



Szacowanie masy odpadów kierowanych do przetwarzania w części biologicznej instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP)

*Beata Kłojzy-Karczmarczyk, Said Makoudi,
Jarosław Staszczak*

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

1. Wstęp

Przedmiotem analizy są odpady komunalne zbierane w sposób zmieszany, a kierowane do regionalnej instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania z podziałem na część mechaniczną i biologiczną. Zgodnie z treścią *ustawy o odpadach* z dnia 24 grudnia 2012 roku [18] regionalna instalacja do przetwarzania odpadów komunalnych to zakład zagospodarowania odpadów o mocy przerobowej wystarczającej do przyjmowania i przetwarzania odpadów z obszaru zamieszkałego przez co najmniej 120 000 mieszkańców. Takim obiektem może być m.in. instalacja mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych (instalacja MBP) o odpowiedniej przepustowości, dostosowanej do wielkości wytwarzania odpadów przez mieszkańców konkretnego regionu. Procesy mechanicznego i biologicznego przetwarzania odpadów zebranych w sposób zmieszany wraz z selektywnym zbieraniem „u źródła” niektórych frakcji odpadów, w tym surowcowych („frakcja sucha”), mają znaczący wpływ na osiągnięcie efektu środowiskowego [m.in. 2, 4]. Ilość nagromadzonych odpadów razem ze stosowaną opłatą za składowanie odpadów są podstawowymi elementami analizowanymi przy szacowaniu ryzyka ekologicznego dla składowisk odpadów [7], stąd zjawiskiem celowym jest zmniejszenie masy odpadów kierowanych do składowania. Eksploatacja składowisk odpadów komunalnych stanowi często bezpo-

średnie lub pośrednie zagrożenie dla całego środowiska, istotne jest zatem, ograniczenie procesu unieszkodliwiania tą metodą.

Szacowanie przepustowości części mechanicznej instalacji MBP jest zagadnieniem stosunkowo łatwym do realizacji. Natomiast szacowanie minimalnej wymaganej wydajności (przepustowości, mocy przerobowych) dla części biologicznej instalacji wymaga przeprowadzenia szerokiej analizy wielkości wytwarzania odpadów zbieranych w sposób zmieszany z uwzględnieniem składu morfologicznego oraz opracowania prognoz wielkości i jakości strumienia odpadów kierowanego do części biologicznej instalacji. Wymagana wydajność części mechanicznej instalacji MBP wynika bezpośrednio z wielkości wytwarzanych odpadów zbieranych w sposób zmieszany od mieszkańców konkretnego obszaru. Natomiast wymagana wydajność części biologicznej instalacji powinna być dostosowana do przetworzenia odpadów o kodzie 19 12 12 – *Inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11* – powstałych w procesie mechanicznego przetwarzania w instalacji MBP.

W dostępnej literaturze brak jest głębszej analizy wskaźników obliczeniowych, które z wystarczającą dokładnością pozwoliłyby na szacowanie przepustowości części biologicznej instalacji MBP. W praktyce często przyjmuje się, że przepustowość części biologicznej powinna kształtować się na poziomie połowy przepustowości zaprojektowanej dla części mechanicznej. Dostępne źródła informacji podają, że frakcja 0–80 mm, czyli frakcja najczęściej poddawana przetwarzaniu biologicznemu, stanowi 40–60% masy odpadów zbieranych w sposób zmieszany a kierowanych do segregacji mechanicznej [6, 17]. Autorzy pracy podjęli zatem, próbę oszacowania wskaźników procentowych, które pozwoliłyby na obliczanie i prognozowanie masy odpadów kierowanych do części biologicznej w odniesieniu do masy odpadów kierowanych do części mechanicznej. Analizę przeprowadzono dla strumienia odpadów kierowanego do produkcji stabilizatu oraz dla strumienia odpadów kierowanego do produkcji paliwa alternatywnego.

2. Wydzielanie frakcji odpadowych w instalacji MBP

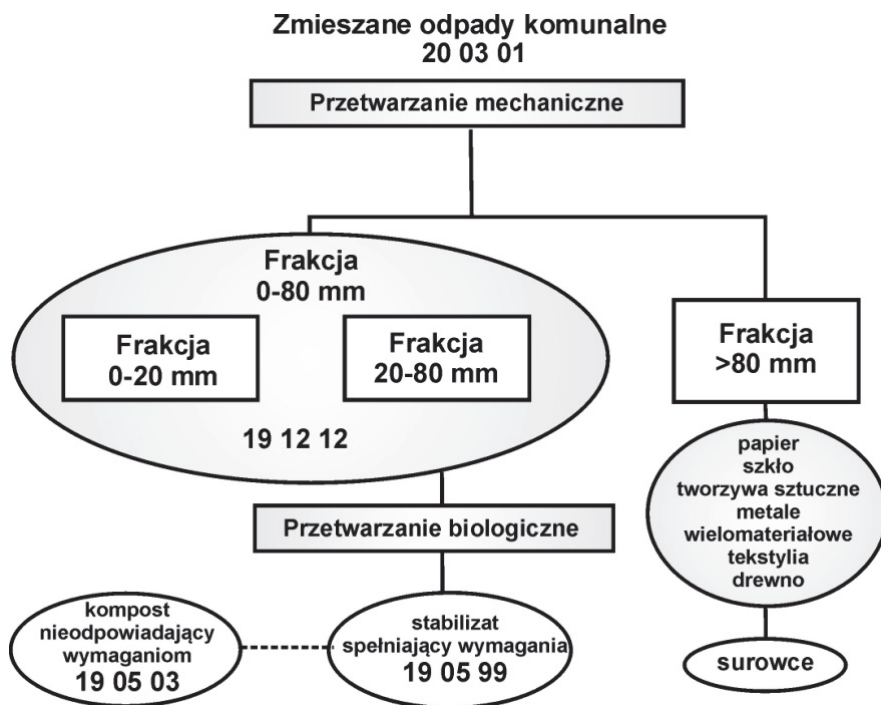
Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 września 2012 roku w *sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych* [15] w procesie mechanicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych wydziela się frakcję o wielkości co najmniej 0–80 mm w dużej mierze ulegającą biodegradacji oznaczoną kodem 19 12 12, wymagającą zastosowania procesów biologicznego przetwarzania, przez które rozumie się procesy prowadzone w warunkach tlenowych lub beztlenowych z udziałem mikroorganizmów. Mechaniczne przetwarzanie zmieszanych odpadów komunalnych polega na wydzieleniu z nich określonych frakcji dających się wykorzystać materiałowo (m.in. odpady surowcowe) lub energetycznie oraz frakcji wymagającej dalszego biologicznego przetwarzania [3, 8, 9, 11, 12, 16, 19]. Ze względu na zróżnicowanie odpadów komunalnych, praktycznie niemożliwym zadaniem jest szczegółowe określenie udziału poszczególnych frakcji morfologicznych w głównych frakcjach ziarnowych powstających w wyniku segregacji mechanicznej. Zgodnie ze stosowanymi technologiami i analizą własną autorów, w wyniku pracy mechanicznej części instalacji (sita bębnowe) zostają wydzielone:

- frakcja drobna o wielkości 0–20 mm; jej skład w głównej mierze to drobne odpady ulegające biodegradacji oraz drobna frakcja nie ulegająca biodegradacji w tym fragmenty szkła, fragmenty metalu, ceramiki oraz piasek, kamienie, gruz, popiół, żużel;
- frakcja średnia o wielkości 20 – 80/100 mm; skład tej frakcji to metale, drobne opakowania papierowe, tworzywa sztuczne, odpady kuchenne i ogrodowe, tekstylia, szkło, drewno; część z tych odpadów mogą stanowić odpady palne (do produkcji paliwa alternatywnego); większość z tych odpadów to odpady ulegające biodegradacji;
- frakcja gruba o wielkości powyżej 80/100 mm, składająca się z papieru, folii opakowaniowych, tekstyliów, metalu, szkła; część z tych odpadów stanowią odpady palne; zdecydowana większość odpadów tej frakcji to odpady surowcowe nadające się do odzysku różnymi metodami.

Należy podkreślić, że zgodnie z obowiązującymi obecnie przepisami [15] w instalacji MBP istnieje konieczność wydzielenia jedynie frak-

cji o wielkości 0–80/100 mm oraz powyżej 80/100 mm. Wydzielone frakcje mogą zostać poddane działaniu różnego rodzaju separatorów, które pozwalają na celowe wydzielenie i usuwanie frakcji, które nie ulegają biodegradacji (odpady ze szkła, metali, tworzyw sztucznych i mineralne).

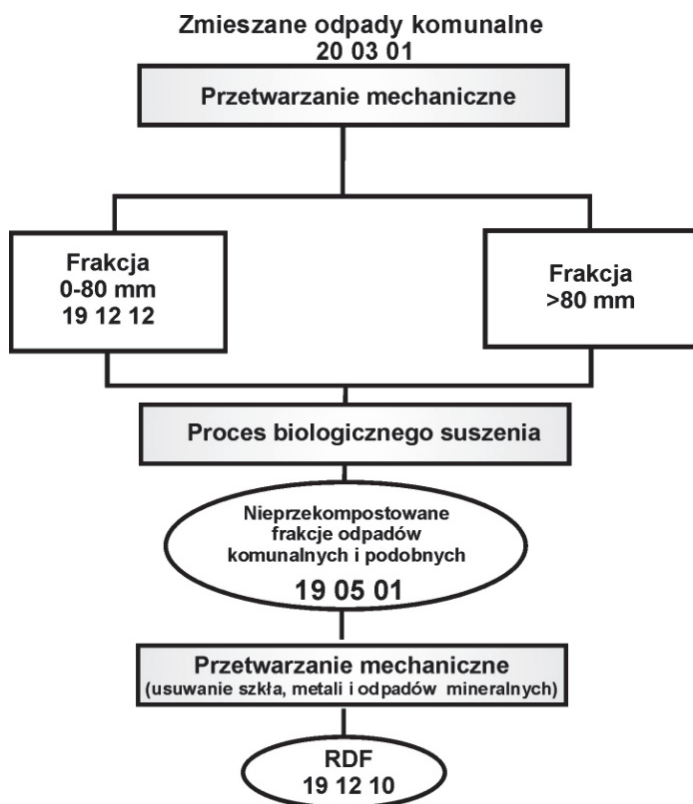
Istnieje kilka możliwości biologicznego przetwarzania wydzielonych odpadów w instalacji MBP. Możliwym rozwiązaniem jest utworzenie linii biologicznego przetwarzania w warunkach tlenowych (kompostowni) odpadów ulegających biodegradacji, celem wytworzenia stabilizatu, spełniającego odpowiednie wymagania jakościowe. Stabilizat klasyfikuje się, jako odpady o kodzie 19 05 99 – *Odpady z tlenowego rozkładu odpadów stałych (kompostowania) – inne niewymienione odpady*. Założony schemat wydzielenia frakcji odpadów kierowanych do produkcji stabilizatu przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Założony schemat wydzielenia frakcji odpadowych, kierowanych do produkcji stabilizatu

Fig. 1. Assumptive scheme of waste fractions assignment, directing to the biological processed waste (called 'stabilizat') production

Ze strumienia odpadów kierowanych do kompostowania wyłączono odpady surowcowe wydzielone w procesie przetwarzania w części mechanicznej instalacji MBP o frakcji > 80 mm. Odpady o kodzie 19 05 99, spełniające określone wymagania są najczęściej unieszkodliwiane poprzez składowanie na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne lub po przesianiu na sicie o prześwicie oczek o wielkości do 20 mm mogą być stosowane do odzysku jako odpady o kodzie 19 05 03 – *Kompost nieodpowiadający wymaganiom, nienadający się do wykorzystania*.



Rys. 2. Założony schemat wydzielania frakcji odpadowych, kierowanych do produkcji paliwa alternatywnego

Fig. 2. Assumptive scheme of waste fractions assignment, directing to the Refuse Derived Fuel production

Alternatywnie do kompostowania może być prowadzony proces biologicznego suszenia odpadów, wydzielonych z zebranych w sposób zmieszany. Taki proces daje możliwość przygotowania odpadów frakcji o wielkości 0–80 mm oraz frakcji >80 mm, do produkcji stałego paliwa alternatywnego (RDF) w skali lokalnej (wytworzone odpady o kodzie 19 12 10 o odpowiednich właściwościach). Frakcja wysuszona nie jest stabilizatem i nie jest przeznaczona do składowania. Założony schemat wydzielania frakcji do produkcji paliwa alternatywnego przedstawiono na rysunku 2.

3. Metodyka prognozowania strumienia odpadów kierowanego do części biologicznej instalacji zaproponowana w pracy

Wielkość wytwarzania odpadów komunalnych przez mieszkańców jest zróżnicowana dla różnych obszarów i zdecydowanie wyższa dla obszarów miejskich niż dla obszarów wiejskich. Prognozę wytwarzania odpadów komunalnych z uwzględnieniem morfologii dla obszarów o zróżnicowanej charakterystyce zabudowy opracowano na podstawie wskaźników wytwarzania zawartych w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami KPGO 2014 [5] oraz WPGO Województwa Małopolskiego [10]. Prognozę wytwarzania odpadów z podziałem na frakcje morfologiczne opracowano dla roku 2013 oraz 2020 (tabela 1).

Przeanalizowano strumień odpadów komunalnych wytwarzanych i zbieranych w sposób zmieszany przez umowny region zamieszkiwany przez 120 000 mieszkańców w podziale na:

- miasto powyżej 50 000 mieszkańców,
- miasto poniżej 50 000 mieszkańców,
- obszary wiejskie,
- region województwa małopolskiego z udziałem 30% ludności dużych miast, 20% małych miast oraz 50% obszaru wiejskiego.

Dane literaturowe wykazują, że w rzeczywisty skład morfologiczny strumienia odpadów komunalnych zmieszanych, charakterystycznego dla dużego miasta wchodzi głównie odpady kuchenne, tworzywa sztuczne, papier i tektura nieopakowaniowe, szkło i papier opakowaniowe. Frakcja gruba (> 100 mm) stanowi 40% wszystkich odpadów z go-

spodarstw domowych, z czego większość stanowią odpady przeznaczone do recyklingu [1]. Morfologia odpadów wytwarzanych przez obszary wiejskie jest zdecydowanie odmienna [5].

Tabela 1. Morfologia wytwarzanych odpadów komunalnych wraz z udziałem procentowym

Table 1. The morphology of municipal waste production with the percentage share

Fracje morfologiczne odpadów komunalnych	Udział procentowy poszczególnych frakcji [%]					
	Duże miasto > 50 000		Małe miasto < 50 000		Obszar wiejski	
papier i tektura	19		9,7		5	
szkło	10		10,2		10	
metale	2,6		1,5		2,3	
tworzywa sztuczne	15		11		10,3	
odpady wielomateriałowe	2,5		4		4,1	
odpady kuchenne i ogrodowe	28,9		36,7		33,1	
odpady mineralne	3,2		2,8		6	
frakcja < 10 mm	4,5		6,8		16,9	
tekstylna	2,3		4		2,1	
drewno	0,2		0,3		0,7	
odpady niebezpieczne	0,8		0,6		0,8	
inne kategorie (4,9%)	3,2		4,5		4,9	
odpady wielkogabarytowe	2,5		2,6		1,3	
odpady z terenów zielonych	5,3		5,3		2,5	
Wytwarzanie odpadów komunalnych ogółem przez jednego mieszkańca	Wytwarzanie w latach 2013–2020 [Mg/M/rok]					
	2013r.	2020r.	2013r.	2020r.	2013r.	2020r.
	0,406	0,435	0,363	0,389	0,246	0,263

Źródło danych: na podstawie KPGO 2014, M.P. z 2010 r. Nr 101, poz. 1183, WPGO Woj. Małopolskiego, 2012

W procesie szacowania masy zmieszanych odpadów komunalnych kierowanych do mechaniczno-biologicznego przetwarzania, z ukie-
runkowaniem na biostabilizację oraz inne metody biologicznego prze-
twarzania, z całego strumienia wytwarzanych odpadów komunalnych
wydzielono „u źródła” odpady surowcowe (papier, szkło, tworzywa
sztuczne i metale) w ilości wymaganej rozporządzeniem Ministra Śro-
dowiska w *sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego
użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunal-
nych* [14] oraz pozostałe odpady zbierane selektywnie takie jak: odpady
zielone, wielkogabarytowe, budowlane, niebezpieczne oraz ZSEE.

Do strumienia odpadów komunalnych zbieranych w sposób zmie-
szany a tym samym kierowanych do części mechanicznej instalacji MBP
zaliczono zatem: papier i tekturę (pomniejszone o wymagane roczne po-
ziomy selektywnie zebrane), szkło (pomniejszone o wymagane roczne
poziomy selektywnie zebrane), metale (pomniejszone o wymagane rocz-
ne poziomy selektywnie zebrane), tworzywa sztuczne (pomniejszone
o ustalone poziomy selektywnie zebrane), odpady wielomateriałowe,
odpady kuchenne i ogrodowe, odpady mineralne, frakcję < 10 mm, tek-
stylią oraz drewno. Masa odpadów kierowanych do części mechanicznej
została określona dla obszarów zamieszkiwanych przez 120 000 miesz-
kańców w podziale na charakterystyczne obszary zabudowy (tabela 1–3).

Wymagana wydajność dla części biologicznej instalacji powinna
być dostosowana do przetworzenia masy odpadów wydzielonych w wy-
niku segregacji mechanicznej. Założono, że wymagana przepustowość
części biologicznej zostanie oszacowana na podstawie masy możliwej do
kierowania do produkcji stabilizatu lub paliwa alternatywnego. Masę
kierowaną do części biologicznej instalacji obliczono zatem, na podsta-
wie udziału procentowego odpowiednich frakcji morfologicznych w ca-
łym strumieniu odpadów komunalnych, oczywiście z wcześniejszym
wydzieleniem odpadów zbieranych „u źródła”. W procesie szacowania
przyjęto:

- do produkcji stabilizatu zaliczono frakcję o wielkości 0–80 mm wy-
sortowaną z zebranych w sposób zmieszany, a następnie z wydziele-
niem szkła, metali, tworzyw sztucznych oraz odpadów mineralnych;
założono, że frakcja powyżej 80 mm zostanie przeznaczona do recy-
klingu i ponownego użycia frakcji surowcowych i nie jest kierowana
do przetwarzania biologicznego instalacji MBP; na podstawie anali-

zy własnej autorów przyjęto, że wśród frakcji 0–80 mm znajduje się około 40% papieru, 40% odpadów wielomateriałowych, 100% odpadów kuchennych i ogrodowych, 100% frakcji < 10 mm, 50% tekstyliów oraz 50% drewna w odniesieniu do ilości poszczególnych frakcji odpadów trafiających do segregacji mechanicznej;

- do produkcji paliwa alternatywnego zaliczono frakcję 0–80 mm oraz powyżej 80 mm z wydzieleniem szkła, metali i odpadów mineralnych.

4. Propozycja szacowanych wskaźników obliczeniowych

Na podstawie wydzielonych frakcji ziarnowych w procesie mechanicznej segregacji i przypuszczalnego, podawanego w rozdziale 2 ich składu morfologicznego można prognozować wymaganą przepustowość części biologicznej instalacji MBP z uwzględnieniem rodzaju zabudowy w regionach. Na tej podstawie obliczono udział masy odpadów kierowanych do przetwarzania biologicznego celem produkcji stabilizatu (tabela 2) lub paliwa alternatywnego (tabela 3) w odniesieniu do odpadów komunalnych wytwarzanych przez 120 000 mieszkańców a zbieranych w sposób zmieszany i kierowanych do części mechanicznej instalacji. Zaproponowana metodyka zakłada kierowanie całości wydzielonej frakcji odpadów o wielkości 0–80/100 mm do przetwarzania biologicznego ze względu na konieczność osiągnięcia parametrów jakościowych odpadów komunalnych i brak możliwości ich składowania oraz selektywne zbieranie „u źródła” na odpowiednim poziomie.

Oszacowany udział procentowy wydzielonych frakcji potraktowano jako wskaźniki obliczeniowe (procentowe), pozwalające na określanie przepustowości części biologicznej instalacji MBP. Uzyskane wskaźniki pozwalają na proste przeliczanie przepustowości części biologicznej w odniesieniu do przepustowości części mechanicznej instalacji MBP. W przypadku założenia, że kolejnym etapem instalacji będzie przetwarzanie w warunkach tlenowych celem produkcji stabilizatu (kompostowanie), prognozowana przepustowość części biologicznej kształtuje się w roku 2013 na poziomie 51–63% w stosunku do masy odpadów zbieranych w sposób zmieszany, natomiast w roku 2020 wzrasta do poziomu 61–71% (tabela 2). Docelowo wśród odpadów poddanych biologicznej stabilizacji istnieje możliwość wydzielenia frakcji 0–20 mm, która może znaleźć odmienne zastosowanie. Udział tej frakcji

kształtuje się na poziomie 20% w stosunku do masy odpadów zbieranych w sposób zmieszany. Jednak wysoka zawartość odpadów ulegających biodegradacji poddaje w wątpliwość celowość takiego działania.

W przypadku założenia, że kolejnym etapem instalacji MBP będzie proces biologicznego suszenia z produkcją paliwa alternatywnego, prognozowana przepustowość części biologicznej może sięgać maksymalnie wartości odpowiadającej całej masie frakcji palnych w strumieniu odpadów. Szacowane wskaźniki obliczeniowe w odniesieniu do przepustowości części mechanicznej kształtują się na poziomie 81–83% dla roku 2013 oraz 84–88% dla roku 2020 (tabela 3). Należy zaznaczyć, że proces suszenia zmniejsza masę odpadów docelowo kierowanych do produkcji paliwa o około 30% [17].

Tabela 2. Oszacowane wskaźniki procentowe dla prognozowania przepustowości części biologicznej instalacji MBP – produkcja stabilizatu
Table 2. Estimated percentages to forecasting of biological stage of production capacity in MBT – biological processed waste (called ‘stabilizat’) production

	Wytwarzanie odpadów przez 120 000 mieszkańców									
	rok 2013					rok 2020				
	Opady zmieszane		Frakcja 0–80 mm		Frakcja 0–80 mm do produkcji stabilizatu*	Opady zmieszane		Frakcja 0–80 mm		Frakcja 0–80 mm do produkcji stabilizatu*
	Mg	Mg	%	Mg	%	Mg	Mg	%	Mg	%
Miasto > 50 000	41119	24083	59	21074	51	33878	23167	68	20653	61
Miasto < 50 000	36988	24935	67	22548	61	33049	25043	76	23055	70
Obszar wiejski	26296	19102	73	16527	63	24207	19437	80	17088	71

* do frakcji kierowanej do produkcji stabilizatu zaliczono całość frakcji 0–80 mm z wyłączeniem odpadów ze szkła, metali, tworzyw sztucznych oraz odpadów mineralnych

Oszacowane wskaźniki zostały określone dla modelowych obszarów zamieszkiwanych jedynie przez mieszkańców dużego miasta lub małego miasta lub obszaru wiejskiego. W przypadku rzeczywistego zróżnicowania regionu podawane wskaźniki procentowe powinny być stosowane zgodnie z udziałem poszczególnych obszarów o charakterystycznej zabudowie w całości regionu rzeczywistego. Na rysunku 3 podano prognozowaną przepustowość dla przykładowego regionu z województwa małopolskiego zamieszkiwanego przez 120 000 mieszkańców z udziałem 30% ludności dużego miasta, 20% małego miasta oraz 50% obszaru wiejskiego.

Tabela 3. Oszacowane wskaźniki procentowe dla prognozowania przepustowości części biologicznej instalacji MBP – produkcja paliwa alternatywnego

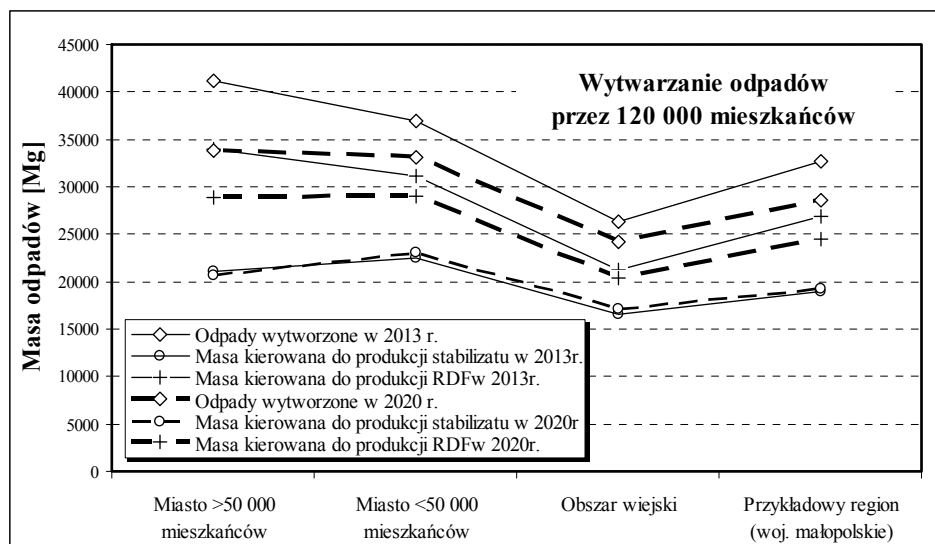
Tabela 3. Estimated percentages to forecasting of biological stage of production capacity in MBT – Refuse Derived Fuel production

	Wytwarzanie odpadów przez 120 000 mieszkańców					
	rok 2013			rok 2020		
	Opady zmieszane	Fracja 0–80 mm oraz > 80 mm do produkcji RDF* 19 12 10		Opady zmieszane	Fracja 0–80 mm oraz >80 mm do produkcji RDF* 19 12 10	
		Mg	Mg		%	Mg
Miasto > 50 000	41119	34007	83	33878	28919	85
Miasto < 50 000	36988	31160	84	33049	29012	88
Obszar wiejski	26296	21222	81	24207	20372	84

* do frakcji kierowanych do produkcji paliwa alternatywnego zaliczono frakcję 0–80 mm oraz frakcję > 80 mm z wyłączeniem odpadów ze szkła, metali oraz odpadów mineralnych

Należy ponadto podkreślić, że wskaźniki procentowe oszacowano w odniesieniu do masy odpadów zbieranych w sposób zmieszany przy założeniu i uwzględnieniu selektywnego zbierania „u źródła” zgodnie z poziomami wymaganymi odpowiednim rozporządzeniem. W rzeczywistości, trudnym zadaniem jest osiągnięcie takich poziomów jedynie po-

przez selektywne zbieranie „u źródła”. Przy zwiększonej masie zbieranych odpadów komunalnych w sposób zmieszany, analizowane wskaźniki będą przyjmować niższe wartości.



Rys. 3. Masa odpadów kierowanych do przetwarzania w części biologicznej instalacji MBP z podziałem na poszczególne obszary

Fig. 3. The waste mass directing to the treatment in the biological stage of MBT divided into particular areas

5. Wnioski

Prawidłowo funkcjonująca instalacja mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych (instalacja MBP) stanowi podstawowy element pozwalający na spełnianie przepisów prawnych w zakresie osiągnięcia koniecznych poziomów recyklingu i przygotowania do ponownego użycia, a także ograniczenia ilości odpadów ulegających biodegradacji kierowanych na składowiska [13, 14]. Część biologiczna instalacji prowadzi do przekształcania powstających w części mechanicznej odpadów o kodzie 19 12 12, w kierunku uzyskania konkretnych parametrów jakościowych, pozwalających na składowanie wytworzonego stabilizatu lub zagospodarowanie do produkcji paliwa alternatywnego.

Podawane w literaturze informacje są niewystarczające do określenia minimalnej wymaganej wydajności (przepustowości) części biologicznej instalacji MBP. Wskaźniki procentowe, oszacowane w niniejszej pracy mogą stanowić przydatny element pozwalający na prognozowanie i obliczanie wydajności części biologicznej. Dostępne źródła informacji podają, że przepustowość części biologicznej powinna kształtować się na poziomie 40–60% w odniesieniu do przepustowości części mechanicznej. Analiza i obliczenia przeprowadzone przez autorów wykazały, że przepustowość części biologicznej instalacji powinna być projektowana na poziomie nieco wyższym, sięgającym 60–70% w przypadku produkcji stabilizatu w procesie kompostowania. Uzyskany wynik jest efektem przyjętych w pracy warunków i założeń. W rzeczywistości jednak uzyskane wskaźniki procentowe mogą przyjmować niższe wartości w zależności od masy i składu morfologicznego odpadów zbieranych w sposób zmieszany a kierowanych do części mechanicznej instalacji.

Opracowane prognozy wykazały utrzymanie masy odpadów kierowanych do przetwarzania biologicznego na zbliżonym poziomie do roku 2020 przy założonym, jednoczesnym malejącym wytwarzaniu zmieszanych odpadów komunalnych, związanym ze zwiększeniem selektywnego zbierania. Udział procentowy odpadów frakcji 19 12 12 w całej masie odpadów zmieszanych wykazuje, zatem tendencję wzrostową. Przewidywany w pracy wzrost udziału procentowego odpadów kierowanych do produkcji stabilizatu lub paliwa alternatywnego spowodowany jest przede wszystkim zakładanym, stopniowym zwiększaniem selektywnego zbierania „u źródła”, co zdecydowanie wpływa na skład odpadów komunalnych zbieranych w sposób zmieszany.

Praca zrealizowana w ramach badań statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

Literatura

1. **Dawidowska A., Bzowski A., Roszko K.:** *Instalacje do segregacji odpadów komunalnych ZUOK „Zoniówka” w Zakopanem elementem ograniczenia składowanych odpadów.* Mat. VI Forum Gospodarki Odpadami, Licheń-Poznań, 449–455 (2005).
2. **den Boer E., den Boer J., Jaroszyńska J., Szpadt R.:** *Monitoring of municipal waste generated in the City of Warsaw.* Waste Management & Resources. 30(8), 772–780 (2012).

3. **Jędrzcak A.:** *Biologiczne przetwarzanie odpadów*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2008.
4. **Klojzy-Karczmarczyk B., Staszczak J.:** *Ograniczenie składowania w wyniku segregacji i selektywnego wybierania frakcji suchej odpadów komunalnych*. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, 84, 75–87 (2013).
5. Krajowy Plan Gospodarki Odpadami KPGO 2014, przyjęty Uchwałą Nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r. w sprawie "Krajowego planu gospodarki odpadami 2014 [M.P. z 2010 r. Nr 101, poz. 1183].
6. **Manczarski P., Kundegórski M.:** *Szacunki zdolności przerobowej instalacji regionalnej*. Ministerstwo Środowiska, 2011.
7. **Mikołajczak J.:** *The assesment the environmental risk on the areas degraded by the landfill*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management. Wyd. IGSMiE PAN. 22, 67–74 (2006).
8. **Mokrzycki E., Uliasz-Bocheńczyk A.:** *Paliwa alternatywne z odpadów dla energetyki*. Polityka Energetyczna. Wyd. IGSMiE PAN. 8, 507–515 (2005).
9. **Piaskowska-Silarska M.:** *Analiza możliwości pozyskania energii z odpadów komunalnych*. Polityka Energetyczna. Wyd. IGSMiE PAN. 15, 325–336 (2012).
10. Plan Gospodarki Odpadami Województwa Małopolskiego, przyjęty Uchwałą XXV/397/12 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 2 lipca 2012 roku.
11. **Rosik-Dulewska C.:** *Podstawy gospodarki odpadami*. Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa 2011.
12. **Rosik-Dulewska C.:** *Recykling organiczny odpadów: kompostowanie czy fermentacja metanowa – za i przeciw*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management. Wyd. IGSMiE PAN, (21), 57–72 (2005).
13. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 25 maja 2012 r. w sprawie poziomów ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania oraz sposobu obliczania poziomu ograniczania masy tych odpadów [Dz. U. z 2012 r. poz. 676].
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 maja 2012 r. w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych [Dz. U. z 2012 r. poz. 645].
15. Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 września 2012 roku w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych [Dz. U. z 2012 r. poz. 1052].
16. **Sidelko R., Seweryn K., Walendzik B.:** *Optymalizacja procesu kompostowania w warunkach rzeczywistych*. Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set the Environment Protection). 13, 681–692 (2011).

17. **Szpadt R.:** *Wytyczne dotyczące wymagań dla procesów kompostowania, fermentacji i mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (według stanu prawnego na dzień 15 grudnia 2008 r.)* Ministerstwo Środowiska, 2008.
18. Ustawa o odpadach z dnia 24 grudnia 2012 roku [Dz. U. z 2013 r. poz. 21, z późn. zm.].
19. **Wolczyński M., Janosz-Rajczyk M.:** *Influence Of Initial Alkalinity Of Lignocellulosic Waste On Their Enzymatic Degradation.* Archives Of Environmental Protection. 40(2), 103–113 (2014).

Estimation of Waste Mass Directed to the Treatment in the Biological Stage of Mechanical Biological Treatment (MBT)

Abstract

Processes of mechanical and biological waste treatment (MBT) collected in the mixed waste with selective collection of certain waste fractions, including raw material have a significant influence on reaching environmental effect connected with mitigation the amount of waste directing to disposal by landfilling. A regional installation for municipal waste treatment could be a mechanical and biological municipal waste treatment installation, with proper throughput (production capacity) adapted to the quantity of waste production by inhabitants of specific region with an assumed population of 120,000 inhabitants. An estimation of mechanical stages of the MBT installation is a relatively effortless issue to perform. In contrast, an estimation of the production capacity for a biological installation requires wide analysis of the quantity of waste production collected in the mixed waste, including the morphology composition of the waste and formulation of quantity and quality forecasts of waste streams directing to the biological stage of installation.

Production capacity of mechanical stage of the MBT is the result of waste production quantity collected in the mixed waste from inhabitants in the specific region. On the other hand, production capacity of biological stage of the MBT should be adapted to the treatment of waste with the code 19 12 12, arisen after the process of the mechanical treatment in the MBT. In practice, there is often supposed that the throughput of biological stage of the MBT should be formed at the level of the half throughput designed for the mechanical stage. The attempt of rates estimation, which would let forecast the quantity of waste stream directing to the biological stage of the MBT, was conducted as well as the analysis of the stream directing to the biological processed waste (called 'stabilizat') production and the stream directing to the Refuse Derived Fuel

production (RDF). The forecast of waste production divided into morphological fractions was performed for 2013 and 2020.

The analyses covered municipal waste stream producing by stipulated region with an assumed population of 120 000 inhabitants, collected in the mixed waste divided into the categories of: the city over 50 000 inhabitants, the city under 50 000 inhabitants, countrysides, the region of Lesser Poland Voivodship with 30% of people living in the large city, 20% for small city and 50% for countryside. According to performed estimations, it could be ascertained that the 19 12 12 fraction, emerging in the mechanical segregation process, directing to the biological processed waste ('stabilizat') production provide: 51% of mixed waste produced in 2013, 61% in 2020 for the large city region, 61% and 70% for the small city region, 63% and 71% for countrysides. The waste mass produced in the mechanical segregation process with the purpose of biological drying and further to the Refuse Derived Fuel production is slightly higher, including inflammable fraction assigned to sieves with the diameter over 80 mm.

These percentages could be legitimated as essential for production capacity of the biological stage of the MBT forecasting. In the period from 2013 to 2020, the percentage share of 19 12 12 fraction waste is increasing due to decreasing mixed municipal (residual) waste production. Estimated in this paper, increase percentages of waste directed to the biological treatment is mainly due to the assumed and the gradual increase of selective collection municipal waste 'at the source'.

Słowa kluczowe:

odpady komunalne, instalacja MBP, część biologiczna, wydajność instalacji, stabilizat, paliwo alternatywne

Keywords:

municipal waste, Mechanical Biological Treatment, biological stage, production capacity, biological processed waste (called 'stabilizat'), Refuse Derived Fuel (RDF)