

LOGISTYKA ZWROTNA I RECYKLING OPON SAMOCHODOWYCH

Wojciech Grzesik, Marta Starostka-Patyk

Politechnika Częstochowska

Streszczenie: Obecnie podczas projektowania produktów zwraca się uwagę na możliwości ich powtórnego wykorzystania w przyszłości najczęściej już po okresie użytkowania. Powodem takiego postępowania jest chęć odzyskania wartości z wyeksploatowanych już wyrobów, regulacje prawne, proekologiczna polityka. Wszystkie te czynniki mają wpływ na tworzenie systemów logistyki zwrotnej, dzięki którym produkty mogą znaleźć powtórne zastosowanie w postaci surowców wtórnych do wytworzenia wielu wyrobów przemysłowych. Opony samochodowe są produktem należącym do takiej grupy wyrobów. Niniejszy artykuł prezentuje zastosowanie logistyki zwrotnej i recyklingu w ich przypadku.

Słowa kluczowe: logistyka zwrotna, recykling, opony samochodowe

Charakterystyka logistyki zwrotnej

W dzisiejszych czasach coraz powszechniejsze staje się zjawisko tzw. wydłużenia łańcucha logistycznego produktów bądź usług. Dzieje się tak głównie za sprawą rosnącej konkurencji, coraz większych wymagań stawianych producentom, dystrybutorom oraz detalistom przez potencjalnych klientów lub przez państwo bądź władze lokalne poprzez wprowadzanie m.in. ograniczeń mających na celu ochronę środowiska. Dzięki czemu wiele firm decyduje się na ponowne wykorzystanie surowców wtórnych, ma to również wpływ na zmniejszenie kosztów całkowitych wytworzenia danego wyrobu. Takie podejście jest powszechnie bardzo pozytywnie postrzegane przez klientów lub przyszłych inwestorów.

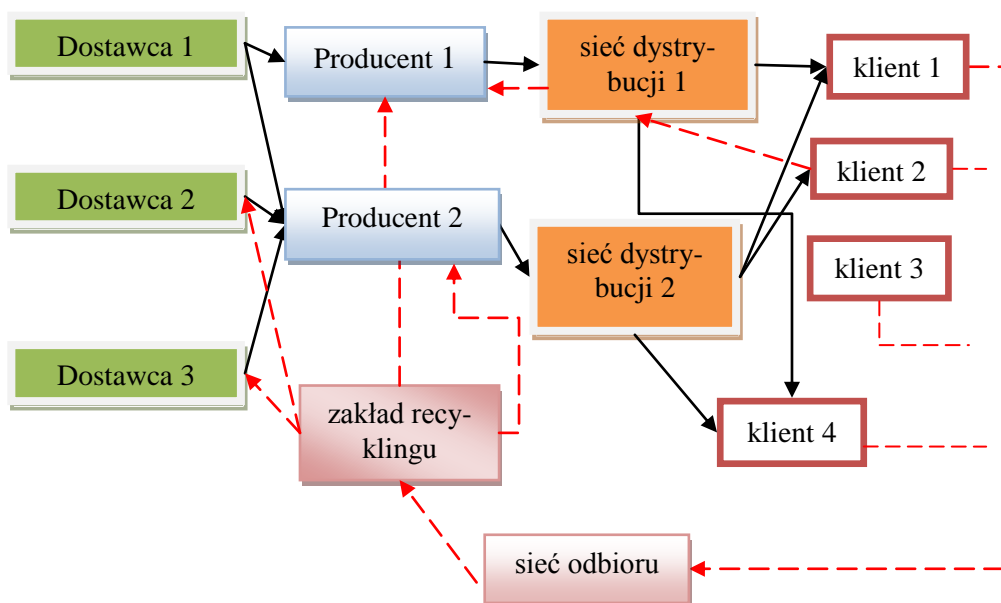
W literaturze przedmiotu spotyka się pojęcie recyklingu, który polega na powtórnym wykorzystaniu surowców wchodzących w skład już zużytego wyrobu. Jednak według definicji napotkanej w literaturze, dużo szersze spectrum obejmuje logistyka zwrotna (reverse logistics – również tłumaczona jako logistyka odzysku, utylizacji oraz recyrkulacji)¹, która obejmuje swoim działaniem procesy planowania, wdrażania oraz stałej kontroli, by zachować sprawny i skuteczny przepływ surowców, półproduktów oraz wyrobów gotowych, uwzględniając jednocześnie na każdym z etapów przepływ informacji, począwszy od konsumpcji, kończąc na miejscu ich pochodzenia, aby uzyskać zwrot wartości lub powtórnej ich alokacji².

Obieg materiałów w systemie logistycznym od dostawców poprzez producentów oraz sieci dystrybucji do klienta przedstawia rysunek 1. Liniami przerywanymi

¹ B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.

² *Komputerowo zintegrowane zarządzanie*, T. II, red. R. Konsala, Oficyna Wyd. Pol. Tow. Zarz. Prod., Opole 2011.

został zaznaczony podsystem logistyki zwrotnej. Uwidaczniają się trzy możliwości obiegu surowców w systemie logistyki recykulacji. W przypadku surowców powracających od klienta do producenta ogniwem łączącym są sieci dystrybucji. Zauważalna jest również rola sieci odbioru, dzięki której materiały za pośrednictwem zakładów recyklingu wracają do producentów lub do dostawców znajdujących się na początku systemu logistycznego.



Rys. 1. Działanie logistyki zwrotnej w systemie logistycznym

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: A. Merkiś – Grudowska, *Logistyka recyklingu odpadów, jako jeden z elementu systemu logistycznego Polski*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.

Według literatury przedmiotu, pojęcie odzysku oraz logistyki zwrotnej jest różniane, gdyż odzysk to: „wszelkie działania, nie stwarzające zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska, polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części, lub prowadzące do odzyskania z odpadów substancji, materiałów lub energii i ich wykorzystania”³. Z kolei logistyka zwrotna określana jest jako: „proces planowania, implementacji i kontrolowania, skutecznego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, półproduktów i produktów gotowych wraz z powiązanymi z tymi przepływami informacjami od miejsca konsumpcji do miejsc pochodzenia w celu odzyskania wartości bądź właściwego zagospodarowania”⁴.

³ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62 poz. 628 z 2001 r. z późniejszymi zmianami).

⁴ K. Michniewska, *Nowe trendy w logistyce: logistyka odzysku, a ekologia*, „Logistyka”, 2006 nr 1.

W Polsce pojęcie logistyki zwrotnej przez wiele przedsiębiorstw nie jest właściwie pojmowane, przez co często zauważalny jest problem rosnących kosztów produkcji, a co za tym idzie - również i cen wyrobów finalnych. Jest to spowodowane brakiem systemowego podejścia do ponownego przetworzenia odpadów, przez co część z nich jest po prostu marnowana. W państwach wysokorozwiniętych stopień wykorzystania surowców wtórnych wyprzedza wielkość zużycia materiałów pierwotnych. W USA logistyka zwrotna ma duże znaczenie w sferze oszczędności i jest postrzegana jako jedno ze źródeł generowania zysków co odpowiada 1% rocznego PKB⁵.

Dzięki dostępnym dziś technologiom powstały takie procesy odzysku, na których wyjściu odpad posiada inne właściwości niż na jego początku, odzyskany materiał może zostać ponownie wykorzystany, co więcej - dzięki zmianie swoich cech można go użyć w innych branżach.

Przetwórstwo opon samochodowych

Mimo, że w dobie kryzysu ceny paliw z dnia na dzień rosną, to średnie przebiegi samochodów poruszających się po drogach wcale nie spadają, a co więcej zwiększa się również liczba zużywanych opon samochodowych. Ważnym zagadnieniem jest więc logistyka zwrotna opon samochodowych. Jest to bowiem problem o dużym znaczeniu ze względu na skalę jego występowania. Chodzi dokładnie o możliwe sposoby radzenia sobie z coraz większą ilością samochodów, a tym samym zwiększeniem zużycia opon samochodowych, czyli wzrostem ilości odpadu. Można wyróżnić kilka metod przetwórstwa zużytych opon samochodowych, a mianowicie: bieżnikowanie zużytych opon, recykling materiałowy, piroliza oraz odzysk energii.

Bieżnikowanie zużytych opon daje możliwość ich wtórnego wykorzystania w ten sam sposób. Jednak do bieżnikowania mogą być wykorzystywane tylko niektóre opony, niebędące nadmiernie zużyte oraz niemające uszkodzeń mechanicznych. Jest to najekologiczniejsza metoda powtórnego wykorzystania opon samochodowych. W wyniku nacinania zdartej opony powstaje ścier gumowy, który podobnie jak w przypadku recyklingu materiałowego może być dodatkiem do mieszanki gumy, z której będą produkowane nowe opony. Badania jednak wykazały, że użycie tego odpadu w procesie produkcji nowej opony zmniejsza jej żywotność oraz samochody jeżdżące na tych oponach mają większe zużycie paliwa ze względu na wzrost oporu toczenia się takiej opony.

Wyżej wymieniony recykling materiałowy polega na rozdrobnieniu opony samochodowej. Wielkość rozdrobnienia jest pozostawiana do wyboru, jednak wraz ze wzrostem rozdrobnienia rosną również koszty przetwórstwa opony.

Europejskie Centrum Normalizacji (CEN) rozróżnia wielkość rozdrobnienia opon samochodowych w procesie recyklingu materiałowego, ponieważ to od niej zależy to, w jaki sposób zostanie wykorzystana zużyta opona. Według CEN,

⁵ A. Merksiz – Grudowska, *Logistyka recyklingu odpadów, jako jeden z elementu systemu logistycznego Polski*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.

w zależności od rozdrobnienia z zużytych opon samochodowych można otrzymać następujące materiały⁶:

- strzępy (300 – 40 mm) i chipsy (50 – 10 mm) – są wykorzystywane przy budowach tuneli, przejść podziemnych, jako surowce podkładowe wykorzystywane przy budowie dróg itp.;
- granulaty (10 – 1 mm) – są głównym produktem powstającym w wyniku procesu rozdrabniania opon samochodowych, który jest wykorzystywany do budowy nawierzchni sportowych;
- miął gumowy (0 – 1 mm lub 0 – 0,5 mm) – jest jednym ze składników wykorzystywanych przy produkcji np. dywaników samochodowych;
- pozostałe ilości (według CEN ok. 30% opony) są wykorzystywane do produkcji różnych wyrobów przemysłowych.

Kolejnym procesem jest piroliza polegająca na ogrzewaniu zużytych opon w temperaturze 450 – 750°C bez dostępu do tlenu. Proces ten jednak ogranicza bezpośrednie wykorzystanie odpadu ze względu na przekroczony limit zawartości siarki (w UE jest to 1%). W wyniku użycia tej metody powstaje koks popirolityczny posiadający duże właściwości opałowe. Jednak w porównaniu do innych metod recyklingu opon piroliza zbyt ogranicza możliwości ponownego użycia przetworzonych opon. Zużyta opona samochodowa w formie odpadu może zostać również wykorzystana w całości w celu np. budowy nasypów drogowych, warstw drenażowych, zabezpieczania rowów itp.⁷

W Polsce ok. 70% zużytych opon jest poddawane procesowi odzysku energii, czyli ich spalaniu, głównie w cementowniach⁸. Dzięki temu w porównaniu do węgla w całym procesie wypalany materiał zyskuje na jakości, zostaje zwiększona produktywność procesu, a także przede wszystkim takie działanie jest ekologiczniejsze, ponieważ do powietrza dostaje się mniejsza ilość dwutlenku siarki oraz dwutlenku węgla.

Zbiórka, transport oraz składowanie zużytych opon samochodowych

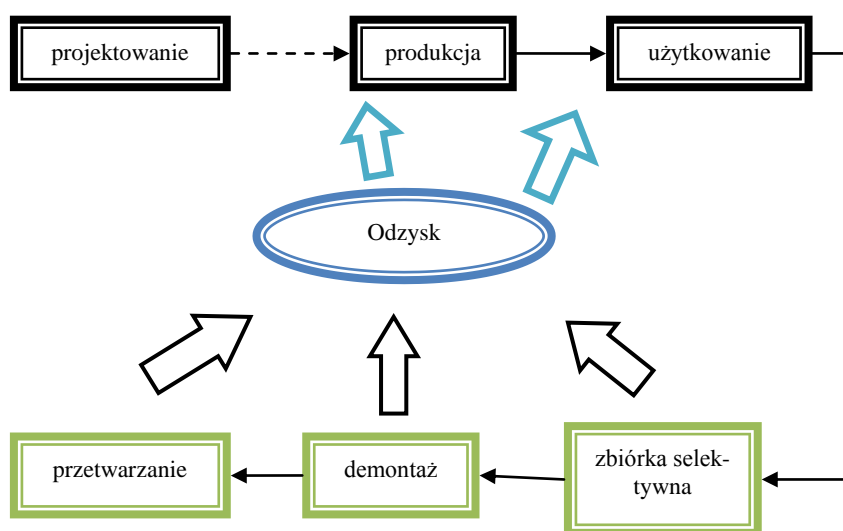
System logistyki zwrotnej opon samochodowych powinien odzwierciedlać wcześniej wymienione pojęcie logistyki zwrotnej według dostępnej literatury. Cała struktura powinna być tak opracowana, by skutecznie odpowiadać na czynniki wychodzące z gospodarki, dzięki czemu pozyskiwanie odpadów będzie następować w optymalny ekonomicznie sposób, by jak najefektywniej odzyskiwać utraconą wartość (rys. 2). Zanim zostaną omówione rodzaje procesów przetwórstwa zużytych opon samochodowych, należy omówić możliwości zbiórki, transportu oraz składowania generowanego odpadu, którym są opony samochodowe. Bowiern między innymi te trzy działania wchodzą w spectrum systemu logistyki zwrotnej.

⁶ Specyfikacja techniczna CEN – CWA 14243-2002 „*Materiały ze zużytych opon i przykłady ich stosowania*”.

⁷ <http://archiwum.komunalny.home.pl/archiwum/index.php?mod=tekst&id=13948> odczyt z dnia 23. 03. 2012r.

⁸ M. Sobeicki, *Rozwój możliwości zagospodarowania zużytych opon na świecie i w Polsce*, Warszawa 2009.

Zaczynając od analizy zbiórki opon samochodowych, trzeba mieć na uwadze to, że odpad pojawia się mniej więcej w tym samym czasie w ciągu roku. Często decyzja o zakupie nowych opon podejmowana jest na początku okresu letniego bądź zimowego, głównie wtedy zmienia się ogumienie w samochodach. W związku z tym, że kierowcy starają się możliwe wydłużyć czas eksploatacji opon, dopiero w momencie zakładania tzw. „zimówek” zużyte opony letnie zostają wyrzucone (bądź odwrotnie – w zależności od pory roku). Ważne jest więc tworzenie punktów zbiórek. Już teraz można zauważyć to, że punkty wymiany opon oferują swoim klientom możliwość pozostawienia zużytych opon. Jednak mając na uwadze ilość takich punktów, niewielki procent z nich oferuje taką usługę. Warto jest więc się zastanowić nad modernizacją działania tego systemu, np. poprzez narzucenie osobie wymieniającej opony na nowe pozostawienie opon starych. Zachęcać może do tego np. upust na świadczonej usługę. Aktualnie można się spotkać z upustem ze strony sprzedającego w przypadku kupna nowego akumulatora, gdzie oferuje się zniżkę w zamian za pozostawienie starego urządzenia.



Rys. 2. Zintegrowany system logistyki zwrotnej zużytych opon samochodowych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: B. Słowiński, *Wprowadzenie do logistyki*, Wyd. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008

Rysunek 2 prezentuje system logistyki zwrotnej zużytych opon samochodowych, w którym widoczne są fazy wchodzące w system logistyczny oraz te należące do podsystemu logistyki zwrotnej (zbiórka selektywna, demontaż, przetwarzanie, odzysk). Wszystkie zużyte materiały przechodzą przez etap odzysku, widoczne jest pomijanie fazy projektowania, która nie bierze udziału w obiegu materiałów. Ma znaczący wpływ na ilość i rodzaj wykorzystywanych surowców, bowiem jest odpowiedzialna za powstawanie informacji dotyczących specyfikacji produkowanych wyrobów.

W gospodarce odpadami rodzaj wykorzystywanego pojazdu do transportu odpadów uzależniony jest od rodzaju wykorzystywanych do ich zbiórki pojemników, systemu zbierania odpadów oraz od tego, czy odpad przeznaczony do recyklingu jest zbierany w tym samym momencie i tym samym pojazdem co inne odpady. W przypadku opon samochodowych ze względu na ich rozmiary proponowanymi pojemnikami byłyby kontenery na odpady. Wymiary takiego pojemnika wahają się od 4,5 do 7 metrów długości, 2,30 metrów szerokości oraz od 0,75 do 2,40 metra wysokości. Maksymalna pojemność takiego kontenera to około 39 m³. Przy doborze transportu warto również mieć na uwadze odległości, które odpady muszą pokonać, nim dostaną się od źródła ich gromadzenia (w tym przypadku byłyby to wyżej wymienione punkty zbiórki) do zakładów zajmujących się ich przetworstwem. Mając na uwadze zastosowanie kontenerów, optymalnym rozwiązaniem byłoby zastosowanie takich wielkości, które umożliwiałyby stosowanie transportu łamanego⁹. W literaturze przedmiotu można znaleźć zalecenie stosowania transportu kolejowego odpadów w przypadku odległości większych niż 80 km oraz minimalnego ładunku oscylującego w granicach 900 ton. Duża odległość oraz przymus stosowania transportu łamanego stwarza konieczność tworzenia stacji przeładunkowych, które zmniejszają koszty zbiórki i transportu, co często odstrasza od stosowania tego typu rozwiązań.

Po zbiórce i transporcie odpadów pojawia się problem ich składowania, czyli miejsca gdzie odpad (w tym przypadku opony samochodowe) będzie „czekać” na procesy przetwórcze. Lokalizacja takiego składowiska jest bardzo ważna, głównie ze względu na koszty ponownego transportu. Najlepszym rozwiązaniem jest więc lokowanie odpadów możliwie najbliżej zakładu zajmującego się jego recyklingiem. W przypadku opon samochodowych dobrym sposobem byłoby zastosowanie tzw. bunkra składowego. Bunkry składowe służą do buforowania odpadów, ich dużym atutem jest możliwość wykorzystania dźwigni, które są w stanie podać określoną ilość zgromadzonego odpadu do różnego rodzaju maszyn przetwórczych. Biorąc pod uwagę zastosowanie tego rozwiązania, trzeba również mieć na uwadze dogodne rozlokowanie takich miejsc, by znajdowały się blisko maszyn przetwórczych.

Ilość zużytych opon samochodowych

Aby dobrze zobrazować wielkość problemu, jakim są zużyte opony samochodowe, należy wziąć pod uwagę wytrzymałość opon samochodowych oraz ilość przebytych kilometrów. Pozwoli to na poznanie ilości zużytych opon, czyli wielkości wygenerowanego odpadu. Według danych producentów opon samochodowych, wymianę ogumienia zaleca się po przejechaniu 50 – 60 tys. km. Zmiennych mających wpływ na faktyczny maksymalny przebieg opony jest wiele. Może być to styl jazdy, rodzaje pokonywanych tras, obciążenie, prędkość jazdy oraz rodzaj nawierzchni.

⁹ Z. Korzeń, *Ekologistyka*, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2001.

Według danych z Instytutu Transportu Samochodowego, analizując szacunkowe średnie roczne przebiegi samochodów osobowych z uwzględnieniem rodzajów paliw na przestrzeni 2007 – 2010 roku, można zauważyć, że do roku 2008 największe przebiegi uzyskiwały auta napędzane gazem płynnym. Jednak od 2008 roku uwidacznia się przewaga aut napędzanych ON¹⁰. Konkretnie wartości liczbowe dla samochodów napędzanych ON, benzyną bezołowiową oraz LPG przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Szacunkowe średnie przebiegi samochodów osobowych w latach 2007 – 2010

	2007	2008	2009	2010
ON	10 121	9264	11 825	12 016
Benzyna	5633	5660	6068	5876
LPG	13 502	12 122	10 920	10 093

Źródło: Opracowanie metodologii prognozowania zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji), Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2011, s. 96

Łatwo można zauważyć, że zasilane wskazanymi rodzajami paliwa samochody na przestrzeni 4 lat zwiększyły swój przebieg. Jedynie w przypadku samochodów napędzanych LPG wartość średniego rocznego przebiegu od roku 2009 włącznie ma tendencję spadkową oraz samochody napędzane benzyną bezołowiową w roku 2010 osiągnęły mniejszy przebieg. Większy przebieg oznacza większe zużycie opon, a co za tym idzie – zwiększenie ilości zużytych opon. A więc mamy do odzyskania i wtórnego zagospodarowania stale rosnącą wartość surowców.

Tylko na przykładzie przebiegów z roku 2010 (tab. 1) oraz danych producentów opon łatwo można obliczyć, że statystyczny samochód osobowy napędzany ON zużył dwa komplety opon (czyli 8 sztuk), podobnie jak auto napędzane LPG. Z kolei samochód napędzany benzyną zużył tylko jeden komplet. Według danych Instytutu Transportu Samochodowego, w 2010 roku po polskich drogach jeździło 3,8 mln samochodów osobowych napędzanych ON, ok. 10,5 mln napędzanych benzyną bezołowiową oraz ok. 2,5 mln gazem płynnym. Mnożąc poszczególne wartości przez ilość zużytych opon nadających się do powtórnego przetworzenia w stosunku rocznym, otrzymujemy łącznie prawie 93 mln zużytych opon nadających się do wtórnego przetworzenia w procesach recyklingu odpadów.

Tabela 2. Prognozowana ilość zużytych opon samochodowych w latach 2010 – 2018

	2010	2014	2018
Ilość zużytych opon w tys. ton	135	150	165

Źródło: *Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010*. Uchwała Rady Ministrów nr 233 z 29.12.2006. Monitor Polski nr 90, poz. 946, 2006

¹⁰ *Opracowanie metodologii prognozowania zmian aktywności sektora transportu drogowego (w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji)*, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2011.

Tabela 2 przedstawia prognozowaną ilość zużytych opon samochodowych według Krajowego Planu Gospodarki Odpadami z 2010 roku. Tutaj również można zauważyć tendencję rosnącą w stosunku do lat poprzednich. Problem zużywanych opon samochodowych stale będzie narastać. Przyjmując, że opona samochodowa waży 10 kg, ich ilość w latach 2010, 2014, 2018, wyniesie kolejno 13,5 tys. sztuk, 15 tys. sztuk oraz 16,5 tys. sztuk.

Biorąc pod uwagę dane Europejskiego Centrum Normalizacji (CEN), według których odzyskowi podlega nawet do 100% opony, a z 70% można uzyskać wcześniej wymienione strzępy, granulaty oraz miął gumowy wykorzystywane przy produkcji np. dróg i mostów. W trzech okresach badawczych przy zastosowaniu zintegrowanego systemu logistyki zwrotnej opon samochodowych szacowana ilość materiałów, których można użyć np. do budowy nawierzchni sportowych, będzie równa ok. 94 tys. ton w roku 2010, 105 tys. ton w roku 2014 oraz ok. 115 tys. ton w roku 2018.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę ciągle rosnącą ilość zużytych opon samochodowych oraz pojawiające się tendencje proekologiczne w dziedzinie logistyki, można zauważyć, że uczestnictwo logistyki zwrotnej w systemie logistyki ogólnej będzie się stale zwiększać. Wpływ na to ma stale rosnąca ilość zużywanych towarów, co zostało wykazane na przykładzie opon samochodowych. Z uwagi na wielkość problemu, jakim są zużyte opony samochodowe, (wynikającego z zalegania odpadu nie na wysypiskach, lecz u konsumenta), zauważalna jest konieczność wprowadzenia daleko idących zmian w systemie logistyki zwrotnej opon. Owe zmiany powinny mieć na celu jeszcze efektywniejsze wykorzystanie potencjału, jakie drzemie w tym surowcu, co powinno przełożyć się na zmniejszenie kosztów niektórych inwestycji, np.: budowy dróg, różnego rodzaju izolacji. Celem takiego systemu powinna być utylizacja całości tego odpadu. Pozytywny wpływ na jakość takiego przedsięwzięcia może mieć stałe dokonywanie zmian w systemie polityki zrównoważonego rozwoju w krajach UE, co zwiększa ogólną ilość odpadów poddawanych recyklingowi.

Literatura

1. Korzeń Z. „*Ekologistyka*”, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2001.
2. *Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2010*. Uchwała Rady Ministrów nr 233 z 29.12.2006. Monitor Polski nr 90, poz. 946, 2006.
3. Merkisz – Grudowska A., *Logistyka recyklingu odpadów, jako jeden z elementu systemu logistycznego Polski*, Politechnika Warszawska, Warszawa 2010.
4. Michniewska K., „*Nowe trendy w logistyce: logistyka odzysku, a ekologistyka*”, „Logistyka”, 2006 nr 1.
5. *Opracowanie metodologii prognozowania zmian aktywności sektora transportu drogowego(w kontekście ustawy o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji)*, Instytut Transportu Samochodowego, Warszawa 2011.
6. Słowiński B., *Wprowadzenie do logistyki*, Wyd. uczelniane Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2008.

7. Sobeicki M., *Rozwój możliwości zagospodarowania zużytych opon na świecie i w Polsce.*, Warszawa 2009.
8. Specyfikacja techniczna CEN – CWA 14243-2002 „*Materiały ze zużytych opon i przykłady ich stosowania*”.
9. Starostka – Patyk M., Grabara J.K., Grabara I., „*Możliwości wykorzystania technologii RFID w logistyce odwrotnej*”, Politechnika Częstochowska 2011.
10. <http://archiwum.komunalny.home.pl/archiwum/index.php?mod=tekst&id=13948>
11. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz.U. Nr 62, poz.628 z 2001 r. z późniejszymi zmianami).

REVERSE LOGISTICS AND RECYCLING OF CAR TIRES

Abstract: Actually when the products are designed, attention is the paid to possibilities of their reuse in the future, mostly after their life – time. Main reason of this is to retrieve the value from exploited products, law regulations, proecological policy. All of these factors have influence on the reverse logistics systems creation, through which products can be reuse in the form of secondary materials in production of many industrial products. Car tires are products strictly belong to this group of products. This paper presents how to use reverse logistic and recycling in their case.

Keywords: reverse logistic, recycling, car tires