

## ANALIZA GOSPODAROWANIA ODPADAMI Z GRUPY TWORZYW SZTUCZNYCH POCHODZĄCYCH Z POJAZDÓW WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

### 17.1 WPROWADZENIE

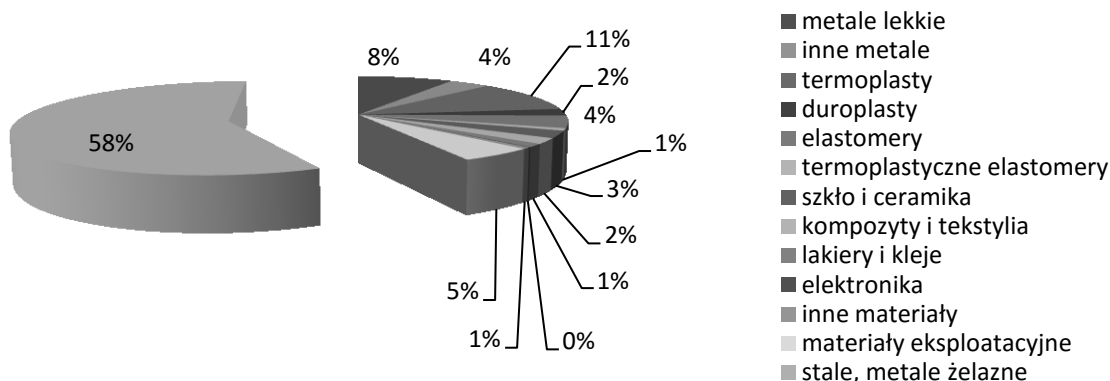
Ze względu za konieczność ograniczania emisji substancji szkodliwych do środowiska, głównie CO<sub>2</sub> i zachowania obowiązujących norm EURO, co pośrednio zależy między innymi od masy pojazdu, coraz większy stopień masy pojazdu stanowią tworzywa sztuczne. Zmniejszenie masy pojazdu o 100kg, powoduje zmniejszenie odpowiednio: emisji CO<sub>2</sub> o 7,5 g/km oraz zmniejszenie zużycia paliwa o 0,3 do 0,5 l/100 km [1].

W prawie unijnym gospodarowanie odpadami zapisano w Dyrektywie [4]. Istotna zmiana jej zapisów dotyczy zmiany hierarchii postępowania z odpadami, gdzie, powtórne użycie zajmują obecnie jedno z najważniejszych miejsc. Zgodnie z zapisami ustawy o odpadach [9] o poprawności postępowania z odpadami, świadczy branie pod uwagę następującej kolejności ich zagospodarowania:

- zapobieganie powstawaniu odpadów,
- przygotowanie do ponownego użycia,
- recykling,
- inne procesy odzysku,
- unieszkodliwianie.

Dla przykładu na rys. 17.1 przedstawiono udział procentowy materiałów, z jakich zbudowany jest auto BMW serii 3, o masie 1 403 kg. Tworzywa sztuczne stanowią około 21% wszystkich materiałów składających się na masę samochodów osobowych. Biorąc pod uwagę wielkość rynku samochodowego, można oszacować masę tworzyw sztucznych, którą należy potencjalnie zagospodarować. Zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami, w przypadku opisywanych materiałów będzie to przede wszystkim powtórne użycie, recykling oraz odzysk poprzez spalanie (odzysk energetyczny). Zużycie poliuretanów stanowi około 5-7% zużycia wszystkich tworzyw sztucznych. W tym, 42% stanowi zużycie pianek elastycznych, 30% pianek sztywnych oraz 7% to elastomery. W przemyśle motoryzacyjnym wykorzystywane są w celu zwiększenia komfortu jazdy, bezpieczeństwa dla użytkowników. Wykorzystywane są, jako elementy foteli, w zagłówkach mogą występować w postaci poliuretanu z rdzeniem komórkowym. Stanowią ele-

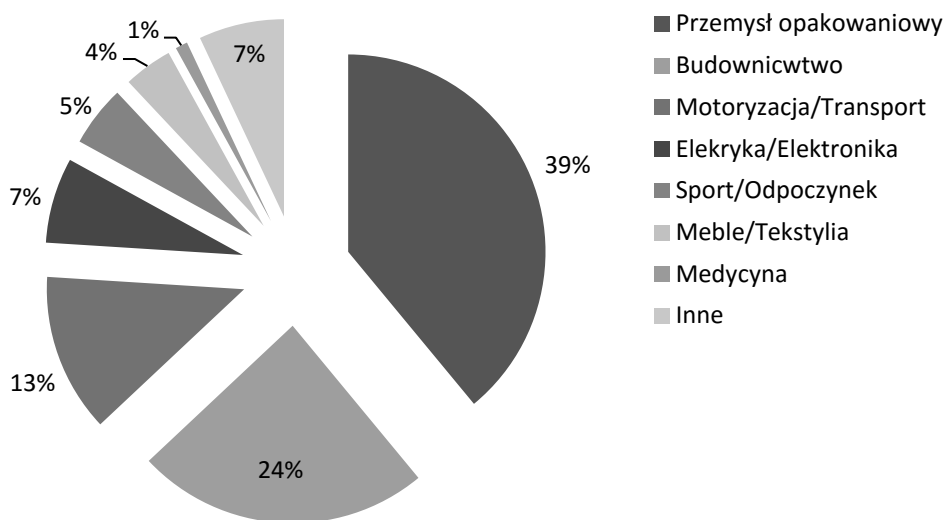
menty osłon przeciwsłonecznych, kierownic. Powodują zwiększenie dźwiękoszczelności, są elementem sztywnych pianek do wypełnień drzwiowych oraz dywaników samochodowych [2].



**Rys. 17.1 Udział procentowy rodzajów materiałów w samochodzie osobowym (BMW3)**

Źródło:[8]

Na rys. 17.2 przedstawiono udział tworzyw sztucznych w różnych obszarach zastosowań, gdzie rynek motoryzacyjny stanowi 13% całości. Tworzywa sztuczne wykorzystywane są przede wszystkim w przemyśle opakowaniowym i budownictwie, w transporcie (13%) i innych obszarach (17%). Przekłada się to na możliwość identyfikacji odpadów pochodzących z wymienionych branż.



**Rys. 17.2 Udział tworzyw sztucznych w wybranych obszarach zastosowań**

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [2]

Problematyczne jest wyodrębnienie odpadów z tworzyw sztucznych pochodzących z obszaru motoryzacji, który niejednokrotnie stanowi część odpadów komunalnych. Dlatego też trudno jest oszacować rynek odpadów z tworzyw sztucznych pochodzących z pojazdów. Stanowią one procent zarówno odpadów opakowaniowych, z budownictwa jak i motoryzacji, i są opisywane poprzez kody tworzyw sztucznych. W tab. 17.1 przedstawiono rodzaje tworzyw i sposób ich wykorzystania w pojazdach samochodowych.

**Tab. 17.1 Tworzywa sztuczne wykorzystywane w samochodach osobowych**

Lp.	Tworzywo sztuczne	Skrót	Zastosowanie
1	Polipropylen	PP	Zderzaki, odporna chemicznie obudowa koła, filtr powietrza, obudowy lusterek
2	Poliuretan miękki	PUR	Wykładziny, spoilery tylne
3	Poliamid	PA	Pokrywa silnika, osłony ozdobne kół jezdnych
4	Kopolimer akrylonitrylo-butadieno-styrenowy	ABS	Obudowy lusterek, osłony rozrządu silnika
5	Poliuretan	PUR	Zderzaki, spoilery
6	Polichlorek winylu	PVC	Sztuczna skóra, izolacje
7	Poliformaldehyd	POM	Łożyska, części pomp
8	Blenda polimetakrylan metylu	PMMA	
9	Poliwęglan	PC	Szklą reflektorów, kraty wlotu powietrza, obudowy lusterek, spoilery, zderzaki
10	Poli(tereftalan etylenu)	PET	Części samochodowe
11	Poliuretan (Politereftalan butylenu)	PBT	Części poszycia zewnętrznego
12	Polistyren	PS	Korpusy, spoilery

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [5]

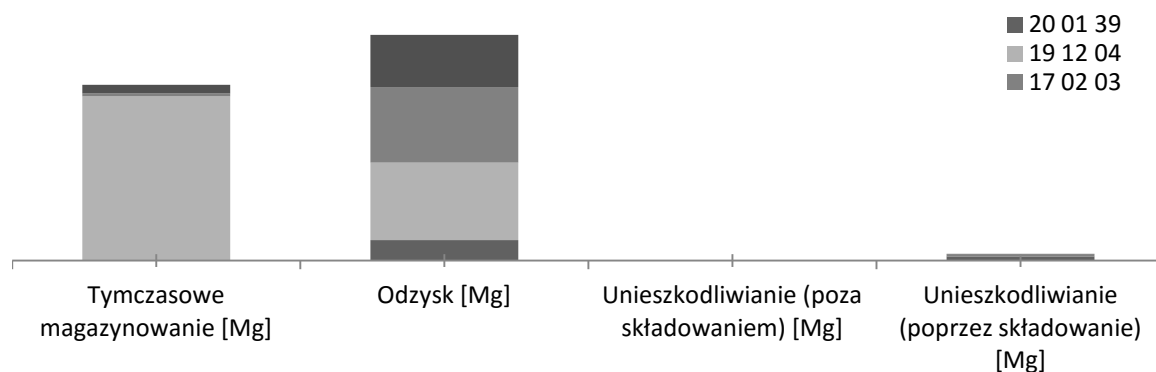
## 17.2 WYBRANE PROCESY ZAGOSPODAROWANIA POLIURETANÓW

Najpopularniejsze drogi zagospodarowania tworzyw sztucznych, w tym wypadku poliuretanów (PUR) stanowi recykling materiałowy. Dla pianek miękkich są to procesy przemielenia oraz dodania w takiej postaci do surowców niezbędnych do produkcji nowych pianek. Inną drogą jest sklejenie odpadowych pianek PUR za pomocą klejów pianki zmielonej, jej prasowanie pod zwiększonym ciśnieniem oraz w podwyższonej temperaturze. Z kolei recykling surowcowy, umożliwia wytworzenie surowców do ponownej produkcji pianki. Procesem charakterystycznym jest glikoliza. Pianka poliuretanowa twarda poddawana jest przede wszystkim przemieleniu [3]. Zgodnie z zapisami katalogu odpadów, grupa odpadów z tworzyw sztucznych została opisana następującymi kodami [6]:

- 16 01 19, gdzie symbol 16 01 oznacza zużyte lub nienadające się do użytkowania pojazdy (włączając maszyny pozadrogowe), odpady z demontażu, przeglądu i konserwacji pojazdów (z wyłączeniem grup 13 i 14 oraz podgrup 16 06 i 16 08);
- 17 02 02 to odpady z drewna, szkła i tworzyw sztucznych;
- 19 12 04 to tworzywa sztuczne i gumy, gdzie symbol 19 12 oznacza odpady z mechanicznej obróbki odpadów (np. obróbki ręcznej, sortowania, zgniatania, granulowania) nieujęte w innych grupach;
- 20 01 39, gdzie symbol 20 01 oznacza odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie z wyłączeniem 15 01.

Odpady z tworzyw sztucznych o kodzie 07 02 13 nie zawierają substancji niebezpiecznych i mogą być nieselektywnie składowane na wysypiskach odpadów [7].

Odpady, w strumieniu których znajdują się również tworzywa sztuczne poddawane są głównie procesom odzysku i tymczasowego magazynowania. Unieszkodliwianie poprzez składowanie, znajdujące się najniżej w hierarchii postępowania z odpadami, kształtuje się na niskim poziomie, i dotyczy przede wszystkim strumienia odpadów komunalnych oraz grupy 17-tej. Odpady pochodzące z mechanicznej obróbki, w tym sortowania i granulowania, poddawane są głównie magazynowaniu, w mniejszym stopniu odzyskowi. Unieszkodliwianie poza składowaniem kształtuje się na bardzo niskim, prawie niezauważalnym (rys. 17.3).

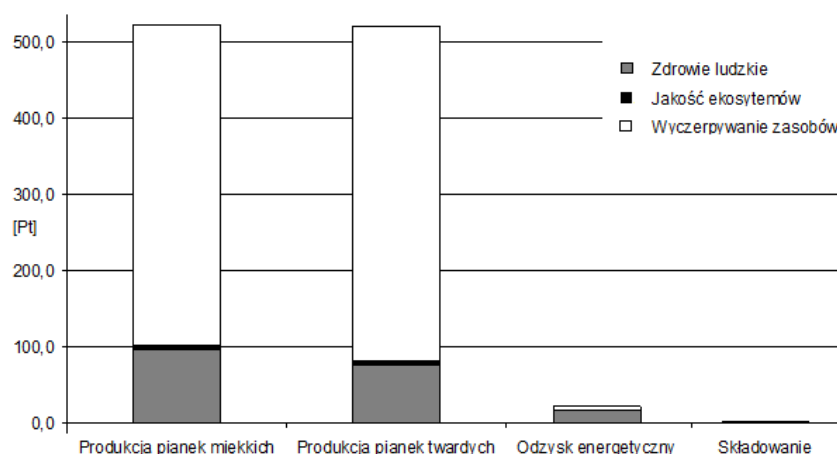


**Rys. 17.3 Procesy zagospodarowania tworzyw sztucznych pochodzących z 4 grup odpadów dla województwa mazowieckiego (2006 r.)**

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [10]

### 17.3 ANALIZA EKO-BILANSOWA WYBRANYCH PROCESÓW ZAGOSPODAROWANIA

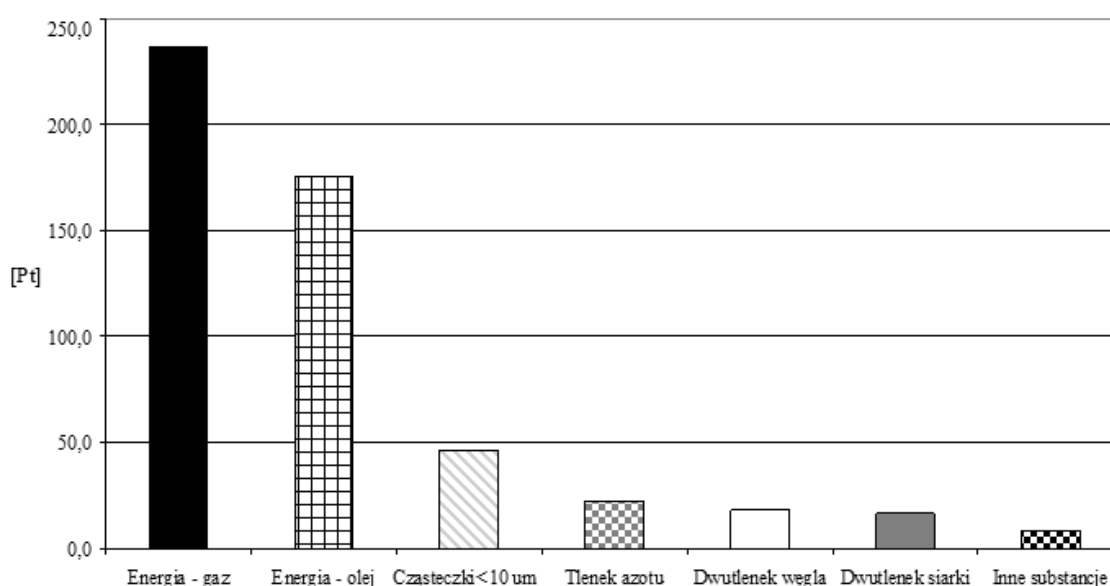
Na rys. 17.4 przedstawiono poziom oddziaływań środowiskowych w kategorii trzech szkód środowiskowych dla technologii produkcji pianek PUR, ich odzysku energetycznego i składowania. Analizę wykonano w oparciu o dane literaturowe i bazy danych zawarte w bazie Ecoinvent. Analizę wykonano przy wykorzystaniu oprogramowania SimaPro 7.3.3. Wyniki przedstawiono dla kategorii zdrowie ludzkie, jakość ekosystemów oraz wykorzystanie zasobów. Są to kategorie charakterystyczne dla metody Ecoindicator99. Wyniki przedstawiano w punktach środowiskowych. Ich wartość dodania oznacza niekorzystny wpływ na środowisko.



**Rys. 17.4 Poziom oddziaływań środowiskowych dla produkcji pianek PUR**

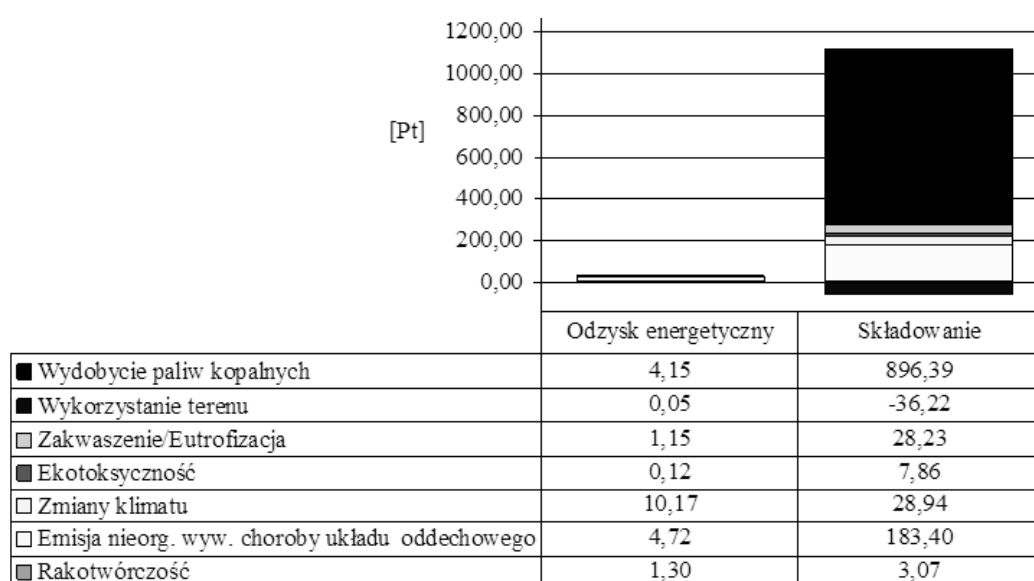
Źródło: opracowanie własne

Dominujący niekorzystny poziom szkód środowiskowych zidentyfikowano dla kategorii wyczerpywanie zasobów w procesach produkcji pianek PUR miękkich i twardych (420 i 440Pt). Jest to związane przede wszystkim z koniecznością wykorzystania surowców pierwotnych do ich produkcji. Poziom obciążeń środowiska w kategorii zdrowie ludzkie osiąga wartości 95Pt oraz 75Pt. Dla kategorii jakość ekosystemów zidentyfikowano na niskim poziomie ok. 6Pt. Na rys. 17.5 przedstawiono emisje i zużycia mediów charakterystyczne dla produkcji pianek miękkich. Dla procesu nie zidentyfikowano korzyści środowiskowych. Zgodnie z danymi 80% emisji niekorzystnie wpływa na organizmy żywe, 9% emisji dotyczy zagrożeń środowiskowych oraz od 1,4 do 3,8 % emisji dwutlenku siarki i węgla, tlenu azotu oraz innych cząstek. Podobnie kształtują się wyniki analizy dla produkcji pianek twardych.



Rys. 17.5 Emisja substancji procesu produkcji pianek miękkich (poziom odcięcia 2%)

Źródło: opracowanie własne



Rys. 17.6 Poziom szkód środowiskowych w ujęciu wybranych kategorii wpływu

Źródło: opracowanie własne

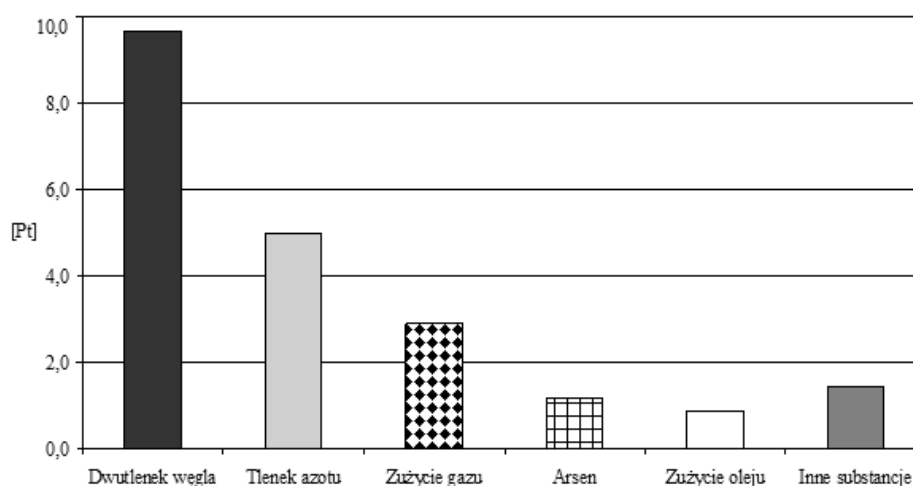
Na rys. 17.6 przedstawiono wyniki analizy odzysku energetycznego oraz składowania w ujęciu wybranych kategorii oddziaływań środowiskowych.

#### 17.4 SKŁADOWANIE

Ze względu na poziom uzyskanych wyników, szczególną uwagę należy zwrócić na kategorię wydobywanie paliw kopalnych, która stanowi ok. 80 % całości oddziaływań zidentyfikowanych dla procesu składowania. Znacznie niższy wpływ na środowisko oszacowano dla emisji nieorganicznych substancji wywołujących choroby układu oddechowego – 2,5 % wszystkich oddziaływań. Są one związane z emisją tlenków siarki (SO<sub>x</sub>), tlenków azotu (NO<sub>x</sub>), tlenków węgla (CO) oraz pyłami. Na podobnym poziomie kształtują się obciążenia środowiska związane z kategoriami środowiska - zakwaszenie/eutrofizacja - konsekwencja nadmiernej emisji dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>), tlenków Azotu (NO<sub>x</sub>) oraz amoniaku (NH<sub>3</sub>). oraz zmiany klimatu – obydwie kategorie ok. 28%. Korzyści środowiskowe zidentyfikowano dla kategorii wykorzystanie terenu: -36Pt.

#### 17.5 ODZYSK ENERGETYCZNY

Z rezultatów przedstawionych na rys. 17.6 wynika, że w procesie odzysku energetycznego PUR zidentyfikowano niekorzystne oddziaływania środowiskowe na poziomie 4,15Pt, dla kategorii wydobywanie paliw kopalnych, 4,72Pt dla kategorii emisja substancji nieorganicznych powodujących choroby układu oddechowego. Na poziomie, ok. 1Pt zidentyfikowano niekorzystny wpływ w dwóch kategoriach: zakwaszenie/eutrofizacja oraz rakotwórczość. Z kolei kategoria zmiany klimatu stanowi około 47% wszystkich niekorzystnych oddziaływań zidentyfikowanych w tym procesie.

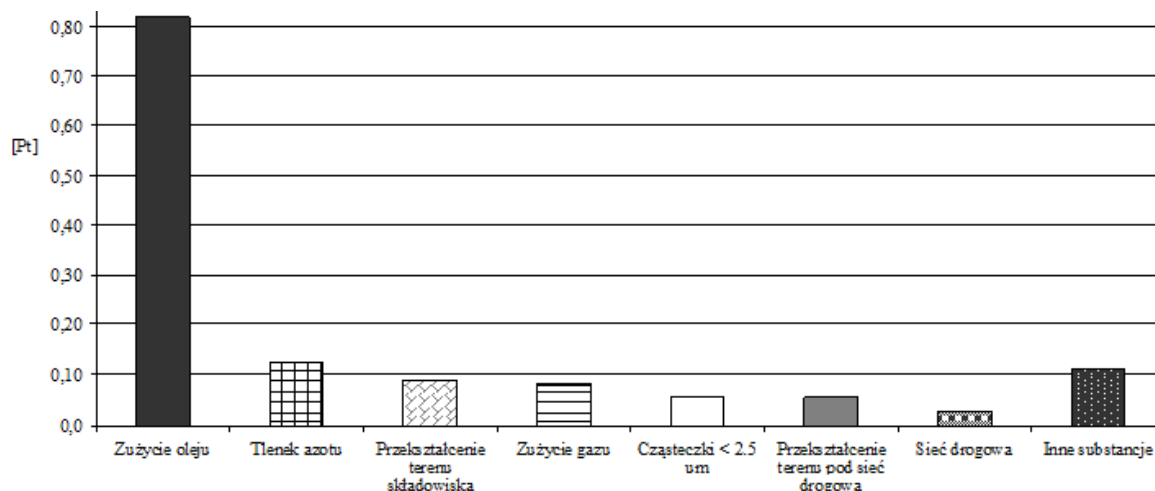


Rys. 17.7 Negatywne oddziaływania środowiskowe procesu odzysku energetycznego (punktu odcięcia 2%)

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie wyników przedstawionych na rys. 17.7 można stwierdzić, że poziom emisji substancji osiąga wartość 9,6 Pt dla dwutlenku węgla, dla tlenku azotu 4,9Pt oraz arsenu 1,15Pt. Wymienione substancje wpływają niekorzystnie na kondycję żywych organizmów, na przykład zbyt duże stężenie arsenu, wdychanego z powietrza, może prowadzić do chorób skóry, płuc i serca.

Z rezultatów uzyskanych w procesie środowiskowej oceny procesu składowania (rys. 17.8) wynika, że poziom niekorzystnych oddziaływań kształtuje się na niewysokim poziomie, do 0,1Pt. Najwyższy poziom negatywnych wpływów związany jest z wykorzystaniem paliw.



**Rys. 17.8 Negatywne oddziaływania środowiskowe procesu składowania (poziom odcięcia 2%)**

Źródło: opracowanie własne

## PODSUMOWANIE

W efekcie przeprowadzonej analizy eko-bilansowej określono poziom oddziaływań środowiskowych zidentyfikowanych dla technologii produkcji i zagospodarowania końcowego odpadowych pianek PUR. Wszystkie wyniki zostały przedstawione w odniesieniu do przyjętej jednostki funkcjonalnej – do 1 Mg pianek odpadowych. Wyniki analizy zostały przedstawione w punktach środowiskowych, co daje możliwość porównania w celu wskazania procesów i działań w stopniu większym lub mniejszym wpływającym na środowisko. Przeprowadzenie badań eko-bilansowych procesu zagospodarowania tworzyw sztucznych, w oparciu o dane dotyczące zużycia surowców, mediów, emisji oraz odpadów, pozwoliły określić poziom generowanych obciążeń środowiska. Przedstawienie wyników eko-bilansu umożliwia oszacowanie negatywnych oddziaływań środowiskowych analizowanych procesów.

Na podstawie przeprowadzonych badań wywnioskowano: poziom oddziaływań środowiskowych procesów produkcji pianek miękkich i twardych odzysku energetycznego i składowania dla trzech grup oddziaływań środowiskowych wskazuje, że wszystkie generuje jedynie szkody środowiskowe.

## LITERATURA

- 1 K. Bielefield, W. Papacz., J. Walkowiak. „Ekologiczny samochód. Tworzywa sztuczne w technice motoryzacyjnej cz.1.” Uniwersytet Zielonogórski, *Archiwum Motoryzacji*, 2011, s. 117- 131.
- 2 M. Biron. *Thermosets and Composites (Second Editions), Material Selection, Applications, Manufacturing And Cost Analysis*. 2014.

- 3 L. Danecki. „Płyty izolacyjne dla budownictwa z odpadowych surowców termoplastycznych.” *Nowoczesna Gospodarka Odpadami*, nr 2(2), 2013, Pobrano z: <http://www.e-gospodarkaodpadami.pl/techniki-i-technologie/plyty-izolacyjne-dla-budownictwa-z-odpadowych-surowcow-termoplastycznych/> [Dostęp: 12,02.2016].
- 4 *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy (tzw. dyrektywa ramowa o odpadach)* (Dz. Urz. UE L 312 z 22.11.2008, str. 3).
- 5 P. Mitschang, K. Hildebrandt. *Polymer and composite moulding technologies for automotive applications*. Germany: Woodhead Publishing Limited, 2012.
- 6 *Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów z dnia 9 grudnia 2014 r.* poz. 1923.
- 7 *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 stycznia 2015 r. w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane na składowisku odpadów w sposób nieselektywny*, Dz.U 2015 poz. 110.
- 8 R. C. Stauber. „Das Automobil der Zukunft – Chancen und Anforderungen an Kunststoffe und Kunststofftechnologien.” *Kunststoffe im Automobilbau*, 2009.
- 9 *Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r.*(Dz.Uz 2013,poz.21).
- 10 Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie. „Bilans grup – wszystkie odpady. Rejestry, wykazy i bazy danych. Internetowy system informacji obilansach odpadów przemysłowych.”



## ANALIZA GOSPODAROWANIA ODPADAMI Z GRUPY TWORZYW SZTUCZNYCH POCHODZĄCYCH Z POJAZDÓW WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

**Streszczenie:** *Celem artykułu jest identyfikacja problemów gospodarki odpadami pochodzącymi ze zużytych samochodów osobowych, szczególnie tworzyw sztucznych. Główne zagadnienia dotyczą odpadów, które potencjalnie mogłyby być wykorzystywane, a obecnie w dużym stopniu są składowane na wysypiskach, np. pianki pochodzące z foteli samochodowych. Identyfikacja istotnych problemów w zakresie recyklingu, pozwala na zwrócenie uwagi na konieczność udoskonalenia poziomu demontażu pojazdów oraz do zintensyfikowania działań na rzecz powtórnego wykorzystania tego typu odpadów.*

**Słowa kluczowe:** *recykling, odpady, pojazdy wycofane z eksploatacji, tworzywa sztuczne*

## ANALYSIS OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM OF A GROUP OF PLASTICS FROM END- OF-LIFE VEHICLES

**Abstract:** *This article aims to identify the problems of managing waste coming from disused cars, especially the plastics. The main issues relate to the waste that could potentially be used, and at present, to a large extent ends up in the landfills, e.g. foams from car seats. Identification of the major problems in the field of recycling, allows drawing attention to the need to improve the level of vehicle dismantling and to intensify efforts to reuse this type of waste.*

**Key words:** *recycling, waste, end- of-life vehicles, plastics*

Dr inż. Ewa KAMIŃSKA  
Instytut Transportu Samochodowego  
ul. Jagiellońska 80, 03-301 Warszawa  
e-mail: Ewa.Kaminska@its.waw.pl

*Data przesłania artykułu do Redakcji: 01.07.2016*  
*Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 11.07.2016*