasycznym podejściu do projektowania oraz w zakresie jego narzędzi problemy środowiskowe nie odgrywają wystarczająco istotnej roli. Głównymi rozpatrywanymi aspektami są: bezpieczeństwo, funkcjonalność, ergonomia, koszty, parametry wytrzymałościowe i techniczne. Ekoprojektowanie natomiast wprowadza dwa dodatkowe elementy oceny projektu: ocenę oddziaływania na środowisko oraz perspektywę całego cyklu życia (Rys. 1).



Rys. 1. Elementy wprowadzane w procesie ekoprojektowania

Tradycyjne narzędzia projektowe stosowane w różnych branżach i działające w systemie CAD (*Computer-Aided Design*) nie zawierają wskaźników środowiskowych, które pozwoliłyby na ocenę projektu pod względem oddziaływania na środowisko. Wskaźniki te natomiast są możliwe do obliczenia dzięki zastosowaniu metody oceny cyklu życia LCA (*Life Cycle Assessment*), która jest definiowana jako sposób oszacowania obciążenia środowiskowego, oparty na inwentaryzacji aspektów środowiskowych w odniesieniu do obiektu (wyrobu, urządzenia lub

produktu), procesu albo działalności, w cyklu od wydobycia surowców do ich końcowego zagospodarowania [4].

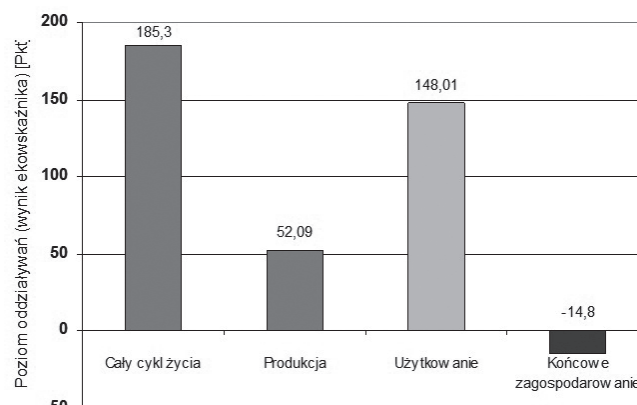
Procedury ekoprojektowania obecnie próbuje się wdrażać w wielu zakładach różnych branż i gałęzi przemysłu, poczynając od opakowań, poprzez sprzęt elektroniczny i obiekty mechaniczne, a na konstrukcjach budowlanych kończąc. Najwięcej przykładów wąsko rozumianego ekoprojektowania zaobserwować można wśród przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej. Niemniej jednak w celu weryfikacji możliwości wykorzystania opracowanych procedur ekoprojektowania zdecydowano się skoncentrować na wybranej grupie urządzeń z rodziny sprzętu AGD. Na podstawie danych producenta, uzupełnionych o informacje uzyskane od użytkowników lodówek oraz dane dostarczone przez firmy zajmujące się utylizacją zużytego sprzętu AGD, przeprowadzono środowiskową analizę cyklu życia chłodziarko-zamrażarki.

Ecoindicator 99 – metodologia i wyniki badań

W analizie cyklu życia chłodziarko-zamrażarki wykorzystano metodę LCA opartą na modelu obliczeniowym *Ecoindicator 99 (H) V 2.03 / Europe EI 99 H/A*. Wszystkie prezentowane wyniki wyrażone zostały w punktach środowiskowych [Pkt], jednostce przyjętej w metodzie LCIA (*Life Cycle Impact Assessment*) na potrzeby obiektywnego obrazowania poziomu oddziaływań środowiskowych identyfikowanych w poszczególnych procesach (etapach cyklu życia).

Ocenie wpływu na środowisko poddano wszystkie etapy cyklu życia: produkcję, użytkowanie i końcowe zagospodarowanie. Tym samym objęto zakresem analizy cały cykl życia chłodziarko-zamrażarki, poczynając od wydobycia surowców pierwotnych, poprzez etapy produkcji i eksploatacji, a kończąc na środowiskowych oddziaływaniach identyfikowanych na etapie zagospodarowania odpadów pozyskanych z wyeksploatowanej chłodziarko-zamrażarki.

Środowiskowy wpływ poddanych analizie etapów cyklu istnienia chłodziarko-zamrażarki, na tle sumarycznego poziomu oddziaływań środowiskowych identyfikowanych w całym cyklu istnienia, przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Środowiskowa ocena cyklu życia chłodziarko-zamrażarki (obiektu odniesienia) – metoda Ecoindicator 99 H/A

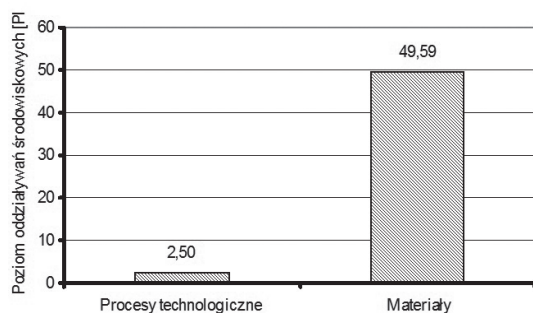
Wyniki przedstawione na rys. 2 jednoznacznie ukazują użytkowanie chłodziarko-zamrażarki jako źródło dominujących w cyklu życia obciążeń środowiska. Na potrzeby prowadzonych badań wyznaczono ilość

energii zużytej podczas 15 lat użytkowania lodówki, przy założeniu rocznego zużycia energii elektrycznej na poziomie 252 kWh. Ponadto założono:

- zużycie wody i detergentów, 5 litrów wody przy częstotliwości rozmrażania raz na kwartał,
- trzykrotną wymianę elementów wyposażenia: półki szklanej, pojemnika z tworzywa sztucznego,
- uzupełnianie i wymiana czynnika chłodzącego – trzy razy podczas całego cyklu użytkowania chłodziarko-zamrażarki.

Uzyskane wyniki pokazały, że środowiskowy wpływ zużycia energii elektrycznej stanowi 99,6% sumarycznego wpływu wszystkich oddziaływań zidentyfikowanych na etapie użytkowania. Marginalny udział oddziaływań środowiskowych w ramach tego etapu cyklu życia został zidentyfikowany dla zużycia wody i detergentów potrzebnych do utrzymania lodówki w czystości, czy też wymiany elementów, które podczas użytkowania najczęściej ulegają uszkodzeniom (półki, balkonik – wg opinii użytkowników [5]).

Przystępując do środowiskowej oceny etapu wytwarzania chłodziarko-zamrażarki poddano analizie zarówno procesy produkcyjne, jak i materiały konstrukcyjne, których pozyskanie jest niezbędne do jej wyprodukowania (Rys. 3).



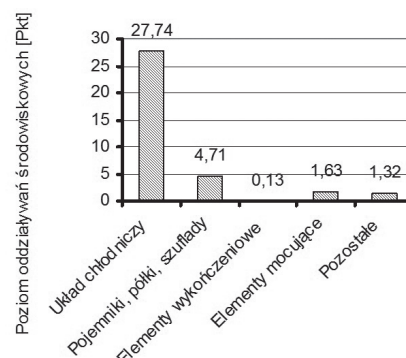
Rys. 3. Środowiskowa ocena etapu wytwarzania chłodziarko-zamrażarki

Z uzyskanych rezultatów wynika, że w ujęciu całej chłodziarko-zamrażarki najbardziej oddziałuje na środowisko grupa metali żelaznych, których wpływ na środowisko jest o 70% większy niż środowiskowy wpływ tworzyw sztucznych i o 77% większy od środowiskowego obciążenia metalami nieżelaznymi. Należy jednak mieć na uwadze, że poziom generowanych oddziaływań środowiskowych uzależniony jest w dużej mierze od masy danego materiału konstrukcyjnego, a udział stali w konstrukcji analizowanej chłodziarko-zamrażarki jest największy.

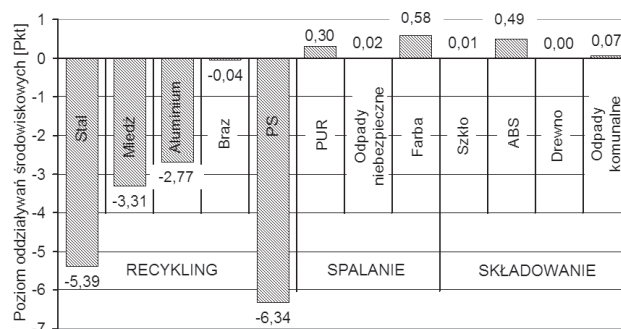
Wyniki analizy wskazują, że za 71% poziomu oddziaływań środowiskowych związanych z produkcją chłodziarko-zamrażarki odpowiedzialne jest jej wyposażenie podstawowe, w skład którego wchodzi: układ chłodniczy, różnego rodzaju pojemniki (w tym szuflady i półki), elementy wykończeniowe (np. zaślepki, przykrywkę), elementy mocujące (m.in. listwy, zawiasy, części złączne) oraz inne elementy (np. rurki, uchwyty, odbojniki) zgrupowane na potrzeby niniejszej analizy w kategorię „pozostałe”.

W efekcie przeprowadzonej analizy porównawczej podzespołów złożonych z poszczególnych elementów stwierdzono, że największy wpływ na środowisko wywiera układ chłodniczy (Rys. 4), w skład którego wchodzi parownik, skraplacz, 2 kompresory, 2 kondensatory i inne elementy.

W kolejnym kroku określono masę poszczególnych odpadów, możliwych do pozyskania z wyeksploatowanej chłodziarko-zamrażarki, które można poddać procesom: recyklingu, składowania i spalania. Na podstawie zidentyfikowanych oddziaływań środowiskowych określono sumaryczny poziom oddziaływań ostatniego etapu cyklu życia chłodziarko-zamrażarki (Rys. 2), który wskazuje na możliwość uzyskania korzyści środowiskowych w efekcie odzysku surowców w procesie recyklingu (Rys. 5).



Rys. 4. Ocena środowiskowych skutków pozyskania materiałów wykorzystanych w produkcji wyposażenia chłodziarko-zamrażarki



Rys. 5. Środowiskowa ocena procesów końcowego zagospodarowania chłodziarko-zamrażarki

Wnioski

Przeprowadzona analiza cyklu życia chłodziarko-zamrażarki umożliwiła:

- identyfikację etapów, których udział w sumarycznym poziomie oddziaływań środowiskowych jest największy,
- identyfikację materiałów (układów, podzespołów), których wytworzenie wywiera dominujący wpływ na środowisko,
- identyfikację materiałów, których recykling może przynieść największe korzyści środowiskowe.

Na podstawie szczegółowych wyników analizy LCA sformułowano następujące zalecenia ekoprojektowe dotyczące chłodziarko-zamrażarki, będącej obiektem badań, w tym m.in.:

- redukcja zużycia energii na etapie eksploatacji,
- redukcja oddziaływań na środowisko związanych z kluczowym zespołem konstrukcyjnym, jakim jest układ chłodniczy, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu kompresorów,
- poprawa niezawodności.

Były one wzięte pod uwagę podczas rozważań kierunków rozwoju analizowanej chłodziarko-zamrażarki [6].

LITERATURA

- [1] E. Price: 3M's Life Cycle Management process: a practical approach, International Conference & Exhibition on Life Cycle Assessment: Tools for Sustainability, 25-27 of April, 2000, Arlington, Virginia, USA.
- [2] Protokół montreali w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową. Sporządzony w Montrealu dnia 16 września 1987 r., Dz. U. z dnia 23 grudnia 1992 r., nr 98, poz. 490.
- [3] PKN-ISO TR 14062, Zarządzanie środowiskowe. Włączanie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobu, Warszawa, PKN, 2004.
- [4] P. Kurczewski, A. Lewandowska (Red.): Zasady projektowania środowiskowego obiektów technicznych dla potrzeb zarządzania ich cyklem życia. KMB Druk, Poznań, 2008.
- [5] R. Lewicki, A. Lewandowska, P. Kurczewski: Wymogi konsumentów w aspekcie środowiskowego projektowania chłodziarko-zamrażarek (w przygotowaniu).
- [6] P. Kurczewski, A. Lewandowska, The International Journal of Life Cycle Assessment, 15, nr 8, 777 (2010).