

Jędrzej KASPRZAK, Przemysław KURCZEWSKI

e-mail: jedrzej.kasprzak@put.poznan.pl

Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Politechnika Poznańska

Wpływ metod LCA na rozwój produktów i innowacje

Wstęp

O metodzie środowiskowej oceny cyklu życia LCA (*Life Cycle Assessment*) pisano już szerzej w publikacjach [1–8]. Składa się ona z czterech etapów: definicji celu i zakresu analizy, inwentaryzacji, oceny oddziaływań oraz interpretacji uzyskanych wyników, w ramach której zawierają się również często propozycje działań mających na celu obniżenie poziomu oddziaływań środowiskowych. W większości przypadków metoda ta (jak również inne metody ekobilansowe) jest wykorzystywana do inwentaryzacji oddziaływań środowiskowych istniejących wyrobów (obiektów technicznych) procesów, działalności itp.

Celem pracy jest pokazanie szerszego wykorzystania metod ekobilansowych do rozwoju produktów i jako narzędzia wspomagającego innowacyjność. Poniżej podano przykłady takiego zastosowania metody LCA.

Związek LCA z rozwojem produktu w branży motoryzacyjnej

Najwięcej przykładów związku między analizami środowiskowymi i rozwojem produktów zaobserwować można wśród przedsiębiorstw branży motoryzacyjnej. Wspomniane działania proekologiczne wynikają przede wszystkim z działań ustawodawców [9]. Dzięki tym staraniom użytkownicy otrzymują w efekcie produkty nowoczesne, w których stosowane są często innowacyjne, pionierskie rozwiązania techniczne. Metody ekobilansowe przyczyniają się w części do wdrożenia tych rozwiązań do praktyki przemysłowej.

Producenci samochodów, początkowo mobilizowani dyrektywami do ograniczania negatywnego wpływu swoich pojazdów na etapie eksploatacji, obecnie dokładają wszelkich starań do tworzenia konstrukcji przyjaznych środowisku, ponad minima określone w dyrektywach [10]. Przeprowadzone badania dowodzą, że redukcja masy pojazdu wpływa na ograniczenie ilości zużywanego paliwa, w związku z czym pozwala zredukować emisję szkodliwych składników spalin przy jednoczesnym obniżeniu kosztów eksploatacji. W rezultacie badań przeprowadzonych przez Europejskie Towarzystwo Aluminium (*European Aluminium Association*) uzyskano wyniki, które potwierdziły, że zmniejszenie masy pojazdu o 100 kg może przyczynić się do redukcji zużycia paliwa o 0,6 l/100 km oraz ograniczenia emisji spalin o około 20% [11]. Dzięki zastosowaniu aluminium w konstrukcji średniej klasy samochodu (1400 kg) możliwe jest zaoszczędzenie ponad 20% masy, czyli ok. 300 kg, a zakładając, że średni przebieg samochodu wynosi 150 tys. km można łatwo obliczyć całkowitą oszczędność paliwa sięgającą ok. 3000 litrów w ciągu całego cyklu jego istnienia.

Środowiskowym aspektem wykorzystania aluminium w konstrukcji pojazdu jako pierwszy zainteresował się koncern *Audi*, rozpoczynając w 1994 roku produkcję modelu A8 – samochodu, w którym masę karoserii zredukowano aż o 40%. Przeprowadzona analiza LCA dowiodła, że dzięki oszczędności paliwa, różnica pomiędzy ilością energii niezbędnej do wyprodukowania karoserii z aluminium a ilością energii niezbędnej do wyprodukowania karoserii z tradycyjnych materiałów, zostanie odzyskana po około 60 tys. km. Tymczasem, gdyby do jej produkcji wykorzystano w 70% surowiec wtórny pochodzący z recyklingu aluminium, nadwyżka energii zostałaby zrównoważona już podczas pokonywania pierwszych kilometrów [11].

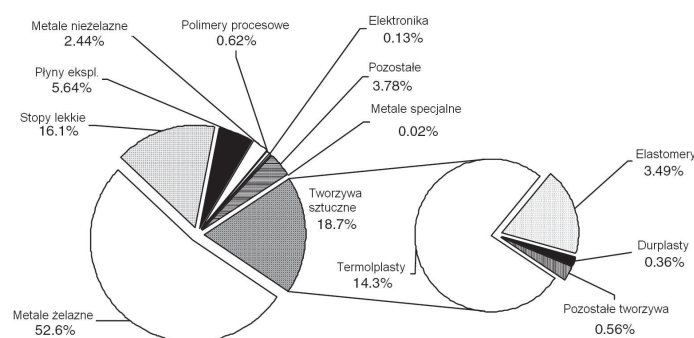
Zwiększenie udziału masowego stopów aluminium to kierunek rozwoju zaobserwowany również w *Mercedesie* klasy S. W celu obniżenia masy pojazdu już w modelu W220, który w 1998 roku zastąpił produ-

kowany wcześniej model W140. Ze stopów aluminium wykonano pokrywę silnika, wsporniki i elementy nośne podwozia wraz z wahaczami zawieszenia. Znaczne oszczędności na wadze uzyskano również dzięki zastosowaniu wysokociśnieniowej technologii odlewania ze stopów aluminium bloku silnika [12]. Porównanie udziałów masowych materiałów wykorzystanych w konstrukcji modeli: W140 i W220 przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Udziały procentowe materiałów zastosowanych w modelach W140 i W220 samochodu marki *Mercedes* [12]

Materiały zawarte w konstrukcji samochodów			
Lp.	Materiał	<i>Mercedes W 140</i>	<i>Mercedes W 220</i>
		(produkowany do 1998 r.)	(produkowany od 1998 r.)
		[%]	[%]
1.	Stal	62%	54%
2.	Stopy aluminium	5,3%	12%
3.	Inne metale nieżelazne	3%	3%
4.	Tworzywa sztuczne	18%	15%
5.	Szkoło	2,70%	3%
6.	Inne	9%	13%

Na podkreślenie zasługuje fakt, że od ponad 10 lat w pracach badawczo-rozwojowych koncernu *Mercedes-Benz* bierze udział interdyscyplinarny zespół (składający się ze specjalistów z zakresu LCA, specjalistów do spraw recyklingu, a także osób z działu konstrukcji, technologii i innych). Dzięki ich pracy, uwzględniono w projektowaniu najnowszego modelu *Mercedesa* klasy S (W221) wszystkie etapy cyklu życia, przy założeniu zastosowania jedynie materiałów, które cechuje niski stopień zużycia zasobów, zdolność do recyklingu oraz minimalny poziom zużycia energii i emisji podczas produkcji i użytkowania. Skład materiałów zastosowanych w najnowszym *Mercedesie* klasy S pokazano na rys. 1.



Rys. 1. Materiały zastosowane nowym Mercedesie klasy S (W221) [12]

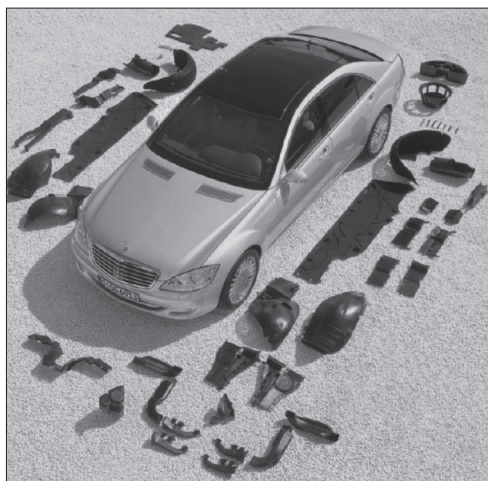
W konstrukcji modelu W221 udział części wykonanych z materiałów odnawialnych zwiększono do 43 kg, co stanowi 73-procentowy wzrost w porównaniu do poprzednich modeli. Ponadto 45 komponentów o łącznej masie 21 kg przedstawionych na rys. 2, wykonano z surowców wtórnych, dzięki czemu osiągnięto czteroprocentowy wzrost wykorzystania tych surowców w konstrukcji nowego modelu [13].

Konstrukcja samochodu oraz zastosowane materiały zapewniły osiągnięcie wskaźnika zdolności do recyklingu (*recycling rate*) na poziomie 85% i wskaźnika odzysku (*recovery rate*) na poziomie 95%. Przy określaniu oddziaływań związanych z końcowym zagospodarowaniem wyeksploatowanego pojazdu przyjęto uśrednione warunki europejskie. W efekcie, na etapie eksploatacji zużycie paliwa zredukowano

o 9% (tym samym ograniczono emisję dwutlenku węgla), a emisję hałasu zmniejszono o 2 dB. W odniesieniu do całego cyklu życia ograniczono emisję tlenków azotu i węglowodorów do poziomów znacznie niższych od obowiązujących w UE. Ponadto zmniejszono oddziaływania w zakresie:

- globalnego ocieplenia o 6%,
- zakwaszenia o 2%,
- eutrofizacji o 13%,
- tworzenia smogu chemicznego o 9%.

Więcej informacji na temat środowiskowych konsekwencji zastosowania metod ekobilansowych przy projektowaniu samochodów marki Mercedes oraz wyniki przeprowadzonych analiz zaprezentowano w pracy [14].



Rys. 2. Komponenty wykonane z surowców wtórnych [12]

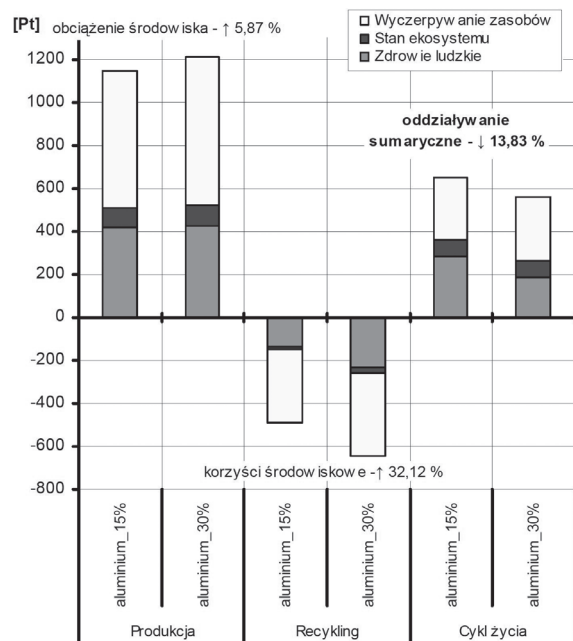
Problem doboru materiałów, których zastosowanie w konstrukcji obiektu technicznego cechuje możliwie najmniejszy wpływ na środowisko dotyczy nie tylko samochodów, ale praktycznie wszystkich wyrobów związanych ze wszystkimi dziedzinami życia.

LCA a innowacje w przypadku maszyn pakujących

Z badań przeprowadzonych przez Instytut Maszyn Roboczych i Pojazdów Samochodowych Politechniki Poznańskiej na potrzeby producenta maszyn pakujących wynika, że innowacyjne zwiększenie zawartości stopów aluminium z 15 do 30% masy całkowitej maszyny pakującej (przy jednoczesnym ograniczeniu zawartości metali żelaznych) niekorzystnie wpłynie na środowisko na etapie jej produkcji, powodując wzrost poziomu negatywnych oddziaływań środowiskowych o 5,87%. Wyniki ekobilansowej analizy procesu zagospodarowania ukazały jednak, że recykling maszyny o zwiększonym udziale aluminium może przyczynić się do zwiększonych o 32,12% korzyści środowiskowych. Rozważając cały cykl życia maszyny pakującej, zwiększenie zawartości aluminium w jej konstrukcji umożliwiłoby redukcję sumarycznego obciążenia środowiska o 13,83%. Wyniki przeprowadzonej analizy przedstawiono na rys. 3, natomiast więcej informacji na temat przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników opisano w pracy [15].

Podsumowanie

Wyniki analiz i zmian wprowadzanych przez firmę Mercedes, jak również przykład dotyczący maszyn pakujących, są nie tylko przykładami praktycznego zastosowania metody LCA dla celów ekoprojektowania, ale też świadczą o wpływie materiałów stosowanych w konstrukcji obiektów technicznych na poziom generowanych oddziaływań środowiskowych. Zastosowanie materiałów lekkich w konstrukcji samochodów przyczynia się bezpośrednio do obniżenia całkowitej masy pojazdu, co umożliwia redukcję wielu negatywnych oddziaływań środowiskowych na etapie eksploatacji. Zmniejszone zużycie paliwa ozna-



Rys. 3. Porównanie środowiskowych oddziaływań generowanych w cyklu istnienia maszyny pakującej, w przypadku zwiększenia udziału aluminium w jej konstrukcji [15]

cza mniejszy poziom emisji dwutlenku węgla, a zatem mniejsze oddziaływanie na globalne zmiany klimatu. Mniejsze zużycie paliwa oznacza również mniejszy poziom emisji innych toksycznych składników spalin przy jednoczesnym ograniczeniu zapotrzebowania na nieodnawialne zasoby ropy naftowej. Czy jednak zmniejszony, na skutek obniżenia masy, poziom zużycia paliwa niesie ze sobą więcej korzyści środowiskowych aniżeli wykorzystanie cięższych materiałów metalowych, które owocuje wzrostem efektywności recyklingu? Projektując cykl życia obiektów technicznych należy rozważyć wszystkie jego etapy i mieć na uwadze, że proces wytworzenia niektórych stopów lekkich będzie wymagał większych nakładów energetycznych, a w związku z tym jego oddziaływanie na środowisko na etapie wytwarzania będzie bardziej negatywne. Ponadto uwzględnić należy, że na etapie wycofania z eksploatacji zużytego obiektu problemy z recyklingiem złożonego materiału również mogą znacząco oddziaływać na środowisko, stanowiąc jego dodatkowe obciążenie.

LITERATURA

- [1] J. Kasprzak, P. Kurczewski: Inż. Ap. Chem. **47**, nr 2, 30 (2008).
- [2] K. Koper, Z. Kłos: Inż. Ap. Chem. **47**, nr 2, 32 (2008).
- [3] R. Lewicki, P. Kurczewski, Z. Kłos: Inż. Ap. Chem. **47**, nr 2, 38 (2008).
- [4] R. Lewicki, Z. Kłos, J. Kasprzak: Inż. Ap. Chem. **47**, nr 4, 47 (2008).
- [5] J. Kasprzak: Inż. Ap. Chem. **46**, nr 1, 59 (2007).
- [6] J. Kasprzak, Z. Kłos: Inż. Ap. Chem. **46**, nr 1, 62 (2007).
- [7] Z. Kłos, J. Kasprzak: Inż. Ap. Chem. **44**, nr 1-2, 58 (2005).
- [8] Z. Kłos, J. Kasprzak, P. Kurczewski: Inż. Ap. Chem. **44**, nr 1-2, 60 (2005).
- [9] Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, Dz.U. 2005 nr 25 poz. 202.
- [10] P. Kurczewski, A. Lewandowska (red.): Zasady projektowania środowiskowego obiektów technicznych dla potrzeb zarządzania ich cyklem życia. KMB DRUK Mariusz Łączak, Parkowo – Poznań 2008.
- [11] www.eaa.net (11.01.2010)
- [12] Materiały szkoleniowe Mercedes. Klasa S – wprowadzenie. Eksploatacja i ekologia.
- [13] M. Finkbeiner, R. Hoffmann, K. Ruhland, D. Liebhart, B. Stark: The Int. Journal of Life Cycle Assessment **11**, nr 4, 240 (2006).
- [14] Environmental Certificate Mercedes-Benz S-Class (11.01.2010) <http://www.daimlerchrysler.com/dccom/0-5-7153-1-558048-1-0-0-0-0-8-7145-0-0-0-0-1.html>.
- [15] R. Lewicki, Z. Kłos: Current Trends in Commodity Science: proceedings of the 9th International Conference (IGWT). Wyd. AE, Poznań 2007.