

JANIK Agnieszka¹Uwzględnianie wartości efektów środowiskowych w logistyce odzysku²**WSTĘP**

Wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz zmiany w przepisach prawnych spowodowały rozszerzenie odpowiedzialności producenta za wytwarzane produkty na cały cykl ich życia. Obecnie odpowiedzialność producenta nie kończy się z chwilą dostarczenia produktu końcowemu użytkownikowi, ale w przypadku niektórych grup produktów takich jak np. sprzęt elektryczny i elektroniczny, opony, baterie, itp. obejmuje także odpowiedzialność za odpady powstające z produktu po okresie jego użytkowania. Omawiane zmiany przyczyniły się do rozwoju zamkniętych struktur produkcyjnych, w których zużyty produkt jest ponownie przetwarzany i wraca jako surowiec wtórny do procesów produkcyjnych. Ma to niewątpliwy wpływ na procesy logistyczne, gdyż producenci oprócz działań z zakresu tradycyjnej logistyki skupiającej się na przepływie dóbr z miejsca ich powstania do miejsca konsumpcji, realizują także działania logistyczne związane z zagospodarowaniem produktów po okresie ich użytkowania obejmujące przepływ dóbr z miejsca ich konsumpcji do miejsc ich ponownego użycia bądź właściwego zagospodarowania. Stąd w literaturze przedmiotu pojawiło się pojęcie *reverse logistics*, które najczęściej tłumaczone jest jako logistyka odzysku, logistyka zwrotna, czy też logistyka odwrotna.

Często realizacja procesów w ramach logistyki odzysku jest ekonomicznie nieopłacalna. Pozwala jednak na zmniejszenie ilości odpadów trafiających na składowisko, a także na odzyskanie z odpadów surowców wtórnych, które są ponownie wykorzystywane w procesie produkcyjnym. Aby zatem uzmysłwić końcowym użytkownikom oraz producentom, jak ważne jest by po okresie użytkowania zużyte produkty zostały we właściwy sposób zagospodarowane, należy wyrazić w wartościach pieniężnych uzyskiwane efekty środowiskowe dla uwzględnienia ich wartości w rachunku opłacalności danego procesu. W niniejszym artykule podjęto próbę identyfikacji i wyceny efektów środowiskowych uzyskiwanych w wyniku realizacji procesów logistycznych w ramach logistyki odzysku.

1 KONCEPCJA LOGISTYKI ODZYSKU

Zgodnie z art. 3 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach odzyskiem jest każdy proces, w wyniku którego możliwe jest nadanie odpadom funkcji użytkowych i wykorzystanie ich do zastąpienia materiałów, które w przeciwnym przypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji [19]. Są to zatem wszelkie działania nie stwarzające zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska, które polegają na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części albo prowadzą do odzyskania z odpadów substancji, materiałów lub energii i ich wykorzystania [5, s. 340].

Pojęcie logistyki odzysku kojarzone jest z koncepcją *reverse logistics* i stanowi jedno z występujących w literaturze polskiej tłumaczeń tych słów. Poza nim można również spotkać określenie: logistyka zwrotna, logistyka odwrotna, logistyka odwrócona, logistyka odpadów oraz rzadziej stosowane logistyka recyklingu odpadów, logistyka utylizacji, logistyka ponownego zagospodarowania, itp. Brak jednolitego nazewnictwa wynika z tego, że koncepcja *reverse logistics* jest stosunkowo nowym obszarem badawczym budzącym wątpliwości co do zakresu. Nawet w literaturze zagranicznej od początku lat 80-tych ubiegłego wieku pojawiło się wiele definicji *reverse logistics*, które można podzielić na grupę definicji odnoszących się do gospodarki odpadami

¹ Dr inż. Agnieszka Janik - Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, Instytut Inżynierii Produkcji, e-mail: agnieszka.janik@polsl.pl
Artykuł recenzowany.

² Artykuł jest wynikiem realizacji części badań w ramach projektu sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/D/HS4/03997.

i ochrony środowiska przyrodniczego oraz grupę definicji odnoszących się do aspektów związanych ze zwrotami produktów i odwrotnym przepływem strumieni dóbr fizycznych w kanale dystrybucji, które nie obejmują gospodarki odpadami [8, s. 108].

Najbardziej kompleksową definicję *reverse logistics* w 1989 r. sformułowali D.S. Rogers i R.S. Tibben-Lembke określając ją jako proces planowania, implementacji i kontrolowania skutecznego oraz efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, półproduktów i produktów gotowych wraz powiązanymi z tymi przepływami informacjami od miejsca konsumpcji do miejsca pochodzenia w celu odzyskania wartości bądź właściwego zagospodarowania [14, s. 2]. Definicja ta została przyjęta przez Reverse Logistics Executive Council (RLEC).

Zaktualizowany w 2013 r. słownik The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) definiuje *reverse logistics* jako wyspecjalizowany rodzaj procesów logistycznych koncentrujących się na przepływie i zarządzaniu produktami oraz zasobami po fazie ich sprzedaży i dostarczenia do konsumenta bądź końcowego użytkownika. Pojęcie to obejmuje także zwroty produktów dokonane w celu ich naprawy [17].

Według Amerykańskiego Stowarzyszenia Reverse Logistics Association (RLA) pod pojęciem *reverse logistics* należy rozumieć wszelką działalność podejmowaną w stosunku do produktów bądź usług po fazie ich sprzedaży, która jest uwarunkowana dążeniem do optymalizacji lub wzrostu efektywności działań potransakcyjnych prowadząc w ten sposób do oszczędności pieniędzy i zasobów środowiska [18].

W krajowej literaturze również brak jest jednoznaczności co do definicji pojęcia *reverse logistics*. Według A. Sadowskiego powinno być ono tłumaczone jako logistyka zwrotna i obejmować tylko takie strumienie przepływów, w których istnieje możliwość odtworzenia wartości z wycofanych produktów oraz gdy wyjście stanowi zasilenie dla nowego łańcucha dostaw. Nie uwzględnia się tutaj zatem procesów związanych ze zbieraniem i przetwarzaniem odpadów [15, s. 12-13]. J. Szołtysek również używa pojęcia logistyki zwrotnej, jednakże według niego jest to ogół procesów zarządzania przepływami odpadów (w tym produktów uszkodzonych) i związanych z tymi przepływami informacji od miejsc ich powstawania do miejsc ich przeznaczenia w celu odzyskania wartości (poprzez naprawę, recykling lub przetworzenie) lub właściwego ich unieszkodliwienia w taki sposób, by przepływy te były efektywne ekonomicznie i minimalizowały negatywny wpływ odpadów na środowisko przyrodnicze człowieka [16, s. 80]. Według K. Michniewskiej pojęcie *reverse logistics* powinno być tłumaczone jako logistyka odzysku i oznaczać procesy zarządzania przepływem surowców, półproduktów i produktów gotowych (oraz powiązanych z nimi informacji) w celu odzyskania wartości bądź właściwego zagospodarowania, a także obsługę powrotu towarów związaną z uszkodzeniami, sezonowością produkcji, odsprzedażą, różnego rodzaju zwrotami od klientów oraz niwelowaniem nadwyżki magazynowej [11, s. 29-30].

Z przytoczonych definicji wynika, że pomimo stosowania różnego nazewnictwa, definicje te łączy ten sam kierunek przepływu dóbr, który następuje od miejsca ich konsumpcji do miejsca ich ponownego wykorzystania. Ma on zatem przeciwny kierunek do kierunku przepływu dóbr w tradycyjnym łańcuchu dostaw. Ponadto każda z definicji jako cel podejmowanych działań wskazuje chęć odzyskania wartości zawartych w dobrach i ponowne ich wprowadzenie do procesów produkcyjnych. Stąd w dalszej części niniejszego opracowania używane będzie pojęcie logistyki odzysku.

Przedmiotem zainteresowań logistyki odzysku są przepływy produktów pełnowartościowych (zwrotów), jak i odpadów powstających po okresie użycia dóbr charakteryzujących się masową konsumpcją oraz możliwością ponownego użycia lub poddania procesom przetworzenia dla odzysku zawartych w nich wartościowych surowców wtórnych. W związku z tym można wyróżnić następujące rodzaje logistyki odzysku [9, s. 91-92]:

- logistykę odzysku zwrotów obejmującą procesy logistyczne dotyczące zwrotów niesprzedanych produktów lub zwrotów pełnowartościowych produktów, w przypadku których klient zrezygnował z zakupu,

- logistykę odzysku reklamacji obejmującą procesy logistyczne dotyczące zwrotów wynikających z wad, czy uszkodzenia produktów realizowanych w związku z udzieloną gwarancją/rękojmią lub na wezwanie producenta w momencie wykrycia wad lub usterek,
- logistykę odzysku zużytych produktów obejmującą procesy logistyczne dotyczące produktów, w przypadku których po okresie użytkowania istnieje możliwość ponownego użycia lub odzyskania wartościowych surowców wtórnych w nich zawartych (przykładem są zużyte opakowania, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, zużyte baterie, zużyte opony samochodowe, czy pojazdy samochodowe wycofane z eksploatacji).

W ramach wymienionych rodzajów logistyki odzysku realizowane są podstawowe procesy logistyczne, do których zalicza się [12, s. 66]:

- procesy transportowe, w trakcie których dokonuje się transformacja zwrotów lub zużytych produktów w przestrzeni materialnej,
- procesy magazynowe, które wiążą się z transformacją zwrotów lub zużytych produktów w czasie,
- procesy przeładunkowe, w trakcie których następuje przemieszczanie zwrotów lub zużytych produktów na bliskie odległości, ich łączenie, rozdzielanie oraz sortowanie.

Oprócz procesów podstawowych realizowane są również pomocnicze procesy logistyczne takie, jak:

- pakowanie i znakowanie, w wyniku których następuje zmiana właściwości transportowych, magazynowych i przeładunkowych zwrotów lub zużytych produktów,
- opracowywanie i przekazywanie zamówień powodujące przepływ informacji.

Logistyka odzysku jest ściśle powiązana z gospodarką odpadami i w związku z tym do procesów z nią związanych należy także zaliczyć [10, s.448]:

- powtórne użycie, czyli wykorzystywanie produktów lub części produktów ponownie do tego samego celu, do którego były przeznaczone,
- renowację (odnowienie), w wyniku której używany produkt jest doprowadzany do określonego poziomu jakości poprzez demontaż, kontrolę i wymianę uszkodzonych części, a także technologiczną modernizację polegającą na wymianie przestarzałych modułów i komponentów nowocześniejszymi i technologicznie lepszymi,
- naprawę, która ma przywrócić sprawność produktowi, przy czym jakość naprawianych produktów jest zazwyczaj niższa niż jakość oryginału,
- regenerację, która polega na przywracaniu zużytemu produktowi jakości odpowiadającej jakości wymaganej dla nowych produktów poprzez całkowity demontaż, szczegółową naprawę i wymianę przestarzałych części,
- selektywny demontaż (kanibalizację) polegający na odzyskaniu stosunkowo niewielkiej liczby części i modułów ze zużytego produktu i poddaniu ich procesowi naprawy, renowacji lub regeneracji,
- recykling, w wyniku którego następuje przetworzenie materiałów zawartych w zużytych produktach dla otrzymania materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub innym.

W tabeli 1 dokonano zbiorczego zestawienia procesów realizowanych w ramach logistyki odzysku.

Tab. 1. Procesy realizowane w ramach logistyki odzysku [opracowanie własne]

Procesy realizowane w ramach logistyki odzysku zwrotów	Procesy realizowane w ramach logistyki odzysku reklamacji	Procesy realizowane w ramach logistyki odzysku zużytych produktów
<ul style="list-style-type: none"> – gromadzenie (zbieranie), – transport, – przeładunek, – pakowanie i znakowanie, – magazynowanie, – ponowne użycie. 	<ul style="list-style-type: none"> – gromadzenie (zbieranie), – transport, – pakowanie i znakowanie, – magazynowanie – naprawa, – renowacja (odnowa), – selektywny demontaż, – recykling. 	<ul style="list-style-type: none"> – gromadzenie (zbieranie), – transport, – przeładunek, – magazynowanie, – ponowne użycie, – regeneracja, – selektywny demontaż, – recykling.

2 EFEKTY ŚRODOWISKOWE POWSTAJĄCE PODCZAS REALIZACJI PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W RAMACH LOGISTYKI ODZYSKU I METODY ICH WYCENY

Jednym z determinantów podejmowania działań w ramach logistyki odzysku jest dążenie do ograniczenia wpływu na środowisko przyrodnicze produktów, które po fazie konsumpcji posiadają wartość możliwą do odzyskania. Działania te przyczyniają się do powstania efektów środowiskowych, które są odczuwane zarówno przez podmioty je generujące (np. przedsiębiorstwa realizujące usługę transportową), jak i przez tzw. osoby trzecie, które nie uczestniczą w procesie produkcji, konsumpcji lub wymiany.

Efekty środowiskowe to pozytywne i/lub negatywne zmiany powstające w środowisku przyrodniczym. Mogą one mieć charakter bezpośredni (pozytywny lub negatywny efekt powstaje w danym elemencie środowiska) lub pośredni (oddziaływanie na jeden element środowiska powoduje pozytywne lub negatywne zmiany w innym elemencie środowiska). Najczęściej negatywne efekty wynikające z zanieczyszczenia środowiska określane są mianem szkód środowiskowych. Powodują one obniżenie poziomu zaspokajania potrzeb społecznych i jakości życia i mogą być rozumiane jako społecznie zbędne zużycie czynników wytwórczych w wyniku nieracjonalnego gospodarowania lub klęski żywiołowej albo jako wzrost kosztów funkcjonowania w wyniku przedostawania się zanieczyszczeń do środowiska. Pozytywne efekty środowiskowe, inaczej korzyści środowiskowe, definiuje się jako obniżenie wartości szkód środowiskowych lub ich nieponiesienie w konsekwencji zaniechania działania negatywnie wpływającego na środowisko lub dzięki podjęciu przedsięwzięcia zapobiegającego lub redukującego zanieczyszczenie środowiska [4, s.71-72].

Procesy realizowane w ramach logistyki odzysku będą generować zarówno pozytywne, jak i negatywne efekty środowiskowe. W tabeli 2 przedstawione zostały przykłady szkód środowiskowych powstających w wyniku realizacji procesów w ramach logistyki odzysku.

Tab. 2. Przykłady szkód środowiskowych powstających w wyniku realizacji procesów w ramach logistyki odzysku [opracowanie własne]

Rodzaj procesów	Rodzaj szkód środowiskowych
<i>Podstawowe procesy logistyczne</i>	
Transport	Szkody powstające w wyniku zużycia zasobów, z których produkowane jest paliwo używane w środkach transportowych (np. zużycie zasobów ropy naftowej, emisja zanieczyszczeń gazowo-pyłowych, wytwarzanie ścieków i odpadów stałych w procesie przetwarzania ropy naftowej na olej napędowy)
	Szkody powstające w wyniku emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych z procesu spalania paliw w środkach transportowych
	Szkody powstające w wyniku zanieczyszczenia wód
	Szkody wynikające z emisji hałasu
Magazynowanie	Szkody wynikające z koniczności przekazania miejsca pod powierzchnie magazynowe
	Szkody wynikające ze złego lub braku zabezpieczenia podłoża w miejscach, w których składowane są zużyte produkty zawierające substancje niebezpieczne (np. baterie, zużyty olej napędowy)
	Szkody wynikające ze zużycia energii elektrycznej (zużycie zasobów węgla, z którego wytwarzana jest energia elektryczna, emisja zanieczyszczeń pyłowo-gazowych i powstających podczas wytwarzania energii, itp.)
Przeładunek	Szkody powstające w wyniku zużycia paliwa/energii przez środki transportu bliskiego (np. zużycie oleju napędowego w wózkach widłowych, itp.)
	Szkody powstające w procesie produkcji paliwa lub energii używanej przez środki transportu bliskiego
	Szkody wynikające z powstawania odpadów stałych w procesie sortowania
	Szkody wynikające z pracy maszyn w procesie sortowania
<i>Pomocnicze procesy logistyczne</i>	
Pakowanie i znakowanie	Szkody powstające przy produkcji wyrobów używanych do pakowania i znakowania
	Szkody wynikające z powstawania odpadów stałych w trakcie procesu pakowania

Do dodatnich efektów środowiskowych związanych z zagospodarowaniem zużytych produktów będzie można zaliczyć m.in.:

- brak konieczności składowania odpadów powstających ze zużytych produktów i tym samym brak konieczności przekazywania miejsca na ich składowanie,
- ograniczenie zużycia surowców pierwotnych w wyniku odzysku ze zużytych produktów wartościowych surowców wtórnych i wykorzystania ich w procesach produkcji,
- brak szkód powstających w środowisku w wyniku realizacji procesów pozyskania surowców pierwotnych, których ilość udało się ograniczyć dzięki wykorzystaniu surowców wtórnych,
- brak szkód powstających w środowisku w wyniku ograniczenia zużycia energii potrzebnej w procesach pozyskania surowców pierwotnych.

W odniesieniu do procesów: ponownego użycia, renowacji, naprawy, regeneracji, selektywnego demontażu i recyklingu realizowanych w ramach logistyki odzysku rodzaj powstających szkód środowiskowych będzie w znacznej mierze zależał od zakresu działań wykonywanych w ramach tych procesów. Można jednak stwierdzić, że realizacja wspomnianych procesów będzie powodować:

- szkody wynikające z konieczności wytworzenia energii elektrycznej zużywanej w procesach,
- szkody wynikające z emisji zanieczyszczeń gazowo-pyłowych powstających w procesach,
- szkody wynikające z powstawania odpadów stałych w trakcie realizacji procesów, które następnie kierowane są na składowisko odpadów lub są w inny sposób unieszkodliwiane.

3 METODY WYCENY EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH GENEROWANYCH W PROCESACH LOGISTYCZNYCH

Pomimo, że pozytywne, jak i negatywne efekty środowiskowe nie stanowią przedmiotu transakcji rynkowej (czego konsekwencją jest brak ceny wyznaczonej przez rynek), w literaturze z zakresu ekonomii środowiska można doszukać się metod ich waloryzacji. Metody te ze względu na sposób przejawiania popytu na dane dobro dzieli się na:

- metody oparte na preferencjach deklарowanych (ang. *Stated Preference Methods*),
- metody oparte na preferencjach ujawnionych (ang. *Revealed Preference Methods*).

Do pierwszej grupy metod (zwanymi także metodami bezpośrednimi) zalicza się metody oparte na rynkach hipotetycznych wykorzystujące techniki bezpośredniego ankietowania oraz rangowania preferencji na podstawie obserwacji zachowań konsumentów. Ich przykładem jest metoda wyceny warunkowej (ang. *Contingent Valuation Method - CVM*), która polega na badaniu opinii respondentów albo o ich skłonność do zapłacenia za konkretne dobro lub usługę środowiskową lub za zapobieganie konkretnie określonym niekorzystnym zmianom w środowisku (ang. *Willingness To Pay - WTP*), albo o ich skłonność do przyjęcia rekompensaty za konkretne pogorszenie jakości środowiska/dostępności dobra i usługi środowiskowej lub za konkretnie określone zaniechanie poprawy środowiska (ang. *Willingness to Accept - WTA*). Warunkowość wyceny polega na tym, że badaniu poddaje się hipotetyczną sytuację, a w rzeczywistości dobro lub usługa niekoniecznie musi być dostarczone. Otrzymane wyniki są następnie szczegółowo analizowane przy wykorzystaniu metod statystycznych i ekonometrycznych. Odmianą metody wyceny warunkowej jest metoda wyboru warunkowego (ang. *Choice Experiment - CE*). W metodzie tej tworzy się zestaw alternatywnych wariantów, z których następnie respondenci w trakcie przeprowadzanych wywiadów wybierają najkorzystniejszy dla nich.

Drugą grupę metod (zwanymi także metodami pośrednimi) stanowią metody, w których na podstawie obserwowalnych, determinowanych przez rynek cen dóbr rynkowych wnioskuje się o ukrytej wartości dobra nierynkowego. Do metod tych zalicza się [2, 398 s. oraz 7, s. 86-95]:

- metody oparte na rynkach konwencjonalnych, w tym:
 - a) metodę kosztów substytucji, w przypadku której wycena efektów środowiskowych jest dokonywana w oparciu o wydatki poniesione przez ludzi na zakup dóbr i usług, które mogą zostać zaakceptowane jako substytuty zagrożonych lub utraconych dóbr środowiskowych,
 - b) metodę nakładów prewencyjnych, gdzie wartość efektów środowiskowych jest określana na podstawie przewidywanych kosztów zapobiegania lub złagodzenia negatywnego oddziaływania powodującego pogorszenie jakości środowiska,

- c) metodę kosztów restytucji/odtworzenia, w przypadku której podstawą określania wartości efektów środowiskowych jest wysokość nakładów (rzeczowych i finansowych) niezbędnych do odbudowy zdegradowanego dobra środowiskowego,
 - d) metodę kompensacyjną, w której wyceny dokonuje się w oparciu o zaakceptowane przez poszkodowanych rekompensaty pieniężne z tytułu zanieczyszczenia i degradacji środowiska przyznane przez instytucje prawne lub ubezpieczeniowe,
 - e) metodę kosztów utraconych możliwości pozwalającą na dokonanie określenia wartości użytkowych dóbr i usług środowiskowych na podstawie potencjalnego dochodu z konkurencyjnego sposobu użytkowania zasobu, który został zaniechany z powodu opcji ochrony środowiska,
- metody oparte na rynkach zastępczych, w tym:
- a) metodę kosztów podróży, w przypadku której konsumenci ujawniają swoją wycenę dobra nierynkowego poprzez faktyczną jego konsumpcję, czyli poprzez wydatki związane z podróżą do miejsca rekreacyjnie cennego (koszty podróży) i pobytem w tym miejscu (koszty rekreacji); wyznaczana jest tu funkcja popytu, w której częstotliwość wizyt uwarunkowana jest kosztami podróży i rekreacji,
 - b) metodę cen hedonicznych, która opiera się na założeniu, że kwota, jaką jednostki są skłonne zapłacić za dobro, zależy od cech tego dobra; jako dobra zastępcze przyjmuje się wartość nieruchomości lub wartość zarobków za pracę,
 - c) metodę wyceny kapitału ludzkiego, która wykorzystuje związek między zwiększoną zachorowalnością i/lub śmiertelnością a poziomem jakości (zanieczyszczenia) środowiska; podstawą wyceny są zmiany w prywatnych i społecznych wydatkach na opiekę zdrowotną i wartościach utraconych korzyści wynikającą z mniejszej produkcji w wyniku wzrostu zachorowalności i umieralności spowodowanej pogorszeniem jakości środowiska (metoda kosztu choroby) lub korzyści związane z polepszeniem stanu zdrowia ludzkiego wynikające ze zmiany stanu środowiska (metoda funkcji produkcji zdrowia).

Wybór metody, za pomocą której dokonuje się wyceny efektów środowiskowych, zależy przede wszystkim od charakteru szkody powstającej w środowisku oraz od dostępności danych, nakładu czasu pracy i skali środków pieniężnych przeznaczonych na wykonanie badań. Najczęściej oszacowanie wartości efektów środowiskowych rozpoczyna się od określenia funkcji oddziaływanie - skutek wyznaczającej zależność pomiędzy wpływem danego czynnika a stanem środowiska przyrodniczego lub zdrowia ludzi. Następnie za pomocą metod wyceny określa się wartość danej szkody. Wykaz metod, które mogą być użyte do wyceny efektów środowiskowych powstających w wyniku realizacji procesów w ramach logistyki odzysku został przedstawiony w tabeli 3.

Tab. 3. Proponowane metody wyceny szkód środowiskowych powstających w wyniku realizacji procesów w ramach logistyki odzysku [opracowanie własne]

Rodzaj szkód ekologicznych	Proponowana metoda wyceny
Uszczuplenie zasobów naturalnych	- metoda kosztów utraconych możliwości, - metoda kosztów substytucji
Emisja zanieczyszczeń gazowo-pyłowych do atmosfery	- metoda nakładów prewencyjnych, - metoda kosztów restytucji, - metoda wyceny warunkowej
Emisja ścieków do wód lub do gleb	- metoda kosztów restytucji,
Wytwarzanie odpadów stałych	- metoda kosztów restytucji,
Emisja hałasu	- metoda nakładów prewencyjnych, - metoda kosztów zdrowia - metoda wyceny warunkowej
Zajmowanie powierzchni terenu przez składowisko odpadów	- metoda cen hedonicznych, - metoda kosztów restytucji
Przedostawanie się substancji niebezpiecznych do wód lub do gleb	- metoda nakładów prewencyjnych, - metoda kosztów restytucji

W sytuacji występowania ograniczeń uniemożliwiających wykonanie własnych badań empirycznych w zakresie wyceny efektów środowiskowych istnieje możliwość zastosowania metody przenoszenia wartości polegającej na wykorzystaniu wyników oszacowań uzyskanych w ramach zrealizowanych projektów badawczych do nowych warunków, w których owa wartość nie została wyznaczona. Do projektów, w których określona została wartość kosztów zewnętrznych (czyli kosztów środowiskowych i społecznych) generowanych przez procesy transportowe zaliczyć można przede wszystkim projekt HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) oraz projekt IMPACT (Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport). Stosując metodę przenoszenia wartości należy pamiętać, że może ona być użyta jedynie w sytuacji, gdy warunki badania, z którego przenoszone są wartości, są zgodne z warunkami występującymi w rozważanej sytuacji. Ponadto konieczne jest skorygowanie przenoszonych wartości o kluczowe parametry ekonomiczne i ekologiczne przeprowadzonego badania.

4 WYCENA WARTOŚCI EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH NA PRZYKŁADZIE LOGISTYKI ODZYSKU ZUŻYTYCH OPON SAMOCHODOWYCH

Jednym z produktów, które po okresie użytkowania stanowią przedmiot zainteresowań logistyki odzysku są zużyte opony samochodowe. Charakteryzują się one dużym obciążeniem dla środowiska przyrodniczego ze względu na wyjątkowo długi okres biodegradacji wynoszący ok.100 lat. Z tego powodu na mocy art. 122 pkt 1 ustawy z dnia 14 grudnia 2012 roku o odpadach wprowadzony został zakaz składowania na składowisku odpadów zużytych opon i ich części z wyłączeniem opon do rowerów oraz opon o średnicy zewnętrznej większej niż 1400 mm [19]. Jednocześnie ustawa z dnia z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej nałożyła na producentów opon obowiązek osiągnięcia wymaganego poziomu odzysku (75% w skali roku) i recyklingu (15% w skali roku) [20].

Proces zagospodarowania opon samochodowych po okresie ich użytkowania przebiega według następujących etapów:

1. Pozyskanie i gromadzenie zużytych opon.
2. Transport zużytych opon z miejsc ich pozyskania (warsztaty wulkanizacyjne, bazy transportowe, gminne punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych, Centrum Utylizacji Opon Organizacji Odzysku S.A.) do miejsc ich segregacji.
3. Segregacja zużytych opon pod kątem możliwości ich dalszego zagospodarowania.
4. Transport zużytych opon do miejsc ich przetworzenia dla ich ponownego zagospodarowania.
5. Realizacja procesów przetwarzania zużytych opon dla ich ponownego zagospodarowania:
 - 5.1. Regeneracja zużytych opon poprzez bieżnikowanie.
 - 5.2. Odzysk energii zawartej w oponach poprzez ich spalanie w specjalistycznych urządzeniach.
 - 5.3. Recykling materiałowy zużytych opon poprzez: rozdrobnienie opon, wytworzenie regeneratu, pirolizę, wytwarzanie proszku gumowego, produkcję destruktu gumowego.
6. Transport bieżnikowanych opon, odzyskanego ciepła lub odzyskanych surowców wtórnych do miejsc ich dalszego użycia.
7. Gromadzenie odpadów powstających w procesie bieżnikowania, spalania oraz recyklingu, które nie nadają się do dalszego wykorzystania.
8. Transport odpadów powstających w procesie przetwarzania zużytych opon do miejsca ich unieszkodliwiania poprzez składowanie.

Jak wspomniano w poprzednich rozdziałach realizacja procesów logistycznych w ramach logistyki odzysku generuje pozytywne i negatywne efekty środowiskowe. Efekty te będą powstawać przede wszystkim podczas realizacji procesów transportowych oraz procesu przetwarzania zużytych opon. Wpływ właściwie realizowanych procesów magazynowania i przeładunku na stan środowiska przyrodniczego jest marginalny, stąd w dalszej części analizy wycena efektów środowiskowych zostanie wykonana jedynie dla procesów transportowych i procesu recyklingu.

W przypadku procesów transportowych poziom powodowanych szkód środowiskowych będzie warunkowany rodzajem użytego środka transportowego oraz ilością przejechanych kilometrów. W wykonanej analizie przyjęto, że procesy transportowe odbywają się ciężkim pojazdem użytkowym o dopuszczalnej masie całkowitej 28-32 t spełniającym wymagania EURO 4 oraz charakteryzującym się średnim zużyciem paliwa (oleju napędowego) na poziomie 39 l/100 km. Zbiorcze ilościowe i wartościowe zestawienie szkód środowiskowych powstających podczas realizacji procesu transportu zużytych opon w przeliczeniu na 1 km przejechanego odcinka drogi przedstawia tabela 4.

Tab. 4. Zbiorcze ilościowe i wartościowe zestawienie szkód środowiskowych powstających podczas transportu zużytych opon w przeliczeniu na 1 km przejechanego odcinka drogi [opracowanie własne na podstawie: 6 i 13].

	Rodzaj szkód środowiskowych	Ilość szkód [jedn. naturalne]	Wartość szkód [PLN]
Szkody środowiskowe	Uszczuplenie zasobów ropy naftowej	1,80 kg	1,654
	Uszczuplenie zasobów węgla	0,045 kg	0,017
	Uszczuplenie zasobów wody	0,045 m ³	0,019
	Szkody wynikające ze zrzutu ścieków	0,002 m ³	0,004
	Szkody wynikające z emisji CO	0,00144 kg	0,002
	Szkody wynikające z emisji CO ₂	1,2874 kg	0,487
	Szkody wynikające z emisji SO ₂	0,005 kg	0,022
	Szkody wynikające z emisji NO _x	0,0072 kg	0,097
	Szkody wynikające z emisji pyłu zawieszonego	0,0002 kg	0,0001
	Szkody wynikające z emisji WWA	0,0004 kg	0,009
	Szkody wynikające z emisji LZO	0,08 x 10 ⁻³ kg	0,008
	Szkody wynikające z wytworzenia osadów ściekowych	0,002 kg	0,002
	Szkody wynikające z wytwarzania odpadów technologicznych	0,0017 kg	0,019
	Hałas generowany w trakcie procesów transportowych	-	0,023
		ŁĄCZNIE:	

Przeliczając uzyskaną wartość szkód na transport 1 kg zużytych opon otrzymuje się kwotę 0,0004 PLN/km.

Realizacja procesu recyklingu materiałowego także będzie powodować szkody w środowisku. Będą one wynikać z konieczności zużycia energii elektrycznej, z emisji zanieczyszczeń powstających podczas produkcji energii elektrycznej oraz z wytwarzania odpadów stałych, których nie da się przetworzyć. Jednocześnie proces recyklingu będzie umożliwiał odzyskanie surowców wtórnych zawartych w oponach. Z uzyskanych danych wynika, że recyrkulacja 1 Mg wyeksploatowanych opon samochodowych (ciężarowych i osobowych) pozwala przeciętnie na odzyskanie 715 kg granulatu gumowego, 220 kg złomu stali oraz 65 kg odpadów tekstylnych [3, s.41-43]. Każdy z odzyskanych materiałów nadaje się do dalszego zagospodarowania. Żłom stalowy stanowi wsad do produkcji stali, odpady tekstylne są surowcem do produkcji materiałów w budownictwie drogowym lub wykorzystuje się je jako paliwo alternatywne, natomiast granulatu gumowy jest surowcem do produkcji ponad 500 rodzajów wyrobów z gumy. Zbiorcze ilościowe i wartościowe zestawienie efektów środowiskowych powstających podczas procesu recyklingu 1 kg zużytych opon samochodowych zawiera tabela 5.

Tab. 5. Zbiorcze ilościowe i wartościowe zestawienie szkód środowiskowych powstających podczas procesu recyklingu 1 kg zużytych opon [opracowanie własne na podstawie: 6]

	Rodzaj efektów środowiskowych	Ilość szkód [jedn. naturalne]	Wartość szkód [PLN]
Szkody środowiskowe	Uszczuplenie zasobów wody	0,005 m ³	0,002
	Uszczuplenie zasobów węgla	0,60 kg	0,219
	Szkody wynikające ze zrzutu ścieków	0,0025 m ³	0,021
	Szkody wynikające z emisji CO	0,23 x 10 ⁻³ kg	0,0003
	Szkody wynikające z emisji CO ₂	1,10 kg	0,416
	Szkody wynikające z emisji SO ₂	0,00144 kg	0,006

c.d. tabeli 5

	Szkody wynikające z emisji NO _x	0,0024 kg	0,032
	Szkody wynikające z emisji pyłu zawieszonoego	0,23 x 10 ⁻³ kg	0,0001
	Szkody wynikające z wytwarzania odpadów obojętnych	0,001 kg	0,0001
Korzyści środowiskowe	Brak konieczności zużycia zasobów ropy naftowej	1 kg	0,919
	Brak konieczności zużycia zasobów węgla	0,340 kg	0,125
	Brak konieczności zużycia rudy żelaza	0,200 kg	0,034
	Brak konieczności zużycia zasobów wody	0,039 m ³	0,016
	Brak szkód wynikających z emisji CO	0,007 kg	0,012
	Brak szkód wynikających z emisji CO ₂	7,63 kg	2,884
	Brak szkód wynikających z emisji SO ₂	0,0123 kg	0,053
	Brak szkód wynikających z emisji NO _x	0,0164 kg	0,221
	Brak szkód wynikających z emisji pyłu zawieszonoego	0,0015 kg	0,0005
	Brak szkód wynikających z emisji LZO	0,0001 kg	0,010
	Brak szkód wynikających z emisji WWA	0,0003 kg	0,006
	Brak szkód wynikających ze zrzutu ścieków	0,012 m ³	0,023
	Brak szkód wynikających z wytwarzania osadu ściekowego	0,009 kg	0,010
	Brak szkód wynikających z wytwarzania odpadów obojętnych	0,007 kg	0,007
Brak szkód wynikających z wytwarzania odpadów rafineryjnych	0,004 kg	0,005	

Z porównania łącznej wartości szkód środowiskowych (0,70 PLN/kg zużytych opon) oraz łącznej wartości korzyści środowiskowych (4,33 PLN/kg zużytych opon) wynika, że poddanie recyklingowi 1 kg zużytych opon samochodowych przynosi korzyści dla środowiska na poziomie 3,63 PLN.

WNIOSKI

Realizacja procesów w ramach logistyki odzysku prowadzi do zmniejszenia negatywnego oddziaływania zużytych produktów na środowisko przyrodnicze. Poprzez ich przetworzenie zmniejsza się ilość odpadów trafiających na składowisko odpadów, a odzyskane surowce wtórne pozwalają na ograniczenie zużycia surowców pierwotnych. Często jednak działania te nie są ekonomicznie opłacalne, co wpływa na brak ich realizacji. Nie bierze się jednak pod uwagę wartości efektów środowiskowych, które są w tych procesach generowane.

Identyfikacja efektów środowiskowych powstających w wyniku realizacji procesów logistycznych w ramach logistyki odzysku jest zadaniem złożonym. Pokazane w artykule dane zawierają wartości zagregowane, jednakże do ich uzyskania konieczne jest przeanalizowanie wpływu na środowisko różnych procesów realizowanych w całym cyklu życia. Pomimo to dzięki wycenie zarówno pozytywnych, jak i negatywnych efektów środowiskowych możliwe jest uwzględnienie ich wartości w ocenie ekonomicznej opłacalności danego rozwiązania, jak również dokonanie analizy porównawczej kilku różnych rozwiązań dla określenia ich efektywności [1].

Streszczenie

Realizacja procesów w ramach logistyki odzysku powoduje zarówno pozytywne, jak i negatywne efekty środowiskowe. W wielu przypadkach wartość tych efektów nie jest uwzględniana przy ocenie opłacalności ekonomicznej, co powoduje, że pomimo znacznego ograniczania wpływu na środowisko procesy te nie są realizowane. W literaturze przedmiotu opisane są jednak metody pozwalające na oszacowanie wartości pieniężnej tego rodzaju efektów i uwzględnienie jej w rachunku opłacalności ekonomicznej. W artykule podjęto zatem próbę identyfikacji pozytywnych i negatywnych efektów generowanych w wyniku realizacji procesów w ramach logistyki odzysku. Wskazano metody, jakie mogą być użyte do wyceny tych efektów, a także dokonano wyceny wartości efektów środowiskowych na przykładzie procesu recyklingu zużytych opon samochodowych.

Including the value of environmental damages in reverse logistics

Abstract

The implementation of processes within the frames of reverse logistics causes both positive and negative environmental effects. In many cases the value of these effects is not taken into account when assessing the

economic viability of those processes. In result, despite the substantial reduction in the environmental impact, these processes are not implemented. The literature describes methods to estimate the monetary value of such effects and its inclusion in the calculation of the financial effectiveness. The article, therefore, attempts to identify the positive and negative effects generated by processes in the context of reverse logistics. It indicates the methods that can be used to value such effects. A sample valuation of the environmental effects has been presented with the recycling process of used tires.

BIBLIOGRAFIA

1. Baran J., Janik A., Ryszko A., Knowledge based eco-innovative product design and development - conceptual model built on life cycle approach. [w]: SGEM Conference on Arts, Performing Arts, Architecture and Design. Conference Proceedings. SGEM 2014 International Multidisciplinary Scientific Conferences on Social Sciences and Arts, 1-10 September 2014, Bulgaria, p.p. 775-787.
2. Bennett J. (ed.), The International Handbook on Non-Market Environmental Valuation. Edward Elgar Publishing Limited, Massachusetts, 2011.
3. Burzyński R., Asfalt mix - racjonalna gospodarka odpadami powstałymi z opon. Ekotechnika 2002, nr 3.
4. Famielec J., Straty i korzyści ekologiczne w gospodarce narodowej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Kraków 1999.
5. GUS: Rocznik statystyczny. Ochrona Środowiska 2013. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2013.
6. Janik A., Problem kształtowania opłat produktowych na podstawie wyceny strat ekologicznych. Rozprawa doktorska. Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków 2005.
7. Janik A., Łączny M.J., Ryszko A., Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2009.
8. Kot S., Starostka-Patyk M., Krzywda D., Zarządzanie łańcuchami dostaw. Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2009.
9. Merkisz-Guranowska A., Logistyka recyklingu odpadów jako jeden z elementów systemu logistycznego Polski. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, z. 75.
10. Mesjasz-Lech A.: Makroekonomiczne aspekty logistyki zwrotnej. Logistyka 2011, nr 2.
11. Michniewska K.: Nowe trendy w logistyce: logistyka odzysku a ekologyka. Logistyka 2006, nr 1.
12. Pisz I., Sęk T., Zielecki W., Logistyka w przedsiębiorstwie. PWE, Warszawa 2013.
13. Ricardo-AEA: Update of the Handbook on External Costs of Transport. Final report for the European Commission DG Mobility and Transport, 2014.
14. Rogers D.S., Tibben-Lembke R.S.: Going backwards: Reverse Logistics Trends and Practices. Reverse Logistics Executive Council, Nevada 1998.
15. Sadowski A.: Zarys rozwoju logistyki zwrotnej. Logistyka 2009, nr 5.
16. Szoltysek J.: Logistyka zwrotna. Wydawnictwo ILiM, Poznań 2009.
17. The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP): Terms and glossary supply chain management [online]. Tryb dostępu: <http://cscmp.org/sites/default/files/user_uploads/resources/downloads/glossary-2013.pdf> (dostęp: 10.11.2014 r.).
18. The Reverse Logistics Association: What is reverse logistics? [online]. Tryb dostępu: <<http://reverselogisticstrends.com/reverse-logistics.php>> (dostęp: 10.11.2014 r.).
19. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013, poz. 21 z późn. zm.)
20. Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej (Dz.U. 2001 nr 63 poz. 639 z późn. zm.).