



Agata Lulewicz • Rafał Miłaszewski

METODA ZINTEGROWANEJ OCENY PROJEKTÓW CZYSTSZEJ PRODUKCJI

Agata Lulewicz, dr – Politechnika Białostocka
Rafał Miłaszewski, prof. dr hab. inż. – Politechnika Białostocka

adres korespondencyjny:

Politechnika Białostocka
Wydział Zarządzania, Katedra Zarządzania Produkcją
15-351 Białystok, ul. Wiejska 45A
e-mail: rafal.milaszewski@interia.pl, a.lulewicz@pb.edu.pl

THE INTEGRATED ASSESSMENT METHOD FOR CLEANER PRODUCTION PROJECTS

SUMMARY: The integrated and multicriterion assessment method for cleaner production projects is presented in the paper. It not only takes into consideration the costs and benefits generated within the enterprise during implementation of the project but also examines the external environmental, economic and social costs and benefits. Two factor variants, both taking into account identical and different time stretches for cost and benefit levels, are proposed to determine the effectiveness of the projects. The discussed cleaner production project assessment method was applied to evaluate projects realized by a textile plant located in the Podlasie Voivodship.

KEY WORDS: cleaner production strategy, integrated method for assessment of cleaner production projects, environmental, economic and social benefits, costs of cleaner production strategy

Wstęp

Systemy zarządzania środowiskowego są instrumentami służącymi do wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju w przedsiębiorstwie. Celem ich stosowania jest minimalizacja negatywnych oddziaływań przedsiębiorstwa na otoczenie. Istotną ich cechą jest dobrowolność stosowania. Decyzja podejmowana przez kierownictwo przedsiębiorstwa o wdrażaniu nie jest więc podyktowana przymusem ekonomicznym, prawnym lub innym. Ponadto zakłada się w nich ciągłe doskonalenie realizacji polityki przedsiębiorstwa w zakresie ochrony środowiska poprzez upowszechnianie nowych rozwiązań oraz eliminowanie rozwiązań mało skutecznych.

Jednym z pierwszych narzędzi wykorzystujących systemowe podejście do problematyki ochrony środowiska w przedsiębiorstwie jest strategia czystszej produkcji, którą można zdefiniować jako ciągłe stosowanie zintegrowanej, prewencyjnej strategii w odniesieniu do procesów, produktów i usług w celu uzyskania korzyści ekologicznych, ekonomicznych, społecznych oraz korzyści związanych ze zdrowiem i bezpieczeństwem.¹ Opiera się ona na jednej z podstawowych zasad zrównoważonego rozwoju, czyli na zasadzie minimalizacji zanieczyszczeń u źródła ich powstawania. Ze względu na mniej rygorystyczne wymagania niż określone w systemach sformalizowanych, takich jak ISO 14001 czy EMAS, oraz mniejsze obciążenia finansowe często jest stosowana w przedsiębiorstwach w okresie poprzedzającym wdrożenie sformalizowanych systemów zarządzania środowiskowego.

Wdrażanie strategii czystszej produkcji w przedsiębiorstwach odbywa się głównie poprzez opracowanie i realizację projektów czystszej produkcji, obejmujących przedsięwzięcia o charakterze inwestycyjnym i nieinwestycyjnym, których celem jest ochrona środowiska. Zazwyczaj opracowywanych jest kilka projektów czystszej produkcji. Ze względu na ograniczenia finansowe przedsiębiorstw, a także ze względów organizacyjnych nie jest możliwa równoczesna realizacja wszystkich projektów czystszej produkcji, dlatego konieczne jest określenie projektów priorytetowych. Wyboru dokonuje się w oparciu o analizę ekonomiczną. Do realizacji jest wybierany ten projekt, którego wskaźnik efektywności jest najbardziej korzystny. Czynnikiem decydującym o wyborze jest zatem jego opłacalność ekonomiczna. W dotychczasowej praktyce nie są natomiast uwzględniane, w wystarczającym stopniu, kryteria ekologiczne i społeczne.

Celem artykułu jest przedstawienie metody zintegrowanej oceny projektów czystszej produkcji, uwzględniającej kryteria ekologiczne, ekonomiczne i społeczne oraz jej empiryczna weryfikacja.

¹ *Cleaner Production – Key Elements*, United Nations Environmental Programme [Dokument elektroniczny]. Tryb dostępu: www.unep.org/pc/cp/understanding_cp/home.htm [Data wejścia: 05-07-2005].

1.

Dotychczasowe metody oceny projektów czystszej produkcji

Podstawowym narzędziem ułatwiającym opracowanie projektów czystszej produkcji jest procedura minimalizacji zanieczyszczeń, opracowana przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych,² jako narzędzie zapewniające zintegrowane projektowanie oraz przekształcanie technologii i technik wytwarzania w systemy pozwalające zmniejszyć ich negatywny wpływ na otoczenie (rysunek 1).

Przedmiotem analizy w niniejszym artykule będzie jeden z elementów procedury wdrażania strategii czystszej produkcji, a mianowicie sposób oceny projektów.

Dotychczasowa ocena projektów czystszej produkcji opierała się na analizie efektywności ekonomicznej. Do oceny efektywności projektów wykorzystywano prosty wskaźnik okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych. Wskaźnik ten pozwala określić czas, po którym następuje zwrot poniesionych nakładów inwestycyjnych rocznymi oszczędnościami operacyjnymi. Wielkość tego wskaźnika można obliczyć za pomocą następującego równania:

$$OZ = \frac{N}{O} \quad (1)$$

gdzie:

OZ – okres zwrotu nakładów inwestycyjnych w latach;

N – nakłady inwestycyjne, zł;

O – roczne oszczędności operacyjne, zł/rok.

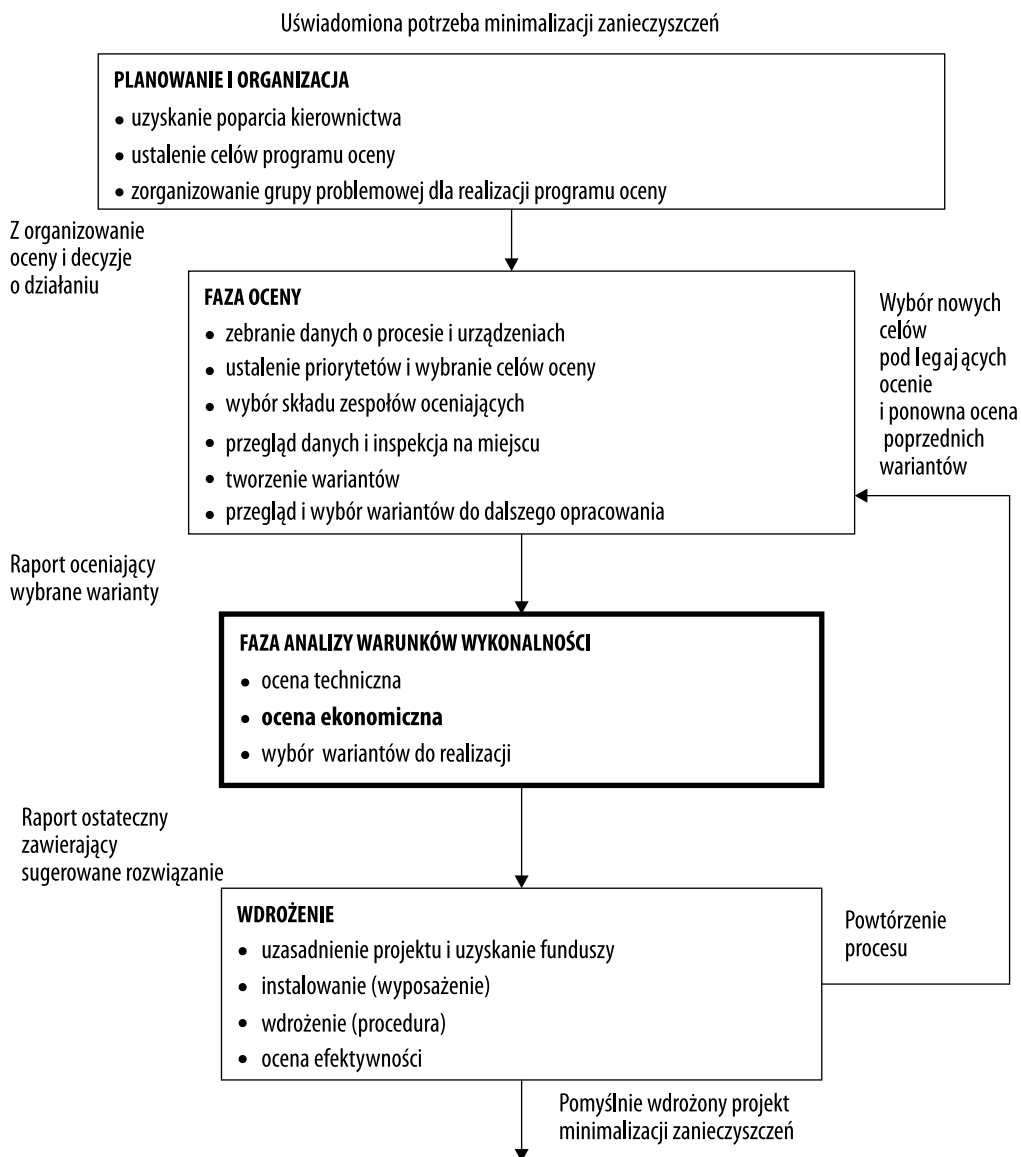
Projekt czystszej produkcji, dla którego okres zwrotu nakładów inwestycyjnych był najkrótszy, wybierano do realizacji.

Oprócz wskaźnika okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych, w sytuacji gdy znany jest rozkład efektów i kosztów projektu w czasie, do oceny projektów czystszej produkcji wykorzystywano także wskaźnik – wartość zaktualizowana netto (NPV). Otrzymuje się go przez zdyskontowanie, oddzielnie dla każdego roku, różnicy pomiędzy wartością efektów a wartością nakładów w całym okresie objętym rachunkiem i zsumowanie tych wartości. Inwestycja oceniana za pomocą wskaźnika NPV może być uznana za ekonomicznie efektywną, jeżeli został spełniony warunek $NPV \geq 0$.

Stosowanie zasad zrównoważonego rozwoju wymaga przeprowadzania oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych z uwzględnieniem trzech kategorii efektywności, czyli: ekologicznej, ekonomicznej i społecznej, przy czym istotne jest uwzględnienie nie tylko kosztów i korzyści powstałych w przedsiębiorstwie, ale także kosztów i korzyści zewnętrznych.

² *The EPA Manual for waste minimization opportunity assessments*, Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio 45268, EPA/625/7-88/003.

Rysunek 1
Procedura wdrażania strategii czystszej produkcji



Źródło: Ocena możliwości minimalizacji odpadów. Poradnik techniczny. Biuro Badawczo-Rozwojowe Amerykańskiej Agencji do spraw Ochrony Środowiska, Cincinnati-Ohio 1998. Tłumaczenie z języka angielskiego wykonane przez NIF-NOT Center, Katowice 1995.

W literaturze przedmiotu opisane są metody oceny przedsięwzięć w ochronie środowiska ujmuje nie tylko efekty ekonomiczne, ale także ekologiczne.³ W głównej mierze dostarczają one informacji na temat stopnia zmniejszenia uciążliwości środowiskowej prowadzonej działalności. Do podstawowych wskaźników uciążliwości środowiskowej zalicza się: wskaźnik emisyjności, ściekogenności i odpadogenności produkcji.⁴ Ocena efektów (korzyści) ekologicznych w tych metodach jest dokonywana przy użyciu kryteriów fizycznych. W celu uzyskania porównywalności wskaźników koryguje się, je biorąc pod uwagę stopień szkodliwości emitowanych zanieczyszczeń.

Zastosowanie wskaźników uciążliwości ekologicznej pozwala ocenić ekologiczne korzyści powstające na skutek realizacji działań prośrodowiskowych w ograniczonym zakresie. Można bowiem porównywać stopień uciążliwości zanieczyszczeń tylko w ramach tego samego rodzaju zanieczyszczeń, na przykład odpadów stałych. Trudności pojawiają się przy zestawianiu ze sobą i analizowaniu zanieczyszczeń o różnym charakterze. Brak możliwości porównania szkodliwości emitowanych zanieczyszczeń skutkuje błędnymi wynikami oceny.

Określone, za pomocą wskaźników uciążliwości środowiskowej, wyniki działalności proekologicznej (oceny częściowe) mogą być interpretowane w głównej mierze w sposób bezpośredni. Trudno jest bowiem przeprowadzić agregację tych wyników i wyznaczyć zintegrowany wskaźnik efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. W niektórych opracowaniach⁵ dokonuje się prób zagregowania ocen częściowych, wykorzystując metodę wagowo-punktową. Taka agregacja opiera się jednak na subiektywnym odczuciu oceniających. W sposób obiektywny trudne jest, a często nawet niemożliwe, przyporządkowanie skali punktowej i wagowej do konkretnego efektu ekologicznego.

Adamczyk⁶ do oceny realizacji celów ekologicznych, ekonomicznych i społecznych zastosowała kryterium efektywności korzystania ze środowiska, w którym uwzględnia efekty korzystania ze środowiska i wprowadzania w nim zmian dla realizacji celów różnych grup zainteresowanych funkcjonowaniem przedsiębiorstwa. Efekty te wyrażone zostały w postaci wartości produkcji sprzedanej (społecznie akceptowanej), w zysku brutto (w zasileniu budżetu państwa poprzez podatek dochodowy oraz udziału właścicieli w zysku netto), w liczbie za-

³ Zob. na przykład: T. Fijał, *Ekologiczne i ekonomiczne efekty realizacji strategii czystszej produkcji w wybranych przedsiębiorstwach*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Kraków, 2005; J. Adamczyk, *Koncepcja zrównoważonego rozwoju w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Kraków 2001.

⁴ Szeroki zakres wskaźników uciążliwości środowiskowej zaprezentowano w pracach: J. Famielec, *System wskaźników controllingu ekologicznego przedsiębiorstwa*, „Ekonomia i Środowisko” 2004 nr 1(25), s. 66-73; Proekologiczne zarządzanie przedsiębiorstwem, red. G. Kobyłko, Wyd. Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2000, s. 119-122; Wskaźniki ekorozwoju, red. T. Borys, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok 1999.

⁵ Zob. na przykład J. Ejdyś, *Metoda oceny wyników działalności środowiskowej*, Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok 2004.

⁶ J. Adamczyk, *Koncepcja...*, op.cit., s. 186.

trudnionych (w tworzeniu miejsc pracy) oraz w odniesieniu do opłat (ceny zaangażowanego środowiska).

W dotychczasowych ocenach rzadko i tylko w ograniczonym zakresie dokonano oceny działalności przedsiębiorstwa z punktu widzenia kryterium społecznego. Najczęściej ocena ta jest przeprowadzana na podstawie badań ankietowych na temat postrzegania prowadzonej przez przedsiębiorstwo działalności w zakresie ochrony środowiska wśród różnych grup społecznych, czyli pracowników, klientów, kontrahentów, dostawców oraz lokalnej społeczności.

Analiza dotychczasowych metod oceny efektywności przedsięwzięć służących ochronie środowiska, w tym projektów czystszej produkcji, pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

- przeprowadzenie oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych z zakresu ochrony środowiska za pomocą rachunku ekonomicznej efektywności powoduje zawężenie i zniekształcenie wyniku oceny, w rachunku tym bowiem nie uwzględnia się powstałych w przedsiębiorstwie kwantyfikowalnych korzyści ekologicznych i społecznych wynikających z realizacji tych przedsięwzięć;
- finansowe metody oceny przedsięwzięć inwestycyjnych pomijają zewnętrzne korzyści ekologiczne i społeczne powstające na skutek realizacji przedsięwzięcia;
- istnieje konieczność uwzględniania faktu, że często efekty działań inwestycyjnych są widoczne dopiero po upływie określonego czasu od momentu zakończenia inwestycji, konieczne jest zatem uwzględnianie korzyści i kosztów powstałych nie tylko w czasie realizacji inwestycji, ale także w okresie jej eksploatacji;
- efekty wdrażania proekologicznych przedsięwzięć inwestycyjnych bardzo często są niejednakowo rozłożone w czasie, a w takim przypadku konieczne jest zastosowanie rachunku dyskontowego.

2.

Określenie korzyści i kosztów w projektach czystszej produkcji

Podstawowym celem projektów realizowanych w ramach omawianej strategii jest generowanie korzyści o charakterze ekologicznym, ekonomicznym i społecznym. Koszty natomiast powstają jako negatywny czynnik wdrażania określonych działań. Porównanie tych dwóch kategorii – korzyści i kosztów – pozwala określić efektywność projektów czystszej produkcji.

Korzyści ekologiczne można zdefiniować jako *wszystkie pozytywne skutki powstające w wyniku zaniechania działań (na przykład zrezygnowanie z budowy uciążliwego zakładu), przedsięwzięć zapobiegających zanieczyszczeniu środowiska lub przedsięwzięć likwidujących źródła zanieczyszczeń.*⁷ Najczęściej są

⁷ J. Famielc, *Straty i korzyści ekologiczne w gospodarce narodowej*, PWN, Warszawa-Kraków 1999, s. 14.

one następstwem zmniejszenia wielkości zużycia zasobów środowiska i/lub zmniejszenia obciążenia środowiska przyrodniczego. Uwzględniając beneficjentów potencjalnych korzyści ekologicznych, można je podzielić na dwie kategorie:

- wewnętrzne korzyści ekologiczne (mają one odzwierciedlenie w rachunku ekonomicznym przedsiębiorstwa);
- zewnętrzne korzyści ekologiczne (występują w obszarze oddziaływania przedsiębiorstwa).

Odbiorcą wewnętrznych korzyści ekologicznych jest podmiot realizujący zadania inwestycyjne i organizacyjne w ramach strategii czystszej produkcji. Korzyści te powstają na skutek zmniejszenia negatywnego oddziaływania działalności przedsiębiorstwa na środowisko przyrodnicze. Uzyskanie wewnętrznych korzyści ekologicznych wiąże się z powstaniem w przedsiębiorstwie oszczędności ekonomicznych, przede wszystkim związanych ze zmniejszeniem wielkości opłat i kar ekologicznych.

Druga kategoria korzyści ekologicznych to korzyści powstałe w otoczeniu przedsiębiorstwa. Ekologiczne korzyści zewnętrzne określić można jako uniknięte szkody,⁸ czyli ograniczone straty ekologiczne.⁹ Obejmują one negatywne zjawiska z tytułu zanieczyszczenia poszczególnych komponentów środowiska, skutkujące zmniejszeniem dobrobytu ludności znajdującej się w obszarze oddziaływania tych zanieczyszczeń.

Korzyści ekologiczne, aby mogły służyć jako kryterium oceny projektów czystszej produkcji, powinny być wyrażone w kategoriach pieniężnych. Prywatne korzyści ekologiczne są łatwe do zidentyfikowania i podania w wartościach pieniężnych. Trudniejsze jest natomiast określenie zewnętrznych korzyści ekologicznych. Określenie ich wielkości jest możliwe dzięki zastosowaniu metod wyceny bezpośredniej i pośredniej.¹⁰

Realizacja strategii czystszej produkcji skutkuje uzyskaniem korzyści społecznych, czyli korzyści w sferze warunków życia i pracy oraz zdrowia ludności. Bardzo trudną kwestią jest określenie wartości korzyści w sferze warunków życia i pracy ze względu na to, że nie jest to kategoria obiektywna i można ją ana-

⁸ Zgodnie z dyrektywą 2004/35/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 kwietnia 2004 r. w sprawie odpowiedzialności za środowisko w odniesieniu do zapobiegania i zarażania szkodom wyrządzonym środowisku naturalnemu, szkoda jest definiowana jako mierzalna negatywna zmiana w zasobach naturalnych lub mierzalne osłabienie użyteczności zasobów naturalnych, które może ujawnić się bezpośrednio lub pośrednio.

⁹ Szkodę ekologiczną wiąże się z uszczerbkiem w sensie fizycznym (szkody wyraża się w jednostkach naturalnych), natomiast stratę ekologiczną wyraża się w jednostkach pieniężnych. *Straty gospodarcze...*, op.cit.

¹⁰ Do metod bezpośredniego wartościowania zalicza się eksperyment i metodę wyceny warunkowej. Metody pośredniego wartościowania to: metoda oddziaływanie-skutek (*dose-response method*); metoda substytucyjna (*substitution method*); metoda odtworzeniowa, zwana także metodą kosztu zastąpienia (*restoration method*); metoda prewencyjna (*prevention method*); metoda kompensacji (*compensation method*); koszty utraconych możliwości (*opportunity costs*).

lizować wyłącznie w nawiązaniu do subiektywnych odczuć ludzkich. Korzyści społeczne można ująć w kategoriach korzyści zdrowotnych.

Analizę stanu zdrowia ludności należy ograniczyć do badania zachorowalności i śmiertelności powodowanej przez działalność przedsiębiorstwa. Korzyści zdrowotne zdefiniować można jako wyrażone w pieniądzu pozytywne efekty powstające na skutek poprawy zdrowia i/lub zmniejszenia umieralności związane z poprawą jakości środowiska (przyrodniczego i pracy) dzięki wdrożeniu projektu czystszej produkcji. Wystąpienie korzyści zdrowotnych wiąże się z uzyskaniem korzyści ekonomicznych w postaci między innymi zmniejszenia kosztów leczenia, odszkodowań za trwałe lub okresowe uszkodzenia zdrowia.

Biorąc pod uwagę potencjalnych beneficjentów korzyści społecznych, powstających na skutek wdrożenia projektów czystszej produkcji, wyróżnić można dwie kategorie tych korzyści, czyli wewnętrzne korzyści społeczne i zewnętrzne korzyści społeczne.

Bezpośrednim odbiorcą wewnętrznych korzyści społecznych jest przedsiębiorstwo wdrażające strategię czystszej produkcji. Korzyści te są przede wszystkim następstwem poprawy stanu zdrowia pracowników na skutek poprawy warunków pracy. Znajdują one odzwierciedlenie w rachunku finansowym przedsiębiorstwa. Zewnętrzne korzyści społeczne to korzyści odczuwalne przez społeczność znajdującą się w obszarze oddziaływania przedsiębiorstwa na skutek zmniejszenia jego ujemnego wpływu na otoczenie. Wielkość zarówno prywatnych, jak również zewnętrznych korzyści społecznych jest uzależniona od wielkości korzyści ekologicznych osiągniętych w rezultacie wdrażania strategii czystszej produkcji.¹¹

Projekty czystszej produkcji generują także korzyści ekonomiczne. Wyrażają się one w postaci dodatkowych przychodów i/lub oszczędności z tytułu redukcji kosztów.

Wartość korzyści ekonomicznych w głównej mierze jest uzależniona od uzyskanych korzyści ekologicznych, które znajdują bezpośrednie odzwierciedlenie w rachunku zysków i strat przedsiębiorstwa realizującego strategię czystszej produkcji.

Wdrażanie strategii czystszej produkcji wiąże się z koniecznością ponoszenia kosztów na realizację projektów czystszej produkcji. Ich znajomość stanowi podstawę oceny efektywności projektów czystszej produkcji.

Koszty strategii czystszej produkcji definiuje się jako dodatkowo ponoszone przez przedsiębiorstwo koszty w celu wdrożenia i zapewnienia funkcjonowania inwestycji objętych projektem czystszej produkcji. Są to koszty działań podjętych lub wymaganych, służących eliminacji niekorzystnego wpływu działalności

¹¹ Waloryzacja zagrożeń środowiskowych dla ludzkiego zdrowia i życia może odbywać z wykorzystaniem następujących metod: metody bezpośredniej wyceny, opartej na zależności oddziaływanie-skutek; metody kosztu choroby; metody funkcji produkcji zdrowia; metody kapitału ludzkiego; metody deklarowanych preferencji, nazywanej też metodą wyceny warunkowej (WTA i WTP); metody opartej na wskaźnikach jednostkowych.

przedsiębiorstwa na środowisko naturalne oraz inne koszty wynikające z relacji przedsiębiorstwo – środowisko.¹² Dzieli się je na:

- koszty związane z wdrożeniem projektów czystszej produkcji; ponoszone są od momentu podjęcia decyzji o wdrożeniu strategii do momentu uzyskania Świadectwa Czystszej Produkcji;
- koszty związane z funkcjonowaniem projektu czystszej produkcji - powstają od momentu uzyskania Świadectwa Czystszej Produkcji do zakończenia eksploatacji inwestycji.

Przykładowe koszty wdrażania i funkcjonowania strategii czystszej produkcji przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Przykładowe koszty wdrażania i funkcjonowania strategii czystszej produkcji

Rodzaj kosztów	Koszty/nakłady
Koszty wdrażania strategii czystszej produkcji	koszty związane z analizą i oceną aktualnego stanu przedsiębiorstwa w odniesieniu do ochrony środowiska koszty związane z analizą wymogów prawnych z zakresu ochrony środowiska koszty szkoleń personelu przedsiębiorstwa nakłady na wykonawczą dokumentację projektową nakłady na roboty budowlano-montażowe nakłady na zakup maszyn i urządzeń
Koszty związane z funkcjonowaniem przedsięwzięć realizowanych według projektów czystszej produkcji	koszty funkcjonowania inwestycji realizowanej w ramach projektu czystszej produkcji koszty zakupu materiałów, energii, wody niezbędnych dla funkcjonowania inwestycji realizowanej w ramach strategii czystszej produkcji koszty działalności laboratorium koszty kontroli i monitoringu (dodatkowe koszty wykonywania pomiarów, analiz, zakupu odczynników) koszty zarządzania

Źródło: opracowanie własne.

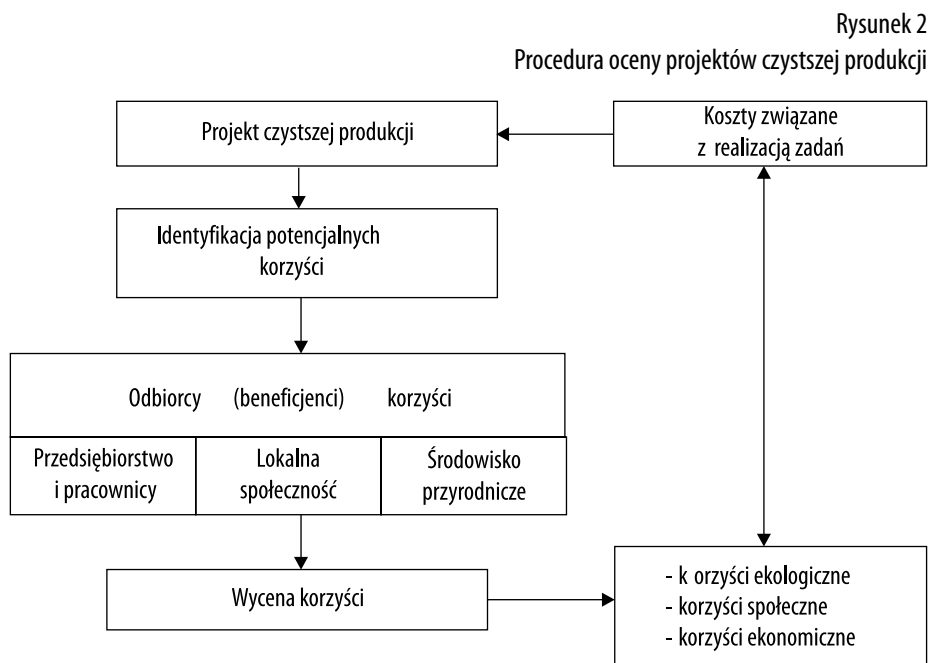
3. Założenia metody zintegrowanej oceny projektów czystszej produkcji

Metoda zintegrowanej oceny projektów czystszej produkcji stwarza możliwość kompleksowej i systemowej¹³ analizy alternatywnych projektów czystszej

¹² J. Famielec, *Rachunki ekologiczne w przedsiębiorstwie*, w: *Zarządzanie środowiskiem. Teraźniejszość i przyszłość*, red. B. Poskrobko, Wyd. Politechniki Białostockiej, Białystok 2003, s. 93.

¹³ Za twórcę teorii systemów uznaje się Ludwiga von Bertalanffy'ego. Naczelną zasadą tej teorii jest całościowe, czyli holistyczne ujmowanie różnych zjawisk, w przeciwieństwie do ujęcia redukcjonistycznego (podejście to polega na podziale analizowanego problemu badawczego na części składowe i przez kolejne uproszczenia zbadanie jego oddzielnych części, by w ten sposób wnioskować o zachowaniu się całości). Podejście systemowe przy ocenie projek-

produkcji. Umożliwia ona również agregację ocen cząstkowych (uwzględniających kryteria ekologiczne, ekonomiczne i społeczne) i wyznaczenie wskaźnika efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej. Procedurę oceny projektów czystszej produkcji przedstawiono na rysunku 2.



Źródło: opracowanie własne.

W zintegrowanej metodzie ocena projektów czystszej produkcji sprowadza się do:

- identyfikacji potencjalnych korzyści związanych z wdrażaniem i funkcjonowaniem projektu czystszej produkcji, z uwzględnieniem korzyści: ekologicznych, społecznych i ekonomicznych;
- określenia odbiorców (beneficjentów) potencjalnych korzyści; realizacja projektów czystszej produkcji będzie źródłem korzyści zarówno dla przedsiębiorstwa wdrażającego tę strategię, jak i dla jego otoczenia;
- wyceny korzyści;
- określenia kosztów związanych z realizacją zadań w ramach projektów czystszej produkcji.

O ile koszty związane z wdrożeniem projektów są łatwe do określenia, o tyle korzyści powstające na skutek podejmowanych działań w ramach stosowania

tów czystszej produkcji wymaga, aby wszystkie działania były analizowane i oceniane we wzajemnym powiązaniu. Takie podejście wykazuje istotną właściwość, którą wyraża zasada Nernsta: „całość to coś więcej niż suma części”.

strategii czystszej produkcji są trudno przewidywalne i najczęściej oddalone w czasie. Uwzględniając fakt, że korzyści związane z funkcjonowaniem inwestycji realizowanych w ramach czystszej produkcji mogą pojawić się dopiero po upływie dłuższego czasu, rachunek efektywności powinien uwzględniać stosunkowo odległą perspektywę czasową. Konieczne jest więc nie tylko określenie bieżących kosztów i korzyści, ale również oszacowanie ich przyszłych wielkości.

Wycena potencjalnych korzyści stanowi ważny element oceny projektów czystszej produkcji. Większość z tych korzyści można zidentyfikować i ocenić pod względem jakościowym (opisowym). Część z nich można zmierzyć (prognozować) i wyrazić mniej lub bardziej precyzyjnie w kategoriach ilościowych, posługując się jednostkami naturalnymi (na przykład procentowe zmniejszenie ilości emitowanych zanieczyszczeń). Tylko niektóre z korzyści można wycenić w jednostkach pieniężnych.

W omawianej metodzie pominięto te korzyści, które można wyrazić jedynie za pomocą oceny jakościatywnej, a skoncentrowano się na tych, w stosunku do których możliwa jest mniej lub bardziej precyzyjna wycena pieniężna.

Ze względu na to, że ocena projektów czystszej produkcji jest dokonywana na podstawie prognoz (w trybie *ex ante*), może być ona obarczona pewnym błędem i należy ją traktować w kategoriach szacunkowych. W procesie oceny projektów czystszej produkcji prognoza ta powinna sprowadzać się do dostarczenia możliwie najbardziej obiektywnych i naukowo uzasadnionych przewidywań dotyczących rezultatów wdrażania projektów. Miarodajna ocena efektywności projektów czystszej produkcji jest możliwa dopiero po ich wdrożeniu (*ex post*).

O wyborze projektu do realizacji decyduje relacja między korzyściami i kosztami. Projekt, dla którego nadwyżka korzyści nad kosztami będzie największa, powinien być wdrażany w przedsiębiorstwie.

Efektywność projektów czystszej produkcji można analizować, przyjmując następujące warianty rozłożenia w czasie kosztów i korzyści związanych z ich wdrażaniem i funkcjonowaniem:

- różne rozłożenie w czasie wielkości kosztów i korzyści,
- jednakowe rozłożenie w czasie wielkości kosztów i korzyści.

Biorąc pod uwagę pierwszy z podanych wariantów, ocenę projektów czystszej produkcji można określić za pomocą dyskontowego wskaźnika efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej. Wskaźnik ten można przedstawić za pomocą następującego wzoru:

$$E_{CP} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{(E_E)_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=0}^n \frac{(E_S)_t}{(1+r)^t} + \sum_{t=0}^n \frac{(E_K)_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{K_t}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

gdzie:

E_{CP} – wskaźnik efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej projektu czystszej produkcji w ujęciu dyskontowym, wielkość bezwymiarowa;

- $(E_E)_t$ – korzyści ekologiczne możliwe do uzyskania w wyniku wdrożenia projektu czystszej produkcji, zł/rok;
 $(E_S)_t$ – korzyści społeczne możliwe do uzyskania na skutek wdrożenia projektu czystszej produkcji, zł/rok;
 $(E_K)_t$ – korzyści ekonomiczne możliwe do uzyskania na skutek wdrożenia projektu czystszej produkcji, zł/rok;
 K_t – koszty realizacji projektu czystszej produkcji, zł/rok;
 r – stopa dyskontowa związana z finansowaniem projektu czystszej produkcji, rok⁻¹;
 t – kolejny rok okresu obliczeniowego;
 n – liczba lat okresu obliczeniowego.

W przypadku, gdy nie ma podstaw do różnicowania korzyści oraz kosztów w kolejnych latach funkcjonowania inwestycji realizowanej w ramach strategii czystszej produkcji, do określenia efektywności projektów można zastosować średnioroczny wskaźnik efektywności, czyli:

$$E_{CP} = \frac{E_E + E_S + E_K}{K} \quad (3)$$

gdzie:

- E_{CP} – wskaźnik efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej projektu czystszej produkcji w ujęciu rocznym, wielkość bezwymiarowa;
 E_E – roczne korzyści ekologiczne możliwe do uzyskania w wyniku wdrożenia projektu czystszej produkcji; roczne korzyści ekologiczne są sumą rocznych wewnętrznych korzyści ekologicznych i ekologicznych korzyści zewnętrznych, zł/rok;
 E_S – roczne korzyści społeczne możliwe do uzyskania na skutek wdrożenia projektu czystszej produkcji; roczne korzyści społeczne są sumą rocznych wewnętrznych korzyści społecznych i społecznych korzyści zewnętrznych, zł/rok;
 E_K – roczne korzyści ekonomiczne możliwe do uzyskania na skutek wdrożenia projektu czystszej produkcji, zł/rok;
 K – roczne koszty realizacji projektu czystszej produkcji, zł/rok.

Średnioroczny koszt ponoszony w celu realizacji projektu czystszej produkcji określić można za pomocą następującego równania:

$$K = I \cdot z(r + s) + K_b \quad (4)$$

gdzie:

- K – średnioroczny koszt ponoszony w celu realizacji projektu czystszej produkcji, zł/rok;
 I – bezpośredni nakład inwestycyjny na realizację projektu czystszej produkcji, zł;
 z – współczynnik kosztu zamrożenia kapitału w okresie wykonywania (budowy) inwestycji; współczynnik ten wskazuje na to, ilokrotnie powiększa się bezpośredni nakład kapitału na skutek doliczenia do niego kosztu użycia kapitału do czasu zakończenia inwestycji związanej z realizacją projektu czystszej produkcji;¹⁴
 r – stopa dyskontowa związana z finansowaniem projektu czystszej produkcji, rok⁻¹;

¹⁴ Szerzej na ten temat: H. Manteuffel Szoega, A. Interewicz, *Efektywność ekonomiczna oczyszczalni ścieków komunalnych. Rachunek społeczny i rachunek przedsiębiorstwa*, Wyd. SGGW, Warszawa 1999, s. 24.

- s – stopa amortyzacji środków trwałych obiektów powstałych w wyniku realizacji projektu czystszej produkcji, rok⁻¹;
 K_b – roczne koszty bieżące projektu czystszej produkcji, zł/rok.

4.

Zastosowanie metody zintegrowanej oceny projektów czystszej produkcji

Przedstawioną w niniejszym opracowaniu metodę oceny projektów czystszej produkcji zastosowano do oceny projektów realizowanych przez przedsiębiorstwo branży włókienniczej zlokalizowane w województwie podlaskim.

W wyniku przeprowadzonego przeglądu wpływu prowadzonej przez przedsiębiorstwo działalności oraz na podstawie badań ankietowych przeprowadzonych wśród pracowników stwierdzono, że podstawowymi obiektami generującymi negatywne oddziaływania na środowisko w analizowanym przedsiębiorstwie są: elektrociepłownia, stacja uzdatniania wody oraz wykańczalnia tkanin. Zaproponowano opracowanie następujących projektów czystszej produkcji:

- Projekt CP 1 – „Ograniczenie emisji gazów spalinowych z elektrociepłowni”;
- Projekt CP 2 – „Optymalizacja gospodarki wodno-ściekowej w stacji uzdatniania wody”;
- Projekt CP 3 – „Ograniczenie emisji formaldehydu na stanowiskach pracy na wydziale wykańczalni”.

Dla każdego projektu zostały zaproponowane działania umożliwiające osiągnięcie założonych celów. Wybór projektu do realizacji poprzedziła analiza efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej.

Założono, że realizacja inwestycji w ramach projektów czystszej produkcji nie będzie rozłożona w czasie, w związku z czym nie ma podstaw do różnicowania wielkości korzyści ekologicznych, społecznych i ekonomicznych oraz kosztów w kolejnych latach funkcjonowania inwestycji. Do oceny projektów czystszej produkcji zastosowano średnioroczny wskaźnik efektywności (wzór 3).

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- stawkę amortyzacji przyjęto na podstawie załącznika 1 – Wykaz rocznych stawek amortyzacji ustawy z dnia 15 lutego 1992 roku o podatku dochodowym od osób prawnych oraz o zmianie niektórych ustaw regulujących zasady opodatkowania;¹⁵ roczne stawki amortyzacji dla poszczególnych urządzeń wynoszą:
 - 7% dla kotłów i maszyn energetycznych (przedsięwzięcie inwestycyjne w ramach projektu CP 1),
 - 10% dla przewodów sieci technologicznych wewnątrzzakładowych (przedsięwzięcie inwestycyjne w ramach projektu CP 2),

¹⁵ Ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych. Tekst jednolity, Dz.U. 2000 nr 54, poz. 654 z późn. zm.

- projekt CP 3 nie jest związany z realizacją środków trwałych;
- ze względu na bardzo krótki okres realizacji inwestycji w ramach analizowanych projektów czystszej produkcji przyjęto współczynnik kosztu zamrożenia równy 1;
- stopę dyskontową przyjęto zgodnie ze wskazówkami Ministerstwa Gospodarki i Pracy oraz zaleceniami przewodnika *Analiza kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych*¹⁶, które sugerują, że finansową stopę dyskontową określić można na podstawie stopy zwrotu z papierów dłużnych renomowanego emitenta, pomniejszonej o wskaźnik inflacji i zastosowaniu w stosunku do wybranej stopy określonego mnożnika (zazwyczaj wartość mnożnika wynosi 2); biorąc pod uwagę oprocentowanie emitowanych przez Ministerstwo Finansów obligacji oraz uwzględniając stopę inflacji w warunkach polskich, finansową stopę dyskontową przyjęto na poziomie 6,0%.

Dla każdego projektu czystszej produkcji określono korzyści ekologiczne, społeczne¹⁷ i ekonomiczne oraz koszty niezbędne do wdrożenia i funkcjonowania przedsięwzięć inwestycyjnych. Na podstawie przeprowadzonych oszacowań wartości korzyści i kosztów dla każdego projektu obliczono zintegrowany wskaźnik efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej (tabela 2). W celu porównania wyników oceny dokonanej metodą zintegrowaną i metodą dotychczas stosowaną określono wskaźnik okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych (tabela 3).

Tabela 2
Efektywność projektów czystszej produkcji na podstawie zintegrowanej metody

Nazwa projektu	Zintegrowany wskaźnik efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej [wielkość bezwymiarowa]
Projekt CP 1 – „Ograniczenie emisji gazów spalinyowych”	36,62
Projekt CP 2 – „Optymalizacja gospodarki wodno-ściekowej”	19,30
Projekt CP 3 – „Ograniczenie emisji formaldehydu na stanowiskach pracy”	0,03

Inwestycja jest opłacalna, gdy wskaźnik efektywności jest większy od 1.

Źródło: opracowanie własne.

¹⁶ Zob. *Ekspertyza dotycząca metodologii obliczania znaczącego przychodu netto*, Ministerstwo Gospodarki i Pracy, Warszawa maj 2005; *Analiza kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Przewodnik*. Dokument opracowany przez Jednostkę do spraw Ewaluacji Dyrekcja Generalna – Polityka Regionalna Komisja Europejska, 1997.

¹⁷ W celu oszacowania korzyści ekologicznych i społecznych posłużono się badaniami opracowanymi w *The Benefits of Compliance with The Environmental Acquis for The Candidate Countries*, Final Report for the European Commission, ECOTEC, EFTEC, IEEP, Metroeconomica, TME & Candidate Country Experts, Brussels 2001.

Tabela 3

Ocena projektów czystszej produkcji na podstawie okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych

Nazwa projektu	Wskaźnik okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych [lata]
Projekt CP 1 – „Ograniczenie emisji gazów spalinowych”	<u>0,58</u>
Projekt CP 2 – „Optymalizacja gospodarki wodno-ściekowej”	<u>0,32</u>
Projekt CP 3 – „Ograniczenie emisji formaldehydu na stanowiskach pracy”	<u>0</u>

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie przeprowadzonej analizy efektywności projektów czystszej produkcji z zastosowaniem metody dotychczas stosowanej (okres zwrotu nakładów inwestycyjnych) i metody zintegrowanej stwierdzić można, że wyniki tej oceny różnią się (tabela 4).

Tabela 4

Ustalenie kolejności realizacji projektów czystszej produkcji przy użyciu wskaźnika efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej i wskaźnika okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych

Nazwa projektu	Kolejność realizacji projektów na podstawie:	
	wskaźnika okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych	wskaźnika efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej
Projekt CP 1 – „Ograniczenie emisji gazów spalinowych”	3	1
Projekt CP 2 – „Optymalizacja gospodarki wodno-ściekowej”	2	2
Projekt CP 3 – „Ograniczenie emisji formaldehydu na stanowiskach pracy”	1	3

Źródło: opracowanie własne.

Projekt CP 3 – „Ograniczenie emisji formaldehydu na stanowiskach pracy” na podstawie okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych okazał się najbardziej efektywny, natomiast biorąc pod uwagę wyniki oceny z zastosowaniem metody zintegrowanej, realizacja tego projektu nie jest opłacalna. Projekt CP 1 – „Ograniczenie emisji gazów spalinowych z elektrociepłowni”, wykorzystując metodę zintegrowaną, okazał się najbardziej efektywny, natomiast na podstawie wskaźnika okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych jest najmniej opłacalny w porównaniu z analizowanymi projektami. Projekt CP 2 – „Optymalizacja gospodarki wodno-ściekowej w Stacji Uzdatniania Wody” w wyniku oceny przeprowadzonej zarówno jedną, jak i drugą metodą jest średnio efektywny w porównaniu z analizowanymi projektami.

Podsumowanie

Z punktu widzenia realizacji zasad zrównoważonego rozwoju konieczne jest odejście od przeprowadzania „czysto” ekonomicznego rachunku efektywności przy ocenie projektów czystszej produkcji na rzecz efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej.

Zaproponowana w pracy metoda zintegrowanej oceny projektów czystszej produkcji opiera się na trzech kryteriach: ekonomicznym, ekologicznym i społecznym. Uwzględnia nie tylko koszty i korzyści przedsiębiorstwa wynikające z realizacji strategii czystszej produkcji, ale także koszty i korzyści zewnętrzne.

Poprawność oceny efektywności ekologiczno-społeczno-ekonomicznej projektów czystszej produkcji zdeterminowana jest jakością i dostępnością niezbędnych do oceny danych oraz umiejętnością wartościowania prognozowania konsekwencji wdrażania projektów. Kluczem do prawidłowej oceny projektów czystszej produkcji jest odpowiednia wiedza i to nie tylko *a posteriori*, lecz także *a priori* oraz doświadczenie oceniających. Wykorzystywana powinna być zarówno wiedza dostępna, nabyta w procesie kształcenia oraz poprzez praktykę, jak również wiedza ukryta, oparta na intuicji i przeczuciu.

Uwzględniając niedostatki dotychczasowych metod wyceny korzyści zewnętrznych (przede wszystkim czasochłonność i kapitałochłonność metod wyceny, a także niedostatecznie rozwiniętą bazę danych empirycznych), stwierdzić można, że najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie wskaźników jednostkowych bazujących na zależności oddziaływanie-skutek. Ze względu na zbyt mały rozwój metod wyceny wielkości korzyści zewnętrznych w naszym kraju rozsądnym rozwiązaniem jest wykorzystanie metody przenoszenia korzyści (*benefit transfer*), polegającej na adaptowaniu, dostosowaniu do polskich warunków oryginalnych oszacowań wartości pieniężnej korzyści. W oparciu o tę metodę oszacowano wartość zewnętrznych korzyści ekologicznych i zdrowotnych powstałych w wyniku realizacji projektów czystszej produkcji w badanym przedsiębiorstwie.

Wykorzystanie do oceny projektów czystszej produkcji metody zintegrowanej oceny może przyczynić się do zwiększenia możliwości i szans uzyskania przez przedsiębiorstwo środków zewnętrznych na finansowanie inwestycji (na przykład z krajowych funduszy ekologicznych lub środków unijnych). Metoda ta uwzględnia nie tylko korzyści osiągane przez przedsiębiorstwo wdrażające strategię czystszej produkcji, ale także korzyści, których beneficjentami jest otoczenie (środowisko przyrodnicze i lokalna społeczność).

Na podstawie przeprowadzonych rozważań można zaproponować następujące kierunki dalszych prac badawczych:

- dotychczasowy dorobek teorii wyceny zewnętrznych korzyści jest już dość dobrze rozwinięty, ale istnieją trudności aplikacyjne spowodowane między innymi: niedostatecznym wypracowaniem narzędzi pomiaru, zbyt słabo rozwiniętą bazą danych, a także jej fragmentarycznością; konieczny staje się więc dalszy rozwój teorii i praktyki metod wyceny korzyści zewnętrznych;

- ze względu na zbyt mały zestaw opracowanych wskaźników jednostkowych korzyści ekologicznych i społecznych konieczne jest rozszerzenie ich bazy danych.