



LOGISTYKA ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW OPAKOWANIOWYCH – STUDIUM PRZYPADKU

Tomasz Jakubowski¹, Piotr Sołowiej², Jakub Sikora¹

¹Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ²Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

LOGISTIC OF PACKAGING WASTE MANAGEMENT SYSTEM – CASE STUDY

Streszczenie

W pracy analizowano funkcjonowanie istniejącego systemu logistycznego w zakresie gospodarowania odpadami opakowaniowymi w miejsko-wiejskiej gminie Wadowice. Analizę prowadzono z uwzględnieniem sprawności procesów planowania, wykonania i kontrolowania przepływu strumienia odpadów opakowaniowych. W celu zebrania materiału do badań bazowano głównie na dostępnej dokumentacji będącej w zasobach jednostek samorządu terytorialnego, wywiadach przeprowadzanych w przedsiębiorstwach logistycznych zaangażowanych w system odbioru i transportu odpadów z badanego obszaru oraz wywiadach przeprowadzanych z mieszkańcami gminy (wytwórcami odpadów). Badania realizowano w latach 2013-2016. Wyniki badań zestawiano tabelarycznie, prezentowano graficznie oraz wyliczono podstawowe miary statystyczne. Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę realizowanych procesów logistycznych w aspekcie gospodarowania odpadami opakowaniowymi w badanej gminie. Ponad 90% odpadów opakowaniowych odbierana jest z terenu gminy przez przedsiębiorstwa wywozowe. Punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych odbierały głównie wielomateriałowe odpady opakowaniowe, opakowania

z tworzyw sztucznych i opakowania zmieszane. Znikomy był odsetek opakowań odzyskiwanych poprzez organizowane zbiórki okazjonalne.

Słowa kluczowe: odpady opakowaniowe, gospodarka odpadami, logistyka odzysku

Abstract

The work analyzed the functioning of the existing logistics system in the field of packaging waste management in the urban-rural commune of Wadowice. The analysis was carried out taking into account the efficiency of the planning, execution and monitoring processes of the packaging waste stream. In order to collect the material for research, mainly the available documentation in the resources of territorial self-government units, interviews carried out in logistic enterprises involved in the waste collection and transport system from the surveyed area and interviews conducted with the inhabitants of the commune (waste producers) were based. The research was carried out in 2013-2016. The results of the tests were tabulated, presented graphically and basic statistical measures were calculated. The obtained results allowed to evaluate the logistic processes carried out in the aspect of packaging waste management in the studied commune. The selective collection points of municipal waste were mainly collected in multi-material packaging waste, plastic packaging and mixed packaging. The percentage of packaging recovered by organized occasional collections was negligible.

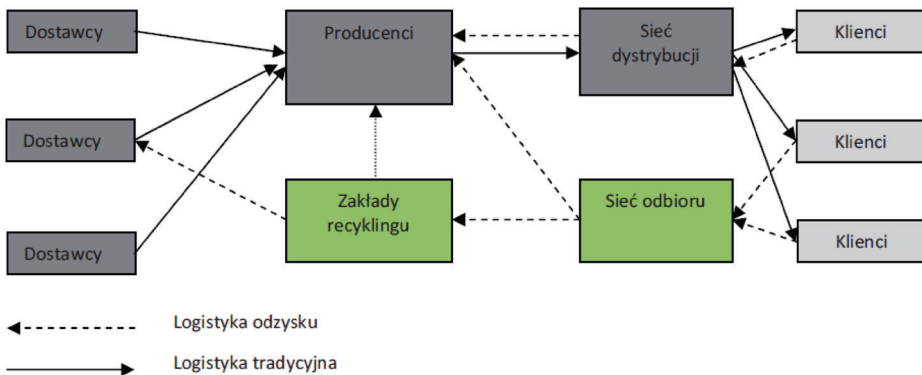
Key words: *packaging waste, waste management, recovery logistics*

WSTĘP

Logistyka odzysku zajmuje coraz ważniejsze miejsce we współczesnych systemach logistycznych (Merkisz-Guranowska 2010). Celem systemowego usuwania odpadów opakowaniowych jest dochodzenie do rozwiązań optymalnych z punktu widzenia technicznego, ekonomicznego i organizacyjnego (Kołąkowski 2015, Kijewska 2015, Iwan 2015). Postępowanie takie wymaga współdziałania w obszarze zarówno logistyki jak i ekologii (Korzeniowski i Urbaniak 2002). Elementem regulującym przepływy materiałów w postaci odpadów są ustawowe obowiązki zapewnienia odzysku i recyklingu opakowań (Czop i in., 2012, Piaskowska-Silarska, 2012). Rodzaje odpadów opakowaniowych generowane w poszczególnych ogniwach łańcucha różnią się pod względem rodzaju, stopnia skupienia i użyteczności (Michniewska, 2006). Systemy selektywnego

gromadzenia i zbiórki odpadów komunalnych można podzielić ze względu na (Bień i in. 2010): ilość pojemników (jedno, dwu i wielopojemnikowe) przeznaczonych na różne rodzaje odpadów i ze względu na usytuowanie względem miejsca powstawania odpadów (system wrzucania lub odnoszenia). Żygadło (2002), Żakowska (2008), Rosik-Dulewska (2015) wyróżniają dodatkowo:

- system „w sąsiedztwie” lub „gniazdowy” – tworzenie zbiorczych punktów selektywnego gromadzenia odpadów opakowaniowych przez ustawienie odpowiednio oznakowanych pojemników w wybranych punktach specjalnych (tzw. dzwony),
- system „u źródła” – zwielokrotnienie liczby pojemników (lub worków) ustawianych w bezpośredniej bliskości miejsc powstawania odpadów (najczęściej na terenie nieruchomości),
- centralne punkty selektywnego gromadzenia – obiekty techniczne zorganizowane na utwardzonym, nadzorowanym i ogrodzonym terenie, wyposażone w 6-10 odpowiednich zbiorników lub kontenerów otwartych oraz urządzenia pomocnicze.



Źródło/Source: Merkisz-Guranowska (2010)

Rysunek1. Powiązanie logistyki tradycyjnej z logistyką odzysku
Figure1. Linking traditional logistics with recovery logistics

Zdaniem Merkisz-Guranowskiej (2010) logistyka odzysku jest związana z tworzeniem wartości dodanej w powrotnym kierunku w stosunku do pierwotnego przepływu w procesach logistycznych. Działanie takie można określić jako planowanie, implementację oraz kontrolę wydajnego, kosztowo efektywnego przepływu materiałów, zapasów w toku, dóbr finalnych oraz powiązanych z nimi informacji z miejsca ich konsumpcji do miejsca ich powstania w celu odzyskania wartości lub właściwego sposobu ich pozbycia się (Vehlow i in., 2007, Wilson, 2007, Foltynowicz i Mancewicz, 2012, Hoppe, 2012). Na podkreślenie

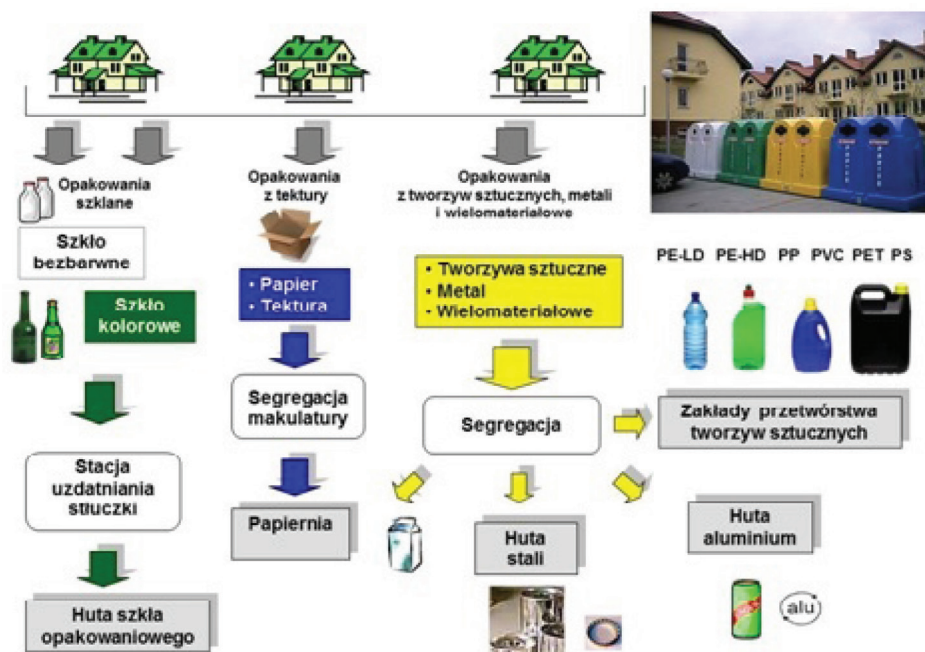
zasługuje fakt, że w przepływ powrotny zaangażowane są często inne podmioty i podejmowane są inne czynności niż w dystrybucji do klienta (rys.1).

Jak wskazuje Żakowska (2014) wpływ opakowań na środowisko należy rozpatrywać w całym cyklu ich życia, a nie tylko w fazie odpadów. Dzięki stosowaniu odpowiednich metod (np. *Life Cycle Assessment*), możliwe jest ukazanie pełnego obrazu wpływów badanego opakowania na poszczególne elementy środowiska. Wiedza na ten temat pozwala dokonywać wyborów korzystnych dla środowiska i racjonalnie gospodarować jego zasobami, zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju (Sadowski 2006, Witkowski 2012). Na poziomie gminy sieć pozyskiwania odpadów opakowaniowych obejmuje selektywną zbiórkę od mieszkańców, odbiór odpadów z podmiotów gospodarczych, a także różne formy skupu, prowadzone przez wyspecjalizowane firmy (rys. 2). Procesy recyklingu odpadów pochodzących z gospodarstw domowych wymagają dodatkowych nakładów związanych z prowadzeniem selektywnej zbiórki przez mieszkańców (dostosowanej do warunków lokalnych) oraz przygotowania odpadów w stacjach segregacji zgodnie z wymaganiami technicznymi zakładów recyklingowych (Żakowska 2008). Funkcjonowanie systemu gospodarki odpadami opakowaniowymi na poziomie gminy zależy od kilku czynników z których, zdaniem Żakowskiej (2008), do najważniejszych zaliczyć należy:

- źródła finansowania i ich wysokość,
- zaplecze techniczne do segregacji, odbioru i transportu odpadów,
- poziom świadomości mieszkańców gminy w zakresie racjonalnej gospodarki odpadami i ekologii.

Żakowska (2008) dużo uwagi poświęca aspektowi świadomości obywatela w kwestii gospodarowania odpadami i ochrony środowiska. Efektywność wstępnej segregacji w gospodarstwach domowych wymaga wysokiego stopnia uświadomienia mieszkańców oraz ich motywacji, co jest związane ze znacznymi nakładami na informację i działania promujące zbiórkę. Działania edukacyjne i informacyjne należy rozumieć bardzo szeroko:

- edukacja całego społeczeństwa prowadzona w krajowym systemie nauczania,
- informacja powszechna związana z aspektem ekologicznym opakowań,
- informacja na temat istniejącego (czy proponowanego) systemu logistycznego w zakresie zagospodarowania odpadów opakowaniowych („łańcuch opakowaniowy”),
- informacja prowadzona w ramach państwowego monitoringu opakowań i odpadów opakowaniowych oraz informacje oferowane przez jednostki naukowo-badawcze.



Zródło/Source: Zakowska (2008)

Rysunek 2. Pozyskiwanie tradycyjnych odpadów opakowaniowych z gospodarstw domowych do recyklingu materiałowego

Figure 2. Acquisition of traditional packaging waste from households for material recycling

Celem pracy była analiza logistyki zagospodarowania odpadów opakowaniowych na przykładzie miejsko-wiejskiej gminy Wadowice. W pracy udzielono odpowiedzi na następujące pytania badawcze: jaki jest udział poszczególnych form istniejącego systemu logistycznego w zakresie gospodarowania odpadami opakowaniowymi w miejsko-wiejskiej gminie Wadowice.

ZAKRES PRACY I METODA BADAŃ

Zakresem pracy objęto obszar miejsko-wiejskiej gminy Wadowice. Badania przeprowadzono w latach 2013-2016. Badano funkcjonowanie systemu odbioru odpadów: opakowania z papieru i tektury (kod 15 01 01), opakowania wielomateriałowe (kod 15 01 05), zmieszane odpady opakowaniowe (kod 15 01 06), opakowania ze szkła (kod 15 01 07), opakowania z tworzyw sztucznych (kod 15 01 02) (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014

r. w sprawie katalogu odpadów, Dz. U. 2014 poz. 1923). Analizowano ilości odpadów odbierane przez: przedsiębiorstwa wywozowe (zwane dalej PW), punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych (zwane dalej PSZOK) oraz zbiórki (okazjonalne) odpadów na terenie gminy (zwane dalej ZO). Uzyskane wartości odnoszono do:

- całkowitej masy odpadów komunalnych z terenu gminy: rok 2013 – 6988 Mg, rok 2014 – 8465 Mg, rok 2015 – 9716 Mg i rok 2016 – 10669 Mg,
- całkowitej masy odpadów opakowaniowych z terenu gminy w latach 2013-2016 zebranych przez przedsiębiorstwa wywozowe, punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych oraz zbiórki okazjonalne: PW – 4653,62 Mg, PSZOK – 310,22 Mg, ZO – 0,23 Mg,

Wyliczono podstawowe miary statystyczne charakteryzujące proces odbioru odpadów opakowaniowych: wartość średniej arytmetycznej i odchylenie standardowe. Dla zobrazowani zagadnienia wyliczono wskaźnik zmienności badanego procesu będący ilorazem odchylenia standardowego i wartości średniej (wskaźnik wyrażono w procentach). Wartości wskaźnika zmienności, obrazujące dynamikę odbioru odpadów opakowaniowych w gminie, są charakterystyczne dla tego typu procesów, gdyż masa odpadów wykazuje tendencję wzrostową w funkcji czasu.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono wartości średnie (\bar{x}) i wartości odchylenia standardowego (S_d) masy odpadów opakowaniowych odebranych w okresie od 2013 do 2016 przez przedsiębiorstwa wywozowe, punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych oraz okazjonalne zbiórki odpadów organizowane na terenie badanej gminy. Wskaźniki zmienności badanego procesu przedstawiono w tabeli 2. W dwóch przypadkach działania przedsiębiorstwa wywożącego zmieszane odpady opakowaniowe i opakowania z tworzyw sztucznych stwierdzono jednak niewielką zmienność (odpowiednio 6,4 i 12%). Odpady te zostały zapewne przekazane do punktów selektywnej zbiórki lub oddane w trakcie okazjonalnych zbiórek. Wartości wskaźnika zmienności, dotyczące dynamiki przekazywania opakowań w trakcie zbiórek okazjonalnych, są bardzo wysokie, co świadczy o tym, że forma ta zyskuje na popularności.

Tabela 1. Podstawowe miary statystyczne charakteryzujące proces odbioru odpadów opakowaniowych w gminie Wadowice w okresie lat 2013-2016

Table 1. Basic statistical measures characterizing the process of packaging waste collection in the municipality of Wadowice in the period 2013-2016

Kod odpadu Waste code	Przedsiębiorstwa wywozowe Export companies		Punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych Points for selective municipal waste collection		Zbiórki okazjonalne Occasional collections	
	<i>x</i> (Mg)	<i>Sd</i> (Mg)	<i>x</i> (Mg)	<i>Sd</i> (Mg)	<i>x</i> (Mg)	<i>Sd</i> (Mg)
15 01 01	74,60	35,62	1,33	0,89	0,02	0,02
15 01 07	481,00	148,08	10,22	4,51	0,03	0,04
15 01 02	90,73	10,92	5,49	5,13	0,01	0,01
15 01 05	10,43	6,65	0,89	0,98	0,01	0,01
15 01 06	506,66	32,18	59,63	32,40	b.d.	b.d.

Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Tabela 2. Wartości wskaźnika charakteryzującego zmienność procesu odbioru odpadów opakowaniowych w gminie Wadowice w okresie lat 2013-2016

Table 2. Values of the indicator characterizing the variability of the packaging waste collection process in the Wadowice commune in the period 2013-2016

Kod odpadu Waste code	Przedsiębiorstwa wywozowe Export companies	Punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych Points for selective municipal waste collection		Zbiórki okazjonalne Occasional collections
15 01 01	47,7%		67,2%	117,8%
15 01 07	30,8%		44,1%	118,6%
15 01 02	12,0%		93,4%	115,5%
15 01 05	63,8%		111,0%	115,5%
15 01 06	6,4%		54,3%	b.d.

Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Tabela 3. Masa odpadów opakowaniowych odbieranych przez różne źródła w latach 2013-2016 (wartości podano w Mg)

Table 3. The amount of packaging waste received by various sources in 2013-2016 (values are given in Mg)

Źródło odbioru odpadu Waste source	Przedsiębiorstwa wywozowe Export companies				Punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych Points for selective municipal waste collection				Zbiórki okazjonalne Occasional collections				
	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016	2013	2014	2015	2016	
Kod odpadu i rok Waste code and year													
15 01 01 opakowania z papieru i tektury packaging made of paper and cardboard	44,1	43,7	109,58	101,0	0,04	1,56	2,1	1,62	0	0	0,03	0,04	
15 01 07 opakowania ze szkła glass packaging	262,4	517,71	564,68	579,2	4,9	15,9	9,62	10,46	0	0	0,05	0,07	
15 01 02 opakowania z tworzyw sztucznych plastic packaging	78,9	84,1	98,6	101,3	0,03	2,21	9,62	10,11	0	0	0,01	0,01	
15 01 05 opakowania wielomateriałowe multi-material packaging	8,2	11,2	19,1	3,21	0,01	0,2	2,14	1,2	0	0	0,01	0,01	
15 01 06 zmieszane odpady opakowaniowe mixed packaging waste	461,8	505,24	526,49	533,11	14,0	61,0	88,3	75,2	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	

Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Z powyższego zestawienia (tabela 3) wynika, że w badanym okresie przedsiębiorstwa wywozowe odebrały z terenu gminy Wadowice 4654 Mg odpadów opakowaniowych, punkty selektywnej zbiórki 310 Mg a w trakcie organizowanych zbiórek okazjonalnych pozyskano zaledwie 0,23 Mg. Analizując strukturę zebranych odpadów stwierdzić można, że w latach 2013-2016, z terenu gminy Wadowice odebrano 304 Mg opakowań z papieru i tektury, 1965 Mg opakowań ze szkła, 385 Mg opakowań z tworzyw sztucznych, 45 Mg opakowań wielomateriałowych oraz 2265 Mg odpadów opakowaniowych zmieszanych (b.d. traktowano jako = 0).

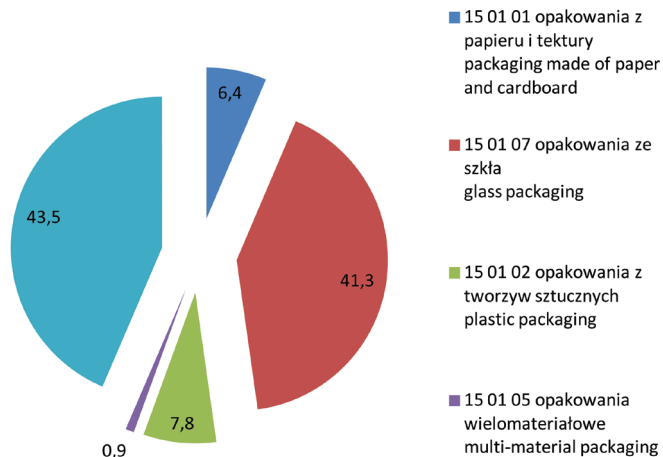
Tabela 4. Procentowy udział odpadów opakowaniowych w zależności od źródła ich odbioru w odniesieniu do całkowitej masy odpadów opakowaniowych pozyskanych w latach 2013-2016

Table 4. Percentage of packaging waste depending on the source of their collection in relation to the total weight of packaging waste acquired in 2013-2016

Kod odpadu Waste code	Źródło odbioru odpadu		
	Przedsiębiorstwa wywozowe Export companies	Punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych Points for selective mu- nicipal waste collection	Zbiórki okazjonalne Occasional collections
15 01 01	98,2%	1,7%	0,03%
15 01 07	97,9%	2,1%	0,0065
15 01 02	94,3%	5,7%	0,005%
15 01 05	92,1%	7,8%	0,04%
15 01 06	89,5%	10,5%	0%

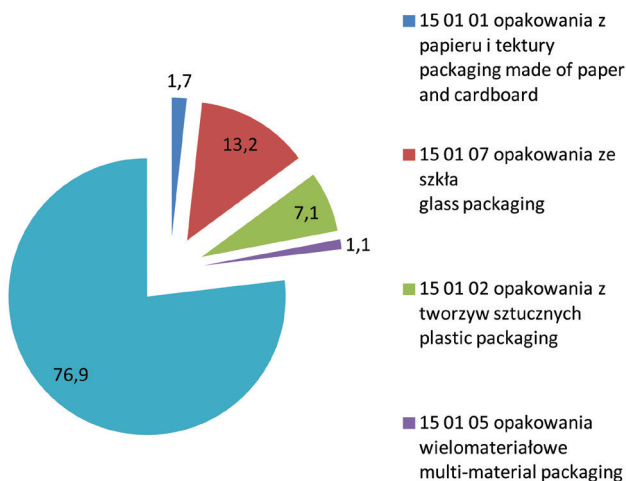
Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Z danych zawartych w tabeli 4 wynika, że przeważająca większość (ponad 90%) odpadów opakowaniowych jest odbierana z terenu Wadowic przez przedsiębiorstwa wywozowe. Do punktów selektywnej zbiórki odpadów komunalnych mieszkańcy dostarczają między 5,7 a 10,5% odpadów opakowań z tworzyw sztucznych, wielomateriałowych i opakowań zmieszanych. Dostarczane opakowania z papieru i tektury oraz szklane stanowią natomiast około 2%. Znikomy jest odsetek opakowań odzyskiwanych poprzez organizowane zbiórki okazjonalne.



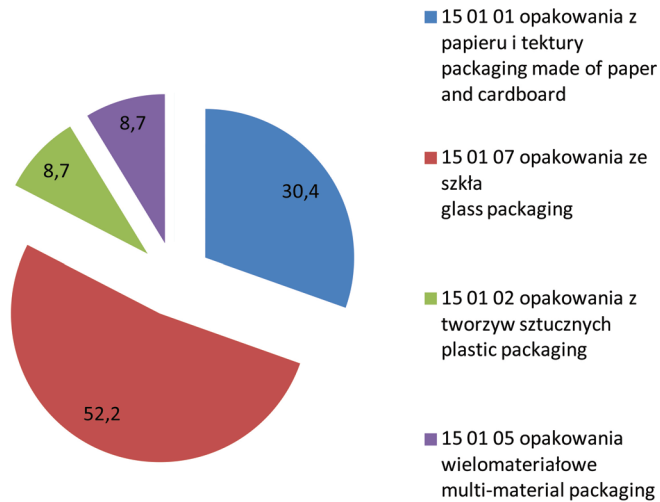
Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Rysunek 3. Procentowy udział poszczególnych rodzajów odpadów opakowaniowych odebranych przez przedsiębiorstwa wywozowe z terenu Wadowic w latach 2013-2016
Figure 3. Percentage share of individual types of packaging waste received by export enterprises from the area of Wadowice in 2013-2016



Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Rysunek 4. Procentowy udział poszczególnych rodzajów odpadów opakowaniowych dostarczonych do punktów selektywnej zbiórki odpadów komunalnych na terenie Wadowic w latach 2013-2016
Figure 4. Percentage share of individual types of packaging waste delivered to separate municipal waste collection points in Wadowice in 2013-2016



Źródło/Source: opracowanie własne/own elaboration

Rysunek 5. Procentowy udział poszczególnych rodzajów odpadów opakowaniowych zebranych podczas zbiórek okazjonalnych organizowanych na terenie Wadowic w latach 2013-2016 (pominięto odpad o kodzie 15 01 06)

Figure 5. Percentage share of individual types of packaging waste collected during occasional collections organized in Wadowice in 2013-2016 (waste with code 15 01 06 is omitted)

Analiza rysunków 3-5 wskazuje, że przedsiębiorstwa wywozowe głównie odbierały zmieszane odpady opakowaniowe i szklane (nieco ponad 40%) a w dalszej kolejności opakowania z tworzyw sztucznych, papieru i tektury (około 7%). Najmniejszy odsetek w tym procesie stanowiły opakowania wielomateriałowe. W przypadku opakowań dostarczanych do punktów selektywnej zbiórki największy odsetek (blisko 80%) stanowiły zmieszane odpady opakowaniowe a w dalszej kolejności (7-13%) szklane i z tworzyw sztucznych. Opakowania papierowe, tekturowe i wielomateriałowe stanowiły ilość poniżej 2%. Zbiórki okazjonalne gromadziły ponad 50% opakowań ze szkła, nieco ponad 30% opakowań z papieru i tektury oraz niecałe 9% opakowań z tworzyw sztucznych i wielomateriałowych. Efektywność procesu odbioru odpadów bezpośrednio z posesji poprzez firmy wywozowe jest oczywista. Proces taki, ze strony mieszkańców, wymaga niewielkich nakładów pracy choć wiąże się z obciążeniem finansowym po stronie wytwórcy odpadu. Efektywność funkcjonowania punktów selektywnej zbiórki odpadów komunalnych oraz sporadycznie organizowanych zbiórek okazjonalnych jest mniejsza choć w całym procesie zagospodarowania odpadów stanowią one ważny element logistyczny. Zestawienia w tabeli 1 wskazują, że w przypadku punktów selektywnej zbiórki jak i organizowanych zbió-

rek okazjonalnych odpadów, dostarczane tam ilości opakowań charakteryzują się rosnącym trendem. Przyjąć można, że postawa taka powodowana jest zarówno kwestiami oszczędności finansowych jak również rosnącą świadomością ekologiczną mieszkańców.

Zdaniem Brila i in. (2011, 2015, 2016) w praktyce opracowywane przez gminy plany i systemy gospodarowania odpadami tylko w niektórych aspektach spełniają wymogi logistycznego systemu gospodarowania odpadami. Często, mimo słusznych zapisów, realizacja planów napotyka trudności, a wiele zadań jest odwlekanych w czasie. Wynika to z niezgody samorządów gminnych na niektóre zapisy ustawowe. Samorzady protestują przeciwko obowiązkowi prowadzenia stacjonarnych punktów selektywnego zbierania odpadów komunalnych lub przeciwko zbyt niemu usztywnieniu częstotliwości zbierania odpadów. Lokalne władze przytaczają przykłady gmin, które przyjęły rozwiązania mobilne, dlatego narzucenie z góry prowadzenia punktów stacjonarnych uważają za nieuzasadnione ograniczenie niezależności gmin w tym zakresie (Lysenko-Ryba, 2015).

WNIOSKI

1. Ponad 90% odpadów opakowaniowych odbieranych jest z terenu gminy przez przedsiębiorstwa wywozowe, które odbierały głównie zmieszane odpady opakowaniowe i szklane a w dalszej kolejności opakowania z tworzyw sztucznych, papieru i tektury.
2. Punkty selektywnej zbiórki odpadów komunalnych odbierały głównie wielomateriałowe odpady opakowaniowe, opakowania z tworzyw sztucznych i opakowania zmieszane.
3. Znikomy był odsetek opakowań odzyskiwanych poprzez organizowane zbiórki okazjonalne choć forma ta zyskuje na popularności wśród mieszkańców gminy.

LITERATURA

Bień, B., Bień, J. (2010). *Gromadzenie i selektywna zbiórka odpadów komunalnych w gminach*. Inżynieria i Ochrona Środowiska, 13(3): 173-183.

Bril, J., Łukasik, Z., Rydygier, E. (2016). *Aspekty logistyczne gminnych systemów gospodarowania odpadami komunalnymi*. Autobusy 6: 1250-1257.

Bril, J., Łukasik, Z., Rydygier, E., (2015). *Wykorzystanie logistyki w gospodarowaniu odpadami komunalnymi*. Logistyka, 3: 12-14.

Bril, J., Łukasik, Z. (2011). *Problematyka odpadów z uwzględnieniem logistycznego systemu gospodarowania odpadami*. Logistyka, 3: 6-9.

- Czop, M.; Królikowska, D.; Kubik, M.; Siudra, P. (2012). *Determining of basic fertilizing properties of household waste*. Archives of Waste Management and Environmental Protection, 14(4): 56-61.
- Foltynowicz, Z.; Mancewicz, M. (2012). *Historia gospodarki odpadami*. Cz. I, Recykling, 9(141): 34-54.
- Hoppe, G. 2012. *Strategia wyboru technologii przetwarzania odpadów*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, 76-78
- Iwan, S. (2015). *Zarządzanie miejskim transportem towarowym w kontekście budowania konsensusu pomiędzy zróżnicowanymi oczekiwaniami jego interesariuszy*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 383: 40-49.
- Kijewska, K. (2015). *Rola menedżera logistyki miejskiej w usprawnianiu organizacji przewozów towarowych w miastach*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 383: 87-94.
- Kołąkowski, T. (2015). *Skuteczne i efektywne wdrażanie rozwiązań projektowych w zakresie logistyki miejskiej – wybrane zagadnienia*. Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 383: 74-86.
- Korzeniowski, A.; Urbaniak, W. (2002). *Logistyczne systemy zbiórki i usuwania odpadów opakowaniowych w świetle ustawodawstwa krajowego*. Międzynarodowa Konferencja Logistyczna “Logistics 2002 – Elastyczne łańcuchy dostaw – koncepcje, doświadczenia, wyzwania”. Poznań 14-15 maja 2002 r.
- Lysenko-Ryba, K. (2015). *Logistyka zwrotna jako źródło korzyści konkurencyjnych*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, 249: 193-203.
- Merkisz-Guranowska, A. (2010). *Logistyka recyklingu odpadów, jako jeden z elementów systemu logistycznego Polski*. Transport 75: 89-96.
- Michniewska, K. (2006). *Zagospodarowanie odpadów opakowaniowych wewnątrz magazynów*. Logistyka 5: 26-29.
- Piaskowska-Silarska, M. (2012). *Analiza możliwości pozyskania energii z odpadów komunalnych*. Polityka Energetyczna, 15(4): 101-106.
- Rosik-Dulewska, Cz. (2015). *Podstawy gospodarki odpadami*, Wyd. VI zaktualizowane, PWN, ss. 400.
- Sadowski, A. (2006). *Reverse logistics w terminologii logistycznej*, Logistyka 4: 6-11.
- Vehlow, J.; Bergfeldt, B.; Visser, R.; Wilén, C. (2007). *European Union waste management strategy and the importance of biogenic waste*. Journal of Material Cycles and Waste Management, V-9(2): 99-104.
- Wilson D, C. (2007). *Development drivers for waste management*. Waste Manage and Reseach, 25(3): 44-51.

Witkowski, K. (2012). *Processes of reverse logistics and recycling of plastic in automotive industry*. Oficyna Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego: 34-36.

Żakowska H. (2008). *Systemy recyklingu odpadów opakowaniowych w aspekcie wymagań ochrony środowiska*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, 78-79.

Żakowska, H. (2014). *Metoda LCA w logistyce odzysku odpadów opakowaniowych (cz. 2)*. Logistyka Odzysku 3(12): 22-24.

Żygadło, M. (2002). *Gospodarka odpadami komunalnymi*. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2002.

Dr hab. inż. Tomasz Jakubowski
Instytut Eksploatacji Maszyn Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków,
e-mail: Tomasz.Jakubowski@ur.krakow.pl,
tel.: +48 (12) 662 46 68

dr hab. inż. Piotr Sołowiej
Katedra Elektrotechniki, Energetyki, Elektroniki i Automatyki
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
ul. Oczapowskiego 11, 10-736 Olsztyn,
e-mail: pit@uwm.edu.pl,
tel.: +48 (89) 523 49 32

dr inż. Jakub Sikora
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B, 30-149 Kraków,
e-mail: Jakub.Sikora@ur.krakow.pl,
tel.: +48 (12) 662 46 60

Wpłynęło: 23 Marzec 2018

Akceptowano do druku: 14 Maj 2018