

- [1] Radecki W.: *Koncepcje odpowiedzialności karnej osób prawnych w ochronie środowiska*, Wrocław 1996.
- [2] Wyrok Trybunału Konstytucyjnego z 3 listopada 2004 r. – K 18/03, *Orzecznictwo – dodatek do Prokuratury i Prawa* nr 2, poz. 43, 2005
- [3] Filar M., Kwaśniewski Z., Kala D.: *Komentarz do ustawy o odpowiedzialności podmiotów zbiorowych za czyny zabronione pod groźbą kary*, s. 29-31, Toruń 2006

DOROTA BURCHART-KOROL

## Ekoprojektowanie – holistyczne podejście do projektowania

**Słowa kluczowe:** ekoprojektowanie, ocena cyklu życia LCA, PKN-ISO/TR 14062:2004, Dyrektywa 2009/125/WE

**Key words:** ecodesign, Life Cycle Assessment LCA, PKN-ISO/TR 14062:2004, Directive 2009/125/EC

Proces rozwoju produktu obejmuje trzy fazy: badania, prace rozwojowe oraz prace projektowe wraz z wdrożeniem. W praktyce przedsiębiorstw występują najczęściej dwie ostatnie fazy [1]. Od kilku lat coraz większego znaczenia nabiera nowa faza rozwoju produktu – ekoprojektowanie, w którego ramach określa się środowiskowy wpływ produktu. Zgodnie z tym podejściem należy ująć aspekty ekologiczne już na wczesnym etapie projektowania, gdy określa się między innymi potrzebne materiały, wymogi energetyczne i trwałość produktu [2].

### Istota ekoprojektowania

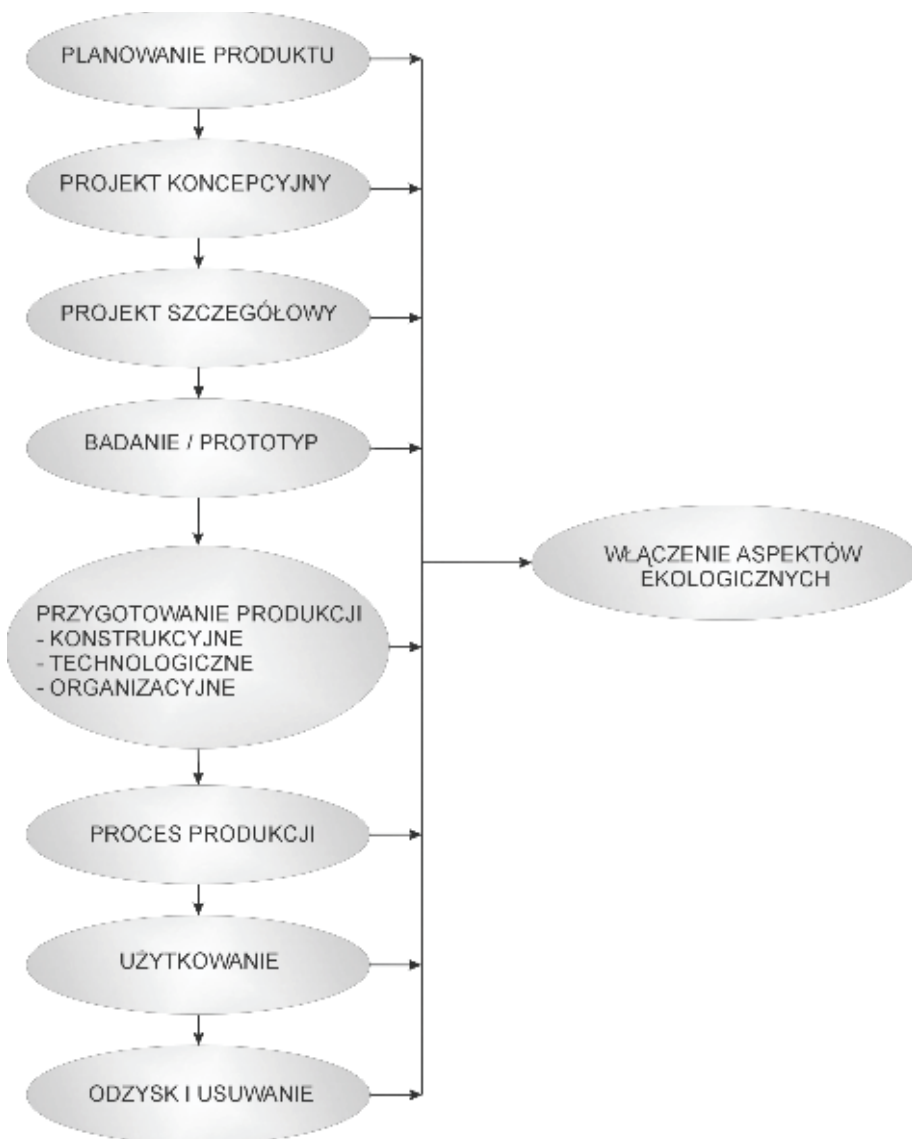
Przygotowanie produkcji obejmuje zazwyczaj czynności wstępne, które są podejmowane po to, by właściwe działania wytwórcze przebiegały sprawnie w celu wytworzenia produktów, zgodnych z oczekiwaniami i uzyskanych w ekonomicznie racjonalny sposób. Czynności te mają charakter projektowy i prowadzą do ustalenia optymalnego wzorca, jakiemu powinien odpowiadać przyszły produkt oraz program działań, które zapewnią odpowiednią i oszczędną realizację tego produktu. Przygotowanie produkcji łączy z reguły aspekty konstrukcyjne (co wykonujemy), technologiczne (jak to robimy) i organizacyjne (kiedy, na czym i ile to będzie kosztować) [3,4]. Jednak w tradycyjnym ujęciu procesu przygotowania produkcji niewiele przedsiębiorstw bierze pod uwagę czynniki środowiskowe. Wpływ projektowanego produktu na środowisko powinien być określony już na etapie koncepcyjnym projektowania. Dzięki temu można uniknąć kosztów związanych z użytkowaniem tego produktu i uzyskać produkt ekologiczny.

W niniejszym artykule proponuje się włączenie aspektów ekologicznych do procesu projektowania i rozwoju pro-

duktu (rys. 1). Holistyczne podejście do projektowania, uwzględniające oprócz tradycyjnego projektowania również elementy środowiskowe, pozwala na połączenie potrzeb klientów z odpowiedzialnością przedsiębiorstwa za środowisko [5]. Ekoprojektowanie wprowadza dodatkowo nowy wymiar do projektowania tradycyjnego. Nadal kluczową rolę pełnią takie aspekty jak: funkcja, bezpieczeństwo, ergonomika, wytrzymałość, jakość, czy koszty i uwzględnia się dodatkowe kryterium, jakim jest ocena projektu z punktu widzenia jego oddziaływania na środowisko. Polega na identyfikowaniu aspektów środowiskowych związanych z produktem i włączaniu ich do procesu projektowania już na wczesnym etapie rozwoju produktu [6]. Już na etapie projektowania można zmniejszyć wpływ danego urządzenia lub procesu na środowisko. W tym celu należy wykonać analizy procesu produkcji, cyklu życia produktu i jego oddziaływania na środowisko, określić zużycie surowców i energii, ilość zanieczyszczeń emitowanych z procesów produkcyjnych, energooszczędność w trakcie eksploatacji [7].

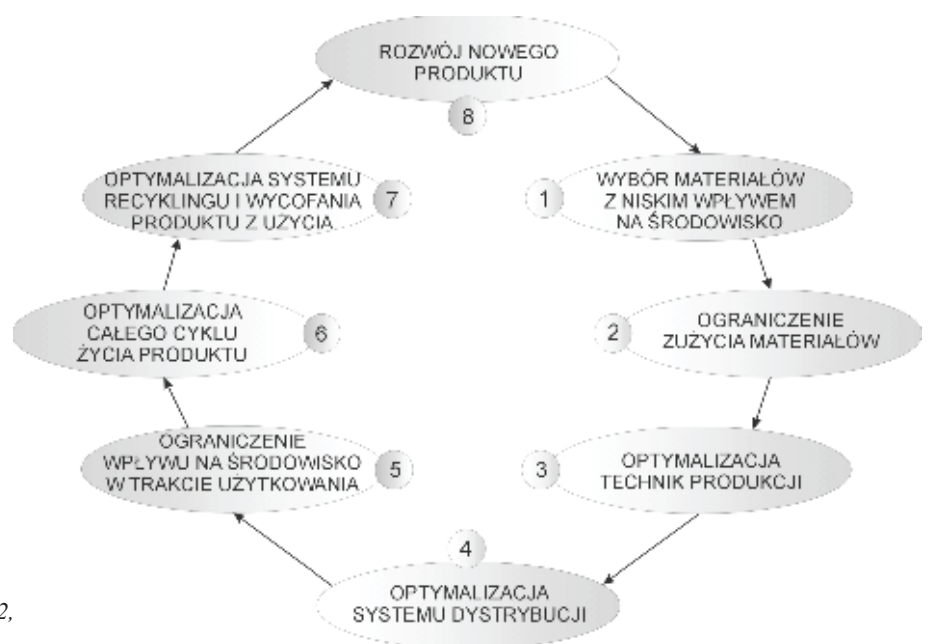
Ekoprojektowanie (ecodesign) można określać na różne sposoby: projektowanie dla środowiska (Design for Environment, DfE), ekologiczne projektowanie (ecological design), projektowanie zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju (sustainable product design) zielone projektowanie (green design) lub też projektowanie prośrodowiskowe (environmental design) [8,9]. W literaturze przedmiotu są znane przykłady projektów DfE, ale niewiele istnieje informacji na temat wprowadzania DfE do rozwoju produktu, które polega na włączaniu aspektów ekologicznych już na wczesnych etapach koncepcyjnych, takich jak projektowanie i rozwój wyrobów [10]. Stosowanie zasad projektowania z uwzględnieniem aspektów środowiskowych pozwala na realizację strategii ekoprojektowania (rys. 2) [11-13]. Strategie ekoprojektowania łączą się z rozwiązaniami innowacyjnymi, które mogą dotyczyć

Dr inż. D. Burchart-Korol – Główny Instytut Górnictwa, Zakład Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza



Rys.1. Projektowanie i rozwój produktu z uwzględnieniem aspektów ekologicznych.

Źródło: Opracowanie własne



Rys.2. Koło strategii ekoprojektowania  
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [12, 13]

wdrażania nowych materiałów, np. wprowadzania materiałów biodegradowalnych i zastosowania odnawialnych źródeł energii.

Do głównych korzyści, jakie przynosi zastosowania ekoprojektowania należy [14]:

- udoskonalanie produktów i procesów technologicznych,
- obniżanie kosztów poprzez weryfikację i modyfikację wyrobu na wczesnych etapach koncepcyjnych,
- nadążanie za zmieniającymi się oczekiwaniami klientów,
- tworzenie nowych potrzeb i wymagań klientów,
- obniżenie materiałochłonności i energochłonności produktów na każdym etapie cyklu życia,
- obniżanie ciężaru produktów i ich opakowań,
- obniżanie kosztów produkcyjnych i eksploatacyjnych.

Ekoprojektowanie ma na celu stworzenie produktów o jak najmniejszym wpływie na środowisko w całym ich cyklu życia [5,15]. Ekoprojektowanie może zredukować czas produkcji oraz zapewnić konkurencyjną cenę realizując wymóg minimalnego wpływu na środowisko [16].

Znanych jest kilka podstawowych wytycznych dotyczących ekoprojektowania [17]:

- projektowanie całego cyklu życia – od fazy koncepcyjnej, aż do jego ostatecznego zagospodarowania (podejście „od kołyski do grobu”), co jest zgodne z normą EN ISO 14040:2006,
- zastosowanie energochłonności na każdym etapie cyklu życia, zarówno w fazie jego powstawania jak i użytkowania,
- racjonalne wykorzystywanie surowców i materiałów,
- długie użytkowanie produktu,
- ograniczanie zużycia nowych surowców, a tym samym zmniejszenie ilości powstających odpadów, używanie materiałów z recyklingu

### Podstawy prawne ekoprojektowania

Najważniejszymi normami międzynarodowymi dotyczącymi integrowania aspektów środowiskowych z projektowaniem i rozwojem produktu są normy:

- ISO/TR 14062:2002 (PKN–ISO/TR 14062:2004 Zarządzanie środowiskowe – Włączanie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobu),
- EN ISO 14040: 2006 (PN–EN ISO 14040:2009 Zarządzanie środowiskowe – Ocena cyklu życia – Zasady i struktura)

Obecnie powstaje również coraz więcej dyrektyw związanych z ekoprojektowaniem, należą do nich m.in.:

- ErP (Energy–Related Products) – Dyrektywa dotycząca eko–projektowania produktów związanych z energią [18],
- WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment)–Dyrektywa dotycząca zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego [19],

- RoHS (Restriction of Hazardous Substances) – Dyrektywa dotycząca ograniczenia stosowania użycia substancji niebezpiecznych [20].

Najnowszą jest Dyrektywa 2009/125/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią (zmieniająca Dyrektywę 2005/32/WE). Dyrektywa ta podaje jasne i szczegółowe podstawy prawne ekoprojektowania. Zmieniona dyrektywa rozszerza zakres obowiązywania obecnej dyrektywy poprzez objęcie jej wymaganiami wszystkich produktów, które mają wpływ na zużycie energii. Ma to na celu zwiększenie efektywności energetycznej oraz efektywności wykorzystywania surowców znacznie większej ilości produktów, a także zmniejszenie zapotrzebowania na surowce naturalne. Poniżej podano najważniejsze pojęcia związane z ekoprojektowaniem zgodnie z najnowszą Dyrektywą 2009/125/WE [18].

- *Projektowanie produktu* oznacza zbiór procesów przekształcających wymogi prawne, techniczne, dotyczące bezpieczeństwa, funkcjonalne, rynkowe i inne, które mają być spełniane przez dany produkt, w specyfikacji technicznej tego produktu.
- *Aspekt środowiskowy* oznacza element lub funkcję danego produktu, która może wchodzić w interakcję ze środowiskiem podczas cyklu życia produktu.
- *Oddziaływanie na środowisko* oznacza wszelkie zmiany w środowisku, w całości lub częściowo wynikające z działania danego produktu podczas jego cyklu życia.
- *Cykl życia* oznacza kolejne i połączone ze sobą etapy istnienia produktu od wykorzystania surowca do ostatecznego unieszkodliwienia.
- *Poprawa ekologiczności* oznacza proces udoskonalania ekologiczności danego produktu w odniesieniu do kolejnych generacji produktu, chociaż niekoniecznie dotyczący wszystkich aspektów środowiskowych produktu jednocześnie.
- *Ekoprojekt* oznacza uwzględnienie aspektów środowiskowych przy projektowaniu produktu celem poprawy ekologiczności podczas jego całego cyklu życia.

Dyrektywa 2009/125/WE przewiduje wprowadzenie wymagań, które produkty będą musiały spełniać, aby mogły być sprzedawane na rynku wspólnotowym. Wymagania te dotyczą sześciu głównych etapów życia produktu:

- dobór i wykorzystanie surowców i materiałów,
- produkcja,
- pakowanie, transport i dystrybucja,
- instalowanie i utrzymywanie,
- stosowanie,
- wycofanie z użytku.

Ważnym dokumentem prawnym w zakresie ochrony środowiska związanym z ekoprojektowaniem jest także Polityka Zintegrowanego Produktu (IPP – Integrated Product

Policy). Celem podejścia określonego w komunikacie Komisji z dnia 18 czerwca 2003 r. zatytułowanym „Zintegrowana Polityka Produktowa – Podejście oparte na cyklu życia produktów w środowisku”, jest zmniejszenie oddziaływania produktów na środowisko w całym ich cyklu życia.

W celu osiągnięcia zrównoważonego rozwoju Europy jest konieczna poprawa procesów wytwórczych i doprowadzenie do zmniejszenia negatywnego oddziaływania na środowisko zarówno samych procesów wytwórczych, jak i produkowanych wyrobów. Tego typu podejście powinno doprowadzić do powszechnego wdrożenia produkcji bardziej przyjaznych dla środowiska produktów. Działania te powinny zapewnić zarówno poprawę stanu środowiska w Europie, jak również poprawić pozycję konkurencyjną Europy w świecie. Koncepcja zintegrowanej polityki produktowej opiera się na poszukiwaniu sposobów zmniejszenia oddziaływania na środowisko w całym cyklu życia produktu – od wydobycia surowca, poprzez procesy przetwórstwa i produkcji wyrobu, jego dystrybucji i użytkowania, jak również pozbywania się odpadu, którym staje się produkt po zakończeniu jego użytkowania.

Ekoprojekt produktów jest podstawowym czynnikiem w strategii Wspólnoty dotyczącej Zintegrowanej Polityki Produktowej. Jako podejście zapobiegawcze, mające na celu optymalizację ekologiczności produktów przy zachowaniu ich cech funkcjonalnych, daje nowe możliwości producentom, klientom oraz całemu społeczeństwu. Należy podjąć działania podczas fazy projektowania produktów związanych z energią, ponieważ o zanieczyszczeniu powstającym w całym cyklu życia decyduje się na tym etapie, a także wtedy właśnie decyduje się o większości związanych z tym kosztów.

### **Podstawowe narzędzia wspomagające ekoprojektowanie**

Znanych jest kilka narzędzi wspomagających ekoprojektowanie. Do najprostszych należy karta/lista kontrolna (checklist), a do bardziej zaawansowanych technik można zaliczyć wskaźnik MIPS oraz metodę LCA [21].

Karta/lista kontrolna służy do analizy pewnych wybranych obszarów podczas ekoprojektowania, jak: emisje do powietrza, zużycie energii itp. W odniesieniu do określonych etapów cyklu istnienia i dokonania oceny ich ważności przy użyciu jakościowego systemu oceny (np. skali pięciopunktowej, skali zgodności) [17]. Jest to narzędzie jakościowe, daje jedynie ogólną odpowiedź na pytanie, gdzie tkwi główny problem środowiskowy. Karta kontrolna może być opracowana we własnym zakresie i nie wymaga specjalistycznej wiedzy. Za pomocą odpowiednio sformułowanej listy pytań (zagadnień) można określić na przykład poziom ekoprojektowania w przedsiębiorstwie i stwierdzić czy firma ta odpowiednio stosuje zasady ekoprojektowania. Karta kontrolna może obejmować cały cykl życia produktu [5,14,16]

Kolejną techniką wspomagającą ekoprojektowanie jest MIPS (Material Input Per Service Unit), czyli wskaźnik zasobów na jednostkę usługi. Składnikami są materiały oraz usługi potrzebne do stworzenia dobra użytkowego w odniesieniu do wykorzystania surowców naturalnych. Celem stosowania tego wskaźnika w ekoprojektowaniu jest stworzenie projektu wyrobu o jak najniższej zasobochłonności w całym cyklu życia

Dodatkowym wsparciem tego wskaźnika jest wskaźnik MIT (Material Intensity), czyli wskaźnik zasobochłonności przypadający na jednostkę materiału, który wykazuje bagaż ekologiczny poszczególnych materiałów, energii elektrycznej i transportu. Za pomocą wskaźników MIT i MIPS można szybko ocenić projekt danego wyrobu i zaproponować kierunek jego modyfikacji. [14,22].

Najbardziej złożonym elementem ekoprojektowania jest nowa technika zarządzania środowiskowego – ocena cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment) [23,24]. Projektując nowy produkt, oprócz opracowania technologii należy także przeprowadzić analizę cyklu życia [25]. Jednym z głównych założeń techniki LCA jest dążenie do wykazania wszystkich czynników, mających potencjalny wpływ na środowisko i związanych z danym produktem lub procesem. Wynikiem analizy techniką LCA jest określenie wpływu produktu na środowisko systemu produktu lub procesu w obszarze zużycia zasobów, jakości ekosystemu i zdrowia ludzkiego. Jako jedna z niewielu technik zarządzania środowiskowego stwarza podstawy do identyfikacji, kwantyfikacji i oceny wpływu oraz ustalenia sposobów poprawy jakości środowiska [26].

W literaturze przedmiotu dostępne są informacje na temat roli LCA w ekoprojektowaniu, które obejmuje cały cykl życia oraz połączenie funkcjonalności, jakości, ergonomii, bezpieczeństwa, estetyki i kosztów z aspektami ekologicznymi [2,27,28]. Ekoprojektowanie polega na szukaniu rozwiązań projektowych, które mogą stanowić powiązanie czynników ekonomicznych, technologicznych, jak również ekologicznych. Przy użyciu LCA można zidentyfikować i ocenić wpływy na środowisko wywołane podczas całego cyklu życia (kolejnych i powiązanych ze sobą etapów systemu wyrobu, od pozyskania lub wytworzenia surowca z zasobów naturalnych do ostatecznej likwidacji) analizowanych wyrobów.

### **Podsumowanie**

Obecnie przedsiębiorstwa rozwijając nowy produkt, oprócz kosztów i jakości tego produktu coraz większą uwagę zwracają na jego wpływ na środowisko naturalne. Dążą do tego, aby ich produkty były określane jako ekologiczne i wykorzystują do tego ekoprojektowanie, które polega na takim zaprojektowaniu produktu, które umożliwia racjonalne wykorzystanie, surowców materiałów, wody i ener-

gii na wszystkich etapach cyklu życia umożliwiając recykling przy jednoczesnym zmniejszeniu wpływu na środowisko. Dlatego właśnie od ekoprojektowania często zależy sukces przedsiębiorstwa.

Uwzględnienie oddziaływania produktu na środowisko w całym cyklu jego życia już na etapie projektowania otwiera duże możliwości w zakresie ułatwienia poprawy takiego oddziaływania w oszczędny sposób, w tym poprzez efektywność wykorzystywania zasobów i materiałów, a tym samym przyczynia się do realizacji celów strategii zrównoważonego rozwoju. Ciągłe doskonalenie procesów produkcyjnych i produktów (zgodnie z cyklem Deminga) oraz racjonalne korzystanie z zasobów środowiska wymaga rozszerzenia działań producentów, dostawców i klientów, którzy stają się coraz bardziej odpowiedzialni za środowisko.

#### LITERATURA

- [1] Pasternak K.: Zarys zarządzania produkcją, PWE, Warszawa 2005
- [2] Lewis H., Gertsakis J., Grant T., Morelli N., Sweatman A.: Design and Environment – a global guide to designing greener goods, Greenleaf Publishing, New York 2001
- [3] Burchart-Korol D., Furman J.: Zarządzanie produkcją i usługami, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2007
- [4] Pajak E.: Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja, PWE, Warszawa 2006
- [5] Luttrupp C., Lagerstedt J., EcoDesign and The Ten Golden Rules: Generic Advice for Merging Environmental Aspects into Product Development, *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, nr 15–16, 2006
- [6] PKN-ISO/TR 14062:2004 Zarządzanie środowiskowe – Włączenie aspektów środowiskowych do projektowania i rozwoju wyrobu
- [7] Fargnoli M.: Design Process Optimization for EcoDesign, *International Journal of Automation Technology*, vol.3, nr 1, 2009
- [8] Kurczewski P., Lewandowska A.: Zasady prośrodowiskowego projektowania obiektów technicznych dla potrzeb zarządzania ich cyklem życia. Wyd. KMB Druk. Poznań 2008
- [9] Foltynowicz Z.: Integrating Environmental Aspects Into Product Development. Materiały konferencyjne z III Międzynarodowej Konferencji Ekologia Wyrobów. Wyd. AE w Krakowie. Kraków 2003
- [10] Ehrenfeld J., Lenox M.J.: The Development and Implementation of DfE programmes. *Journal of Sustainable Product Design*, nr 1, 1997
- [11] Hemel C.G., Cramer J.: Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs, *Journal of Cleaner Production*, nr 10, 2002
- [12] Hemel C.G., Brezet J.C.: Ecodesign; A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption. United Nations Environmental Programme, Paris; 1997
- [13] Hemel C.G.: Lifecycle Design Strategies for Environmental Product Development. Paper for Workshop Design-Konstruktion, IPU. Technical University of Denmark; 1994
- [14] Lewandowska, Foltynowicz Z., Prośrodowiskowe działania źródłem innowacji w przedsiębiorstwach. Materiały konferencyjne: Rozwój Przedsiębiorstw w aspekcie jakościowego doskonalenia i innowacyjności, Borszko, 2006
- [15] Mascle C., Zhao H. P.: Integrating Environmental Consciousness in Product/ Process Development Based on Life-Cycle Thinking, *International Journal of Production Economics*, vol. 112, nr 1, 2008
- [16] Kurk F., Eagan P.: The Value of Adding Design-For-The-Environment to Pollution Prevention Assistance Options, *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, nr 6, 2008
- [17] ECOLIFE Thematic Network Ecodesign Guide: Environmentally improved products design case studies of the European electrical and electronics industry, www.pre.nl (27.01.2010)
- [18] Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products (recast)
- [19] Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)
- [20] Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment, (RoHS) Directive
- [21] Knight P., Jenkins J. O.: Adopting and Applying Eco-Design Techniques: A Practitioners Perspective, *Journal of Cleaner Production*, nr 17, 2009
- [22] <http://www.mips-online.info/> (26.01.2010)
- [23] Gehin A., Zwolinski P., Brissaud D.: A Tool to Implement Sustainable end of life Strategies in the Product Development Phase, *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, nr 5, 2008
- [24] Basu A. J., Vanzyl D. J. A.: Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry, *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, issue 2006
- [25] Czaplicka K.: Eco-Design of Non-Metallic Layer Composites with Respect to Conveyor Belts, *Materials and Design*, nr 24, 2003
- [26] Burchart-Korol D.: Zastosowanie oceny cyklu życia (LCA) w analizie procesów przemysłowych, *Problemy Ekologii*, nr 6, 2009
- [27] Yeang K., Yeang D.L.: Ecodesign: a Manual for Ecological Design. John Wiley and Sons 2008
- [28] Fuad-Luke A.: Eco-design: the sourcebook. Chronicle books. 2006