

**Dariusz KRZYWDA\***

## **PROCESY LOGISTYCZNE W GOSPODARCE STAŁYMI ODPADAMI KOMUNALNYMI**

### **Streszczenie**

Celem artykułu jest przedstawienie obszarów w gospodarce stałymi odpadami komunalnymi, w których zachodzą procesy logistyczne. Odpady stałe komunalne stanowią specyficzny rodzaj przedmiotu przepływu. Ta specyfika znajduje swoje odzwierciedlenie w procesach logistycznych. Dwa najważniejsze procesy logistyczne – transport i magazynowanie – przebiegają tu w sposób odmienny niż w tradycyjnych kanałach logistycznych.

**Słowa kluczowe:** stałe odpady komunalne, procesy logistyczne

### **1. WPROWADZENIE**

Efektywność gospodarki stałymi odpadami komunalnymi zależy w dużej mierze od sposobu zorganizowania procesów logistycznych w jej obrębie. Specyfika stałych odpadów komunalnych jako przedmiotu przepływów w kanałach logistycznych polega na tym, że ich wartość jest niewielka, może jednak zostać znacznie podwyższona w wyniku odpowiedniego gromadzenia i zbierania odpadów, a następnie ich przetransportowania do odpowiednich miejsc. Uzyskane w ten sposób dobra, odpowiednio posegregowane i przetransportowane w stają się surowcem mogącym znaleźć zastosowanie w rozmaitych gałęziach gospodarki. Kluczem do tego rozwiązania są odpowiednio zaplanowane podstawowe procesy logistyczne: gromadzenie, zbieranie i transport.

### **2. GROMADZENIE I ZBIERANIE STAŁYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH**

W literaturze przedmiotu pojęcia „gromadzenie” i „zbieranie” często używane są zamiennie i nie bywają precyzyjnie definiowane [7][8]. Również przez przeciętnych użytkowników języka traktowane są one jako synonimy. W celu uniknięcia nieporozumień, a przede wszystkim dokładnego zidentyfikowania procesów logistycznych należy jednak precyzyjnie rozgraniczyć oba te pojęcia i tym samym dwa procesy, jakim poddawane są odpady tuż po ich wytworzeniu.

Można przyjąć, że pojęcie gromadzenia odpadów obejmuje każde działanie, w szczególności umieszczanie w pojemnikach i czasowe przetrzymywanie odpadów, które ma na celu przygotowanie ich do transportu do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania. Gromadzenie jest zatem pierwszym procesem logistycznym zachodzącym w gospodarce odpadami. Proces ten zachodzi tuż po etapie wytworzenia odpadów, najczęściej blisko miejsca ich powstawania, a podmiotem procesu jest sam wytwórca odpadów, czyli konsument.

Pojęcie zbiórki lub zbierania odpadów (zwanej potocznie wywozem śmieci) odnosi się natomiast do odpadów już zgromadzonych i oznacza ich odebranie z miejsc gromadzenia w celu przemieszczenia przez kolejne etapy systemu zagospodarowania. W etapie tym nie

---

\* Politechnika Częstochowska, Wydział Zarządzania

uczestniczy już konsument, lecz inny podmiot, dla którego działalność ta jest głównym celem.

Za takim rozgraniczeniem gromadzenia i zbierania przemawia koncepcja procesowego podejścia do gospodarki odpadami. Jego podstawą jest kryterium właściciela procesu. Istota procesu gromadzenia i zbierania jest taka sama, a polega ona na tym konsolidacji mniejszych strumieni odpadów w większe. Gromadzenie odbywa się jednak w najmniejszych jednostkach, czyli w obrębie gospodarstw domowych, a zbieranie to proces o większej skali. Gromadzenie odpadów jest efektem ubocznym konsumpcji, natomiast ich zbieranie stanowi podstawową działalność podmiotu trudniącego się zbieraniem.

Proces zbierania stałych odpadów komunalnych może odbywać się na różne sposoby. W literaturze przedmiotu mowa jest o różnych podziałach zbierania, według różnych kryteriów. Wśród kryteriów podziału sposobów zbierania na uwagę zasługują:

- kryterium sposobu załadunku odpadów do samochodów,
- kryterium komfortu producenta odpadów,
- w przypadku odpadów segregowanych: kryterium rodzaju zastosowanych pojazdów [3].

Ze względu na sposób załadunku odpadów do samochodów wyróżnia się następujące systemy zbierania:

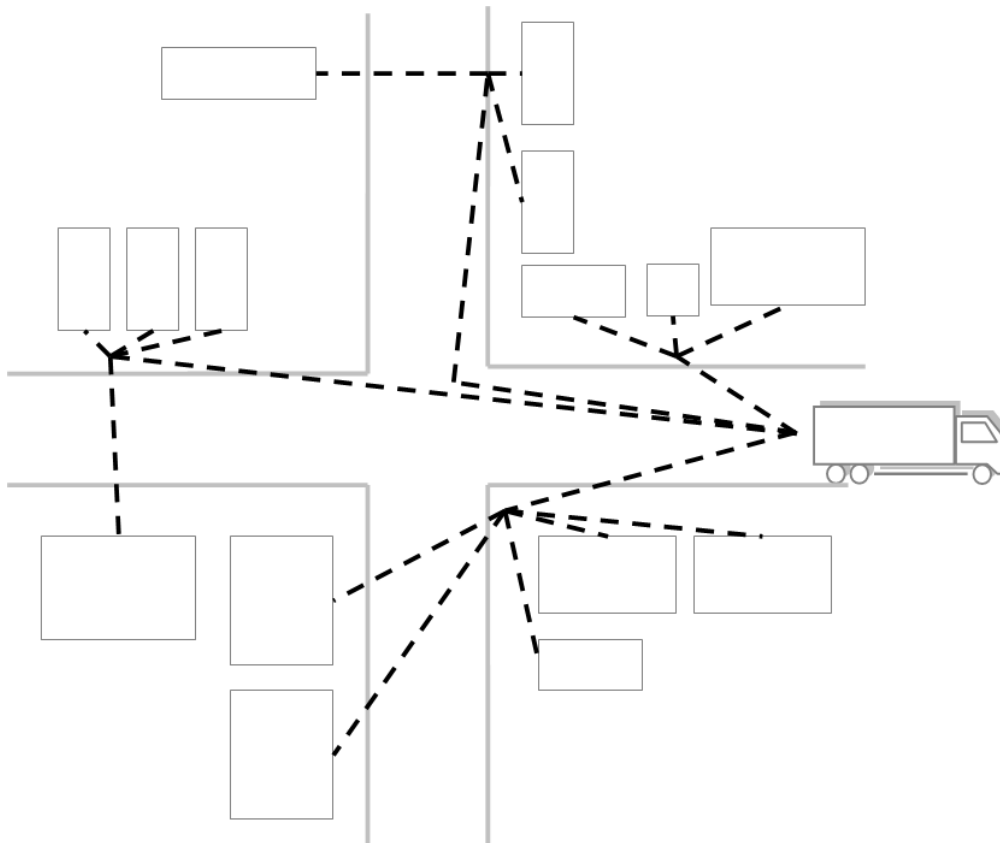
- niewymienny, zwany też przesywowym,
- wymienny.
- jednokierunkowy [7].

Istota systemu niewymiennego polega na przesypaniu odpadów z różnego rodzaju pojemników ulokowanych w punktach gromadzenia do samochodów zaopatrzonych w mechanizmy odbierające, zagęszczające i opróżniające. W systemie tym stosuje się pojemniki bądź kontenery ruchome, które przeznaczone są do dowiezienia do krawędzi jezdni przez właścicieli bądź ekipę wywożącą odpady. Pojemniki są tak skonstruowane, że można, przy udziale pracowników, wysypać ich zawartość do samochodu. W systemie wymiennym w punkcie gromadzenia odpadów zapelniony pojemnik lub kontener wymieniany jest na pusty. W systemie jednokierunkowym odpady gromadzone są w jednorazowych workach z papieru lub tworzywa sztucznego a następnie zabierane przez obsługę pojazdów. Na ich miejsce zakłada się nowe worki. System ten stosowany jest przede wszystkim w okresach szczególnej produkcji odpadów np. w okresie świąt Bożego Narodzenia lub w miejscach, gdzie jest dużo odpadów, np. na campingach, w szpitalach itd. Najważniejszą zaletą tego systemu jest jego higieniczność [2].

Przy uwzględnieniu kryterium komfortu producenta odpadów wyróżnia się:

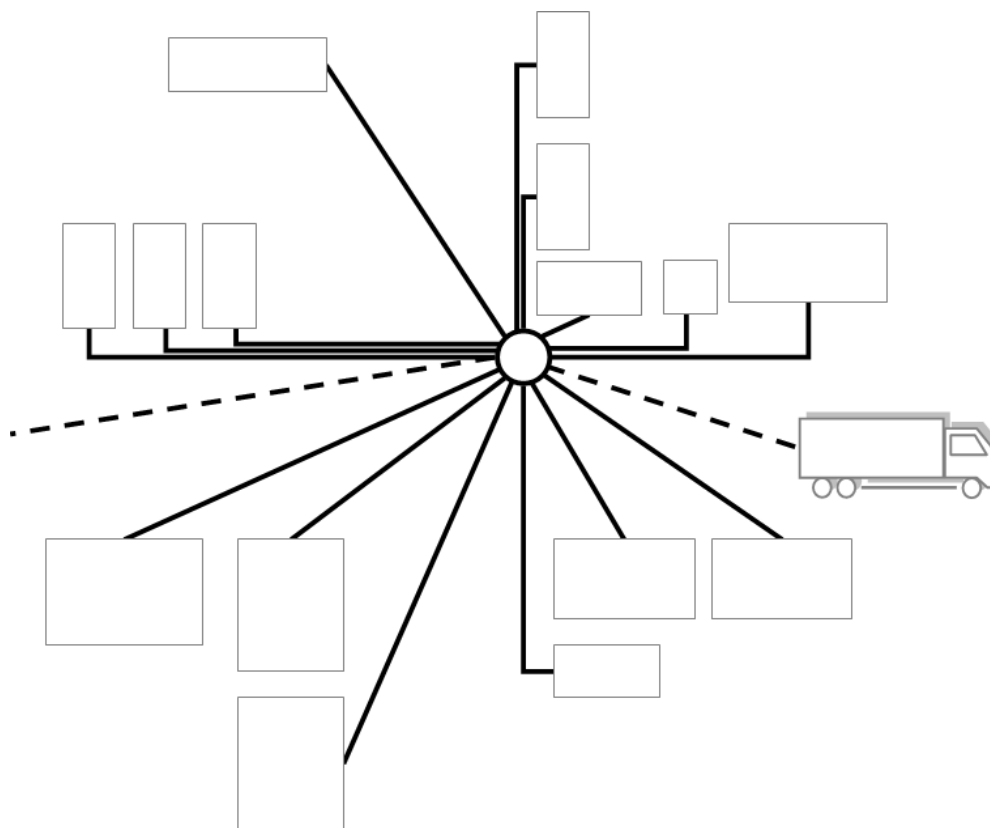
- systemy odbioru u źródła (Holsysteme),
- systemy donoszenia (Bringsysteme) [2].

Funkcjonowanie tych systemów przedstawiają rysunki 1 i 2.



**Rys. 1.** System odbioru u źródła.

Źródło: B. Bilitewski B., G. Härdtle, K. Marek *Abfallwirtschaft. Handbuch für Praxis und Lehre.* Springer, Berlin, Heidelberg 2000, s. 105.



**Rys. 2.** System donoszenia.

Źródło: B. Bilitewski B., G. Härdtle, K. Marek *Abfallwirtschaft...*, s. 105

Systemy odbioru u źródła polegają na tym, że odpady użytkowe są gromadzone przy domach, tam gdzie pozostałe odpady. Podstawowa trudność polega tu na tym, że dla kontenerów na odpady użytkowe trzeba wygospodarować dodatkową powierzchnię. Pojemniki na odpady nadające się do powtórnego wykorzystania mają różne kolory i są odpowiednio opisane. Przewaga odbioru u źródła nad systemem donoszenia polega na tym, że w systemie odbioru u źródła zbiera się więcej odpadów użytkowych, gdyż system ten nie wymaga od mieszkańców dodatkowych działań potrzebnych do dostarczenia odpadów do punktu ich gromadzenia oddalonego niekiedy od miejsca zamieszkania. Mieszkańcy wrzucają odpady użytkowe przy okazji wyrzucania pozostałych odpadów. Takie rozwiązanie sprawia jednak większy kłopot przy przeładunku, kiedy pracownicy firmy transportującej odpady muszą obsłużyć większą ilość pojemników [2]. Zatem w większych skupiskach ludności, np. w centrum dużych miast sprawdzają się modele oparte na systemie zbierania u źródła. W mniejszych miejscowościach, gdzie gęstość zaludnienia jest mniejsza mogą sprawdzać się systemy donoszenia [2].

Funkcjonowanie systemów donoszenia polega na tym, że odpady użyteczne, posiadające cechy surowców wtórnych są transportowane przez ich producentów do centralnych punktów zbiórki i tam przechowywane w specjalnie do tego przeznaczonych kontenerach. Dla sprawnego funkcjonowania tego systemu konieczne jest, aby miejsca lokalizacji takich punktów gromadzenia spełniały pewne wymagania. Szczególnie dobrze sprawdzają się tu duże place przy centrach handlowych i innych dużych placach publicznych. Przy wyborze takich miejsc należy uwzględnić następujące warunki:

- muszą to być miejsca dobrze widoczne, znajdujące się na placach i ulicach o sporym natężeniu ruchu,
- muszą one znajdować się w punktach przecięcia dróg komunikacyjnych,
- muszą być to miejsca łatwo dostępne dla wytwórców odpadów i pojazdów do zbierania odpadów,
- ich powierzchnia powinna wynosić od 25 do 40 m<sup>2</sup>,
- podłoże musi być twarde, łatwe do utrzymania w czystości,
- powinna istnieć możliwość łatwego nadzorowania pojemników,
- funkcjonowanie takich punktów nie powinno być uciążliwe dla okolicznych mieszkańców [2].

W przypadku odpadów segregowanych, ze względu na rodzaj zastosowanych pojazdów wyróżnia się systemy:

- zintegrowane,
- częściowo zintegrowane,
- addytywne [2].

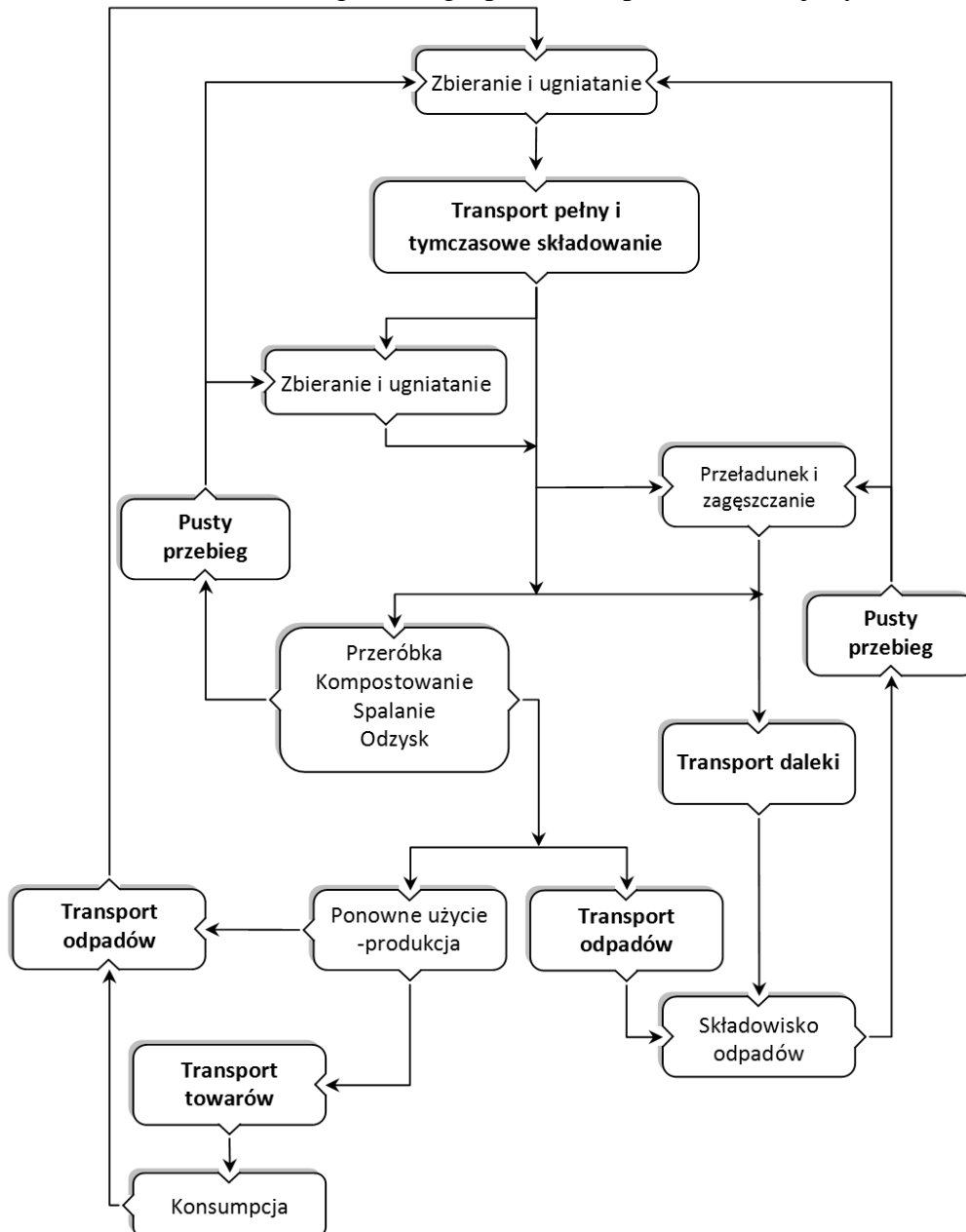
W systemach zintegrowanych do wywozu posegregowanych odpadów używa się jednego pojazdu, najczęściej samochodu wielokomorowego, przystosowanego do wywozu różnego rodzaju odpadów. W systemach częściowo zintegrowanych każdy rodzaj gromadzonych odpadów wywożony jest oddzielnie, przez specjalnie do tego celu przeznaczone pojazdy. Systemy addytywne są połączeniem obu systemów.

### 3. TRANSPORT STAŁYCH ODPADÓW KOMUNALNYCH

Przez pojęcie transportu rozumie się „pokonywanie przestrzeni lub zmianę miejsca transportowanych towarów przy użyciu środków transportu” [6]. Jako proces logistyczny transport ma za zadanie dodać waloru przestrzennego przemieszczanym ładunkom [1]. Istotne jest odróżnienie procesu zbierania od procesu transportu odpadów. Jak wspomniano wcześniej, zbieranie polega na odebraniu odpadów od ich wytwórców. Natomiast przez pojęcie transportu odpadów rozumie się procesy od momentu zakończenia ich zbierania do

przekazania ich na miejsce przetworzenia [1]. Proces transportu odpadów rozpoczyna się zatem w momencie, kiedy pojazd do transportu odpadów opuszcza ostatni punkt odbioru i udaje się w drogę do punktu dalszego przeznaczenia odpadów (np. stacji przeładunkowej.) Odpady załadowane w jednym punkcie odbioru są przemieszczane do następnego punktu, w którym załadowywane są inne odpady, jednak właściwy proces transportu jeszcze się nie rozpoczął. Ma on miejsce dopiero od momentu opuszczenia przez pojazd ostatniego punktu zbierania.

Proces transportu stanowi bardzo ważny element każdego systemu zagospodarowania stałych odpadów komunalnych ze względu na związane z nim koszty. Szacuje się, że mogą one stanowić, w zależności od rozmieszczenia miejsc unieszkodliwiania względem miejsc gromadzenia, od 40 do 70% kosztów całego systemu [7]. Ponadto kluczowa rola transportu wynika tu z oddalenia punktów wytwarzania odpadów od miejsc ich dalszego przetworzenia bądź unieszkodliwiania. Rolę transportu w gospodarce odpadami ilustruje rysunek 3.



**Rys. 3.** Transport w gospodarce odpadami

Źródło: Opracowanie własne na podstawie B. Bilitewski, G. Härdtle, K. Marek *Abfallwirtschaft...*, s. 91.

Jak wynika z rysunku 3, w procesie transportu stałych odpadów komunalnych wyróżnia się transport bliski i daleki. Transport bliski to transport odpadów od punktu ich gromadzenia do stacji przeładunkowej. Transport daleki to transport od stacji przeładunkowej na dalsze odległości [2].

Przeładunek i transport stałych odpadów komunalnych są procesami logistycznymi, których przebieg i charakter wynika bezpośrednio z procesów ich poprzedzających, tj. zbierania i gromadzenia. Wzajemna zależność tych procesów polega na tym, że proces transportu i związane z nim zadania logistyczne, np. ustalenie tras i rodzajów pojazdów przeznaczonych do transportu odpadów, oraz proces przeładunku zależą od tego, w jaki sposób przebiegał proces zbierania, a zatem pośrednio od tego, ile i jakie podstrumienie odpadów zostały wyodrębnione w procesie gromadzenia. Wynika stąd, że również dalszymi procesami logistycznymi można kierować już na wejściu do systemu poprzez sterowanie procesem gromadzenia [2]. Charakter strumienia odpadów na wejściu do systemu ich zagospodarowania, czyli sposób w jaki są posegregowane – bądź nie – determinuje sposób ich transportu do dalszych etapów systemu, a także sposoby ich załadowania, przeładowywania i wyładunku.

### Systemy transportu stałych odpadów komunalnych

W chwili obecnej na świecie funkcjonują trzy rodzaje systemów transportu odpadów. Podział ten oparty jest na kryterium liczby środków transportu użytych do wywozu odpadów i wyróżnia się w nim następujące systemy transportu stałych odpadów komunalnych:

- jednostopniowe,
- dwustopniowe,
- trójstopniowe [7].

W każdym z tych systemów używa się specyficznych pojemników/kontenerów i odpowiednich pojazdów.

W systemie jednostopniowym pojazdy przeznaczone do wywozu odpadów zbierają zgromadzone odpady i transportują je bezpośrednio do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania.

W systemie dwustopniowym proces transportu składa się z dwóch etapów przedzielonych węzłem, czyli stacją przeładunkową. Zbieranie i transport odpadów do stacji przeładunkowej odbywa się przy pomocy innych pojazdów niż ich transport ze stacji przeładunkowej do kolejnego węzła. Używa się wtedy pojazdów wielkopojemnościowych. System dwustopniowy stosowany jest w wielu krajach od ponad 30 lat, gdyż posiada następujące zalety w stosunku do systemu jednostopniowego:

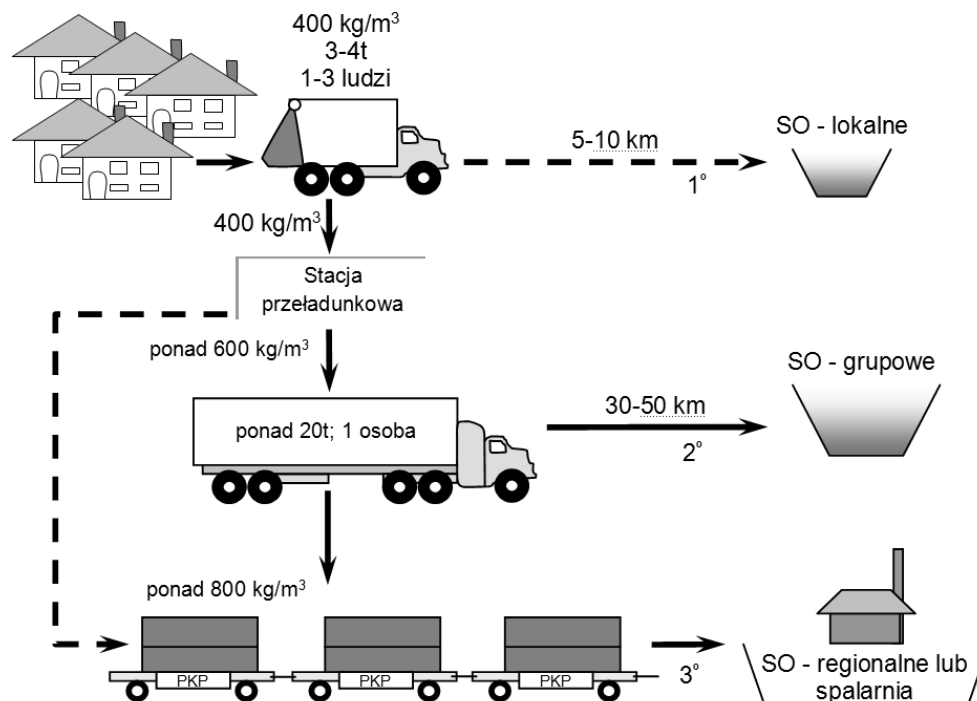
- lepsze wykorzystanie czasu pracy pojazdów zbierających odpady z miejsc ich gromadzenia,
- zmniejszenie liczby pojazdów zbierających odpady dla danego rejonu obsługi,
- bardziej efektywne wykorzystanie załóg pojazdów zbierających,
- zmniejszenie natężenia ruchu na trasach wywozowych,
- zmniejszenie liczby pojazdów dostarczających odpady do zakładu unieszkodliwiania [7].

Systemy dwustopniowe są coraz bardziej popularne. Ich tworzenie staje się konieczne z uwagi na centralizowanie systemów gospodarki odpadami oraz ogólnej tendencji do zwiększania odległości pomiędzy punktami zbierania odpadów a punktami ich dalszego zagospodarowania. Scentralizowanie systemu wiąże się z tworzeniem urządzeń i składowisk o większych mocach przerobowych i obsługujących coraz większe obszary. Stąd konieczność tworzenia systemów dwustopniowych, obejmujących stacje przeładunkowe [2].

Systemy trójstopniowe stosuje się przy jeszcze większych odległościach punktów zbierania odpadów od punktów ich dalszego przetworzenia. Systemy te są najczęściej oparte

na transporcie kombinowanym. O transporcie kombinowanym mówi się, kiedy ładunek przewożony jest środkami co najmniej dwóch gałęzi transportu [5]. Przykład trójstopniowego systemu przewozu transportu odpadów przedstawia rysunek 4. Prezentuje on przykładowy trójstopniowy system transportu odpadów od miejsca ich wytworzenia do miejsca ostatecznego przeznaczenia. Na system ten składają się trzy etapy transportu odpadów, a elementem je odgraniczającym jest proces przeładunku. W przypadku dwóch pierwszych etapów odpady przewożone są przy użyciu środków transportu kołowego. W przedstawionym przykładzie w ostatnim etapie transport odbywa się koleją.

W dwustopniowym i trójstopniowym systemie transportu odpadów występuje proces przeładunku. Odbywa się on w stacji przeładunkowej. Pojęcie stacji przeładunkowej ma szerokie znaczenie, a odbywający się tu proces odnosi się również do szerokiego wachlarza czynności.



**Rys. 4.** Schemat funkcjonalny 3-stopniowego transportu kombinowanego odpadów bez ich sortowania u źródła powstawania

Źródło: J. Oleszkiewicz *Eksploatacja składowiska odpadów. Poradnik decydenta*. Kraków: Lem Projekt, 1999, s. 49.

W stacji przeładunkowej zachodzą następujące procesy logistyczne:

- wyładunek,
- segregowanie,
- załadunek.

Realizacja procesów zbierania i transportu stałych odpadów komunalnych wymaga ustalenia:

- częstotliwości zbiórki,
- rodzajów samochodów (pojazdów),
- trasy pojazdów,
- rodzajów pojemników.

Podejmowane w tych zakresach decyzje mają na celu usprawnienie procesów zbierania i transportu. Usprawnienie to polega na ograniczeniu do minimum przebiegu pojazdu i czasu pracy przy maksymalnej jego wydajności [7].

Zwiększenie wydajności jest możliwe także przez zwiększenie ładunku, co oznacza zwiększenie ładowności pojazdu. Istnieją w tym przypadku następujące możliwości:

- zwiększenie pojemności skrzyni załadunkowej,
- zwiększenie stopnia ugniatania odpadów w pojeździe,
- zastosowanie łącznie pierwszego i drugiego sposobu. Dążność do zwiększenia pojemności nadwozia pojazdu, a więc i jego gabarytów ograniczona jest jednak warunkami ruchu na ulicach [7].

#### 4. PODSUMOWANIE

Pomiędzy zaprezentowanymi trzema procesami logistycznymi w gospodarce stałymi odpadami komunalnymi istnieje ścisły związek. Dwa z wymienionych procesów – zbieranie i transport – uzależnione są częściowo od sprawności i efektywności przeprowadzonego gromadzenia. Od rodzaju zgromadzonych odpadów zależy wybór metod ich zbierania i transportu. Z drugiej strony wybór tych metod może być w jakimś stopniu niezależny od gromadzenia, wymaga jednak analizy innych czynników determinujących te procesy, takich jak oddalenie miejsc odzysku lub unieszkodliwiania odpadów.

#### LITERATURA

- [1] Ballou R. H.: *Business Logistics / Supply Chain Management*. Prentice Hall, New Jersey 2004.
- [2] Bilitewski B., Härdtle G., Marek K.: *Abfallwirtschaft. Handbuch für Praxis und Lehre*. Springer, Berlin, Heidelberg 2000.
- [3] Jahre M.: *Household waste collection as a reverse channel. A theoretical perspective*, w: "International Journal of Physical Distribution & Logistics Management", Vol. 25, 1995.
- [4] Krzywda D.: *Przesłanki i możliwości zastosowania koncepcji logistyki odwrotnej w zagospodarowaniu stałych odpadów komunalnych*, niepublikowana rozprawa doktorska, Częstochowa 2008.
- [5] Neider J., Marciniak-Neider D.: *Transport intermodalny*. PWE, Warszawa 1997.
- [6] Pfohl H. Ch.: *Systemy logistyczne. Podstawy organizacji i zarządzania*. Biblioteka Logistyka, Poznań 2001.
- [7] Przywarska R.: *Wykorzystanie surowców wtórnych elementem systemu gospodarki odpadami*, w: *Systemy gospodarki odpadami*. Materiały IV Międzynarodowego Forum Gospodarki Odpadami., Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Sanitarnych, Poznań, Piła 2001.
- [8] Rosik-Dulewska Cz.: *Podstawy gospodarki odpadami*. PWN, Warszawa 2002.

### THE CONDITIONS OF LOGISTICS PROCESSES IN THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT

#### Abstract

The aim of this paper is to present the areas of the municipal solid waste management in which the logistics processes occur. Municipal solid waste are the specific type of the flow object. This specificity is reflected in logistics processes. The two most important logistics processes - transport and storage – are conducted here differently than in the traditional logistics channels.

**Keywords:** municipal solid waste, logistics processes