



ANALIZA KOSZTÓW TRANSPORTU ODPADÓW KOMUNALNYCH GROMADZONYCH SELEKTYWNIE

Mateusz Malinowski

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kollątaja w Krakowie

ANALYSIS OF TRANSPORT COSTS FOR SEGREGATED MUNICIPAL SOLID WASTE

Streszczenie

W artykule przedstawiono analizę struktury kosztów transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie, odbieranych z terenu miasta Krakowa oraz 13 gmin podmiejskich. Do analiz wybrano 4 pojazdy odbierające tzw. segregację z gospodarstw domowych (gromadzoną w różnokolorowych workach). Pojazdy te posiadają zbliżoną charakterystykę pracy. Wszystkie należą do prywatnego przedsiębiorstwa zajmującego się zbieraniem i transportem odpadów komunalnych, budowlanych i opakowaniowych.

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, iż w strukturze kosztów transportu odpadów segregowanych dla wszystkich analizowanych pojazdów, dominują koszty zużycia paliwa, koszty wynagrodzenia oraz zakupu worków, stanowiące odpowiednio 29,5%, 26,7% i 18,0%. Pozostałe koszty oraz zysk przedsiębiorstwa stanowią 25,8% całkowitych kosztów zbierania i transportu odpadów segregowanych. Koszt transportu 1 Mg odpadów gromadzonych selektywnie wynosi średnio 243,3 złMg⁻¹. Koszt ten jest wyższy o około 60 złMg⁻¹ w stosunku do kosztów transportu zmieszanych odpadów komunalnych. Średnie zużycie paliwa (ON) w przeliczeniu na 1 Mg segregowanych odpadów komunalnych wynosi około 13,2 dm³Mg⁻¹ i jest ono wyższe niż zużycie paliwa przez śmieciarki (transport zmieszanych odpadów komunalnych) o 1,1 dm³Mg⁻¹. W wyniku badań stwierdzono, iż istnieje

statystycznie istotna zależność pomiędzy zużyciem paliwa ($\text{dm}^3\text{Mg}^{-1}$), a udziałem kursów realizowanych na terenach wiejskich ($R = -0,83$).

Słowa kluczowe: odpady komunalne, transport odpadów, koszty transportu

Abstract

This paper reports the analysis of transport costs for segregated municipal solid waste (MSW) collected from the Krakow city and the 13 municipalities bordering the main town of Małopolska Region. There were 4 selected vehicles (garbage trucks) analyzed (collected segregated waste from households) These vehicles have a similar work characteristics. These vehicles belong to private enterprise dealing with the waste transport.

The largest share in the structure of the waste transport and collection have fuel costs (29.5%), salaries (26.7%) and cost of bags purchase (18.0%). Other costs and enterprises profit represent 25.8% of the total transport costs. The average unit cost of segregated waste transport and collection is 243.3 złMg^{-1} and is higher by 60 złMg^{-1} in relation to the cost of mixed waste transport. Average fuel consumption (Diesel) per 1 Mg of segregated waste is about $13.2 \text{ dm}^3\text{Mg}^{-1}$ and it is higher than for mixed waste by an average of $1.1 \text{ dm}^3\text{Mg}^{-1}$. Furthermore there is a statistically significant dependence between the unit costs of waste transport ($\text{dm}^3\text{Mg}^{-1}$) and participation of courses realized at the rural areas ($R = -0.83$).

Keywords: municipal solid waste, waste transport, transport cost

WSTĘP

System gospodarki odpadami komunalnymi obejmuje wszystkie niezbędne czynności dokonywane z odpadami tj. ich gromadzenie, magazynowanie, przetwarzanie (odzysk, w tym recykling oraz unieszkodliwianie, w tym składowanie), a także zbiórkę i transport. Etap zbiórki i transportu odpadów odgrywa kluczową, często niedocenianą rolę w systemie gospodarki odpadami (Grzesik, 2015). Jest to bardzo kosztowny element systemu zagospodarowania odpadów, przyjmuje się, że może on stanowić 60–80% wszystkich kosztów jego prawidłowego funkcjonowania (Bilitewski, 2010).

Do 30 czerwca 2013 r. system gospodarki odpadami komunalnymi w kraju oparty był na indywidualnym zawieraniu umów pomiędzy właścicielami nieruchomości, a przedsiębiorstwami zajmującymi się wywozem odpadów komunalnych. Firmy te, na podstawie stosownych decyzji administracyjnych, działały na

określonym obszarze w ramach wolnego rynku. Nowe przepisy spowodowały, że obowiązek odbioru odpadów komunalnych z nieruchomości zamieszkałych został przeniesiony na gminy (Ignasiak i in., 2015; Malinowski, 2014).

Nowy system gospodarki odpadami komunalnymi wprowadzony ustawą o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z dnia 13 grudnia 1996 roku (Dz. U. 2011 nr 152. poz. 897 z późn. zm.), miał na celu uporządkowanie i uszczelnienie systemu odbierania odpadów komunalnych. Aktualny system objął wszystkich mieszkańców kraju obowiązkiem oddawania odpadów. Ustalenie preferencyjnych stawek za odbiór i zagospodarowanie odpadów komunalnych dla właścicieli nieruchomości, którzy zdecydowali się na gromadzenie odpadów w sposób selektywny (segregowanie odpadów do różnokolorowych worków), spowodowało wzrost masy zebranych odpadów segregowanych.

Selektywne zbieranie odpadów jest prowadzone w celu ułatwienia późniejszego ich przetwarzania. Polega na rozdzieleniu strumienia odpadów powstających w gospodarstwie domowym na kategorie charakteryzujące się takimi samymi właściwościami i umieszczeniu ich w odpowiednich pojemnikach, kontenerach lub workach. W przypadku selektywnie zebranych odpadów komunalnych obowiązuje zakaz ich mieszania ze zmieszanyimi odpadami komunalnymi odbieranymi od właścicieli nieruchomości. Art. 3 ust. 2 pkt 5 ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach stwierdza (Dz. U. 2011 nr 152. poz. 897 z późn. zm.), że selektywne zbieranie odpadów komunalnych obejmuje co najmniej następujące frakcje odpadów: papier, metal, tworzywa sztuczne, szkło, opakowania wielomateriałowe oraz odpady komunalne ulegające biodegradacji, w tym odpady opakowaniowe ulegające biodegradacji. Zbieranie tego typu odpadów prowadzone jest w systemie u źródła (różnokolorowe worki na w/w frakcje odpadów), w systemie gniazdowym (dzwony ustawione „w sąsiedztwie”) oraz z wykorzystaniem specjalnych punktów selektywnego zbierania odpadów komunalnych (PSZOK). Odpady posegregowane do różnokolorowych worków zabierane są w czasie jednego objazdu i umieszczane w skrzyni (lub kontenerze) wyposażonej w specjalne komory uniemożliwiające wymieszanie się zbieranych frakcji odpadów (Sekuła, 2016).

Wzrost masy wytwarzanych odpadów segregowanych, a także wynikające z dyrektyw unijnych obowiązki osiągnięcia odpowiednich poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych, recyklingu i przygotowania do ponownego użycia określonych frakcji odpadów komunalnych, spowodowały wzrost zapotrzebowania na wykonywanie usług z zakresu transportu odpadów segregowanych (Dz. U. 2011 nr 152. poz. 897 z późn. zm.). Transport ten najczęściej jest realizowany z wykorzystaniem hakowca lub samochodu skrzyniowego (Sekuła, 2016).

Transport odpadów posiada znaczący udział w ogólnych kosztach systemu gospodarowania odpadami komunalnymi. Czyżyk i in. (2012) oraz Pin-Jing (2012) stwierdzają, że na obszarach wiejskich gospodarowanie odpadami (w tym

transport) jest bardziej kosztochłonne niż w miastach. Wynika to z odmiennych warunków wpływających na gromadzenie, transport i zbieranie odpadów (duże rozproszenie zabudowy, przewaga zabudowy jednorodzinnej, utrudnienia lub brak możliwości dojazdu do wielu posesji ze względu na gruntową lub gruntowo – żwirową nawierzchnię dróg). Bezpośredni wpływ na organizację transportu odpadów mają: liczba i objętość pojemników (kontenerów) na odpady, lokalizacja miejsc ustawienia pojemników oraz ładowność samochodu transportowego, czas i organizacja pracy załogi operacyjnej samochodu i jego kierowcy, częstotliwość wywozu oraz liczba dostępnych w przedsiębiorstwie środków transportu, przeciętna odległość zakładu unieszkodliwiania i rejonu zbiórki odpadów od bazy samochodowej firmy, czas przejazdu samochodu zbierającego odpady oraz czas jego rozładunku, naprawy, remonty i przeglądy samochodu transportowego (D'Obyrn i Szalińska, 2005). Do czynników, które mogą również oddziaływać na koszty zbierania i transportu odpadów należą: aktualna cena paliwa i wykorzystanie ładowności samochodu (Malinowski 2014).

W analizie struktury kosztów wyróżniamy: nakłady pracy, zużycie składników majątku trwałego i obrotowego oraz inne wydatki (Bentkowska-Senator i in., 2011). Do podstawowych rodzajów kosztów w transporcie zaliczane są:

- koszty obsługi technicznej środka transportowego, obejmujące koszty konserwacji, regulacji oraz diagnostyki pojazdu. Ponadto zaliczyć tutaj można koszty naprawy, koszty czyszczenia i demontażu pojazdu na części, weryfikacji wszystkich elementów oraz regeneracji lub wymiany zużytych części (Napiórkowski i in., 2013),
- koszty olejów, filtrów i materiałów eksploatacyjnych,
- paliwo jest materiałem niezbędnym do sprawnego wykonywania usługi transportowej. Koszty zużycia paliwa wynikają z ceny jego nabycia,
- koszty dostarczenia różnokolorowych worków, „dzwonów” lub kontenerów do selektywnego gromadzenia odpadów komunalnych. Stanowią one niezbędny element prawidłowego segregowania odpadów,
- koszty wynagrodzeń, które obejmują pracowników warsztatu, kierowców, pracowników dyspozytorni, właścicieli i księgową, obsługi biura oraz w zależności od tego, jakim pojazdem jest wykonywana usługa – koszty wynagrodzenia kierowcy oraz ładowaczy,
- koszty ubezpieczeń majątkowych, OC i AC oraz podatki i opłaty (np. drogowe i środowiskowe),
- koszty pośrednie to koszty jednostek organizacyjnych przedsiębiorstwa, koszty administrowania i zarządu. Nie jest możliwe skojarzenie kosztów pośrednich z obranymi jednostkami kalkulacyjnymi, ponieważ nie jest możliwe precyzyjne przypisanie ich do konkretnej usługi transportowej. Rozlicza się je w sposób umowny, za pomocą ustalonego klucza, najczęściej jako narzut do kosztów bezpośrednich (Kokoszka, 1996).

Bilitewski i inni (2006) stwierdzają, że zbiórka i transport zmieszanych odpadów komunalnych może stanowić nawet 80% całkowitych kosztów gospodarowania tymi odpadami. W Chinach koszty odbierania i transportu odpadów z terenów wiejskich stanowią 80%, natomiast z terenów miejskich 50 – 60% całkowitych kosztów działania systemu (Pin-Jing, 2012). Koszty zbiórki i transportu odpadów zmieszanych są bardzo dobrze opisane w literaturze (Hogg, 2005; Malinowski, 2014). Natomiast brak jest informacji o kosztach zbiórki odpadów gromadzonych selektywnie, gdyż nie były one jak dotąd szczegółowo analizowane. Dane te niejednokrotnie stanowią tajemnice handlowe przedsiębiorstw startujących w przetargach na odbiór i zagospodarowanie odpadów i są przez nie chronione.

CEL I ZAKRES PRACY

Głównym celem przeprowadzonych analiz było określenie struktury kosztów transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie (w workach), zbieranych z terenu aglomeracji krakowskiej. Obszar badań obejmował 14 gmin, w tym miasto Kraków. Prywatna firma komunalna udostępniła do analizy dane o pojazdach wykorzystywanych do zbierania i transportu segregacji. Dane dotyczyły lat 2011 – 2012. W okresie tym przedsiębiorstwo komunalne obsługiwało około 1% gospodarstw domowych w gminach Kraków, Gdów i Kłaj, od 5 do 15% w gminach Biskupice, Wieliczka, Niepołomice, Skawina, Krzeszowice, Czernichów, Brzeźnica, Zabierzów, Zielonki oraz ponad 50% gospodarstw domowych w gminach Mogilany, Liszki i Jerzmanowice-Przebinia. Uzyskane dane pochodziły z programu komputerowego obsługującego wagę samochodową w przedsiębiorstwie (informacje o masie, liczbie kursów, miejscu odbioru odpadów) oraz z programu obsługującego dystrybutor paliwa, znajdujący się bezpośrednio na bazie logistycznej przedsiębiorstwa.

MATERIAŁ I METODY

Do analizy wytypowano 4 pojazdy hakowe, które wykorzystywane były w latach 2011 – 2012 tylko do transportu segregacji (gromadzonej w 4 różnokolorowych workach na metal, szkło, papier i tworzywa sztuczne). Każdy z pojazdów obsługiwał w czasie jednego kursu średnio 150 posesji. Pozyskane dane pozwoliły na obliczenie rocznego zużycia oleju napędowego (ON), przebytych kilometrów, liczby wykonanych kursów, masy przetransportowanych odpadów, zużycia ON w przeliczeniu na 100 km oraz 1 Mg odpadów. Obliczenie jednostkowych kosztów transportu odpadów oraz zużycia ON w przeliczeniu na 1 Mg odpadów, należy traktować w sposób umowny pamiętając, iż część trasy pojazdy przejeżdżają bez odpadów, następnie są one sukcesywnie załadowywa-

ne i tylko w końcowym etapie (powrót do bazy logistycznej lub sortowni odpadów opakowaniowych), przejazd wykonywany jest z załadunkiem (Malinowski, 2014). Obliczenia kosztów transportu wykonano zgodnie z metodyką opracowaną przez Bentkowską-Senator i in. (2011). Wyniki zaprezentowano w kwotach brutto tj. z uwzględnieniem podatku VAT.

Dla wykonania obliczeń, przyjęto następujące założenia:

- w skład załogi operacyjnej każdego hakuwca zbierającego odpady gromadzone selektywnie wchodzi dwie osoby: ładowacz i kierowca,
- odpady segregowane gromadzone są w workach, a koszt zakupu, przygotowania i dostarczenia do gospodarstwa domowego jednego worka wynosi 0,33 zł brutto,
- podczas jednego kursu pojazd zbiera ok. 220 worków z tzw. segregacją (Malinowski, 2013),
- w obliczeniach kosztów transportu odpadów uwzględniono także koszty pośrednie (tzw. koszty ogólnozakładowe – 20%, w tym 5% stanowi zysk przedsiębiorstwa). Kokoszka (1996) stwierdza, iż koszty pośrednie stanowią procentowy narzut do kosztów bezpośrednich, jednakowy dla każdego samochodu i wynoszący 20 – 25%,
- w analizie nie uwzględniono kosztów amortyzacji pojazdów, gdyż ich wiek jest większy niż 7 lat. Zgodnie z wykazem rocznych stawek amortyzacyjnych, zawartym w ustawie o podatku dochodowym od osób prawnych oraz Klasyfikacją Środków Trwałych, zawartą w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 30 grudnia 1999 r., „roczna stawka amortyzacyjna dla pojazdów służących do transportu odpadów, wynosi 14%, tak więc, okres amortyzacji takiego środka trwałego wynosi 7 lat.

WYNIKI I DYSKUSJA

Pojazdy wybrane do analizy, zbierające odpady segregowane charakteryzują się podobnymi parametrami pracy tj. mocą, pojemnością silnika i dopuszczalną ładownością (tab. 1). Spośród wszystkich 4 samochodów, trzy zbierają odpady z obszarów wiejskich (tab. 2). W okresie analizowanych lat największym przebiegiem charakteryzuje się pojazd A, natomiast najkrótszym pojazd C. Wszystkie środki transportowe cechują się podobnym zużyciem paliwa, które zawiera się w przedziale $19 - 26 \text{ dm}^3 \cdot 100 \text{ km}^{-1}$, natomiast zużycie paliwa w przeliczeniu na 1 Mg wynosi $10,9 - 16,2 \text{ dm}^3 \cdot \text{Mg}^{-1}$. Średnie zużycia paliwa w badanym okresie wynosi $13,2 \pm 1,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{Mg}^{-1}$ i jest ono wyższe niż w przypadku transportu zmieszanych odpadów komunalnych o około $1,1 \text{ dm}^3 \cdot \text{Mg}^{-1}$. Najwyższe zużycie ON w przeliczeniu na 100 km latach 2011 – 2012 odnotowano dla samochodów A, B i D, zaś najniższe dla pojazdu C (tab. 3). Podobnie kształtują się przeciętne roczne koszty transportu 1 Mg odpadów. Najniższe ($185,3 \text{ zł} \cdot \text{Mg}^{-1}$) są dla pojaz-

du C, zbierającego odpady z obszarów wiejskich. Odpady te charakteryzują się dużym (ponad 50%) udziałem szkła, co miało odzwierciedlenie w gęstości i masie zebranych odpadów w przeliczeniu 1 kurs. Średni koszt zbiórki i transportu odpadów segregowanych wyniósł dla wszystkich analizowanych pojazdów $243,3 \pm 40,8 \text{ złMg}^{-1}$. Różnica pomiędzy kosztem transportu odpadów segregowanych przez pojazd C i pozostałe środki transportowe wynosiła około 80 zł.

Tabela 1. Charakterystyka pojazdów wybranych do analizy
Table 1. Characteristics of vehicles selected for analysis

L.p.	Symbol pojazdu / Truck symbol	Model pojazdu / Model	Dopuszcz. masa całkowita / Permissible gross weight	Pojemność silnika / Capacity of the motor	Moc silnika / Motor reating	Ład. skrzyni / Max load	Rok produkcji / Year
	-	-	Mg	cm ³	kW	kg	
1.	A	MAN 9.163 LLC	20	4580	119	Max 4250	2001
2.	B	MAN TGA 12.167	20	4580	119	Max 4250	2001
3.	C	IVECO EURO CARGO	19	5861	105	Max 5420	1997
4.	D	MERCEDES 1831	20	4250	125	Max 6020	1999

Źródło/Source: Opracowanie własne /Own study

Tabela 2. Udział kursów w poszczególnych typach gmin (średnia z 2011 i 2012r.)
Table 2. The share of courses in different types of municipalities (the average of 2011 and 2012).

L.p.	Symbol pojazdu / Truck symbol	Gmina / Community		
		wiejska / rural	miejsko – wiejska / suburban	miejska Kraków / city Kraków
		%	%	%
1.	A	36	23	41
2.	B	57	21	22
3.	C	83	17	0
4.	D	13	7	80

Źródło/Source: Opracowanie własne /Own study

Tabela 3. Charakterystyka podstawowych parametrów pracy środków transportowych
Table 3. Characteristics of the basic operating parameters of vehicles

L.p.	Symbol pojazdu / Truck symbol	Analizowany rok / Analyzed year	Mg / kurs Mg / course	Spalanie / Fuel consumption	Spalanie / Fuel consumption	Koszty / Costs
			Mg	dm³·100 km⁻¹	dm³·Mg⁻¹	zł·Mg⁻¹
1	A	2011	1,49	25,3	14,2	259,4
		2012	1,54	25,0	16,2	275,6
2	B	2011	1,30	23,2	12,2	284,5
		2012	1,74	21,5	12,8	233,9
3	C	2011	1,62	22,5	10,9	205,8
		2012	1,77	20,6	11,0	164,8
4	D	2011	1,26	25,3	14,0	274,8
		2012	1,17	22,4	14,2	247,6

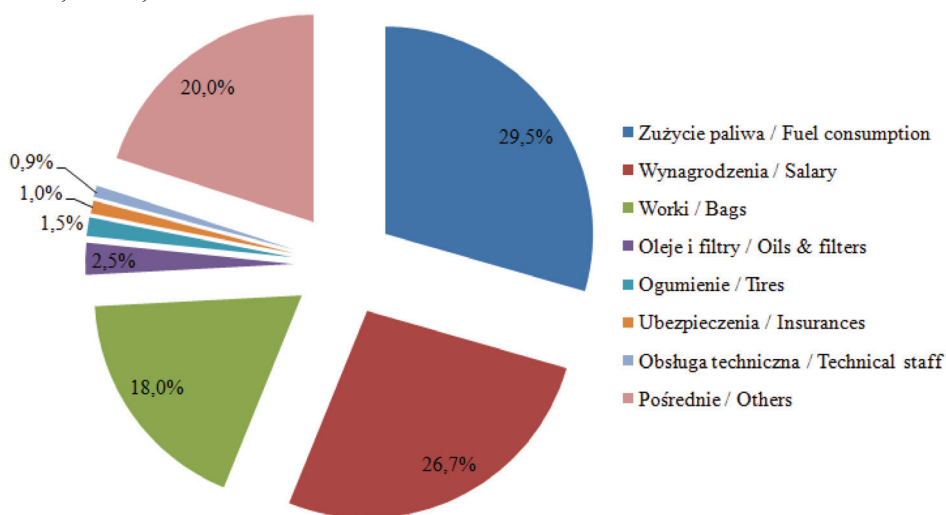
Źródło/Source: Opracowanie własne /Own study

Malinowski (2014) stwierdza, że jednostkowe koszty transportu zmieszanych odpadów komunalnych z terenów wiejskich wynoszą średnio 187 zł·km⁻¹ i są wyższe o około 50 zł·km⁻¹ od kosztów transportu tych odpadów z terenów miejskich. Koszty transportu odpadów segregowanych są więc zdecydowanie wyższe, na co zasadniczy wpływ ma masa transportowanych odpadów, która w przeliczeniu na 1 kurs zawiera się w zakresie od 1,26 do 1,77 Mg (około 3-krotnie mniej niż w jednym kursie wykonywanym przez śmieciarkę zbierającą zmieszane odpady komunalne). Koszty transportu odpadów segregowanych zbieranych z terenów miejskich (między innymi przez pojazd D) są wyższe od kosztów transportu tych odpadów z pozostałych obszarów (głównie gmin podmiejskich). Należy pamiętać, że wykorzystując pojazdy zasilane np. gazem, koszty transportu mogą być niższe, natomiast w przedsiębiorstwach, w których odpady transportowane są przez nowe hakuwce lub nowe pojazdy skrzyniowe, koszty jednostkowe będą wyższe ze względu na odpisy amortyzacyjne.

W analizie transportu odpadów segregowanych nie stwierdzono silnych korelacji pomiędzy poszczególnymi parametrami charakteryzującymi pracę środków transportowych, a zużyciem paliwa przez te środki. Silną korelację ($R = -0,83$) stwierdzono pomiędzy zużyciem paliwa ($\text{dm}^3 \cdot \text{Mg}^{-1}$) a udziałem kursów realizowanych na terenach wiejskich. Wynika z tego, że skład morfologicznych odpadów gromadzonych selektywnie, który bezpośrednio przekłada się na gęstość tych odpadów ma istotny wpływ na zużycie paliwa przez środki transportowe. Skład morfologiczny odpadów gromadzonych selektywnie na obszarach wiejskich różni się od składu tych odpadów zbieranych z obszaru miasta. Jak podaje Malinowski (2013), na obszarach miejskich dominują lekkie tworzywa

szuczne (ponad 30% udziału) oraz papier, natomiast na obszarach wiejskich w składzie morfologicznym odpadów gromadzonych selektywnie największym udziałem charakteryzuje się szkło (ponad 50%).

W strukturze kosztów transportu odpadów gromadzonych selektywnie, największy udział ma koszt zużycia oleju napędowego, który wynosi średnio 29,5%, następnie koszty wynagrodzeń (26,7). Najmniej stanowią zaś koszty obsługi technicznej i napraw, których udział w strukturze kosztów wynosi około 0,9% (rys. 1). Koszty zatrudnienia pracowników były różne dla poszczególnych samochodów a ich udział zawierał się w zakresie od 20 do 30%. Jednostkowe koszty wynagrodzenia (a także ich udział) w porównaniu do kosztów transportu zmieszanych odpadów komunalnych są niższe, ze względu na zatrudnienie do zbierania tych odpadów tylko 2 pracowników (kierowca i ładowacz). Udział kosztów związanych z workami wynosił od 14,7 do 22,8%. Najniższe składowe koszty transportu odpadów to koszty obsługi technicznej i napraw oraz koszty olejów i innych materiałów. Udział kosztów obsługi technicznej i napraw wyniósł od 0,1 do 4,9%. Natomiast koszty olejów i filtrów stanowiły od 0,8 do 7,3%.



Rysunek 1. Struktura kosztów zbierania i transportu odpadów segregowanych – ogółem

Figure 1. Collection and transport cost structure of segregated waste – total

Łączny udział kosztów paliwa i wynagrodzeń w strukturze kosztów transportu zmieszanych odpadów komunalnych, jest wyższy o ok. 20% niż w analizowanym wyżej przypadku. Niemniej jednak przy zbiórce zmieszanych odpadów komunalnych przedsiębiorstwo nie ponosi kosztów związanych z zakupem

worków. Koszt różnokolorowych worków stanowi ok. 20% całkowitych kosztów usługi transportu, odpadów zbieranych selektywnie. Udział pozostałych kosztów, zarówno dla odpadów zmieszanych jak i segregowanych jest podobny.

PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonej analizy zbierania i transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie w przedsiębiorstwie komunalnym wynika, iż średnie zużycie paliwa (ON) w przeliczeniu na 1 Mg odpadów segregowanych wynosi około $13,2 \text{ dm}^3 \text{ Mg}^{-1}$ i jest wyższe średnio o $1,1 \text{ dm}^3 \text{ Mg}^{-1}$ w stosunku do zużycia paliwa na transport zmieszanych odpadów komunalnych. Największy udział w kosztach mają: koszty paliwa (na terenach miejskich) i koszty wynagrodzeń (na obszarach wiejskich). Jednostkowe koszty transportu segregacji wynoszą na analizowanym obszarze dla lat 2011 – 2012 średnio: 243 zł Mg^{-1} . W wyniku przeprowadzonych analiz sformułowano następujące wnioski:

1. Największy udział w strukturze kosztów transportu odpadów gromadzonych selektywnie mają koszty zużycia paliwa (29,5%), koszt wynagrodzeń dla pracowników (26,7%) oraz koszty zakupu, przygotowania i dystrybucji worków na segregację (18%).
2. Środki transportowe zbierające odpady segregowane z terenów wiejskich średnio zużywały mniej paliwa, w przeliczeniu na 1 tonę odpadów, niż pojazdy transportujące odpady z obszarów miejskich i wiejskich.
3. Koszt zbiórki i transportu 1 Mg odpadów segregowanych mieści się w zakresie od 164,8 do 284,5 zł i jest wyższy, w stosunku do kosztów zbiórki i transportu 1 Mg odpadów zmieszanych .
4. Średni koszt odbioru i transportu 1 Mg odpadów gromadzonych selektywnie w latach 2011-2012 był najniższy dla hakuwca odbierającego odpady głównie z terenów wiejskich.

PODZIĘKOWANIA

Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową DS 3600 / WIPIE.

LITERATURA

Bentkowska-Senator, K.; Kordel, Z.; Waśkiewicz, J. (2011). Koszty w transporcie samochodowym. Warszawa, Wyd. Instytut Transportu Samochodowego.

- Bilitewski, B. (2010). Sprawdzone metody gospodarowania odpadami komunalnymi. Zbiór informacji i założenia dla zrównoważonej gospodarki odpadami komunalnymi wraz z odpowiednimi instalacjami i technologiami. Stowarzyszenie Technologii Ekologicznych SILESIA. Opole, 2010.
- Bilitewski, B., Hardtle, G., Marek, K. (2006). Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka. Wydanie 2. Wyd. Seidel-Przywecki. Warszawa
- Czyżyk, F., Strzelczyk, M., Steinhoff-Wrzeźniewska, A., Rajmund, A., Godzwon, J., Majewska, P. (2012). System i zasady gospodarowania odpadami komunalnymi w gminie w świetle nowych regulacji prawnych. ITP. Wrocław
- D’Obym, K., Szalińska, E. (2005). Odpady komunalne – zbiórka, recykling, unieszkodliwianie. Wyd. PK. Kraków
- Grzesik, K. (2015). Oddziaływanie na środowisko zbiórki i transportu odpadów w systemach gospodarki odpadami komunalnymi. *Logistyka* 4/2015, s. 8902-8910
- Hogg, D. (2005). Costs for Municipal Waste Management in the EU. Eunomia Research & Consulting, Brussels
- Ignasiak, D., Kiciński, M., Merkich-Guranowska, A. (2015). Porównanie parametrów logistycznych gospodarki odpadami komunalnymi w wybranych gminach Wielkopolski. *Logistyka* 3/2015 s. 1846-1857
- Kokoszka, S. (1996). Transport w rolnictwie: wykłady. Kraków, Wyd. AR.
- Malinowski, M. (2013). Określenie wybranych właściwości odpadów komunalnych w gminach podmiejskich. Dysertacja pracy doktorskiej. Kraków, AGH.
- Malinowski, M. (2014). Analiza kosztów zbierania i transportu zmieszanych odpadów komunalnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich* Nr IV/2/2014, s. 1179–1191.
- Napiórkowski, J.; Drożyner, P.; Mikołajczak, P.; Rychlik, A.; Szczygłak, P.; Ligier, K. (2013). Podstawy budowy i eksploatacji pojazdów i maszyn. Olsztyn
- Pin-Jing, H. (2012). Municipal solid waste in rural areas of developing country: Do we need special treatment mode? *Waste management* (32) 1289–1290. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.03.023>
- Sekuła, P. (2016). Analiza kosztów transportu odpadów gromadzonych selektywnie. Praca dyplomowa. Kraków, UR
- Ustawa o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011 nr 152, poz. 897 z późn. zm.)

Dr inż. Mateusz Malinowski
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Instytut Inżynierii Rolniczej i Informatyki
Zakład Infrastruktury Technicznej i Ekoenergetyki
Ul. Balicka 116 b, 30-149 Kraków
Tel: +48 12 662 46 60
E-mail: Mateusz.Malinowski@ur.krakow.pl

Wpłynęło: 10.05.2016

Akceptowano do druku: 09.06.2016