

Krystyna Czaplicka¹, Jan Wachowicz², Małgorzata Bojarska-Kraus³

Główny Instytut Górnictwa, pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice

EKOWSKAŹNIK 99 JAKO NARZĘDZIE DO EKOLOGICZNEGO PROJEKTOWANIA WYROBÓW Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Przedstawiono ogólne zasady zastosowania tzw. ekowskaźnika 99 jako narzędzia ekologicznego projektowania wyrobów z tworzyw sztucznych. Na podstawie zaprezentowanej metody oszacowano efekty ekologiczne związane z produkcją i użytkowaniem rur produkowanych z polichlorku winylu (PCV) i polietylenu (PE), przeprowadzono analizę wpływu na środowisko procesu produkcji surowców i produktów, transportu oraz metod utylizacji po użytkowaniu. Obliczenia wykonano z użyciem programu komputerowego SimaPro 4.0. Przedstawione badania wykazały skuteczność ograniczenia negatywnego wpływu produktu na środowisko dzięki projektowaniu ekologicznemu z wykorzystaniem ekowskaźnika 99.

ECO-INDICATOR 99 AS A TOOL FOR ECODESIGNING PLASTIC PRODUCTS

The rules of application eco-indicator 99 as a useful tool for ecodesigning plastic products have been presented in this paper. Ecological effects related to plastic pipes made from polyvinyl chloride (PVC) and polyethylene (PE) have been compared (table 1, fig. 3). The analysis of environmental impact connected with different types of the methods of pipes utilisation is described (table 2). The calculations were made with the help of computer programme SimaPro 4.0 (Pre Consultants B.V.). Ecodesigning with eco-indicator 99 can be efficient tools of limiting negative influence of product on environment during state of designing.

WSTĘP

Ocena interakcji pomiędzy produktem a środowiskiem jest możliwa w wyniku zrozumienia wszystkich aspektów środowiskowych produktu w ciągu całego jego cyklu życia. Służy do tego metoda analizy cyklu życia produktu zwana, od nazwy angielskiej „Life Cycle Assessment”, metodą LCA [1]. Przeprowadzenie analizy cyklu życia produktu jest procesem skomplikowanym [2-4]. Zmniejszenie wpływów nowych produktów na środowisko powinno być analizowane już na etapie jego projektowania. Projektant powinien posiadać proste narzędzie pozwalające na ocenę wpływów środowiskowych związanych z wyrobem. Ilościowa ocena oddziaływań na środowisko budziła poważne kontrowersje, ponieważ trudno wyrazić problemy środowiskowe za pomocą sensownych wartości liczbowych [3, 4]. W 2000 roku grupa ekspertów, głównie szwajcarskich i holenderskich, opublikowała nową metodę szacowania wpływów środowiskowych związanych z wytwarzaniem, użytkowaniem i utylizacją produktów tzw. *ekowskaźnik 99*.

PROCEDURA OBLICZANIA EKOWSKAŹNIKA 99

Metoda wykorzystująca ekowskaźnik 99 wymaga określenia na wstępie kategorii, w których będą oceniane wpływy środowiskowe, a następnie przyporządkowania

do tych kategorii wyników analizy wszystkich wpływów środowiskowych związanych z produktem. Dla potrzeb opracowania metodyki szacowania eko-wskaźnika 99 przyjęto następującą definicję środowiska:

Zespół biologicznych, fizycznych i chemicznych parametrów, które wywoływane są przez człowieka i które warunkują funkcjonowanie człowieka i natury. Warunki te obejmują zdrowie człowieka, jakość ekosystemu i zasoby surowców.

Na podstawie tej definicji wybrano trzy podstawowe kategorie, w których szacuje się zniszczenia:

- zdrowie ludzkie (Human Health - HH),
- jakość ekosystemu (Ecosystem Quality - EQ),
- surowce (Resources - R).

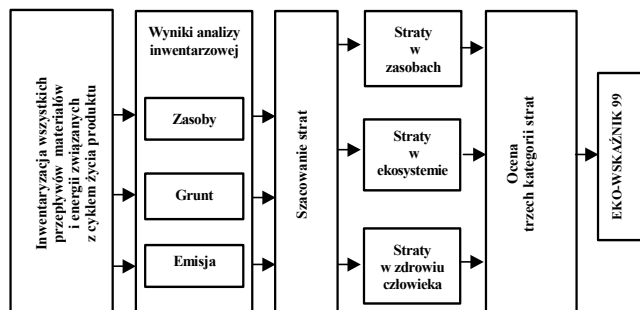
W kategorii „zdrowie człowieka” zawarta jest idea mówiąca, że życie człowieka teraz i w przyszłości powinno być pozbawione zagrożeń związanych z przenoszonymi przez środowisko chorobami, kalectwem i nie-naturalną śmiercią.

W kategorii „jakość ekosystemu” zawarte jest przesłanie ochrony żywych elementów środowiska, poza człowiekiem, które mówi, że nie powinno ono ulegać degradacji z powodu destrukcyjnych zmian w ich populacji i rozmieszczeniu geograficznym.

¹ doc dr hab. inż., ² dr hab. inż., ³ mgr inż.

Kategoria „surowce” obejmuje ważne dla przyszłych pokoleń zagadnienia dotyczące oszczędzania zasobów naturalnych.

Na rysunku 1 przedstawiono etapy obliczania ekowskażnika 99.



Rys. 1. Procedura obliczania ekowskażnika 99

Fig. 1. Procedure for the calculation of eco-indicators

Na tej podstawie obliczono ponad 200 ekowskażników dla najczęściej używanych materiałów i procesów.

METODYKA ZASTOSOWANIA EKOWSKAŻNIKA W PROJEKTOWANIU EKOLOGICZNYM

Prawidłowe stosowanie ekowskażnika 99 w ekoprojektowaniu i innych obliczeniach środowiskowych wymaga:

1. Zdefiniowania celu wykonania obliczeń:
 - opis produktu głównego i komponentów, które będą poddane analizie,
 - określenie, czy będzie wykonywana analiza wybranego produktu czy analiza porównawcza z drugim produktem,
 - określenie wymaganego poziomu dokładności.

Jeżeli celem obliczeń jest ogólna ocena oddziaływań produktu na środowisko, można rozpatrywać jedynie główne procesy. Pozwoli to na ogólną ocenę produktu, która będzie obejmowała tylko podstawowe procesy związane z jego cyklem życia. Analiza taka może być przeprowadzona bardziej szczegółowo, np. dla porównania nowego produktu ze starym, wtedy można pominąć procesy występujące w cyklu życia obu produktów.

2. Zdefiniowania cyklu życia produktu:
 - przedstawienie cyklu życia na schemacie, tzw. drzewo procesu, zwracając uwagę na produkcję, okres użytkowania i utylizacji.
3. Bilansu materiałów i procesów:
 - określenie jednostki funkcjonalnej,
 - określenie ilościowe wszystkich procesów z drzewa procesu.
4. Określenia wartości ekowskażnika:

- zestawienie ilościowe materiałów i procesów wykonane w formie tabelarycznej,
- przyporządkowanie dla zestawionych materiałów i procesów wartości ekowskażnika,
- obliczenie wartości ekowskażnika dla analizowanego produktu.

5. Wykorzystania wyników zgodnie z założonym celem analizy.

Projektant powinien kształtować własności ekologiczne projektowanych wyrobów, stosując następujące reguły [7]:

- podczas projektowania rozpatrywać cały cykl życia produktu („od kołyski do grobu”),
- materiały naturalne nie zawsze są lepsze,
- pobór energii w okresie użytkowania może mieć największy udział w oddziaływaniu produktu na środowisko w całym cyklu życia,
- produkt powinien mieć możliwie długi czas użytkowania,
- można ograniczać ilość produkowanych wyrobów poprzez rozwój usług, np. pralnie samoobsługowe zamiast pralki w każdym domu,
- minimalizacja ilości materiałów użytych do produkcji,
- używanie do produkcji materiałów z recyklingu,
- projektowanie wyrobów, które będą łatwe do recyklingu.

Dla osób zajmujących się projektowaniem ekologicznym:

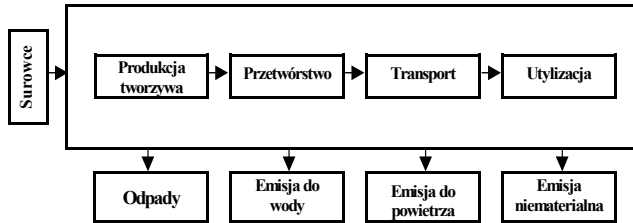
- zbiór ekowskażników 99 pozwala na wykonanie własnej oceny środowiskowej produktu w ciągu przysłowiowej minuty,
- zbiór ponad 200 ekowskażników dla najczęściej używanych materiałów i procesów ułatwia zastosowanie tej metody,
- dostępne są komputerowe bazy danych z ekowskażnikami 99, np. program SimaPro 4.0.

PRZYKŁAD PROJEKTOWANIA ŚRODOWISKOWEGO Z ZASTOSOWANIEM EKOWSKAŻNIKA 99

Wykorzystując opisane zasady projektowania środowiskowego z zastosowaniem ekowskażnika 99 wykonano przykładowe obliczenia dla rur produkowanych z polichlorku winylu (PVC) i polietylenu (PE). W wykonaniu obliczeń wykorzystano program komputerowy SimaPro4, opracowany przez holenderską firmę PRe Consultant B.V [8]. Drzewo procesów rozpatrywanego cyklu życia dla rur przedstawiono na rysunku 2.

W rozpatrywanym przykładzie uwzględniono dla obu typów rur procesy produkcji surowców: odpowiednio PE i PVC (100 kg tworzywa), następnie proces wytwarzania rur, transport rur na miejsce użytkowania samocho-

dem ciężarowym o nośności 40 ton na odległość 100 km, po okresie użytkowania przewożone na wysypisko śmieci, spalane lub poddawane recyklingowi.



Rys. 2. Drzewo życia dla rur z tworzyw sztucznych (PVC, PE)
Fig. 2. Process tree for the life cycle of plastic pipes

Ekoprojektowanie fazy wytwarzania i transportu

W tabeli 1 przedstawiono wartości ekowskaźnika dla analizowanych rur z PVC i PE.

TABELA 1. Wartości ekowskaźników dla fazy wytwarzania i transportu rur PVC i PE
TABLE 1. Eco-indicator for the stage of production and transport PVC and PE pipes

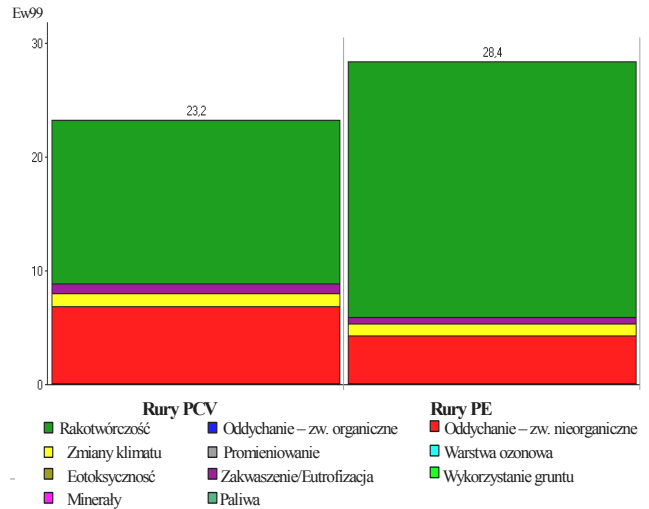
Lp.	Materiał / Proces	Ilość	Ekowskaźnik [Ew99]	
			Rury PVC	Rury PE
1	Materiał	100 kg	21,06	24,8
2	Przetwórstwo	100 kg	2,04	3,5
3	Transport	10 tkm ¹⁾	0,098	0,098
Suma			23,1	28,4

¹⁾ Ilość materiału w tonach x długość drogi transportu w km, tkm

Z przedstawionych w tabeli danych wynika, że sumaryczne obciążenie środowiska związane z wytwarzaniem i transportem rur z PVC wynosi 23,1 punktów ekowskaźnika 99 [Ew99], główne obciążenie to produkcja tworzywa (PVC) 21,06 [Ew99] i przetwórstwo 2,04 [Ew99], natomiast obciążenie wynikłe z transportu wynosi 0,098 [Ew99]. Rury z PE powodują obciążenie, które wynosi łącznie 28,4 punkty ekowskaźnika 99 [Ew99], na co składa się wytwarzanie tworzywa 24,8 [Ew99], przetwórstwo 3,5 [Ew99] i transport 0,098 [Ew99].

Na rysunku 3 przedstawiono porównanie efektów środowiskowych związanych z wytwarzaniem i transportem rur PVC z rurami PE. Analizując przedstawione dane, można zauważyć, że najważniejsze oddziaływanie rur na środowisko występuje w kategorii „zasoby”. Stanowi je zużycie paliw, powodujące obciążenia środowiskowe, które wynoszą dla rur PVC 14,3 [Ew99], a dla rur PE 22,5 [Ew99]. W kategorii „zdrowie człowieka” obciążenie związane z problemami oddechowymi związanymi z zanieczyszczeniami nieorganicznymi wynosi odpowiednio dla rur PVC 6,71 [Ew99],

a dla rur PE 4,24. Sumaryczne obciążenie środowiskowe dla rur z PVC jest o 5,2 [Ew99] mniejsze niż dla rur PE. Na podstawie tej fazy analizy, jeżeli pozwalają na to



względny techniczny, projektant powinien wybrać rury z PVC.

Rys. 3. Porównanie sumarycznych efektów ekologicznych rur z PVC i PE
Fig. 3. Comparison of ecological effects related to PVC and PE pipes

Ekoprojektowanie fazy utylizacji

Problemy środowiskowe związane z utylizacją wyrobu powinny być rozpatrywane już na etapie projektowania. Takie możliwości daje zastosowanie ekowskaźnika 99.

W tabeli 2 przedstawiono ekowskaźniki dla trzech przykładowych sposobów utylizacji rozpatrywanych powyżej rur.

TABELA 2. Wartości ekowskaźników dla utylizacji rur PVC i PE
TABLE 2. Eco-indicator for utilisation of PVC and PE pipes

Lp.	Materiał / Proces	Ilość	Ekowskaźnik [Ew99]	
			Rury PVC	Rury PE
1	Utylizacja - wysypisko	100 kg	0,27	0,37
2	Utylizacja - spalanie	100 kg	0,18	-0,72
3	Utylizacja - recykling	10 tkm	-15,8	-22

Złożenie rur PVC po okresie eksploatacji na wysypisko śmieci powoduje dodatkowe obciążenie wynoszące 0,27 [Ew99], spalanie w celu odzysku energii zwiększa obciążenie o 0,18, natomiast recykling obniża efekt środowiskowy o 15,8 [Ew99]. Dla rur PE recykling powoduje obniżenie obciążenia środowiska o 22 [Ew99], spalanie o 0,72 [Ew99], natomiast składowanie na wysypisku powoduje dodatkowe obciążenie o 0,37 [Ew99]. Określenie sposobu utylizacji już na etapie projektowania rur ma duże znaczenie dla ich ekologicznego doboru. W przypadku jeżeli po okresie eksploatacji rury będą

poddawane recyklingowi, korzystniej jest zastosować w projektowanej instalacji rury PE, ponieważ wtedy ich całkowity efekt ekologiczny („od kołyski do grobu”) wynosi 6,44 [Ew99], natomiast dla rur PVC łączny efekt wynosi 7,47 [Ew99]. W przypadku składowania rur na wysypisku lub poddania ich spalaniu mniejszy wpływ na środowisko mają rury PVC. Dla obu gatunków rur recykling jest najbardziej ekologicznym sposobem ich zagospodarowania po okresie ich użytkowania.

WNIOSKI

- Skutecznym sposobem ograniczania negatywnego wpływu produktu na środowisko może być projektowanie ekologiczne (ekoprojektowanie), wykorzystujące ocenę cyklu życia produktu.
- Przydatnym narzędziem w procesie projektowania ekologicznego jest metoda wykorzystująca tzw. ekowskażnik 99.

LITERATURA

- [1] ISO 14040, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.
- [2] ISO 14041, Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and inventory analysis.
- [3] ISO 14042 Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment.
- [4] ISO 14043 Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle interpretation.
- [5] Goedkoop M., Effting S., Collingnon M., The Eco indicator 99, A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment Manual for Designers, 2nd ed., Pre Consultants, April 2000.
- [6] Goedkoop M., Spriensma R., The Eco-indicator 99, A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report, 2nd ed., Pre Consultants, April 2000.
- [7] <http://www.pre.nl>.
- [8] SimaPro - Program Reference, SimaPro - Single User Manual, Pre Consultants B.V., Amersfoort, April 1999.
- [9] Bojarska-Kraus M., Wachowicz J., Kostecka-Slanina M., Analiza cyklu życia wybranych wyrobów z tworzyw sztucznych, Praca statutowa Głównego Instytutu Górnicztwa, symbol komp.: 151 0400 9-161, Katowice 1999.
- [10] Wachowicz J., Bojarska-Kraus M., Opracowanie zasad ekoprojektowania wyrobów z materiałów niemetalowych na przykładzie taśm przenośnikowych, Praca statutowa Głównego Instytutu Górnicztwa, symbol komp.: 151 0400 9-160, Katowice 1999.
- [11] Bojarska-Kraus M., Wachowicz J., Ekoprojektowanie i ocena cyklu życia sprzętu komputerowego z zastosowaniem programu SimaPro 4.0. Praca statutowa Głównego Instytutu Górnicztwa, symbol komp.: 163 0200 0-162

Recenzent
Ludomir Ślusarski