

Weronika WÓJCIK\*

## **CHARAKTERYSTYKA ODPADÓW KOMUNALNYCH W OPARCIU O BADANIA MORFOLOGICZNE ODPADÓW DLA MIASTA RZESZOWA**

Odpady komunalne stanowią mieszaninę wielu materiałów, które dodatkowo charakteryzują się różnymi właściwościami, zmiennymi w czasie. W związku z tym, konieczne jest przeprowadzenie badań, które dostarczą informacji o właściwościach odpadów, niezbędnych przy projektowaniu technologii przetwórstwa i unieszkodliwiania odpadów. W artykule przedstawiono wyniki badań składu morfologicznego odpadów dla Miasta Rzeszowa przeprowadzonych w okresie listopad 2008 – grudzień 2012 wraz z analizą zmian ilościowych. Przeprowadzone badania dotyczyły trzech frakcji odpadów: odpadów komunalnych oraz frakcji podsitowej i nadsitowej odpadów komunalnych. Badania zostały przeprowadzone i opisane zgodnie z normą BN – 87/9103-03. Analizując skład odpadów pochodzących z Miasta Rzeszowa zaobserwowano, iż pomimo prowadzonej w Rzeszowie selektywnej zbiórki odpadów, w strumieniu odpadów komunalnych przeważają odpady tworzyw sztucznych, papier oraz tektura. Niestety, te dwie frakcje wyselekcjonowane dopiero na sortowni odpadów są często zabrudzone poprzez odpady organiczne. Frakcja ta stanowi bowiem około 1/5 zmieszanych odpadów komunalnych. Frakcje występujące w znikomych ilościach, rzędu 2-4% to odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego, mineralne pozostałe, organiczne pozostałe, metale oraz tekstylia. Ich występowanie w strumieniu odpadów komunalnych jest nieuniknione, z uwagi na brak innej możliwości ich przekazania do unieszkodliwienia. Przeprowadzane badania jakościowe odpadów wskazują na tendencje charakteryzowane w literaturze związanej z gospodarką odpadami. Czteroletni monitoring składu morfologicznego odpadów dla Miasta Rzeszowa, a także opracowywanie wyników zgodnie z polskimi normami i fachową literaturą stanowią element obrazu stanu gospodarki odpadami w Rzeszowie, a także są cennym punktem wyjścia dla opracowania bądź ulepszenia regionalnej strategii gospodarki odpadami. Dla pełnego obrazu stanu gospodarki odpadami w Rzeszowie należałoby zwrócić uwagę na badania ilościowe odpadów, gdyż wszelkie analizy są oparte o wartości prognozowane.

---

\* Instytut Zaopatrzenia w Wodę i Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

## 1. WSTĘP

Charakterystyki odpadów są podstawowym i wyjściowym źródłem analizy i planowania systemowej gospodarki odpadami w regionie. Do podstawowych charakterystyk należą ilość i jakość odpadów. Warunkują one wybór systemu i technologii pracujących w regionie [12]. Obecnie wprowadzana struktura prawna w zakresie gospodarki odpadami, narzuca 50% recykling materiałów odpadowych, takich jak papier, metal, tworzywa sztuczne i szkło z gospodarstw domowych w roku 2020 oraz 70% recykling odpadów innych niż niebezpieczne odpadów budowlanych i rozbiórkowych [3]. Wymagane poziomy recyklingu wskazują konieczność takiego rozbudowania struktury systemu gospodarki odpadami, który w jak największym stopniu pozwoli na odzysk i recykling frakcji materiałowej, aby składować wyłącznie pozostałość, której nie da się przetworzyć. Dodatkowo prawo polskie poprzez wprowadzenie nowelizacji ustaw o odpadach i o utrzymaniu czystości i porządku w gminie [14], nakłada na gminy obowiązek regionalnej gospodarki odpadami i zagospodarowanie ich zgodnie z zasadą bliskości. Wszystkie te obostrzenia powodują, że gospodarka odpadami musi być prawidłowo zbudowaną, kompleksową i przemyślaną strukturą. Dla zbudowania takiej struktury konieczne jest prowadzenie stałego monitoringu ilości i struktury odpadów. Pozwoli to nie tylko jednorazowo na podjęcie działań w zakresie budowy systemu, ale da możliwość reagowania na zmiany gospodarczo-społeczne regionu i przebudowę systemu. Dzięki temu system taki może prawidłowo przetwarzać odpady w sposób bezpieczny dla środowiska naturalnego [10] oraz być ekonomicznie uzasadniony.

## 2. CEL BADAŃ

Celem badań było określenie składu odpadów komunalnych miasta Rzeszowa i jego zmian w okresie kilkuletnim od 2008 do 2012 roku. Badania takie pozwalają na wyznaczenie tendencji zmian wskaźników jakościowych odpadów komunalnych w Rzeszowie, przez wyznaczenie najbardziej korzystnej dla tej jednostki osadniczej technologii lub systemu do przetwarzania odpadów [8]. Metodę badań prowadzono wg normy BN – 87/9103-03. Dodatkowo bazowano na następujących normach:

- BN-87/9103-04: Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Metody oznaczania wskaźników nagromadzenia,
- PN-93/Z-15008/02: Oznaczanie wilgotności całkowitej,
- PN-93/Z-15006: Oznaczanie składu morfologicznego,
- PN-EN 15002:2006 Charakteryzowanie odpadów - Przygotowanie porcji do badań z próbki laboratoryjnej.

Prowadzenie badań w oparciu o ujednoczoną metodykę w całym kraju, stanowi pierwszy miarodajny element niezbędny do wiarygodnej oceny funkcjonowania gospodarki odpadami na poziomie krajowym [16].

Dla pełnej analizy ilości i składu odpadów komunalnych powinny być również wykonane badania nagromadzenia odpadów [7]. Ponieważ jednak nie były one prowadzone przeanalizowano ilości odpadów zebranych i unieszkodliwianych wg istniejących dokumentów planistycznych oraz dokumentacji od wywoźników.

### 3. CHARAKTERYSTYKA MIASTA RZESZOWA

Miasto Rzeszów jest zlokalizowane na pograniczu Pogórza Karpackiego i Kotliny Sandomierskiej, w południowo – wschodniej części Polski. Centrum miasta ułożone jest na rędzinie, a przez środek, z południa na północ przepływa rzeka Wisłok, tworząc rozległą dolinę. Położenie wysokościowe miasta określa się w przedziale od 200 do 300 m n.p.m. Rzeszów jest istotnym punktem komunikacyjnym. Krzyżują się tu ważne trasy komunikacyjne: Drezno–Kijów oraz Białystok–Koszyce. Odległość miasta od granic ze Słowacją i Ukrainą wynosi około 100 km.

Z punktu widzenia administracyjnego Rzeszów położony jest w centralnym punkcie województwa podkarpackiego, jest miastem wojewódzkim i jednym z największych miast w regionie. Województwo graniczy kolejno: od wschodu z Ukrainą, od południa ze Słowacją, w części zachodniej z województwem małopolskim, od strony północno-zachodniej z województwem świętokrzyskim oraz od północy z województwem lubelskim.

Rzeszów jest miastem na prawach powiatu. Władze starają się o przyłączenie do Rzeszowa sąsiadujących sołectw, tak, aby zapewnić dla miasta nowe tereny pod inwestycję. Dzięki temu, od 2006 roku terytorium Miasta Rzeszowa zostało powiększone kolejno o przyległe sołectwa. Łącznie, do dnia dzisiejszego terytorium Rzeszowa zostało zwiększone o 62,68 km<sup>2</sup> [20].

### 4. STAN GOSPODARKI ODPADAMI MIASTA RZESZOWA

Według przyjętego w sierpniu 2008 roku Planu Gospodarki Odpadami Miasta Rzeszowa [18], na terenie Rzeszowa odpady komunalne są gromadzone w pojemnikach oraz kontenerach, w zależności od rodzaju zabudowy. Na obszarach, na których występuje zabudowa wielorodzinną przeważają pojemniki o pojemności 1100 dm<sup>3</sup>. Z kolei na większych osiedlach, na których przeważają budynki wielokondygnacyjne, bloki zostały wyposażone w szyby zsypowe bądź też znajdują się wiaty z pojemnikami na odpady. Na osiedlach charakteryzujących się zabudową jednorodziną, odpady

gromadzone są w pojemnikach o pojemności 60, 80, 120, 180 oraz 240 dm<sup>3</sup>. Częstość odbioru odpadów od mieszkańców jest zależna od strefy miasta oraz gęstości zaludnienia i wynosi przeważnie 1-2 razy w tygodniu, rzadziej 3 raz w tygodniu [18].

Na terenie Rzeszowa selektywnie zbierane są: makulatura, szkło, tworzywa sztuczne, tekstylia, metale oraz odpady niebezpieczne, biodegradowalne i zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny.

Zbiórka odpadów niebezpiecznych odbywa się w sposób „akcyjny”. W trakcie takich zbiórek, organizowanych nieodpłatnie przez Gminę Miasto Rzeszów dwa razy do roku, w określonych punktach na terenie miasta zbiera się: świetłówki, baterie, lampy energooszczędne, środki ochrony roślin, leki, rozpuszczalniki, farby, lakiery, opakowania po farbach i lakierach, przepracowane oleje, odpady zawierające rtęć, a także inne środki chemiczne pochodzące z gospodarstw domowych [18].

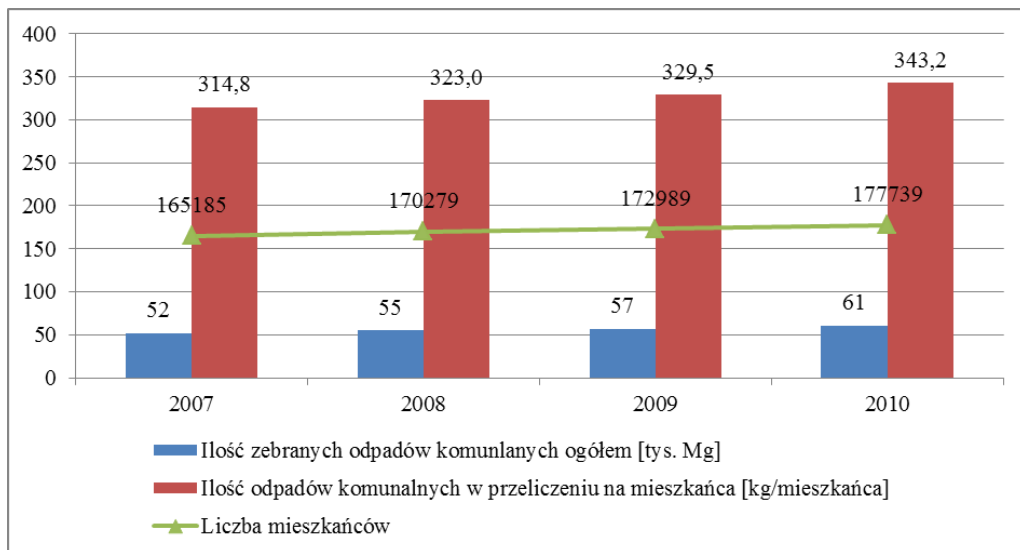
Mimo funkcjonującej na terenie miasta selektywnej zbiórki, nadal udział segregowanych odpadów jest bardzo niski i stanowi zaledwie 3% wszystkich zbieranych odpadów [18].

Tabela 1. Odpady komunalne stałe zebrane i unieszkodliwione, pochodzące z Miasta Rzeszowa, w latach 2007 -2010 [9]

Odpady komunalne stałe zebrane i unieszkodliwione w Rzeszowie w latach 2007-2010										
Liczba mieszkańców	zebrane ogółem (bez wyselekcjonowanych)						unieszkodliwione w ciągu roku		wysegregowane ze zmieszanych	zdeponowane na składowiskach
	w tys. ton	w kg na jednego mieszkańca	w tym z:			termicznie	biologicznie			
			handlu, małego biznesu, biur i instytucji	usług komunalnych	gospodarstw domowych					
w tysiącach ton										
2007	165 185	52	314,8	19	2	31	0	-	-	52
2008	170 279	55	323,0	10	2	43	-	-	0	55
2009	172 989	57	329,5	24	2	31	-	-	-	-
2010	177 739	61	343,2	22	5	34	-	-	-	-

Tabela 1 przedstawia ilość odpadów komunalnych zebranych w Rzeszowie na przełomie 4 lat - 2007 do 2010. Jak widać z roku na rok wzrasta ilość odbieranych odpadów komunalnych. Ponadto mimo wzrostu liczby mieszkańców, wzrasta wskaźnik nagromadzenia odpadów w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Tendencja wzrostowa jest niepokojąca, tym bardziej, że w przeciągu czterech lat obserwuje się wzrost

zebranych odpadów komunalnych o 28,4 kg na jednego mieszkańca, co stanowi ponad 8% względem roku wyjściowego, a więc 2007.



Rys. 1. Porównanie ilości zebranych odpadów stałych na terenie miasta Rzeszowa w latach 2007-2010 w odniesieniu do liczby mieszkańców [9]

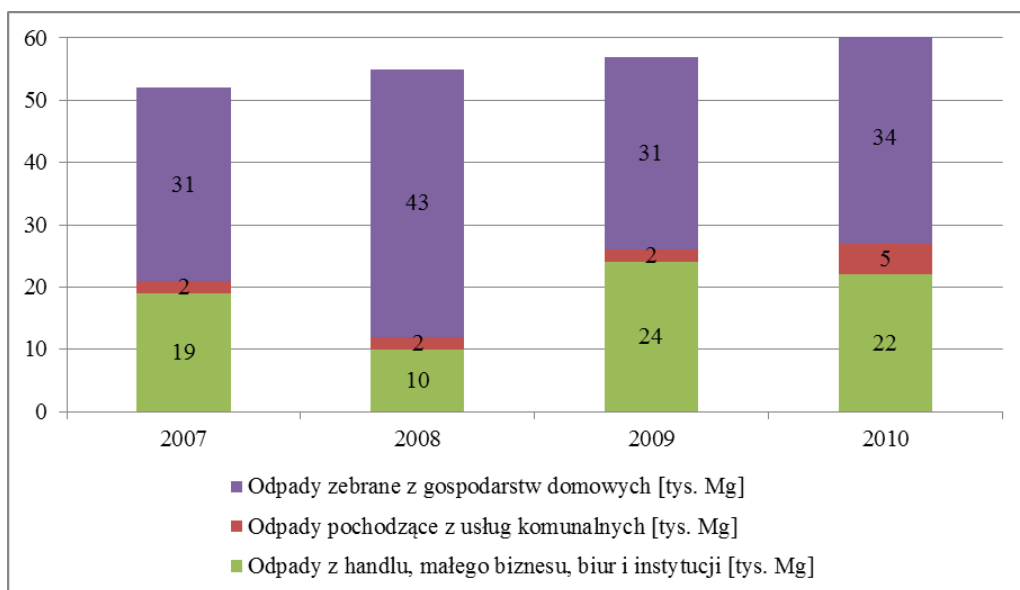
Na terenie Miasta Rzeszowa zbiórka odpadów komunalnych jest realizowana przez dziewięć podmiotów posiadających zezwolenie na prowadzenie tego typu działalności.

Odpady zbierane selektywnie są poddawane procesowi doczyszczenia na terenie MPGK Sp. z o.o. przy ul. Ciepłowniczej 11 w Rzeszowie. Z kolei pozostałe odpady, stanowiące 97% wszystkich odpadów są kierowane na składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne w Kozodrzy. Składowisko jest oddalone ok. 40 km od Miasta Rzeszowa, co spowodowało konieczność powstania stacji przeładunkowej odpadów, zlokalizowanej przy ul. Ciepłowniczej w Rzeszowie, należącej do MPGK Rzeszów.

Odpady komunalne, zbierane selektywnie, a także odpady niebezpieczne są przekazywane wyspecjalizowanym firmom, które posiadają instalacje do odzysku materiałów z odpadów. Kolejno, za pośrednictwem firm specjalizujących się w odzysku, odpady trafiają do zakładów je przetwarzających, zlokalizowanych poza Rzeszowem.

Poczyniono już pierwsze kroki do poprawy istniejącej struktury. Zgodnie z zapisem w Planie Gospodarki Odpadami planowane jest zlokalizowanie urządzeń takich jak:

- linii do kruszenia odpadów budowlanych o wydajności 5000 Mg/a, umożliwiającej zagospodarowanie np. gruzu budowlanego,
- linii rozdrabniania odpadów o wydajności ok. 50 Mg/a, pozwalającej na demontaż odpadów wielkogabarytowych, w tym usunięcie z demontowanych odpadów elementów i substancji niebezpiecznych,
- linii przesiewania odpadów z oczyszczania ulic i placów o wydajności 1500 Mg/a,
- kompostowni pryzmowej na odpady organiczne spod przesiewacza sortowni. Docelowa przepustowość kompostowni to 6000 Mg/a (2014 r.),
- kompostowni odpadów zielonych o wydajności 2500 Mg/a.



Rys. 2. Pochodzenie i ilości odpadów komunalnych zebranych na terenie miasta Rzeszowa w latach 2007-2010 [9]

## 5. METODYKA BADAŃ

Badania morfologii odpadów dla Miasta Rzeszowa są realizowane w oparciu o normę BN-87/910303: Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Pobieranie, przechowywanie, przesyłanie oraz wstępne przygotowanie próbek do badań [4].

Do badań dostarczano odpady z Miasta Rzeszowa, z pojemników, których wywóz przypadał na ten właśnie dzień. Badania zostały przeprowadzane cztery razy w roku, regularnie, w odstępach 3-miesięcznych, zawsze tego samego dnia tygodnia, w związku z tym należy wykluczyć błąd pomiaru, wynikający ze zmienności tygodniowej w strumieniu odpadów. Dostarczane do badań odpady pochodziły z Rzeszowa, miasta, w którym występuje zarówno zabudowa jedno- jak i wielorodzinna, jednak do późniejszych analiz nie jest brana pod uwagę struktura zabudowy, z której pochodziły odpady. Z uwagi na ograniczenia techniczne, założono, że badanie zostanie przeprowadzone z powierzonego materiału [19].

Organizacja badań objęła:

- wybór potrzebnej ilości środowisk do badań
- wybór tras pomiarowych
- zebranie informacji dotyczących badanych tras

Na potrzeby badań wyznaczono trzy środowiska (typy zabudowy) w Rzeszowie: zabudowa jednorodzinna (miejska), zabudowa wielorodzinna (miejska), zabudowa zagrodowa wiejska. W typowych środowiskach wyznaczono ulice, na których prowadzony był pomiar wskaźników. Po wyborze tras pomiarowych przeprowadzono szczegółową inwentaryzację obejmującą zebranie następujących informacji:

- adresy i funkcje budynków
- ilości mieszkańców w poszczególnych gospodarstwach
- stanu istniejącego miejsc gromadzenia odpadów
- rodzaju i ilości pojemników

Pojemniki z tras przywożone były na teren stacji przeładunkowej, wysypywane na utwardzone stanowisko badawcze, ważone i dzielone. Ze strumienia przywożonych odpadów komunalnych wybierano dwie ok. 25 kg próbki odpadów, które następnie poddawano analizie frakcyjnej. Pozostałe odpady komunalne kierowano na sito bębnowe zlokalizowane na stacji przeładunkowej. Frakcję nadsitową kierowano następnie na istniejącą sortownię ręczną. Zarówno frakcję nadsitową jak i podsitową ważono i poddawano analizie frakcyjnej. Informacje na temat wagi każdej z tych frakcji pozwoliły na ocenę procesu przesiewania na sicie bębnowym, oraz skuteczności funkcjonującej ręcznej sortowni. Analiza składu obydwu frakcji daje możliwość oceny dalszej przydatności odpadów.

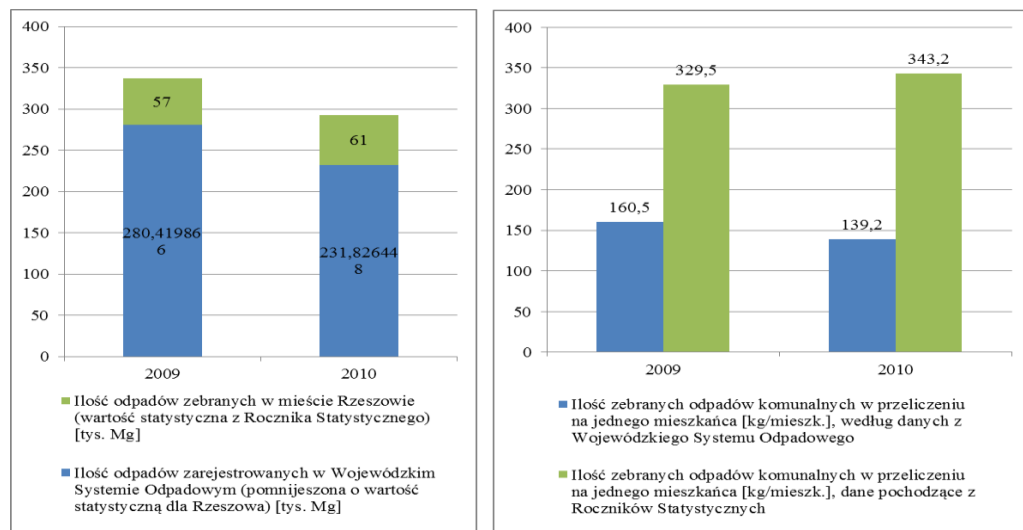
## 5.1. BADANIA ILOŚCIOWE

Aby móc określić ilości powstających odpadów rocznie, a także wskazać wskaźnik nagromadzenia odpadów, należy przeprowadzić badania ilościowe odpadów. Głównym założeniem badań ilościowych odpadów jest badanie tygodniowego nagromadzenia odpadów w danej jednostce osadniczej [6]. Według analiz, tygodniowe nagromadzenie odpadów jest najbardziej miarodajnym wskaźnikiem. Ze względu na

bardzo wysokie koszty tych badań są one przeprowadzane stosunkowo rzadko. W przypadku Miasta Rzeszowa wskaźnik nagromadzenia odpadów został wyliczony w oparciu o dane statystyczne pochodzące z Roczników Statystycznych oraz zawarte w Wojewódzkim Systemie Odpadowym. Według danych zawartych w Wojewódzkim Systemie Odpadowym w roku 2009 zarejestrowano łączną ilość odebranych i zebranych odpadów komunalnych wynoszącą 337 419,866 Mg, co w przeliczeniu na mieszkańca wynosi 160,5 kg/(M·rok), natomiast w 2010 roku zarejestrowano 292 826,448 Mg, co w przeliczeniu na mieszkańca wynosi 139,2 kg/(M·rok) [11]. Jednak wskaźniki te są zależne od typu gminy oraz rodzaju zabudowy (obserwuje się większe nagromadzenie odpadów w miastach niż na terenach wiejskich) [4].

Według danych statystycznych (Tabela 1), w latach 2007 – 2010 od mieszkańców miasta Rzeszowa odbierano średnio 327,6 kg/(M·rok) odpadów komunalnych stałych. Zarejestrowana wartość w Wojewódzkim Systemie Odpadowym wskazuje na to, iż w rzeczywistości odebrano ponad dwukrotnie mniej odpadów, bo zaledwie 139,2 kg/(M·rok). Ponadto można zaobserwować 13% spadek zarejestrowanych odebranych odpadów komunalnych w latach 2009-2010, co jest bardzo korzystnym zjawiskiem.

Otrzymane w wyniku badań dane określające skład odpadów w różnych jednostkach osadniczych, są cennym punktem wyjścia dla opracowania bądź ulepszenia krajowej strategii gospodarki odpadami, jak również do tworzenia praw i przepisów w tym zakresie [21].



Rys. 3. Zestawienie ilości zebranych odpadów komunalnych w latach 2009-2010



## 5.2. BADANIA JAKOŚCIOWE

Zarówno badanie ilościowe jak i jakościowe, powinny być przeprowadzane równolegle. Pełna charakterystyka składu odpadów jest możliwa po przeprowadzeniu analizy frakcyjnej odpadów, analizy morfologicznej oraz analizy fizykochemicznej. Dla odpadów pochodzących z terenu Miasta Rzeszowa, skład odpadów był określany dla trzech następujących grup, wyznaczonych podczas cokrwartalnych badań odpadów:

- 19 12 12 – Inne odpady ( w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11 (Fracja pozostała po segregacji na linii sortowniczej),
- 19 12 12 – Inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11 (Fracja podsitowa),
- 20 03 01 – Niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne.

Porównanie składu morfologicznego wyżej wymienionych frakcji umożliwiło ocenę przydatności zastosowania metod obróbki wstępnej odpadów, jaką w tym wypadku była segregacja odpadów na linii sortowniczej.

Odpady komunalne stanowią mieszaninę różnych substancji stałych, które utraciły swoją pierwotną wartość użytkową, a w związku z tym stanowią materiał wymagający unieszkodliwienia przy użyciu odpowiednich procesów technologicznych [9]. Dla pełnego obrazu i oceny przydatności odpadów do zastosowania w procesach technologicznych przeprowadza się dodatkowo ocenę parametrów tj. wilgotność, ciepło spalania, wartość opałowa, które to są podstawowymi parametrami określającymi przydatność odpadów do wykorzystania ich jako paliwa do celów technicznych [15]. Wydaje się to być dość istotne, ze względu na fakt, iż polskie prawo dopuszcza termiczne przekształcanie ponad 80 rodzajów odpadów innych niż niebezpieczne, w piecach cementowych i wapienniczych, kotłach energetycznych i przemysłowych oraz innych instalacjach i urządzeniach określonych odrębnymi przepisami [13].

## 5.3. METODA BADANIA SKŁADU ILOŚCIOWEGO ODPADÓW

Każda pojedyncza próbka została pobrana i przygotowana wg normy BN – 87/9103-03. Przed rozpoczęciem badań, każda próbka była oczyszczana z odpadów wielkogabarytowych, które mogłyby zakłócić poprawność badania.

Badanie morfologii odpadów było przeprowadzone z pomocą określonego sita, które podzieliło odpady na dwie podstawowe frakcje:

- mieszanina odpadów o wielkości cząstek poniżej 10 mm,
- mieszanina odpadów o wielkości cząstek powyżej 10 mm.

Podczas każdego badania pobierane było 30 próbek z całej masy badanej partii odpadów. Każda pobierana próbka miała objętość około  $0,25 \text{ m}^3$  [2].

Badanie morfologii odpadów było przeprowadzane czterokrotnie, w ciągu każdego roku, tak, by była możliwość uwzględnienia zmienności składu odpadów w ciągu roku.

Do przeprowadzenia badania używano następujące przyrządy i materiały:

- sito o wymiarach oczek 10 mm,
- stół z blatem pokrytym blachą,
- pojemniki z tworzyw sztucznych o pojemności  $5 \text{ dm}^3$ ,
- wagę (umożliwiającą dokładny pomiar),
- łopatę (umożliwiającą pobór próbki),
- gumowe rękawiczki.

Badanie przeprowadzone było w kilku etapach:

- pobór próbki z oznaczanej partii odpadów (wybór 30 próbek z równomiernie rozłożonej przyrmy, sumaryczna objętość próbki poddawanej analizie wynosiła około  $0,25 \text{ m}^3$ ),
- przesianie odpadów na sicie (podział odpadów na dwie podstawowe frakcje: odpady o wielkości cząstek poniżej 10 mm i odpady o wielkości cząstek powyżej 10 mm,
  - odpady o wielkości cząstek poniżej 10 mm były kierowane do zważonego i oznakowanego pojemnika, a następnie ważone, odpady te stanowiły pierwszą grupę oznaczanych odpadów: frakcję podsitową,
  - odpady o wielkości cząstek powyżej 10 mm były wysypywane na przygotowany stół i ręcznie segregowane do pojemników, przygotowanych analogicznie jak dla frakcji podsitowej.

Każdy pojemnik podlegał osobnemu ważeniu, a drobna frakcja pozostała na stole była kierowana do pojemnika z frakcją podsitową. Odpady były segregowane z podziałem na następujące frakcje:

1. Odpady spożywcze pochodzenia roślinnego
2. Odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego
3. Odpady papieru i tektury
4. Odpady tworzyw sztucznych
5. Odpady materiałów tekstylnych
6. Odpady szkła
7. Odpady metali
8. Odpady organiczne pozostałe
9. Odpady mineralne pozostałe [17].

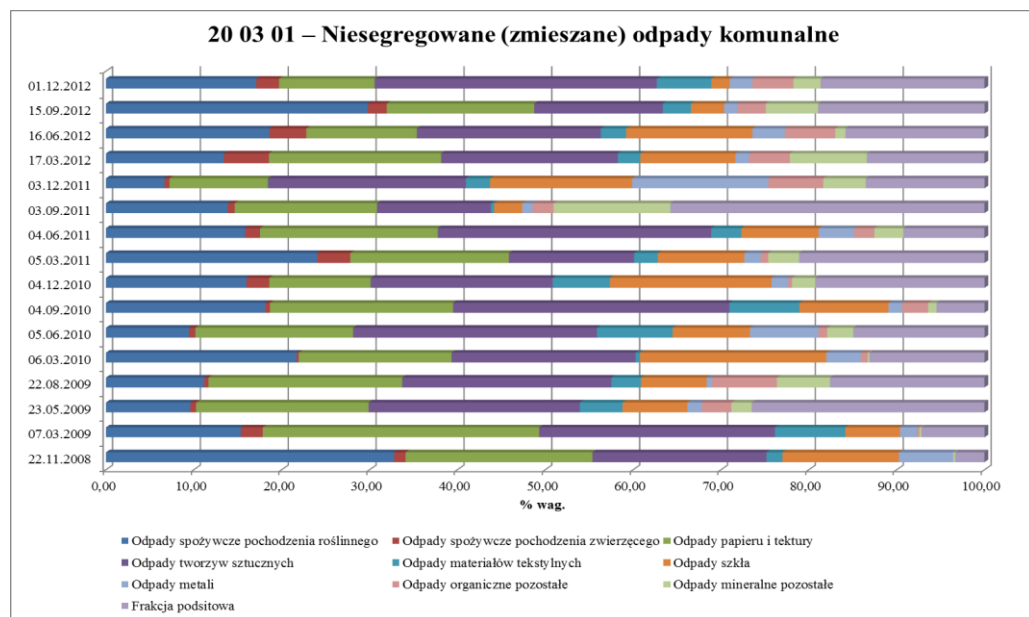
Wszystkie badania zostały przeprowadzone zgodnie z normą, wyniki zostały spisane i opracowane w dokumencie „Oznaczenie składu morfologicznego odpadów”. Ponadto każde badanie zostało zakończone dokumentacją fotograficzną.

## 6. WYNIKI BADAŃ I ANALIZA SKŁADU ODPADÓW DLA MIASTA RZESZOWA

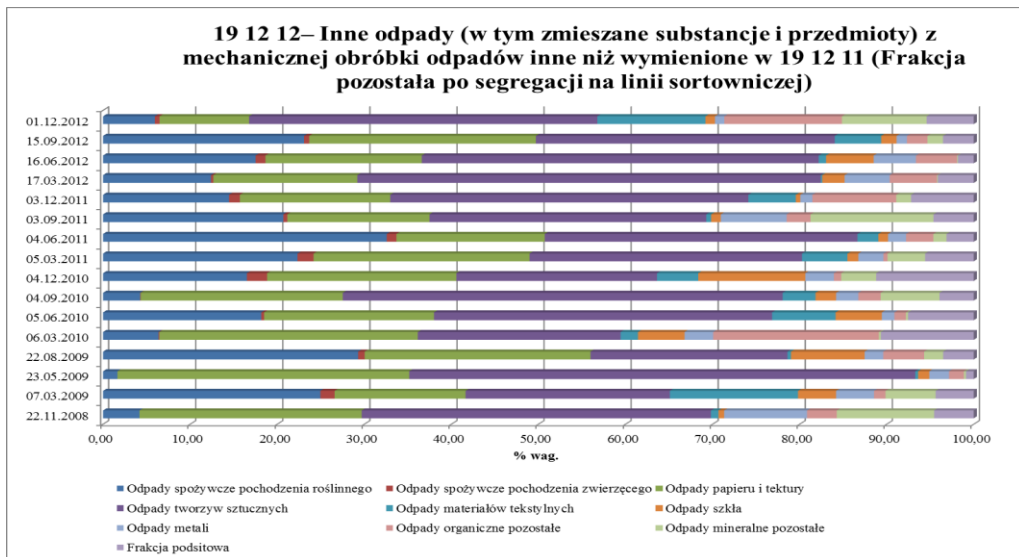
Na ilość i skład powstających odpadów wpływ ma wiele czynników takich jak: wielkość obsługiwanego obszaru, liczba mieszkańców, udział odpadów z handlu i rzemiosła zbieranych razem z odpadami komunalnymi, stopień rozwoju gospodarczego, zamożność mieszkańców, struktura zagospodarowania terenu i gęstość infrastruktury, rodzaj systemu zbiórki odpadów, rodzaj oraz wielkość pojemników, wysokość opłat za wywóz odpadów z gospodarstw domowych, poziom świadomości mieszkańców, a także rodzaj podejmowanych działań motywacyjnych i informacyjnych wspieranych przez media [1].

Na rysunkach nr 4, 5 i 6 przedstawiono zmienność morfologii odpadów w ciągu roku, jednak otrzymane wyniki mogą być obciążone błędem. Wynika to z kilku czynników: odpady są materiałem niejednorodnym, w związku z tym wykonanie reprezentatywnych próbek, a co się z tym wiąże badań, jest bardzo trudne. Kolejnym czynnikiem mogącym wpłynąć na otrzymane wyniki jest sezonowość odpadów, jednak w celu minimalizacji tego błędu badania prowadzone były w każdej z pór roku [17].

Na rysunkach 4, 5, i 6 przedstawiono skład odpadów badanych 15 razy od listopada 2008 roku, do września 2012 r., przedstawiono wyniki badań wszystkich trzech badanych frakcji.

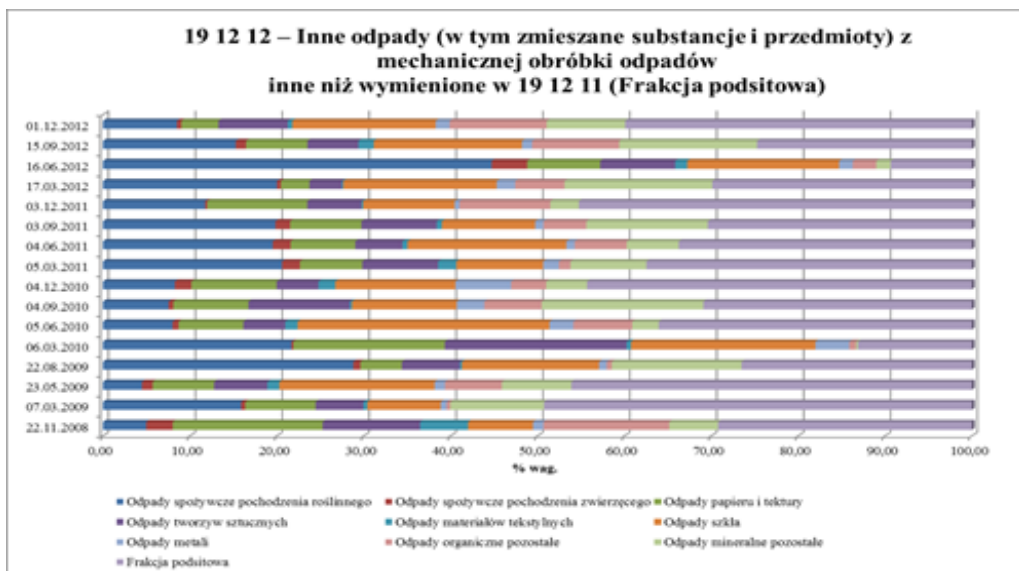


Rys. 4. Zestawienie badań składu odpadów z grupy 20 03 01  
– Niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne [17]



Rys. 5. Zestawienie badań składu odpadów z grupy 19 12 12

- Inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11 (Fracja pozostała po segregacji na linii sortowniczej) [17]

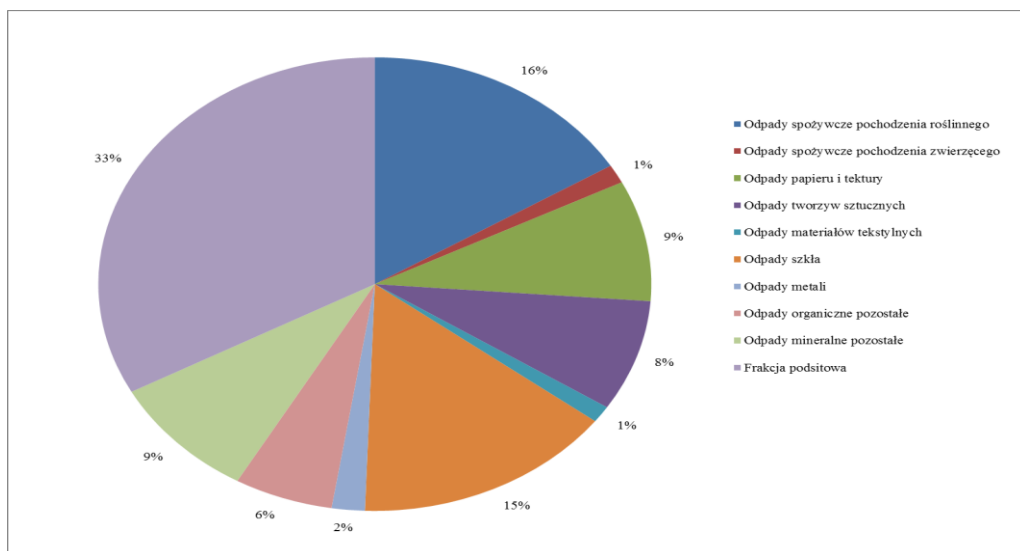


Rys. 6. Zestawienie badań składu odpadów z grupy 19 12 12

- Inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11 (Fracja podsitowa) [17]

Tabela 2. Wyniki badań morfologicznych odpadów w latach 2008-2010 – frakcja podsitowa (% wag)

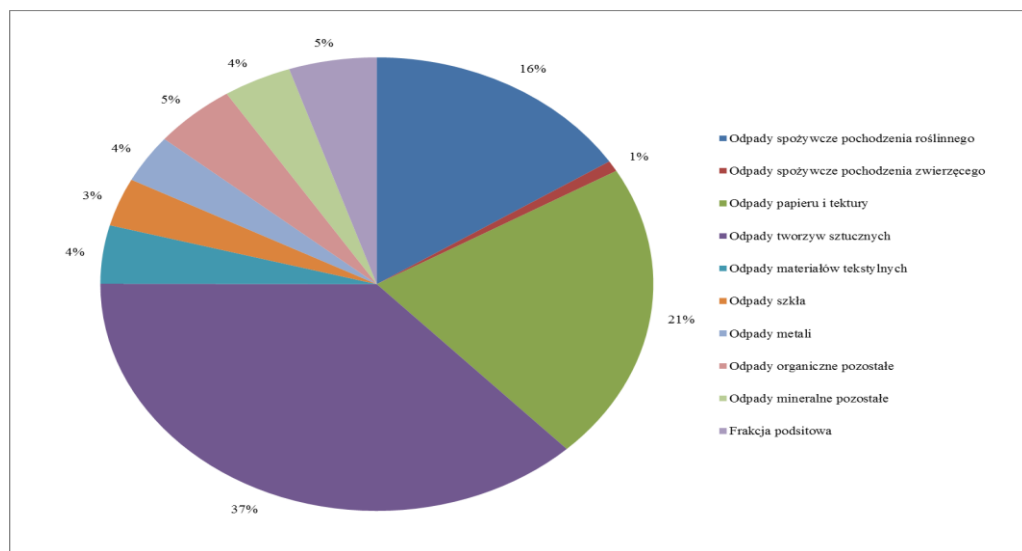
	Odpady spożywcze pochodzenia roślinnego	Odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego	Odpady papieru i tektury	Odpady tworzyw sztucznych	Odpady materiałów tekstylnych	Odpady szkła	Odpady metali	Odpady organiczne pozostałe	Odpady mineralne pozostałe	Frakcja podsitowa
22.11.2008	4,99	3,04	17,25	11,22	5,51	7,49	1,20	14,47	5,63	29,20
7.03.2009	15,90	0,49	8,09	5,49	0,45	8,45	0,69	0,43	10,77	49,24
23.05.2009	4,50	1,23	7,07	6,14	1,36	17,87	1,20	6,54	8,00	46,09
22.08.2009	28,82	0,82	4,76	6,68	0,24	15,78	0,88	0,60	14,92	26,49
6.03.2010	21,69	0,23	17,42	20,93	0,50	21,22	3,91	0,78	0,22	13,10
5.06.2010	8,02	0,68	7,47	4,81	1,43	28,98	2,75	6,77	3,05	36,04
4.09.2010	7,55	0,56	8,63	11,67	0,26	12,04	3,18	6,61	18,60	30,89
4.12.2010	8,28	1,90	9,81	4,81	1,94	13,83	6,41	4,03	4,71	44,27
5.03.2011	20,63	2,04	7,18	8,73	2,10	9,99	1,81	1,33	8,74	37,45
4.06.2011	19,55	2,06	7,43	5,41	0,60	18,29	0,96	5,98	5,99	33,73
3.09.2011	19,85	1,70	8,21	8,65	0,61	10,72	0,97	4,93	13,97	30,39
3.12.2011	11,75	0,26	11,51	6,24	0,19	10,53	0,55	10,46	3,29	45,22
7.03.2012	20,02	0,46	3,28	3,74	0,17	17,65	2,12	5,69	16,99	29,90
16.06.2012	44,73	4,09	8,41	8,63	1,38	17,49	1,56	2,71	1,65	9,35
15.09.2012	15,29	1,18	7,06	5,88	1,76	17,06	1,18	10,00	15,88	24,71
1.12.2012	8,51	0,53	4,26	7,98	0,53	16,49	1,60	11,17	9,04	39,89
Średnio	16,26	1,33	8,62	7,94	1,19	15,24	1,94	5,78	8,84	32,87



Rys. 7. Wartość średnia z badań morfologii odpadów frakcji podsitowej, od listopada 2008 do grudnia 2012 r.

Tabela 3. Wyniki badań morfologicznych odpadów w latach 2008-2010 – frakcja nadsitowa (% wag)

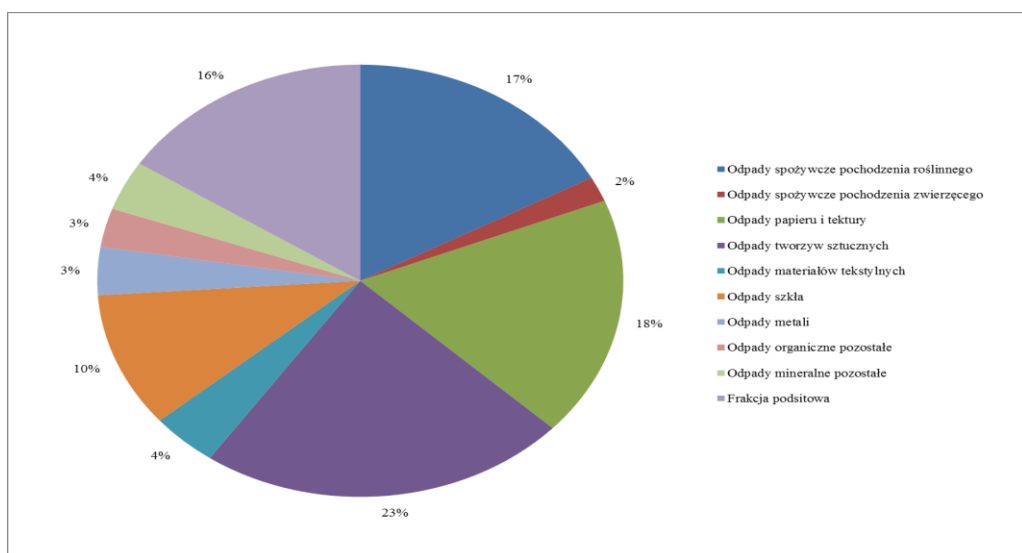
	Odpady spożywcze pochodzenia roślinnego	Odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego	Odpady papieru i tektury	Odpady tworzyw sztucznych	Odpady materiałów tekstylnych	Odpady szkła	Odpady metali	Odpady organiczne pozostałe	Odpady mineralne pozostałe	Frakcja podsitowa
22.11.2008	4,18	0,00	25,52	40,12	0,85	0,67	9,50	3,43	11,17	4,57
7.03.2009	24,95	1,64	15,05	23,45	14,73	4,36	4,36	1,32	5,77	4,36
23.05.2009	1,65	0,00	33,51	58,13	0,31	1,29	2,27	1,71	0,24	0,90
22.08.2009	29,29	0,75	25,94	22,63	0,39	8,46	2,14	4,69	2,19	3,52
6.03.2010	6,37	0,09	29,69	23,29	2,00	5,35	3,28	19,03	0,23	10,68
5.06.2010	18,17	0,32	19,51	38,83	7,30	5,31	1,45	1,32	0,25	7,55
4.09.2010	4,26	0,05	23,22	50,52	3,77	2,37	2,54	2,58	6,76	3,93
4.12.2010	16,52	2,31	21,74	23,05	4,74	12,29	3,28	0,85	4,01	11,21
5.03.2011	22,33	1,85	24,80	31,29	5,23	1,24	2,88	0,47	4,32	5,58
4.06.2011	32,57	1,12	17,04	35,92	2,39	1,11	2,07	3,13	1,52	3,13
3.09.2011	20,69	0,46	16,34	31,79	0,56	1,11	7,55	2,76	14,12	4,62
3.12.2011	14,46	1,26	17,26	41,14	5,45	0,51	1,38	9,64	1,71	7,19
7.03.2012	12,40	0,26	16,54	53,23	0,16	2,58	5,17	5,43	0,10	4,13
16.06.2012	17,51	1,14	17,96	45,59	0,84	5,46	4,86	4,71	0,10	1,84
15.09.2012	23,08	0,59	26,04	34,32	5,33	1,78	1,18	2,37	1,78	3,55
1.12.2012	5,95	0,54	10,27	40,00	12,43	1,08	1,08	13,51	9,73	5,41
Średnio	15,90	0,77	21,28	37,08	4,16	3,44	3,44	4,81	4,00	5,14



Rys. 8. Wartość średnia z badań morfologii odpadów frakcji nadsitowej, od listopada 2008 do grudnia 2012 r.

Tabela 4. Wyniki badań morfologicznych odpadów w latach 2008-2010 – zmieszane odpady komunalne (% wag)

	Odpady spożywcze pochodzenia roślinnego	Odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego	Odpady papieru i tektury	Odpady tworzyw sztucznych	Odpady materiałów tekstylnych	Odpady szkła	Odpady metali	Odpady organiczne pozostałe	Odpady mineralne pozostałe	Frakcja podsitowa
22.11.2008	32,80	1,29	21,28	19,80	1,82	13,25	6,18	0,00	0,23	3,34
7.03.2009	15,35	2,49	31,47	26,83	8,00	6,22	1,97	0,25	0,23	7,19
23.05.2009	9,60	0,65	19,64	24,04	4,85	7,39	1,63	3,38	2,32	26,49
22.08.2009	11,19	0,47	22,05	23,82	3,35	7,49	0,59	7,40	6,04	17,59
6.03.2010	21,69	0,23	17,42	20,93	0,50	21,22	3,91	0,78	0,22	13,10
5.06.2010	9,42	0,74	17,96	27,75	8,61	8,80	7,78	1,02	2,99	14,93
4.09.2010	18,13	0,52	20,85	31,44	7,98	10,14	1,53	2,98	0,96	5,47
4.12.2010	15,98	2,60	11,54	20,72	6,51	18,39	1,90	0,45	2,63	19,28
5.03.2011	24,03	3,77	18,06	14,24	2,71	9,84	1,85	0,87	3,51	21,12
4.06.2011	15,82	1,71	20,23	31,13	3,42	8,79	4,06	2,29	3,29	9,25
3.09.2011	13,84	0,80	16,21	12,94	0,39	3,18	1,20	2,39	13,28	35,76
3.12.2011	6,64	0,58	11,21	22,52	2,77	16,16	15,49	6,26	4,84	13,53
7.03.2012	13,40	5,15	19,59	20,10	2,58	10,82	1,55	4,64	8,76	13,40
16.06.2012	18,61	4,18	12,59	20,94	2,87	14,38	3,69	5,73	1,17	15,84
15.09.2012	29,79	2,17	16,79	14,62	3,20	3,79	1,48	3,25	5,96	18,96
1.12.2012	17,10	2,59	10,88	32,12	6,22	2,07	2,59	4,66	3,11	18,65
Średnio	17,09	1,87	17,99	22,75	4,11	10,12	3,59	2,90	3,72	15,87

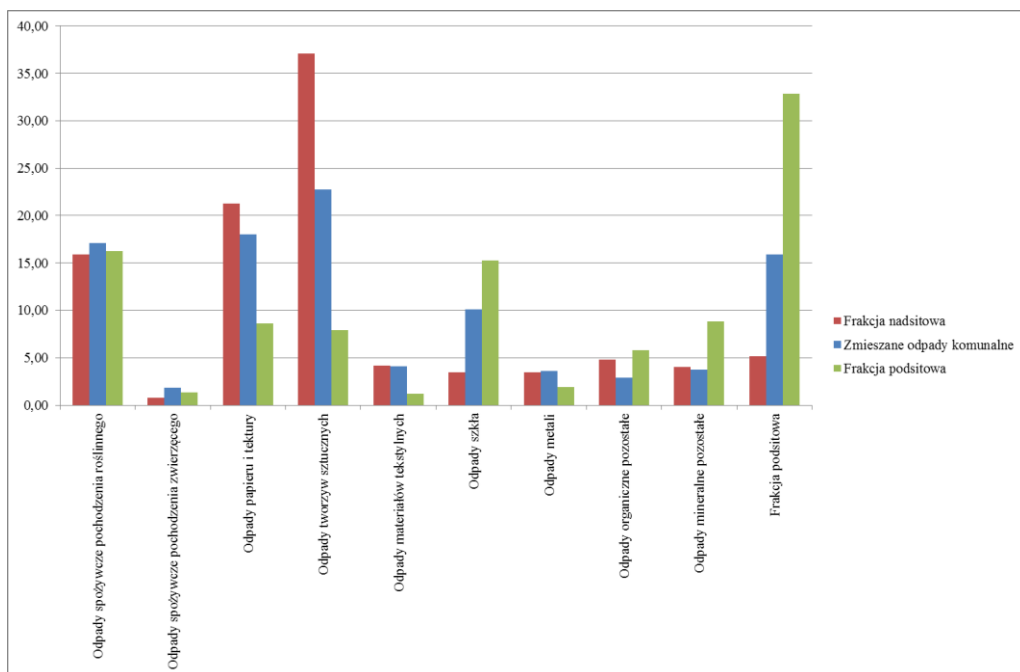


Rys. 9. Wartość średnia z badań morfologii odpadów komunalnych, od listopada 2008 do grudnia 2012 r.

Analizując skład odpadów komunalnych pochodzących z miasta Rzeszowa można zaobserwować, iż największą frakcją odpadów w strumieniu odpadów są odpady tworzyw sztucznych i stanowią one średnio 23%. W ich skład wchodzi przede wszystkim butelki oraz tworzywa sztuczne opakowaniowe, a ich występowanie mogłoby być z powodzeniem zminimalizowane, z uwagi na prowadzoną w Rzeszowie selektywną zbiórkę odpadów. Istotnym jest, że odpady te wyselekcjonowane dopiero na sortowni odpadów są często zabrudzone, z uwagi na fakt występowania odpadów organicznych w odpadach komunalnych. Kolejną, dość znaczącą frakcją odpadów, w strumieniu odpadów komunalnych są odpady papieru i tektury. W tym wypadku, podobnie jak dla odpadów z tworzyw sztucznych, znaczna część frakcji mogła zostać potraktowana w gospodarstwach domowych jako asortyment nadający się do selektywnej zbiórki. Określono średnią ilość odpadów papieru i tektury w strumieniu odpadów wynoszącą około 18%. Kolejną, dość znaczącą grupą odpadów są odpady spożywcze pochodzenia roślinnego. Szacuje się, że frakcja ta stanowi około 17% odpadów komunalnych. Grupę tę stanowią przede wszystkim odpady roślinne, kuchenne, których występowanie w miejskiej jednostce osadniczej jest nieuniknione, z uwagi na brak możliwości innego wykorzystania np. w przydomowych kompostowniach, co jest częstym zjawiskiem na terenach wiejskich. Występowanie frakcji podsitowej, a więc odpadów o średnicy mniejszej od 1 cm w odpadach komunalnych jest dość znaczne, a na podstawie badań odpadów oszacowano ich ilość wynoszącą ok. 16% odpadów. Kolejną, dość znaczącą frakcją są odpady szkła i oszacowano ich ilość na około 10% odpadów komunalnych. Grupę tę stanowią m. in. słoiki, butelki, które na skutek transportu, bądź też u źródła uległy stłuczeniu. Odpady te często były bardzo zabrudzone, a przygotowanie tej frakcji do ponownego wykorzystania pociąga za sobą duże koszty, z uwagi na występowanie zanieczyszczeń takich jak: korki, nakrętki, etykiety oraz resztki produktów spożywczych. Pozostałe frakcje, a więc odpady spożywcze pochodzenia zwierzęcego, odpady mineralne pozostałe, odpady organiczne pozostałe, odpady metali oraz odpady materiałów tekstylnych, występują w strumieniu odpadów komunalnych w stosunkowo niewielkich ilościach, ok. 2-4%. Występowanie odpadów spożywczych pochodzenia zwierzęcego jest nieuniknione, analogicznie jak dla odpadów spożywczych pochodzenia roślinnego. W skład frakcji odpadów mineralnych pozostałych wchodzi kamienie oraz materiały pochodzące z remontów. Ich ilość w strumieniu odpadów jest niewielka i charakterystyczna szczególnie dla miesięcy wakacyjnych oraz jesiennych, kiedy to przeprowadza się remonty. Podobnie występowanie frakcji odpadów organicznych pozostałych jest charakterystyczne dla miesięcy letnich oraz jesiennych, i związane jest z pielęgnacją terenów zielonych, działek i ogrodów w tychże miesiącach. W skład odpadów metali wchodziły puszki po konserwach, puszki po napojach, nakrętki od słoików czy też butelek po napojach. Sporadycznie występowała folia aluminiowa, śrubki i inne elementy niewielkich urządzeń z gospodarstw domowych. Frakcja ta występuje niezależnie od zmienności sezonowej. Ostatnią analizowaną frakcją są materiały tekstylne. Grupę tę stanowią przeważ-



nie zabrudzone, zniszczone fragmenty odzieży, niemogące być wykorzystane jako „czyściwo”. Ich występowanie w strumieniu odpadów komunalnych jest nieuniknione, z uwagi na brak innej możliwości ich przekazania do unieszkodliwienia.



Rys. 10. Porównanie średniego składu odpadów z miasta Rzeszowa, frakcji podsitowej, nadsitowej oraz zmieszanych odpadów komunalnych dla badań przeprowadzonych od listopada 2008 do grudnia 2012 r.

Analizując skład frakcyjny odpadów komunalnych oraz frakcje podsitową i nadsitową odpadów komunalnych poddanych przesianiu na sicie bębnowym oraz procesowi sortowania na linii sortowniczej zaobserwowano kilka tendencji. W każdej z trzech wymienionych frakcji można zaobserwować przybliżoną ilość odpadów spożywczych pochodzenia roślinnego, odpadów spożywczych pochodzenia zwierzęcego oraz odpadów metalowych. Odpady papieru i tektury w strumieniu odpadów komunalnych oraz we frakcji podsitowej występują w zbliżonej ilości, natomiast w około dwukrotnie mniejszej ilości występują we frakcji podsitowej. Jest to oczywiście uzasadnione tym, iż frakcję podsitową stanowią odpady pozostałe po przesianiu na sicie bębnowym, a więc o średnicy mniejszej niż 8 cm. Podobne zjawisko jest możliwe do zaobserwowania dla odpadów tekstylnych. Odwrotną sytuację zaobserwowano dla frakcji szkła, odpadów mineralnych pozostałych oraz frakcji podsitowej. Jest to uzasadnione faktem, iż frakcje te stanowią odpady drobne, potłuczone, które podczas przesiewania na sicie bębnowych przedostają się do kontenera gromadzącego frakcję podsitową. Ostatnią, dość charakterystyczną grupą są odpady tworzyw sztucznych. Ich ilość

w strumieniu frakcji nadsitowej jest prawie dwukrotnie większa niż w strumieniu odpadów komunalnych. Jest to związane z tym, iż tylko niewielka grupa odpadów z tworzyw sztucznych jest wyselekcjonowana na stole sortowniczym.

## 7. PODSUMOWANIE

Prowadzenie cyklicznych badań składu morfologicznego odpadów dla miasta Rzeszowa, a także opracowywanie wyników zgodnie z polskimi normami i fachową literaturą stanowi w pewnym stopniu monitoring gospodarki odpadami dla miasta Rzeszowa. Ze względu na różnorodność składu odpadów komunalnych, wydaje się to być dość istotne, gdyż umożliwi wprowadzanie modyfikacji do funkcjonujących technologii przetwórstwa i unieszkodliwiania odpadów.

Przeprowadzane badania jakościowe odpadów wskazują na tendencje charakteryzowane w literaturze związanej z gospodarką odpadami. Dla pełnego obrazu stanu gospodarki odpadami w Rzeszowie należałoby zwrócić uwagę na badania ilościowe odpadów, gdyż wszelkie analizy są oparte o wartości prognozowane, które mogą być obciążone znacznym błędem, bądź wartości uśrednione do większego obszaru, tj. województwa, co również nie jest reprezentatywne dla miejskiej jednostki osadniczej jaką jest miasto Rzeszów.

Ze względu na to, iż skład odpadów komunalnych jest wprost uwarunkowany świadomością i postawą społeczną mieszkańców, a od 1 lipca 2013 roku zmienił się model odbioru odpadów i zmianie uległy opłaty za odbiór odpadów, należy w dalszym ciągu kontynuować badania. Biorąc pod uwagę fakt, iż opłata za posegregowane odpady zgodnie z ustawą jest znacznie niższa, należałoby się spodziewać zauważalnych zmiany w składzie frakcyjnym odpadów komunalnych.

## LITERATURA

- [1] BILITEWSKI B., HARDTLE G., MAREK K., *Podręcznik gospodarki odpadami*. Wydawnictwo Seidel i Przywecki Sp. Z o. o., Warszawa 2003.
- [2] BN-87/910303: *Unieszkodliwianie odpadów miejskich. Pobieranie, przechowywanie oraz wstępne przygotowanie odpadów do badań*.
- [3] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy.
- [4] JAMRÓZ A., GENEROWICZ A., *Tendencje zmian nagromadzenia odpadów komunalnych na przykładzie małego miasta*. Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej 2012, nr 4, 101-112.
- [5] JĘDRCZAK A., SZPADT R., *Określenie metodyki badań składu sitowego, morfologicznego i chemicznego odpadów komunalnych*, Kamieniec Wr. – Zielona Góra 2006.
- [6] Ochrona środowiska. Rocznik statystyczny. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2011.

- [7] ROSIK–DULEWSKA CZ., *Podstawy gospodarki odpadami*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- [8] SABBAGH AL M. K., VELIS C. A., WILSON D. C., CHEESEMAN C. R., *Resource management performance in Bahrain: a systematic analysis of municipal waste management, secondary material flows and organizational aspects*. Waste Management & Research 2012, No. 30 (8) , 813-24.
- [9] SKALMOWSKI K., WOLSKA K., *Właściwości technologiczne odpadów komunalnych Warszawy*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 2006, nr 5.
- [10] SLACK R., GRONOW J., VOULVOULIS N., *Hazardous Components of Household Waste*. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 2004, Vol. 34, No. 5, 419-445.
- [11] *Sprawozdanie z realizacji planu gospodarki odpadami dla województwa podkarpackiego za lata 2009 – 2010*, Rzeszów 2011.
- [12] SZPADT R., *Nowa metodyka badania składu odpadów komunalnych*. Zeszyty komunalne 2007, nr 4 (51).
- [13] SZPADT R., SEBASTIAN M., *Standaryzacja jakości paliw z odpadów*. Ochrona Środowiska 2003, nr 1, 31-38.
- [14] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach. Tekst jednolity Dz. U. 2010 nr 185 poz. 1243.
- [15] WANDRASZ J. A., *Ocena właściwości emisyjnych paliw z odpadów*. Ochrona Środowiska 2003, nr 1, s. 39-42.
- [16] WILLIAMS P.T, *Waste treatment and development*, 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2005.
- [17] WÓJCIK B., *Oznaczenie składu morfologicznego odpadów pochodzących z Miasta Rzeszowa, Dębica – Rzeszów, Sprawozdania z lat 2009-2012*.
- [18] WÓJCIK B., *Plan gospodarki odpadami dla miasta Rzeszowa na lata 2008 – 2011 z uwzględnieniem lat 2012 – 2015*, Rzeszów 2008.
- [19] WÓJCIK W., *Propozycja rozwiązań technologicznych dla unieszkodliwiania odpadów komunalnych z Miasta Rzeszowa na podstawie badań morfologii odpadów*. Praca dyplomowa inżynierska. Kraków 2009.
- [20] [www.rzeszow.pl](http://www.rzeszow.pl) dostęp: 01-02-2013
- [21] VUJIĆ G., JOVIČIĆ N., REDŽIĆ N., JOVIČIĆ G., BATINIĆ B., STANISAVLJEVIĆ N., ABUHRESS O. A., *A fast method for the analysis of municipal solid waste in developing countries – case study of Serbia*. Environmental Engineering and Management Journal 2010, no. 9(8), s. 1021-1029.

#### MUNICIPAL WASTE CHARACTERISTICS BASED ON MORPHOLOGICAL STUDIES OF WASTE STUDIES OF WASTE FOR RZESZOW CITY

Municipal waste is a mixture of many materials, which are additionally characterized by different properties, varying over time. Therefore, it is necessary to carry out tests which provide information on the properties of the waste, which are necessary in the design and technology of processing waste. This paper presents the results of morphological composition of waste for the Rzeszow city, carried out between November 2008 - December 2012 with an analysis of quantitative changes. The study involved three fractions: fraction of municipal waste over screen fraction and undersize fraction. The research has been carried out and described in accordance with the standard BN - 87/9103-03. Analyzing the composition of the waste from the Rzeszow city, it has been observed that despite conducted in Rzeszow selective collection of waste, in stream of municipal waste dominate plastic waste, paper and cardboard. Unfortunately, these two fractions selected only on sorting plant are often contaminated with organic waste. This fraction is in fact about 1/5 of mixed municipal waste. The food waste of animal origin, other minerals, organic rest, metals and textiles present in small amounts - in the order of 2-4% of. Their presence in the

municipal waste stream is inevitable, given the lack of other means of transfer for disposal. Qualitative research carried out shows the trends of waste characterized in the literature related to waste management. Four-year monitoring of the morphological composition of waste for the City of Rzeszow, and developing results according to Polish standards and professional literature are part of the image of waste management in Rzeszow, and are a valuable starting point for the development or improvement of regional waste management strategy. For a complete picture of waste management in Rzeszow should pay attention to the quantitative study of waste, because all analyzes are based on the predicted values.