

Krystyna CZAPLICKA-KOLARZ
Mariusz KRUCZEK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

Dorota BURCHART-KOROL
Główny Instytut Górnictwa,
Zakład Oszczędności Energii i Ochrony Powietrza
Laboratorium Analiz Ekoefektywności Technologii i Produktów

KONCEPCJA EKOEFEKTYWNOŚCI W ZRÓWNOWAŻONYM ZARZĄDZANIU PRODUKCJĄ

Streszczenie. Artykuł przedstawia nową koncepcję zarządzania środowiskowego – ekoefektywność oraz jej znaczenie w rozwoju zrównoważonego zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie. Celem artykułu jest wykazanie korzyści, jakie płyną z zastosowania ekoefektywności w zarządzaniu produkcją. Artykuł ma charakter koncepcyjny i stanowi punkt wyjścia do dalszych rozważań oraz badań empirycznych.

ECO-EFFICIENCY CONCEPT FOR SUSTAINABLE PRODUCTION MANAGEMENT

Summary. The article presents a new concept of environmental management – eco-efficiency and its meaning presents in development of sustainable production management in enterprise. The purpose of this article is indication of the benefits of eco-efficiency use in production management. Article has a conceptual character and it is a point for further considerations and empirical studies.

1. Wstęp

Przedsiębiorstwa przemysłowe, dla których problematyka zrównoważonego rozwoju stała się ważnym elementem budowania przewagi konkurencyjnej, poszukają rozwiązań zarówno

organizacyjnych, jak i technologicznych, które pozwolą w mniejszym stopniu obciążać środowisko oraz efektywniej wykorzystywać zasoby. Przedsiębiorstwa te odchodząc od strategii krótkoterminowych zysków są jednocześnie w stanie dostarczyć produkty trwalsze, a więc dłużej służące klientom. Dodatkowo, klienci stali się uczestnikami procesu projektowania nowych produktów, co w połączeniu z rosnącą świadomością ekologiczną powoduje, że producenci mogą wykorzystywać informacje o oczekiwaniach klientów, co do oferowanych produktów, budując przewagę konkurencyjną, poprzez oferowanie produktów czy usług w większym stopniu przyjaznych środowisku i lepiej spełniających potrzeby odbiorców. Koncepcją, która może być wykorzystywana przez przedsiębiorstwa w kształtowaniu przewagi konkurencyjnej opartej na oferowaniu produktów wytwarzanych przy zastosowaniu ekologicznie zaprojektowanych procesów i technologii jest zrównoważona produkcja. Artykuł prezentuje założenia tej koncepcji oraz jej związek z oceną ekoefektywności.

2. Istota ekoefektywności w koncepcji zrównoważonego rozwoju

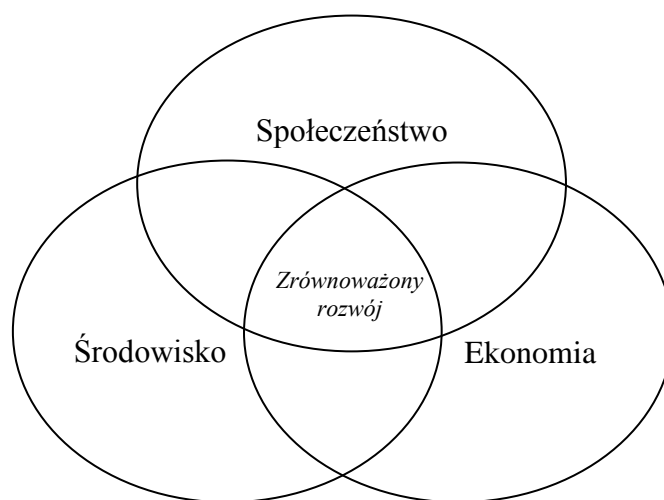
Zrównoważony rozwój to wzajemne powiązania pomiędzy sferą ekonomiczną działalności ludzkiej (działania zorientowane na zaspakajanie potrzeb) a ograniczonymi zasobami środowiska, stanowiącymi naturalną granicę możliwości zaspakajania potrzeb oraz etycznym imperatywem zapewnienia spójności społecznej w skalach lokalnej i globalnej (zaspokajanie potrzeb wszystkich ludzi). W odróżnieniu od rozwoju gospodarczego osadzonego w ekonomii „konwencjonalnej”, w którym w kalkulacji zysków i strat przyjmowana jest wąska perspektywa podmiotów działających (ludzi i firm), istotą zrównoważonego rozwoju jest uwzględnienie w ocenie podejmowanych działań również ich wpływu na otoczenie społeczne i naturalne, w perspektywie długookresowej. Dzięki temu możliwe jest stworzenie strategii wzrostu gospodarczego, którego celem jest nie tylko zwiększenie produkcji i konsumpcji dóbr, ale także podniesienie jakości życia – szczególnie jego ekologicznych warunków.¹ Osiągnięcie tego celu wymaga implementowania działań odnoszących się równocześnie do trzech obszarów:

- ekonomicznego, gdzie zapewnia się wzrost przedsiębiorstwa, generowanie zysków i efektywne wykorzystanie zasobów, przy jednoczesnym potwierdzeniu, że nie doprowadzi się do zniszczenia środowiska,

¹ Poskrobko B.: Teoretyczne aspekt ekorozwoju. „Ekonomia i Środowisko”, nr 1(10), 1997.

- ekologicznego, który skupia się na ochronie zasobów naturalnych i środowiska, przy jednoczesnym wprowadzeniu racjonalnych ekonomicznie metod i rozwiązań wykorzystania zasobów,
- społecznego, który w szerokim wymiarze gwarantuje dostęp do pracy, żywności, edukacji, energii, opieki zdrowotnej, wody i systemów sanitarnych.

Ideę zrównoważonego rozwoju, składającego się z trzech podstawowych filarów przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Zrównoważony rozwój jako synteza trzech filarów

Fig. 1. Sustainable development as a three areas synthesis

Źródło: Opracowanie własne.

Światowa Rada Biznesu na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju (WBCSD – *The World Business Council for Sustainable Development*) definiując ekoefektywność powiązała ją z koncepcją zrównoważonego rozwoju. Ekoefektywność oznacza dostarczanie wyrobów i usług w konkurencyjnej cenie, które spełniają potrzeby człowieka i podnoszą jego jakość życia, ograniczając wpływ na środowisko i zużycie zasobów w całym cyklu życia.² Analiza ekoefektywności pozwala na ograniczenie zużycia zasobów oraz wpływu na środowisko, ale również na zwiększenie wartości dodanej produktu oraz wzrost efektywności ekonomicznej produkcji, przy równoczesnym ograniczaniu wpływu na środowisko. Głównym celem ekoefektywności jest analiza porównawcza różnych rozwiązań, równocześnie uwzględniająca czynniki ekonomiczne i środowiskowe. Ekoefektywność jest wyznacznikiem innowacyjności, na jej podstawie można określić, jak dana technologia wpływa na środowisko i jaka jest jej

² www.wbcsd.org, (22.06.2011).

wydajności i efektywność w porównywaniu innymi technologiami.^{3,4} Do obliczeń ekoefektywności można stosować ogólny wzór (1), który łączy wskaźnik ekonomiczny ze środowiskowym.

$$EE = f(Ekon, Ekol), \quad (1)$$

gdzie:

Ekon – wskaźniki ekonomiczne,

Ekol – wskaźniki środowiskowe.

Analizę ekoefektywności można wykonywać dla różnych branż i produktów, czego przykładem jest: przemysł wydobywczy,⁵ przemysł stalowy,^{6,7} przemysł naftowy i petrochemiczny,⁸ gospodarka odpadami,⁹ przemysł drzewny i papierniczy¹⁰ oraz sprzęt elektroniczny i elektryczny.¹¹ W literaturze występują różne metody i techniki uwzględniane w analizie ekoefektywności, ich przegląd przedstawiono w tabeli 1.

Analiza ekoefektywności wykonywana może być nie tylko na poziomie przedsiębiorstwa (mikro), ale również w ujęciu makro – wtedy też służy do oceny ekoefektywności poszczególnych krajów. Największe doświadczenie w obliczeniach ekoefektywności ma organizacja BASF. W pracy Saling P. i Pierobon M.¹² przedstawiono analizę ekoefektywności i socjoekoefektywności (SEEBALANCE[®]) metodami BASF.

³ Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Metodyka analizy ekoefektywności. "Journal of Ecology and Health", nr 6, 2010.

⁴ Czaplicka K., Ścieżko M. (red.): Model ekologicznego i ekonomicznego prognozowania wydobycia i użytkowania czystego węgla – Ekoefektywność technologii czystego spalania węgla. Wyd. GIG, Katowice 2004.

⁵ Salmi O.: Eco-efficiency and industrial symbiosis e a counterfactual analysis of a mining community. "Journal of Cleaner Production", No. 15, 2007, p. 1696-1705.

⁶ Kharel G.P.: Charmondusit K.: Eco-efficiency evaluation of iron rod industry in Nepal. "Journal of Cleaner Production", No. 16, 2008, p. 1379-1387.

⁷ Van Caneghem J., Block C., Cramm P., Mortier R., Vandecasteele C.: Improving eco-efficiency in the steel industry: The ArcelorMittal Gent case. "Journal of Cleaner Production", No. 18, 2010, p. 807-814.

⁸ Charmondusit K., Keartpakpraek K.: Eco-efficiency Evaluation of the Petroleum and Petrochemical Group in the Map Ta Phut Industrial Estate, Thailand. "Journal of Cleaner Production", Vol. 19, No. 2-3, 2011, p. 241-252.

⁹ Zhao W., Huppel G., Voet E.: Eco-efficiency for greenhouse gas emissions mitigation of municipal solid waste management: A case study of Tianjin. "China Waste Management", No. 31, 2011, p. 1407-1415.

¹⁰ Wang Y., Liu J., Hansson L., Zhang K., Wang R.: Implementing stricter environmental regulation to enhance eco-efficiency and sustainability: a case study of Shandong Province's pulp and paper industry, China. "Journal of Cleaner Production", No. 19, 2011, p. 303-310.

¹¹ Eco-efficiency of Electrical and Electronic Equipment (WEEE): end-of-life-options. FINAL REPORT PlasticsEurope 2011.

¹² Saling P., Pierobon M.: Measuring the sustainability of products: The Eco-Efficiency and SEEBALANCE[®] analysis. Towards Life Cycle Sustainability Management, Springer, 2011.

Tabela 1

Metody i techniki analizy efektywności

Metody i techniki analizy efektywności	Odniesienie literaturowe
LCC (<i>Life Cycle Cost</i>) – koszty cyklu życia LCA (<i>Life Cycle Assessment</i>) – ocena cyklu życia	Kircherer A., Schaltegger S.: Eco-Efficiency – Combining Life Cycle Assessment and Life Cycle Costs via Normalization. "Int J LCA", No. 12(7), 2007, p. 537-543. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Śliwińska A., Krawczyk P., Ludwik-Pardała M.: Efektywność technologii podziemnego zgazowania węgla – metodyka i dotychczasowe doświadczenia. „Przegląd Górniczy”, nr 10, 2011, s. 33-40.
NGW (<i>Normalized Global Warming</i>) – LCA wyrażony znormalizowanym wskaźnikiem globalnego ocieplenia NC (<i>Normalized Cost</i>) – LCC wyrażony znormalizowanym wskaźnikiem kosztów	Zhao W., Huppel G., Voet E.: Eco-efficiency for greenhouse gas emissions mitigation of municipal solid waste management: A case study of Tianjin. "China Waste Management", No. 31, 2011, p. 1407-1415.
EDC (<i>Environmental Damage Costs</i>) – koszty szkód środowiskowych	Steen B.: A systematic approach to environmental strategies in product development (EPS). Version 2000 – Models and data of the default methods. Chalmers University of Technology, Technical Environmental Planning. Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems. CPM report 1999, p. 5, Lyrstedt F.: Measuring Eco-efficiency by a LCC/LCA Ratio – An Evaluation of its Applicability, A case study at ABB. Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems Chalmers University of Technology, CPM report 2005, Sweden 2005.
CBA (<i>Cost Benefits Analysis</i>) – analiza kosztów i korzyści	Hahn T., Figge F., Liesen A., Barkemeyer R.: Opportunity Cost Based Analysis of Corporate Eco-efficiency: A Methodology and its Application to the CO ₂ -efficiency of German Companies. "Journal of Environmental Management", Vol. 91, No. 10, 2010, p. 1997-2007.
DGC (<i>Dynamic Generation Cost</i>) – dynamiczny koszt jednostkowy	Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Eco-efficiency Analysis Methodology on the Example of the Chosen Polyolefins Production. "Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering", Vol. 43, No. 1, 2010, p. 469-475.
EVA (<i>Economic Value Added</i>) – ekonomiczna wartość dodana	Wang G., Côté R.: Integrating Eco-efficiency and Eco-effectiveness into the Design of Sustainable Industrial Systems in China. "International Journal of Sustainable Development and World Ecology", No. 18(1), 2011, p. 65-77.
P – produktywność w całym cyklu życia LCA – ocena cyklu życia	Burchart-Korol D., Krawczyk P., Śliwińska A., Czaplicka-Kolarz K.: Ocena efektywności systemu produkcyjnego technologii naziemnego zgazowania węgla. Przemysł Chemiczny (w recenzji).

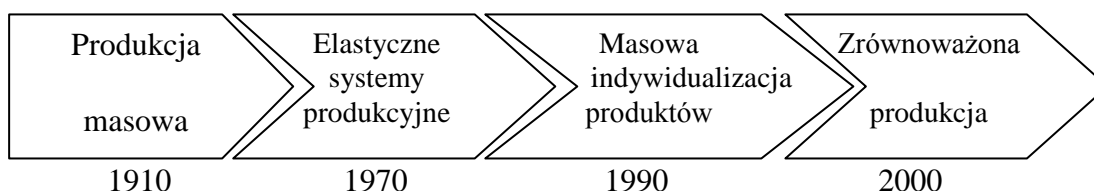
Źródło: Opracowanie własne.

Do obszarów zastosowań analiz efektywności można zaliczyć:

- ekoprojektowanie,
- ekoinżynierię,
- czystsza produkcję,
- Lean Manufacturing,
- łańcuch dostaw/logistyka,
- cykl życia produktu/technologii.

3. Zrównoważone zarządzanie produkcją

Produkcja odgrywa strategiczną rolę w funkcjonowaniu organizacji, zwłaszcza w wymiarze budowania przewagi konkurencyjnej i poprawy efektywności. Szybkie zmiany technologii, oczekiwań klientów oraz funkcjonowanie na globalnych rynkach powodują, że systemy produkcyjne ulegają ciągłym zmianom. Przemiany w organizacji i funkcjonowaniu systemów produkcyjnych, a zwłaszcza ich ewolucja od systemów ukierunkowanych na produkcję masową, ich stopniowe uelastycznienie i przekształcenie w systemy z odroczoną produkcją, które pozwalają zapewnić realizację zindywidualizowanych oczekiwań klientów, to główne trendy w zarządzaniu produkcją. Początkowo zasadniczym celem funkcjonowania tych systemów było nastawienie na niskie koszty wytwarzania, a z biegiem czasu poprawa jakości oferowanych produktów. Zmiany dokonujące się na światowych rynkach, związane z rosnącą różnorodnością asortymentów wyrobów, a także wielowariantowością wytwarzanych produktów, ale i ograniczonością zasobów produkcyjnych i uregulowaniami prawnymi zmuszają producentów do poszukiwania nowych rozwiązań w obszarze zarządzania produkcją. Dlatego też w projektowaniu i eksploatacji obecnie funkcjonujących systemów produkcyjnych pojawia się nowy trend, którego istotą jest nacisk na aspekt środowiskowy (rys. 2).



Rys. 2. Rozwój systemów produkcyjnych

Fig. 2. The production systems development

Źródło: Opracowanie własne na podstawie m.in. Durlik I.: Inżynieria Zarządzania. Strategia i Projektowanie Systemów Produkcyjnych. Placet, Warszawa 1995; Pasternak K.: Zarys zarządzania produkcją. PWE, Warszawa 2005; Pająk E.: Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja. PWN, Warszawa 2006 i in.

Podejście to przyczyniło się do powstania pojęcia zrównoważonej produkcji, które nierozdzielnie jest związane z szerszą ideą zrównoważonego rozwoju. Zrównoważona produkcja czerpie swoje źródła z raportu Brundtland¹³ i implikacji, jakie wywołały płynące z niego wnioski. Praktycznym przełożeniem tego raportu była w pierwszej kolejności czystsza produkcja. Zrównoważona produkcja definiowana jest jako strategia ochrony środowiska, polegająca na ciągłym, zintegrowanym, zapobiegawczym działaniu w odniesieniu do

¹³ www.unic.un.org.pl/johannesburg.

procesów, produktów i usług, zmierzającym do zwiększenia efektywności produkcji i usług oraz redukcji ryzyka dla ludzi i środowiska przyrodniczego.¹⁴

W toku kolejnych prac nad przełożeniem idei zrównoważonego rozwoju na praktykę, zakres podejmowanych działań, związanych z zapobieganiem negatywnego wpływu człowieka na środowisko, został rozszerzony o sferę konsumpcji. W wyniku współpracy UNDP i EEA¹⁵ w 2007 roku powstał raport, w którym zrównoważone produkcja i konsumpcja definiowane są jako całościowe podejście do minimalizowania negatywnego oddziaływania na środowisko istniejących systemów produkcji i konsumpcji.¹⁶ Celem takiego podejścia jest zwiększanie wydajności i efektywności procesów produkcyjnych, usługowych i inwestycyjnych w taki sposób, aby zaspokajanie potrzeb społeczeństw nie zagrażało możliwościom zaspokajania potrzeb przyszłych pokoleń. Inna definicja zrównoważonej produkcji stanowi, że jest to takie wytwarzanie towarów i usług, które:

- wykorzystuje procesy i systemy niezanieczyszczające środowiska (ograniczające zanieczyszczanie środowiska),
- oszczędzające energię i surowce,
- jest realistyczne pod względem ekonomicznym,
- bezpieczne i niezagrażające zdrowiu ludzi,
- społecznie i twórczo opłacalne dla wszystkich pracujących ludzi.¹⁷

Obecnie pojęcie to funkcjonuje jako tak zwana Zrównoważona Produkcja i Konsumpcja.¹⁸ Podkreśla się, że takie przededefiniowanie zawiera oba, komplementarne elementy strategii wdrażania Zrównoważonego Rozwoju.

W obszarze zrównoważonej produkcji coraz szerzej podkreśla się również istotność faz przedprodukcyjnej i poprodukcyjnej na kształt systemu produkcyjnego. Dlatego też pojęciowo zrównoważona produkcja obejmuje również między innymi etap: projektowania produktu, przygotowania produkcji, planowania produkcji i sterowania jej przebiegiem oraz ostateczny wynik procesu produkcyjnego i jego wpływ na środowisko. Oznacza to, że uwzględnia się cały cykl życia, czyli „from cradle to grave”. Każdy z tych etapów ukierunkowany jest, zgodnie z koncepcją zrównoważonej produkcji, na minimalizację negatywnego oddziaływania na środowisko. Koncepcję zrównoważonej produkcji można przedstawić jak na rys. 3.

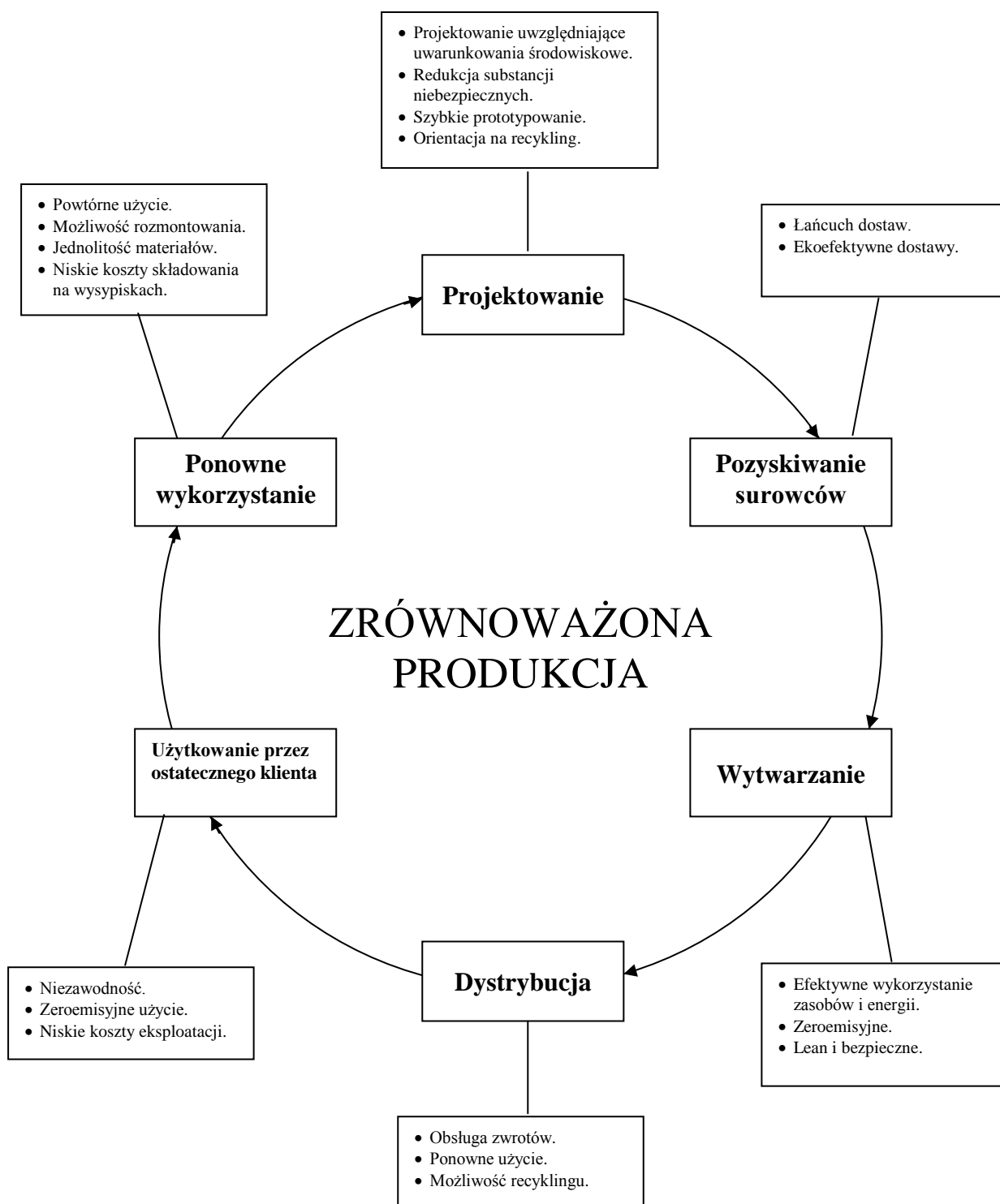
¹⁴ Definicja wg „Programu Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych – UNEP”, www.programcp.org.pl/polpcp/istotacp.htm.

¹⁵ UNDP – Programu Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju, EEA – Europejska Agencja Środowiska.

¹⁶ Sustainable consumption and production in South East Europe, Eastern Europe, Caucasus and Central Asia. “European Environmental Agency Report”, No. 3, 2007, Copenhagen 2007.

¹⁷ Ibidem.

¹⁸ Wzorce zrównoważonej produkcji i konsumpcji, Stan i rekomendacje. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2006.



Rys. 3. Koncepcja zrównoważonej produkcji

Fig. 3. The sustainable production concept

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making informed choices on products, praca zbiorowa ULEP.

Podstawy zrównoważonej produkcji polegają na powiązaniu procesu produkcyjnego z koncepcją ograniczenia użycia zasobów (co również ujęte jest w koncepcji Lean Manufacturing, która prowadzi do ograniczenia marnotrawstwa w procesie produkcyjnym) i środowiskowego wpływu produktu. Koncepcja ta zatem odnosi się do wszystkich etapów cyklu życia produktu – od projektu do zakończenia jego życia.

4. Znaczenie efektywności w zarządzaniu produkcją

Jak już wskazano, w skali mikro efektywność może się odnosić do przedsiębiorstwa lub jego wybranego podsystemu, na przykład produkcyjnego. System produkcyjny, najczęściej oceniany przy zastosowaniu produktywności, jest stosunkiem ilości wytworzonej oraz sprzedanej produkcji w określonym i rozpatrywanym okresie do ilości wykorzystywanych lub zużytych zasobów wejściowych. Zasoby wejściowe w systemie produkcyjnym stanowią zasilenia systemu i zasoby systemu wykorzystywane do wytworzenia produktu końcowego. Zasileniami systemu mogą być zatem np. materiały, energia oraz informacje, a zasobami systemu mogą być np. ludzie oraz kapitał. Tak rozumiana produktywność może dotyczyć całego systemu produkcyjnego czy przedsiębiorstwa, a także jego części¹⁹. Stosując efektywność, wyrażoną oceną cyklu życia i produktywnością można dokonać oceny poszczególnych obszarów działania przedsiębiorstwa.²⁰

Efektywność w odróżnieniu od produktywności zawiera w sobie trzy wymiary: ekonomiczny, techniczny i środowiskowy. Dla potrzeb obliczania efektywności w systemach produkcyjnych w literaturze²¹ podaje się metodykę obliczania efektywności jako funkcję produktywności i wskaźników środowiskowych opierając się na technice LCA, co wyraża się ogólnym wzorem (2)

$$EE = \frac{P}{LCA}, \quad (2)$$

gdzie:

EE – efektywność,

P – produktywność,

LCA – środowiskowa ocena cyklu życia (LCA).

¹⁹ Lis E. (red.): Vademecum produktywności. Placet, Warszawa 1999.

²⁰ Burchart-Korol D.: Efektywność – nowym kryterium oceny systemu produkcyjnego. „Logistyka”, nr 6, 2012, s. 40-43.

²¹ Burchart-Korol D., Ślaski P.: Analiza efektywności w logistyce produkcji. „Logistyka”, nr 5, 2011, s. 17-20.

Ekologiczna ocena cyklu życia (LCA) stanowi element systemów zarządzania środowiskowego i jest regulowana wytycznymi zawartymi w normach ISO 14040:2006 oraz ISO 14044:2006. LCA służy do analizy tzw. interwencji środowiskowych oraz wywoływanych przez nie wpływów na środowisko. Pojęcie interwencji środowiskowych jest w dużym stopniu tożsame z definicją aspektów środowiskowych i może być rozumiane jako elementy działań organizacji lub wyrobów, które mogą wzajemnie oddziaływać ze środowiskiem (PN ISO 14004:2005 #3.7). Istnieje kilka cech charakterystycznych dla techniki LCA, m.in.:

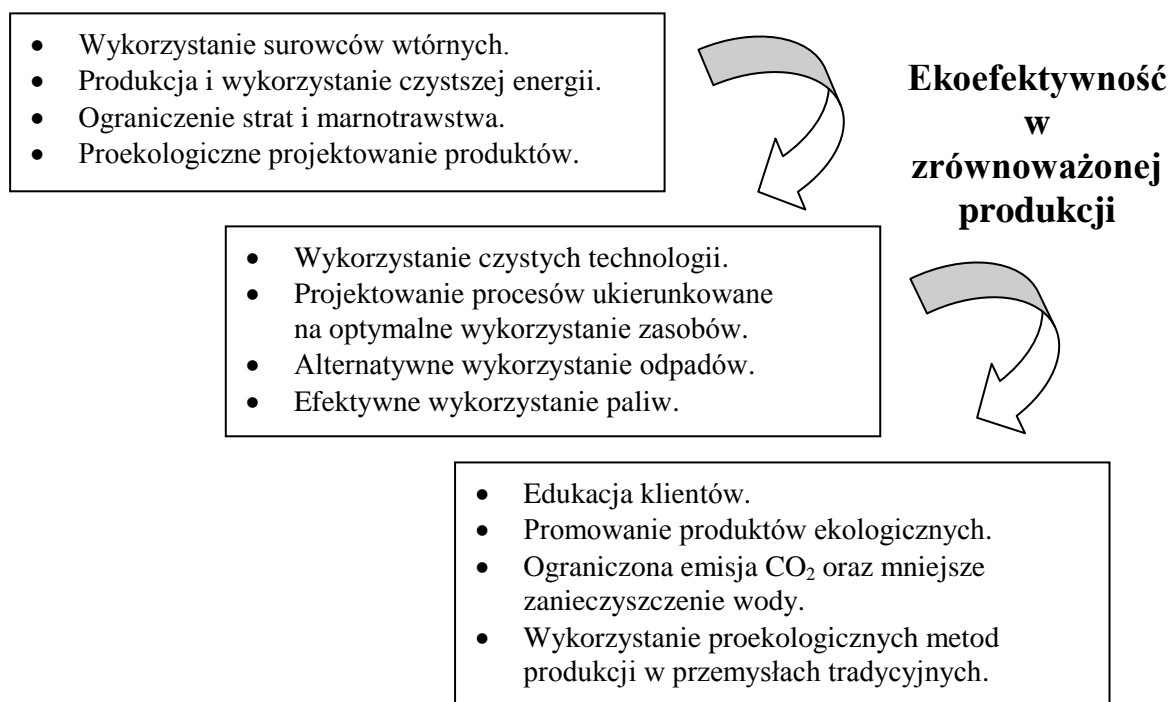
- zorientowanie na produkty i usługi,
- ilościowe wyrażanie aspektów i wpływów na środowisko,
- dokonywanie analizy opierając się na funkcji wyrobów,
- uniwersalność i wielorakość zastosowań,
- istnienie względnie ujednoliconej i znormalizowanej metodyki,
- dokonywanie oceny w odniesieniu do szerokiego spektrum problemów środowiskowych.

LCA składa się z czterech etapów: określenie celu i zakresu analiz, analiza zbioru danych wejściowych i wyjściowych (LCI – *Life Cycle Inventory*), ocena wpływu (LCIA – *Life Cycle Impact Assessment*) oraz interpretacja. Jednym z głównych założeń techniki LCA jest wykazanie wszystkich czynników, mających potencjalny wpływ na środowisko i związanych z danym produktem lub technologią. Wynikiem analizy techniką LCA jest określenie wpływu produktu/technologii na środowisko w całym cyklu życia. Ocena cyklu życia LCA umożliwia uwzględnienie aspektów środowiskowych we wszystkich fazach cyklu życia produktu lub technologii od pozyskania surowców, poprzez fazę produkcji, do transportu i użytkowania oraz likwidacji (koniec życia związany z zagospodarowaniem odpadów lub składowaniem).²²

Wynikiem przeprowadzonej analizy efektywności w odniesieniu do systemu produkcyjnego może być wybór takiej technologii lub takiej metody prowadzenia procesu, która będzie mniej obciążała środowisko, ograniczała zużycie zasobów oraz pozwalała oferować produkty o wysokiej jakości (rys. 4).

Oprócz uzyskanych wskaźników środowiskowych, dzięki zastosowaniu LCA, istnieje również możliwość uzyskania odpowiedzi na pytanie, które z zastosowanych w procesach produkcyjnych elementy technologii powodują największe obciążenie środowiskowe. Analiza wyników pomiaru efektywności pozwala na podejmowanie działań w zakresie projektowania nowych produktów i procesów produkcyjnych tak, by ograniczyć energochłonność i materiałochłonność.

²² PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Wymagania i wytyczne.



Rys. 4. Wpływ ekoefektywności na zrównoważoną produkcję

Fig. 4. Impact of eco-efficiency on the sustainable production

Źródło: Opracowanie własne.

Wprowadzenie w przedsiębiorstwie zrównoważonej produkcji jako systemu, w którym zaimplementowana została koncepcja ekoefektywności, pozwala produkować więcej z mniejszych nakładów surowców w celu ograniczania wpływu na środowisko naturalne, oraz optymalizować procesy produkcyjne z punktu widzenia ekonomii i ekologii. Poza optymalizacją technologii produkcji w kontekście odpowiedzialności społecznej na tym etapie istotne są także między innymi:

- wykorzystywanie surowców pochodzących z recyklingu oraz ulegających biodegradacji,
- kontrolowanie dostawców pod kątem zrównoważonego pozyskiwania surowców,
- partnerskie relacje z interesariuszami,
- przygotowanie transportu surowców i gotowych produktów w sposób zgodny z normami środowiskowymi.

W celu spełnienia zasad zrównoważonego rozwoju pierwszy krokiem może być dokonanie oceny ekoefektywności stosowanych technologii lub też procesów produkcyjnych. Niniejszy artykuł wprowadza do tematyki zastosowań ekoefektywności w zarządzaniu produkcją. Rozwinięciem obszaru związanego z ekoefektywnością jest koncepcja ekoskuteczności (*eco-effectiveness*). W literaturze²³ zostały przedstawione: koncepcja ekoskuteczności, podstawowe jej założenia, jak również analiza porównawcza ekoskuteczności i ekoefektywności

²³ Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Kruczek M.: Eco-efficiency and eco-effectiveness concepts in supply chain Management. Congress Proceedings Carpathian Logistics Congress CLC Jeseník, Czech Republic 2012.

5. Podsumowanie

Koncepcja ekoefektywności przedstawiona w artykule stanowi nowe podejście do analizy systemów produkcyjnych. Jej zastosowanie pozwala na ustalenie realnych obciążeń, jakie generują produkty i procesy nie tylko dla środowiska, ale również w szerszym ujęciu dla gospodarki i społeczeństwa. Analiza ekoefektywności umożliwia znalezienie technologii lub produktu o najwyższym wskaźniku ekonomicznym, najwyższej produktywności, a jednocześnie o najniższym wskaźniku środowiskowym, co stanowi podstawę projektowania zrównoważonych systemów produkcyjnych. W zrównoważonych systemach produkcyjnych dochodzi do ograniczenia wykorzystania zasobów i energii, przy jednoczesnej poprawie jakości wytwarzanych produktów.

Bibliografia

1. Burchart-Korol D., Czaplicka-Kolarz K., Kruczek M.: Eco-efficiency and eco-effectiveness concepts in supply chain Management. Congress Proceedings Carpathian Logistics Congress CLC Jeseník, Czech Republic 2012.
2. Burchart-Korol D.: Ekoefektywność – nowym kryterium oceny systemu produkcyjnego. „Logistyka”, nr 6, 2012.
3. Burchart-Korol D., Ślaski P.: Analiza ekoefektywności w logistyce produkcji, „Logistyka”, nr 5, 2011.
4. Charmondusit K., Keartpakpraek K.: Eco-efficiency Evaluation of the Petroleum and Petrochemical Group in the Map Ta Phut Industrial Estate, Thailand. “Journal of Cleaner Production”, Vol. 19, No. 2-3, 2011.
5. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Krawczyk P.: Metodyka analizy ekoefektywności. “Journal of Ecology and Health”, nr 6, 2010.
6. Czaplicka-Kolarz K., Ściążko M.: Model ekologicznego i ekonomicznego prognozowania wydobycia i użytkowania czystego węgla – Ekoefektywność technologii czystego spalania węgla. Wyd. GIG, Katowice 2004.
7. Durlík I.: Inżynieria Zarządzania. Strategia i Projektowanie Systemów Produkcyjnych. Placet, Warszawa 1995.
8. Kharel G.P., Charmondusit K.: Eco-efficiency evaluation of iron rod industry in Nepal. “Journal of Cleaner Production”, No. 16, 2008.
9. Laszlo C.: Firma zrównoważonego rozwoju. Studio emka, 2008.
10. Lis S. (red.): Vademecum produktywności. Placet, Warszawa 1999.
11. Pająk E.: Zarządzanie produkcją. Produkt, technologia, organizacja. PWN, Warszawa 2006.

12. Pasternak K.: Zarys zarządzania produkcją. PWE, Warszawa 2005.
13. Poskrobko B.: Teoretyczne aspekt ekorozwoju. „Ekonomia i Środowisko”, nr 1(10), 1997.
14. Saling P., Pierobon M.: Measuring the sustainability of products: The Eco-Efficiency and SEEBALANCE® analysis. Towards Life Cycle Sustainability Management, Springer, 2011.
15. Salmi O.: Eco-efficiency and industrial symbiosis e a counterfactual analysis of a mining community. “Journal of Cleaner Production”, No. 15, 2007.
16. Sustainable consumption and production in South East Europe, Eastern Europe, Caucasus and Central Asia. European Environmental Agency Report, No. 3, 2007, Copenhagen 2007.
17. Van Caneghem J., Block C., Cramm P., Mortier R., Vandecasteele C.: Improving eco-efficiency in the steel industry: The ArcelorMittal Gent case. “Journal of Cleaner Production”, No. 18, 2010.
18. Wang Y., Liu J., Hansson L., Zhang K., Wang R.: Implementing stricter environmental regulation to enhance eco-efficiency and sustainability: a case study of Shandong Province’s pulp and paper industry, China. “Journal of Cleaner Production”, No. 19, 2011.
19. Zhao W., Huppel G., Voet E.: Eco-efficiency for greenhouse gas emissions mitigation of municipal solid waste management: A case study of Tianjin. “China Waste Management”, No. 31, 2011.
20. Eco-efficiency of Electrical and Electronic Equipment (WEEE): end-of-life-options. FINAL REPORT PlasticsEurope 2011.
21. Wzorce zrównoważonej produkcji i konsumpcji. Stan i rekomendacje. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2006.
22. Program Ochrony Środowiska Narodów Zjednoczonych – UNEP, www.programcp.org/pl/polpcp/istotacp.htm.
23. PN-EN ISO 14044:2009 Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Wymagania i wytyczne.
24. www.wbcsd.org, 22.06.2011.

Abstract

The paper present a new criterion for assessing the production system – eco-efficiency, which can be used with the productivity takes also account of environmental indicators. Eco-efficiency is a measure of integrating economic and environmental indicators, it enables to find eco-innovative production system, technologies or products with the highest economic indicator and the lowest environmental indicator. It can be used for inventing and improvement of sustainable productions systems.