

Transport odpadów komunalnych na przykładzie wybranego miasta aglomeracji śląskiej – cz. 2. Środki transportu oraz koszty

JEL: L91 DOI: 10.24136/atest.2018.542

Data zgłoszenia: 19.11.2018 Data akceptacji: 15.12.2018

W artykule przedstawiono problematykę związaną z transportem odpadów komunalnych. Omówiono wymogi prawne odnoszące się do transportu odpadów, wykaz niezbędnej dokumentacji do prowadzenia tego typu działalności oraz wymagane oznakowanie pojazdów. Pokazano również strategie logistyczne związane z działaniami zmierzającymi do realizacji odbiorów odpadów komunalnych od mieszkańców przykładowego miasta, pozwalające ograniczyć koszty związane z tym działaniem. Opisano systemy zbiórki odpadów, oraz najczęściej stosowane systemy transportu oparte o kryterium liczby środków transportu użytych do wywozu odpadów. Artykuł zawiera również informacje dotyczące stosowanych środków transportu. Na koniec przeanalizowano koszty ponoszone przez przykładową firmę na środki transportu wykorzystywane do odbioru odpadów komunalnych oraz przedstawiono czynniki mające istotne znaczenie na kształtowanie się tych kosztów. Artykuł został podzielony na dwie odrębne części.

Słowa kluczowe: transport, odpady komunalne, śmieci.

1. Środki transportu odpadów komunalnych

Pojazdy do zbiórki i transportu odpadów to przede wszystkim samochody ciężarowe ze specjalistycznymi zabudowami, które mogą być napelniane metodą przeladunku dzięki znacznemu stopniowi kompresji oraz platformy ciężarowe (hakowce, barmowce) do transportu kontenerów wielkogabarytowych lub zamiennych. Pojazdy te uczestniczą w publicznym ruchu drogowym i jak inne pojazdy podlegają ustawie o ruchu drogowym, rozporządzeniu o ruchu drogowym i Rozporządzeniach o dopuszczeniu do ruchu drogowego. Podstawowym wymogiem stawianym śmieciarkom samochodowym jest wymóg odbioru możliwie dużych ilości odpadów. Budowę pojazdów ograniczają jednak przepisy – Dyrektywa Rady Europy nr 96/53/WE [28].

Długość pojazdów dwuosiowych jest ograniczona do 12 metrów, dla naczep siodłowych do 15 metrów. Dopuszczalna wysokość wynosi 4 metry, a maksymalna szerokość wynosi 2,5 metra.

Przy określeniu wielkości pojazdu do zbiórki i transportu odpadów należy uwzględnić następujące czynniki:

- topografia terenu (Bielsko-Biała jest miastem bardzo zróżnicowanym pod względem rzeźby terenu, ponad tysiąc nieruchomości zostało wykazane wg SIWZ, jako posesje z utrudnionym dostępem),
- dopuszczalna nośność dróg i szerokość ulic, mosty kładki i inne obiekty, które mogą utrudniać przejazd na trasach zbiórki i transportu odpadów (przykładowa firma posiada zezwolenie pozwalające poruszać się pojazdami cięższymi niż przewiduje dana droga),
- zastosowany system zbierania odpadów (wielkość pojemników, worki, kontenery),
- zakłócenia i ograniczenia w ruchu wynikające z remontów, awarii itp.

Analizowana firma posiada kilka samochodów obsługujących wywóz odpadów na podwoziach takich marek samochodów jak: Scania, Volvo, Mercedes, Mitsubishi, Man. Na każdej śmieciarce widnieje nazwa i logo firmy, tabliczka „ODPADY” (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska), naklejka z ostrzeżeniem o martwej strefie, a także na zabudowie tablica z rodzajem frakcji, która w danym dniu jest zbierana. Firma posiada rozbudowany park maszynowy do odbioru poszczególnych odpadów:

- 32 pojazdy bezpyłowe (śmieciarki), w tym:
 - śmieciarki duże i średnie o pojemnościach skrzyń ładunkowych od 5 do 20 m³ (rys. 1. - na zdjęciu z lekko odchylnym odwłokiem, przez który następuje wysyp odpadów). Przeznaczone do obsługi klientów indywidualnych, firm czy większych osiedli mieszkaniowych;
 - śmieciarki małe o powierzchni ładunkowej od 1,5 do 3 m³, ładowane z boku. Przeznaczone głównie do odbioru odpadów z utrudnionym dostępem, a w okresie zimowym do odbioru popiołu (rys. 2);
 - śmieciarki z zabudową dwukomorową Ekocel Joab Twin umożliwiającą odbiór dwóch frakcji jednocześnie (rys. 3);
- 12 pojazdów skrzyniowych – wykorzystywanych do wywozu odpadów nieskompresowanych tj. szkło, odpady gabarytowe (rys. 4);
- 2 bramowce – wykorzystywane do przewozu kontenerów zawierających odpady budowlane, gruz, odpady wielkogabarytowe. Są to pojazdy z urządzeniami hydraulicznymi umożliwiającymi załadunek kontenerów z tyłu pojazdu, wyposażone w ramiona teleskopowe (rys. 5);
- 7 hakowców – pojazdy z urządzeniami hydraulicznymi, hakowymi wciągającymi nadwozie (kontenery) od tyłu pojazdu. Udźwig takich urządzeń wynosi do 30 ton (rys. 6).

Dodatkowo posiada pojazdy, które służą do realizacji innych zadań niż odbiór odpadów, np. zmiataarki, plugi, ładowarki, traktory itp.

Wszystkie przedstawione pojazdy podlegają okresowym badaniom technicznym, a urządzenie dźwigowe, które są montowane na pojazdach, podlegają rejestracji w Urzędzie Dozoru Technicznego, konserwacją i okresowym kontrolom tego urzędu.

Śmieciarki to samochody należące do grupy komunalnych pojazdów specjalnych, których charakterystycznym elementem są urządzenia ładunkowe umożliwiające wsypywanie odpadów do skrzyni ładunkowej bezpośrednio z przystosowanych do tego pojemników oraz ściana zgniatająca, bez której pojemność zabudowy byłaby o wiele mniejsza. Poszczególne konstrukcje śmieciarek różnią się rozwiązaniami załadowywania i wyladowywania odpadów. Jednak najczęściej w przypadku tego typu pojazdów mamy do czynienia ze śmieciarkami ładowanymi z tyłu (rys. 1 i rys. 3). Występuje jeszcze ładowanie z przodu i z boku, raczej w małych pojazdach pyłoszczelnych (rys. 2). Zabudowy obsługującej pojemniki o wielkości od 120 do 1100 litrów, posiadają mechanizm, który umożliwia podniesienie kubła z odpadami. Kłapa pojemnika otwiera się przy podniesieniu, a śmieci wpadają do kontenera śmieciarki, gdzie są zagarniane i kompresowane przez ścianę ładunkową. Aby tak

specjalistyczne urządzenie działało, pojazd musi zostać wyposażony w przystawkę odbioru mocy (PTO). Jest to urządzenie mechaniczne sterowane pneumatycznie mającymi na celu przeniesienie napędu ze skrzyni biegów na urządzenie typu pompa hydrauliczna znajdujące się w zabudowie – mogą być używane tylko podczas postoju pojazdu.

Zgodnie z warunkami zawartymi w SIWZ ogłoszonym przez Urząd Miasta w Bielsku-Białej odbiór odpadów musi odbywać się pojazdami przystosowanymi do odbierania poszczególnych frakcji w sposób wykluczający ich mieszanie lub wzajemne zanieczyszczenie frakcji odpadów w następujący sposób [14]:

- pojazdami pyłoszczelnymi z zabudową dwukomorową, odbiór pojemników frakcji bio i pozostałości po segregowaniu,
- samochodami skrzyniowymi z dwudzielną powierzchnią załadunkową, odbiór worków frakcji szkło i papier,
- pojazdami pyłoszczelnymi z zabudową jednokomorową, odbiór pojemników frakcji popiół, zielone, metal i tworzywa sztuczne.



Rys. 1. Śmieciarka średnia o pojemności skrzyni załadunkowej 18 m³ (pojazd bezpyłowy)



Rys. 2. Śmieciarka mała ładowana z boku o powierzchni załadunkowej 8 m³



Rys. 3. Śmieciarka z zabudową dwukomorową Ekocel Joab Twin
Źródło: Ekocel – katalog produktu



Rys. 4. Pojazd skrzyniowy



Rys. 5. Bramowiec



Rys. 6. Hakowiec z załadowanym kontenerem KP34

Dotychczas odbiór odbywał się samochodami jednokomorowymi – jedna frakcja na jeden pojazd, w nowych warunkach zamówienia, ze względu na zwiększenie ilości frakcji zamawiający wymaga co najmniej 6 pojazdów z zabudową dwukomorową. Przykładowa firma musi posiadać również minimum:

- 8 hakowców – każdy do przewozu kontenerów o pojemności od 1,5 do 7 m³,
- 1 hakowiec – do przewozu kontenerów o pojemności powyżej 7 m³,
- 2 bramowce – każdy do przewozu odpadów w kontenerach o pojemności 7 m³ i 10 m³,
- 6 pojazdów specjalnych z zabudową bezpyłową, każdy o pojemności skrzyni ładunkowej do 8 m³,
- 16 pojazdów specjalnych z zabudową bezpyłową, każdy o pojemności skrzyni ładunkowej od 8 do 22 m³,
- 10 pojazdów skrzyniowych, w tym minimum 6 z częścią załadunkową przedzieloną przegrodą – siatką, płytą itp., zapobiegająca mieszaniu się odpadów podczas transportu i rozładunku,

- 2 pojazdy skrzyniowe każdy o ładowności co najmniej 3,5 tony z żurawiem HDS,
- 4 pojazdy do mycia i dezynfekcji pojemników oraz koszy ulicznych lub śmieciarki z urządzeniem do mycia i dezynfekcji pojemników oraz koszy ulicznych.

Ponadto pojazdy przewidziane do realizacji zamówienia muszą spełniać wymagania określone w obowiązujących normach emisji spalin, nie niższy niż Euro 3 [28].

Odpady zbierane selektywnie charakteryzują się znaczną objętością przy relatywnie małej masie. Pojazdy muszą pokonać znaczną odległość żeby obsłużyć gospodarstwa domowe i rozładować odpady w bazie [10]. Zabudowy montowane na pojazdach pyłoszczelnych umożliwiają znacząco kompresję odpadów dzięki ścianie wypychającej znajdującej się wewnątrz pojazdu. Ustawienie nacisku możliwe jest wewnątrz kabiny kierowcy i zależy od frakcji jaka jest zbierana w danej chwili. Stopień zagęszczenia odpadów w większości pojazdów to maksymalnie 1:4. Siły nacisku ściany wypychającej w podziale na frakcje zestawiono w tabeli 4.

Tab. 4. Kompresja zabudów pojazdów pyłoszczelnych

Frakcja	Kompresja	Nacisk ściany wypychającej [bar]
Odpady wielkogabarytowe	1:4	85
Papier	1:3	70
Plastik	1:2	45
Odpady mieszane	1:2,8	60
Odpady mokre (bio)	1:1,2	25

2. Pojemniki i kontenery

Zbiorniki na odpady można podzielić wg sposobu transportu na stałe – kontenery i przenośne – pojemniki. Wg tego kryterium prezentowana przykładowa firma stosuje następujące zbiorniki – tabela 5 i 6.

Tab. 5. Wymiary kontenerów do przewozu odpadów

Kontenery	Pojemność		Rysunek
	litry	m ³	
KP1,5	2250	2,25	7
KP5	5200	5,20	8
KP7	7510	7,51	9
KP10	10120	10,12	10
KP34	34390	34,39	8

Tab. 6. Wymiary pojemników do przewozu odpadów

Pojemniki	Pojemność		Rysunek
	litry	m ³	
1100	1100	1,1	11
240	240	0,24	12
120	120	0,12	13
Typu dzwon	1500	1,5	14

Pojemniki stosowane do selektywnej zbiórki odpadów na terenie miasta Bielska-Białej mają pojemność od najbardziej popularnych obecnie pojemników 120 litrów, aż do pojemności 1100 litrów – najczęściej dla systemu opakowań jednorazowych na osiedlach. Wszystkie wymienione pojemniki, oprócz typu dzwon, są opróżniane w systemie przesywowym przez śmieciarkę, następnie ustawiane na swoim miejscu. Są wyposażone w koła, które ułatwiają przemieszczanie. Każdy pojemnik przed trafieniem do klienta zostaje odpowiednio oklejony rodzajem frakcji oraz danymi kontaktowymi

firmy odbierającej odpady. Pojemniki typu dzwon opróżniane są do skrzyni załadunkowej za pomocą urządzeń HDS. Ich stosowanie jest coraz rzadsze z uwagi na małe otwory wrzutowe. Powoli zastępowane są pojemnikami 1100 (rys. 11).

Kontenery opróżniane są w systemie na wymianę. Kształt i uchwyt kontenera muszą być dostosowane do samochodu transportowego. Pojemność kontenerów używanych na terenie miasta Bielska-Białej wynosi od 2,25 do 34,39 m³. Kontenery stosowane są do odpadów o dużej gęstości, jak np. gruz, oraz w miejscach gdzie odpady produkowane są w dużych ilościach, np. zakłady, hotele, placówki administracyjne itp. Pełny kontener zostaje wymieniony na pusty tego samego rodzaju w miejscu jego ustawienia. Do przewozu tego typu pojemników stosuje się pojazdy tj. hakowce (rys. 6), bar-mowce (rys. 5).



Rys. 7. Otwarty kontenery KP1,5



Rys. 8. Otwarte kontenery KP34 i mniejszy KP5



Rys. 9. Otwarty kontener KP7



Rys. 10. Zamknięty kontener KP10



Rys. 11. Pojemnik 1100



Rys. 12. Pojemnik 240



Rys. 13. Pojemnik 120



Rys. 14. Pojemniki typu dzwon

3. Analiza kosztów transportu

Koszty transportu są najistotniejszą składową kosztów odbioru odpadów [29]. Problematyka kosztów w transporcie wiąże się zasadniczo z fazą eksploatacji pojazdów stanowiących środki realizacji celów jego funkcjonowania. Eksploatacja obejmuje użytkowanie i obsługiwane pojazdów. Tak więc rozważając koszty eksploatacji należy brać pod uwagę nie tylko koszty związane bezpośrednio z pojazdami, ale i inne niezbędne do realizacji przewozów [30].

Przykładowa firma, w której poddano analizie koszty związane ze środkami transportu, wykorzystywane do odbioru odpadów, w rachunku kosztów prowadzi ich podział według miejsc powstawania oraz analitycznie wg ich rodzaju – amortyzacja, wynajmy i leasing, paliwo, naprawy / przeglądy / materiały, ogumienie, podatki / ubezpieczenia / opłaty, warsztat. Do analizy użyto danych dla 53 pojazdów:

- śmieciarki – 32 szt., średni wiek 7 lat,
- bramowce – 2 szt., średni wiek 13 lat,
- hakowce – 7 szt., średni wiek 9 lat,
- skrzyniowce – 12 szt., średni wiek 10 lat.

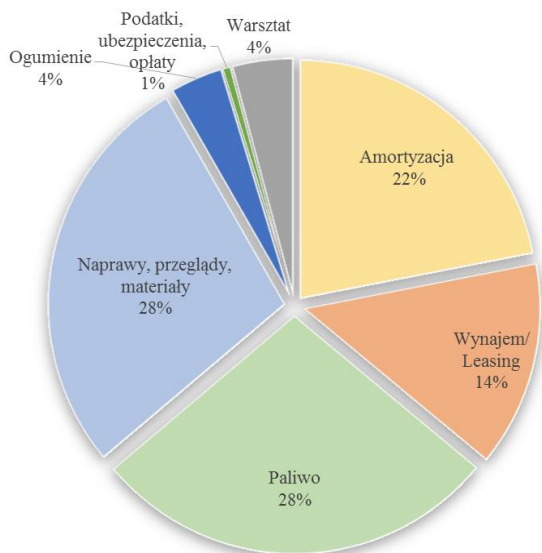
Badania przeprowadzone w firmie pozwoliły na sporządzenie zestawienia udziału poszczególnych kosztów w całości wydatków związanych ze środkami transportu używanymi do odbioru odpadów komunalnych na terenie miasta Bielsko-Biała. Dane źródłowe pochodzą z roku 2017 i obejmują wszystkie wydatki wchodzące w skład poszczególnych grup kosztów (tabela 7, rys. 15).

Tab. 7. Udział procentowy poszczególnych rodzajów kosztów

Rodzaj kosztów	Udział poszczególnych kosztów w całości
Amortyzacja	22%
Wynajem / leasing	14%
Paliwo	28%
Naprawy, przeglądy, materiały	28%
Ogumienie	4%
Podatki, ubezpieczenia, opłaty	1%
Warsztat	4%
Razem:	100%

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, iż w strukturze kosztów związanych ze środkami transportu odpadów dla wszystkich analizowanych pojazdów, dominujące koszty stanowi zużycie paliwa oraz koszty napraw, przeglądów i materiałów – 28%. Średnie zużycie paliwa dla wszystkich analizowanych pojazdów wynosi 39 litrów / 100 kilometrów, wg typów pojazdów:

- śmieciarki: 59 litrów / 100 kilometrów,
- bramowce: 37 litrów / 100 kilometrów,
- hakowce: litrów / 100 kilometrów,
- skrzyniowce: litrów / 100 kilometrów.



Rys. 15. Udział procentowy poszczególnych rodzajów kosztów

Jeden pojazd średniorocznie przejeżdża około 15 tys. kilometrów. Może to generować około 30 tys. zł rocznie wydatków na paliwo przypadających na 1 pojazd (15 tys. km * 39 l / 100 km (średnie spalanie) * 5 zł / l (przyjęta cena paliwa)). Wpływ na tak duże jednostkowe koszty transportu odpadów na terenie miasta Bielska-Białej ma przede wszystkim specyfika tego obszaru, tj. urozmaicona rzeźba terenu, rozproszenie zabudowy i związana z tym konieczność dojeżdżania do posesji oddalonych od głównych dróg, stan nawierzchni drogowej. W granicach administracyjnych miasta znajdują się tereny wyżynne jak i górskie, z których firma również musi odbierać odpady. Na wysoką wartość kosztów paliwa wpływa również przebieg, liczba wykonanych kursów oraz masa i gęstość zbieranych odpadów. Im większa gęstość odpadów, tym mniej wykonywanych kursów, a tym samym mniejsze przebiegi i zużycie. Największe spalanie posiadają pojazdy pyłoszczelne, to one wykonują najcięższą pracę, posiadają najbardziej wymagające urządzenia i przystawkę odbioru mocy, która generuje zużycie paliwa, również podczas postoju i załadunku.

Koszty napraw, przeglądów i materiałów stanowią 28% wartości wszystkich kosztów ponoszonych na środki transportu. Firma poddana analizie posiada własny warsztat i większość napraw i obsług pojazdów wykonywana jest na miejscu, jednak specyfika zabudów oraz obowiązek przeprowadzania okresowych przeglądów gwarancyjnych nowszych samochodów wymaga skorzystania również z autoryzowanych serwisów. Przy tego rodzaju działalności, gdzie zarówno pojazdy jak i zabudowy są mocno obciążane, awarie zdarzają się dość często. Wpływa na to między innymi specyfika terenu (najczęstsze awarie związane są z zawieszeniem pojazdów), specyfika pracy – małe prędkości (awarie układu DPF), natężenie pracy (awarie wózków zabudów – jeden pojazd odbiera dziennie około 350 pojemników). Oprócz awarii w skład kosztów z grupy „naprawy, przeglądy, materiały” wchodzi, również bieżąca obsługa pojazdów, uzupełnienie płynów eksploatacyjnych, smarowanie urządzeń zabudowy, coroczne wymiany oleju silnikowego – w pojeździe i oleju hydraulicznego w zabudowie, oraz naprawy związane ze zużyciem eksploatacyjnym poszczególnych podzespołów. Każdy pojazd podlega również corocznym badaniom technicznym, a urządzenia nadbudowane na hakowcach i bramowcach dodatkowo kontroli Urzędu Dozoru Technicznego. Średni koszt przeprowadzenia badania technicznego dla pojazdu ciężarowego wynosi 153 zł dla pojazdu o DMC od 3,5 do 16 ton i 176 zł dla pojazdów powyżej 16 ton (plus 1 zł opłaty ewidencyjnej) [31].

Należy zaznaczyć, że niezwykle istotnym jest właściwa eksploatacja pojazdów i wspomagających maszyn, która przyczynia się do zwiększenia okresu ich niezawodnej pracy. Zwiększenie niezawodności i trwałości elementów maszyn jest obecnie celem wielu badań prowadzonych na całym świecie [32-44].

27 spośród badanych pojazdów posiada DMC powyżej 16 ton, zaś 26 mieści się w przedziale od 3,5 do 16 ton. Samochody posiadają 11 urządzeń podlegającym kontroli Dozoru Technicznego. Wskazana grupa kosztów jest, więc rocznie zwiększana o około 15 tys. zł.

Wszystkie środki transportu z czasem ulegają zniszczeniu. Dlatego też, w momencie ich zakupu czy modernizacji, firma ustaliła koszt ich zużycia w czasie. Amortyzacja polega na systematycznym odpisywaniu określonej kwoty w koszty firmy, aż do całkowitego zużycia środka trwałego. Prezentowana przykładowa firma stosuje amortyzację liniową z miesięcznymi odpisami, czyli założyła, że zużywanie się zakupionych pojazdów będzie równomierne przez cały okres ich użytkowania. Stawka amortyzacji dla pojazdów ciężarowych specjalistycznych przyjęta przez firmę wynosi 12,5%. Amortyzacja roczna to:

wartość środka trwałego x 12,5% (dla pojazdów ciężarowych).

Czas amortyzacji pojazdu ciężarowego wynosi 8 lat (wydłuża się w przypadku ulepszenia pojazdu – modyfikacji powodującej wzrost wartości środka trwałego). Średni wiek floty to 10 lat. Amortyzacji w prezentowanej przykładowej firmie podlegało w 2017 roku aż 40 spośród 53 posiadanych pojazdów. Dlatego koszty amortyzacji znalazły się na drugim miejscu w wartości wszystkich ponoszonych rocznie kosztów i stanowiły 22% ponoszonych przez firmę kosztów na środki transportu.

Koszty wynajmu i leasingów stanowią 14% ogółu wszystkich kosztów związanych ze środkami transportu. Leasing samochodu jest jedną z form finansowania pojazdu wykorzystywanego w działalności gospodarczej. Prezentowana przykładowa firma leasinguje 8 pojazdów pyłoszczelnych, zaś 9 jest przez nią wynajmowanych. Wartości takich pojazdów zaczynają się od 400 tys. zł. Stosowany przez nią leasing finansowy pozwala zaliczyć do kosztów podatkowych część odsetkowej raty, oraz uprawnia do amortyzacji zakupionego pojazdu.

Kolejną grupą kosztów stanowią opony – 4% z ogółu. Transport odpadów komunalnych, podobnie jak i transport miejski, stanowią w tym temacie specyficzne branże. Zarówno autobusy komunikacji miejskiej jak i śmieciarki do odbioru odpadów komunalnych, wykonują pracę pod obciążeniem dużym ładunkiem. Ich praca polega na przemieszczaniu się między poszczególnymi punktami, częstego zatrzymywania się i ruszania, i co najgorsze z punktu widzenia kosztów ogumienia częstego kontaktu z krawężnikami i chodnika. Najczęstsze przyczyny wymiany opon to właśnie otcieranie boczne opon, aż do osnowy, oraz uszkodzenia mechaniczne. Dla przykładu komplet 6 opon w rozmiarze najczęściej używanym przez przykładową firmę (315/80/22,5) może wahać się w granicach od 10 do 15 tys. zł.

Koszty warsztatowe stanowią 4% udziału w łącznych kosztach. W skład tej grupy wchodzi wynagrodzenia pracowników warsztatu (10 osób) wraz z narzutami, przyznane premie, wynagrodzenia za czas urlopów i zwolnień lekarskich.

Ostatnią grupę stanowią podatki / ubezpieczenia / opłaty – 1%. Pod tą pozycją przykładowa firma księguje koszty związane z podatkiem od środków transportu, zakupem polis ubezpieczeniowych, opłatami drogowymi oraz opłatami skarbowymi. Ubezpieczenia, podatek od środków transportu (tabela 1) podlegają opłatom rocznym, zaś system opłat drogowych viaTOLL (tabela 2) naliczany jest z góry (pre-paid).

Podsumowanie

Jednym z celów obowiązującej w Polsce ustawy o odpadach jest zwiększenie efektywności zbiórki odpadów, a zwłaszcza ich segregacji już u źródła. Wynika to z wymagań Unii Europejskiej dotyczących uzyskania odpowiednich poziomów zbiórki odpadów i recyklingu surowców z nich odzyskiwanych. Wymienione wymogi stawiają trudne zadanie firmom zbierającym odpady. Miasto Bielsko-Biała jest dość trudnym obszarem do realizacji zadań związanych z transportem odpadów komunalnych. W granicach administracyjnych miasta znajdują się tereny wyżynne jak i górskie, do których dojazd w sprzyjających warunkach pogodowych jest utrudniony, a w zimie prawie niemożliwy. Jednak zgodnie z opisanymi szczegółowymi warunkami zamówienia na odbiór odpadów komunalnych realizowanych na terenie tego miasta firma, która dokonuje odbioru odpadów zobowiązana „jest do dysponowania odpowiednim potencjałem technicznym w celu umożliwienia odbioru odpadów z każdej nieruchomości (...) także w okresach utrudnionego dojazdu” [14].

Zwiększenie wymagań w zbiorce odpadów polega również na tym, że obecnie konieczne jest stosowanie dodatkowo pojazdów do odbioru większej ilości grup odpadów w zbiorce selektywnej. Ilość frakcji zwiększyła się, a tym samym wymogi co do stosowanych środków transportu. Firma musi posiadać co najmniej sześć pojazdów z zabudową dwukomorową. Z punktu widzenia logistyki, nowe zadania transportowe obejmują przygotowanie odpowiedniego taboru, zatrudnienie dodatkowych kierowców, pracowników, którzy będą obsługiwać daną trasę oraz dostawę pojemników na nowe frakcje dla mieszkańców. Wymienione działania zwiększają koszty związane ze środkami transportu.

Istotą w planowaniu jest optymalizacja kosztów. Koszty związane ze środkami transportu używanymi przez przykładową firmę poddaną analizie kształtują głównie następujące czynniki:

- pośrednie – koszty związane z posiadaniem pojazdu (leasing / wynajem, amortyzacja, podatki, ubezpieczenia, opłaty). W momencie podjęcia decyzji o zakupie, leasingu, wynajmie danego pojazdu kolejne koszty generują się bez większej możliwości ich obniżenia (amortyzacja, podatki, opłaty, ubezpieczenia), ponieważ wynikają z przyjętych przepisów;
- bezpośrednie – koszty generowane przez sam pojazd (paliwo, naprawy, przeglądy, materiały, opony, koszty wynagrodzeń pracowników warsztatu). Jest to grupa kosztów, których wartość dzięki planowaniu logistycznemu, optymalizacji tras i pracy pojazdów może zostać obniżona. Wpływają na nią następujące czynniki:
 - trasa przejazdu,
 - sposób użytkowania pojazdu,
 - dzienny przebieg samochodu,
 - liczba cykli wywozowych,
 - średnia prędkość samochodu,
 - wskaźnik wykorzystania ładowności samochodu,
 - pojemność samochodu,
 - obsługi techniczne i serwisy gwarancyjne.
- Większość z wymienionych czynników może zostać zoptymalizowana w taki sposób, aby widocznie zmniejszyć generowane w tej grupie koszty.

Podejmowane w tych zakresach decyzje mają na celu usprawnienie procesów zbierania i transportu odpadów. Usprawnienie to polega na ograniczeniu do minimum przebiegu pojazdu i czasu pracy przy maksymalnej jego wydajności. Zwiększenie wydajności możliwe jest także przez zwiększenie masy ładunku, co oznaczałoby zwiększenie ładowności pojazdu (większe pojazdy, większy stopień zgnioty). Takie rozwiązanie jest jednak ograniczone warun-

kami poruszania się po drogach. Istotny jest odpowiedni dobór pojemności pojazdów wraz z optymalizacją tras wykonywanych przez pojazdy, a co za tym idzie możliwość uzyskania oszczędności zużycia paliwa oraz kosztów napraw.

Przeprowadzona analiza kosztów związanych ze środkami transportu pozwoliła na określenie grup kosztów oraz czynników, które mają największy wpływ na wielkość ponoszonych wydatków w tym obszarze. Poziom ponoszonych kosztów jest jednym z najistotniejszych mierników sprawności i produktywności floty.

W dalszym etapie analizy należałoby wybrać konkretną grupę kosztów i przyjrzeć się jej z punktu widzenia optymalizacji tych kosztów, rozbić je na jeszcze mniejsze grupy i podjąć działania korygujące, które zredukowałyby ilości nakładów finansowych na analizowaną grupę. Kolejną możliwością jest wprowadzenie wskaźników, za pomocą, których można kontrolować generowanie tychże kosztów i reagować w odpowiednim momencie, aby zapobiec ich nadmiernemu wzrostowi.

Stworzenie ścieżki przebiegu procesu odbioru odpadów mogłoby również zobrazować cały proces i pomóc w znalezieniu wąskiego gardła całego procesu, które może przyczyniać się do generowania dodatkowych, niezaplanowanych kosztów, jak np. awarie, naprawy i strat z tym związanych.

Bibliografia:

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów (Dz.U. 2017 poz. 19).
2. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21).
3. Śląskie Centrum Społeczeństwa Informacyjnego, Wydawanie zezwolenia na zbieranie odpadów, <https://www.sekap.pl/katalog.seam?id=37192&actionMethod=katalog.xhtml%3ApeupAgent.selectParent&cid=22674>.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 grudnia 2017 r. w sprawie funkcjonowania bazy danych o produktach i opakowaniach oraz o gospodarce odpadami (Dz.U.2017 poz.2377).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 7 października 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla transportu odpadów (Dz.Uz 2016 r. poz. 1742).
6. Nieć A., Pytania i odpowiedzi, Wydawnictwo LEX, Kraków 2017.
7. Rozporządzenie (WE) nr 561/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 marca 2006 r. w sprawie harmonizacji niektórych przepisów socjalnych odnoszących się do transportu drogowego oraz zmieniające rozporządzenia Rady (EWG) nr 3821/85 i (WE) 2135/98, jak również uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 3820/85 (Dz.U.UE L z dnia 11 kwietnia 2006 r.).
8. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o czasie pracy kierowców (Dz.U. 2004 nr 92 poz. 879).
9. Ustawa o utrzymaniu porządku i czystości w gminach z dnia 13 września 1996 r, uwzględniająca zmiany z dnia 25 stycznia 2013 r. (Dz.U. 2013, poz. 1399).
10. Nowakowski P., Analiza systemu logistycznego zbiórki odpadów komunalnych selektywnie gromadzonych z pośrednimi punktami miasta Ruda Śląska. VIII International Scientific Conference "Transport problems 2016", Katowice, 29.06-01.07.2016. V International Symposium of Young Researchers "Transport problems 2016", Katowice 27-28 June 2016. Proceedings, CD.
11. Gradewicz C., Logistyka w strategii rozwoju miasta- aspekty transportu odpadów komunalnych. Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica nr 207/2013, Łódź 2013.
12. Krzywda D., Procesy logistyczne w gospodarce stałymi odpadami komunalnymi. Logistyka nr 2/2012.

13. Biuro ds. Gospodarki Odpadami Urząd Miejski w Bielsku-Białej, <http://czystemiasto.bielsko-biala.pl/79-aktualnosci/198-nowy-system-gospodarki-odpadami-komunalnymi-w-bielsku-bialej-od-1-lipca-2018-roku>.
14. Biuletyn Informacji Publicznej Urzędu Miejskiego w Bielsku-Białej, [zal_nr_2_do_SIWZ_Opis_przedmiotu_zamowienia.pdf](https://bip.um.bielsko.pl/Article/get/id.65863.html), <https://bip.um.bielsko.pl/Article/get/id.65863.html>.
15. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 22 marca 2011 r. w sprawie dróg krajowych lub ich odcinków, na których pobiera się opłatę elektroniczną, oraz wysokości stawek opłaty elektronicznej (Dz.U. 2011 nr 80 poz. 433).
16. Ustawa z dnia 12 stycznia 1991 r. o podatkach i opłatach lokalnych (Dz.U. 1991 Nr 9 poz. 31).
17. Uchwała nr XIII/201/2015 Rady Miejskiej w Bielsku-Białej z dnia 24 listopada 2015 r. w sprawie określenia wysokości stawek podatku od środków transportowych.
18. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) NR 1071/2009 z dnia 21 października 2009 r. ustanawiające wspólne zasady dotyczące warunków wykonywania zawodu przewoźnika drogowego i uchylające dyrektywę Rady 96/26/WE.
19. ZGO w Bielsku Białej - pionier odzysku i recyklingu. Gospodarka Odpadami nr 04/2013.
20. Przywarska R., Podstawy oczyszczania miast i terenów wiejskich, Wydawnictwo WSzEiA, Bytom 2003.
21. Kisperska-Moroń D., Logistyka, Wydawnictwo ILiM, Poznań 2009.
22. Leboda R., Odpady komunalne i ich zagospodarowywanie, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin 2002.
23. Gradewicz C., Logistyka w strategii rozwoju miasta- aspekty transportu odpadów komunalnych. Acta Universitatis Lodzensis. Folia Oeconomica nr 207/2013, Łódź 2013.
24. Bilitewski B., Hardtle G., M. Klaus, Podręcznik gospodarki odpadami: teoria i praktyka, Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2003.
25. Przywarska R., Wykorzystanie surowców wtórnych elementem systemu gospodarki odpadami. Systemy gospodarki odpadami. Materiały IV Międzynarodowego Forum Gospodarki Odpadami. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Sanitarnych. Poznań, Piła 2001.
26. Neider J., Marciniak-Neider D., Transport intermodalny, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1997.
27. Dyrektywa Rady nr 96/53/WE z dnia 25 lipca 1996 roku w sprawie określenia maksymalnych wymiarów poszczególnych pojazdów kołowych w ruchu krajowym i ponadgranicznym na obszarze Wspólnoty oraz określenia maksymalnych ciężarów w ruchu ponadgranicznym.
28. Biuletyn Informacji Publicznej Urzędu Miejskiego w Bielsku-Białej, [SIWZ.doc](https://bip.um.bielsko.pl/Article/get/id.65863.html), <https://bip.um.bielsko.pl/Article/get/id.65863.html>.
29. Generowicz A., Iwanejko R., Wybór optymalnego rozwiązania systemu selektywnej zbiórki odpadów komunalnych przy niepewnej sytuacji rynkowej, Logistyka nr 3/2015, Kraków 2015.
30. Niziński S., Michalski R., Utrzymanie pojazdów i maszyn, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn 2007.
31. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 29 września 2004 r. w sprawie wysokości opłat związanych z prowadzeniem stacji kontroli pojazdów oraz przeprowadzaniem badań technicznych pojazdów (Dz.U. 2004 nr 223 poz. 2261).
32. Grega R., Homišin J., Krajiňák J., Urbanský M., *Analysis of the impact of flexible couplings on gearbox vibrations*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 43-50, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.4>.
33. Harachová D., *Deformation of the elastic wheel harmonic gearing and its effect on toothing*, „Grant journal” 2016, vol. 5, no. 1, p. 89-92, ISSN: 1805-0638.
34. Homišin J., Kaššay P., Puškár M., Grega R., Krajiňák J., Urbanský M., Moravič M., *Continuous tuning of ship propulsion system by means of pneumatic tuner of torsional oscillation*, „International Journal of Maritime Engineering: Transactions of The Royal Institution of Naval Architects” 2016, vol. 158, no. Part A3, p. A231-A238, ISSN: 1479-8751.
35. Kaššay P., Homišin J., Urbanský M., Grega R., *Transient torsional analysis of a belt conveyor drive with pneumatic flexible shaft coupling*, „Acta Mechanica et Automatica” 2017, vol. 11, p. 69-72, DOI: 10.1515/ama-2017-0011.
36. Kaššay P., Urbanský M., *Torsional natural frequency tuning by means of pneumatic flexible shaft couplings*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2015, vol. 89, p. 57-60, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2015.89.6>.
37. Mantič M., Kuřka J., Kopas M., Faltinová E., Petróci J., *Special device for continuous deceleration of freight cableway trucks*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 89-97, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.9>.
38. Medvecká-Beňová S., *Influence of the face width and length of contact on teeth deformation and teeth stiffness*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 99-106, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.10>.
39. Puskar M., Fabian M., Kadarova J., Blištan P., Kopas M., *Autonomous vehicle with internal combustion drive based on the homogeneous charge compression ignition technology*, „International Journal of Advanced Robotic Systems” 2017, vol. 14(5), DOI: 10.1177/1729881417736896.
40. Tomko T., Puskar M., Fabian M., Boslai R., *Procedure for the evaluation of measured data in terms of vibration diagnostics by application of a multidimensional statistical model*, „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2016, vol. 91, p. 125-131, ISSN: 0209-3324, DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.91.13>.
41. Vojtková J., *Reduction of contact stresses using involute gears with asymmetric teeth*. „Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport” 2015, vol. 89, p. 179-185, ISSN: 0209-3324, DOI: 10.20858/sjsutst.2015.89.19.
42. Zelič A., Zuber N., Šostakov R., *Experimental determination of lateral forces caused by bridge crane skewing during travelling*, „Eksplatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability” 2018, vol. 20(1), p. 90-99, DOI: <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2018.1.12>, ISSN: 1507-2711.
43. Zuber N., Bajrić R., *Application of artificial neural networks and principal component analysis on vibration signals for automated fault classification of roller element bearings*, „Eksplatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability” 2016, vol. 18(2), p. 299-306, DOI: 10.17531/ein.2016.2.19, ISSN: 1507-2711.
44. Zuber N., Bajrić R., Šostakov R., *Gearbox faults identification using vibration signal analysis and artificial intelligence methods*, „Eksplatacja i Niezawodność - Maintenance And Reliability” 2014, vol. 16(1), p. 61-35, ISSN: 1507-2711.

Transport of municipal waste on the example of a selected city of the Silesian agglomeration - part 2. Means of transport and costs

The article presents the issues related to the transport of municipal waste. The legal requirements relating to waste transport, a list of necessary documentation for conducting this type of activity and the required marking of vehicles are discussed. Logistics strategies related to the activities aimed at the implementation of municipal waste collection from the example of the city residents were also shown, allowing to limit the costs associated with this activity. Described are waste collection systems and the most frequently used transport systems based on the criterion of the number of means of transport used for waste disposal. The article also contains information on the means of transport used. Finally, the costs of the example company for the means of transport used to collect municipal waste were analysed and factors important for the formation of these costs were presented. The article has been divided into two separate parts.

Keywords: transport, municipal waste, garbage.

Autorzy:

mgr **Anna Witkiewicz** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

mgr inż. **Renata Czech** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

dr hab. inż. **Magdalena Zabochnicka-Świątek** – Wydział Infrastruktury i Środowiska, Politechnika Częstochowska

dr hab. inż. **Piotr Czech**, prof. PŚ – Wydział Transportu, Politechnika Śląska

mgr inż. **Katarzyna Turoń** – Wydział Transportu, Politechnika Śląska