

Model gospodarowania odpadami komunalnymi z wykorzystaniem elementów segregacji optycznej

Grzegorz LIGUS - Politechnika Opolska, Wydział Mechaniczny, Katedra Inżynierii Środowiska

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2012, 66, 11, 1229-1234

Wprowadzenie

Obecna sytuacja na rynku gospodarowania odpadami wymusza na każdej nowoczesnej jednostce gospodarczej czy terytorialnej stosowanie segregacji odpadów. Konieczność dotrzymania surowych wymagań ograniczania ilości deponowanych na składowiskach odpadów komunalnych czyni procesy rozdzielania i powtórnego wykorzystania poszczególnych frakcji wytwarzanych odpadów, podstawowym elementem systemu gospodarowania odpadami. Najczęściej spotykaną formą segregacji odpadów jest segregacja u źródła, polegająca na rozdzielnym gromadzeniu poszczególnych frakcji odpadów bezpośrednio przez ich wytwórcę. Innym sposobem osiągnięcia tego samego celu jest kierowanie zmieszanych odpadów do wyspecjalizowanych zakładów dysponujących zespołem urządzeń realizujących proces rozdzielania na frakcje (automatycznie lub z udziałem człowieka). Obecnie, w zależności od możliwości logistycznych, składu morfologicznego odpadów i ich ilości oraz oczekiwanej jakości pozyskiwanych surowców, oba sposoby są łączone i wzajemnie się uzupełniają [1]. Niezbędnym krokiem do ujednoczenia systemu gospodarowania odpadami na terenie kraju okazała się kompleksowa zmiana podstawy prawnej. Znowelizowana Ustawa o utrzymaniu porządku i czystości w gminie [3] wprowadza istotne zmiany koncepcji gospodarowania odpadami w Polsce. Zmiany te są na tyle zasadnicze, że wymagają korekt dokumentów strategicznych branży, m.in. Krajowego Planu Gospodarki Odpadami 2014 [4]. W dokumencie tym, podstawową jednostką odpowiedzialną za przetwarzanie odpadów i wypracowanie zakładanych stopni odzysku odpadów komunalnych zbieranych na terenie gminy lub związku gmin jest Zakład Zagospodarowania Odpadów (ZZO). Wg nowelizacji ustawy [3], obszar kraju podzielono na Regiony Gospodarki Odpadami, na terenie których funkcję tę mają realizować Regionalne Instalacje do Przetwarzania Odpadów Komunalnych (RIPOK). Definicja instalacji regionalnej (RIPOK) jest podana w ustawie [3] jako zakład zagospodarowania odpadów o mocy przerobowej wystarczającej do przyjmowania i przetwarzania odpadów z obszaru zamieszkałego przez co najmniej 120 000 mieszkańców, spełniający wymagania najlepszej dostępnej techniki lub technologii, zapewniający termiczne przekształcanie odpadów, lub:

- mechaniczno-biologiczne przetwarzanie zmieszanych odpadów komunalnych i wydzielenie ze zmieszanych odpadów komunalnych frakcji nadających się w całości lub w części do odzysku,
- przetwarzanie selektywnie zebranych odpadów zielonych i innych bioodpadów oraz wytwarzanie z nich produktu o właściwościach nawozowych lub środków wspomagających uprawę roślin, spełniających wymagania określone w przepisach odrębnych,
- składowanie odpadów powstających w procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych o pojemności pozwalającej na przyjmowanie przez okres nie krótszy niż 15 lat odpadów w ilości nie mniejszej niż powstająca w instalacji do mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych.

Zmiany w ustawie [3] mają na tyle duży wydźwięk, że wpływają na funkcjonowanie całego systemu gospodarowania odpadami w kraju. Najważniejszą z tego punktu widzenia zmianą jest jednoznaczne umocowanie prawne samorządów terytorialnych do określenia obowiązków podmiotów wytwarzających odpady, których przestrzeganie będzie egzekwowane w takim samym zakresie, jak w przypadku innych obowiązków prawnych. Utworzone zostało zatem skuteczne narzędzie administracyjne sprzyjające, poprzez kontrolę obrotu odpadami, rozwojowi systemu gospodarowania odpadami opartym na nowoczesnych technologiach do wielkoskalowego wytwarzania ze zmieszanych odpadów komunalnych frakcji o znaczeniu handlowym. Takie umocowanie prawne ułatwi eksploatatorom instalacji regionalnych dostęp do dużych strumieni odpadów, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania instalacji. Obecny brak gwarancji dotyczących wielkości dostarczanych odpadów do danej instalacji zajmującej się ich przetwarzaniem jest znaczącą przeszkodą inwestycyjną w tym sektorze gospodarki. Wprowadzone w nowelizacji ustawy [3] zapisy regulują zatem zagadnienia dotyczące możliwości kierowania strumieniami odpadów na terenie samorządów, a tym samym stają się dla inwestorów rodzajem gwarancji na wyłączność korzystania z zasobów odpadów zbieranych w danym regionie gospodarki odpadami. Biorąc pod uwagę szacunkową wartość rynku przetwarzania odpadów komunalnych w Polsce, wynoszącą ok. 5 mld zł/r [5], należy podkreślić, że zapisy takie stwarzają dobre warunki do rozwoju tej branży.

Modele gospodarowania odpadami komunalnymi

Podjęcie działań mające na celu realizację zobowiązań prawnych dotyczących gospodarki odpadami, warto skorzystać z hierarchii działań proponowanych przez systemy zarządzania środowiskowego. Modele te mają charakter uniwersalny dla wszystkich inwestycji dotyczących zagadnień środowiskowych. W szczególności są one jednak istotne dla tych inwestycji, które muszą funkcjonować w warunkach konkurencji rynkowej. Proponowany hierarchiczny model analizy problemu (Rys. 1) jest pomocny w prawidłowym ukierunkowaniu systemu gospodarki odpadami w podmiocie gospodarczym, czy w jednostce samorządu terytorialnego.



Rys. 1. Modelowa hierarchia działań w tworzeniu systemu gospodarki odpadami

Taki model zaleca w pierwszym etapie tworzenia systemu gospodarki odpadami dokonanie wnikliwej oceny stanu bieżącego. Ocena ta powinna być oparta na zbiorze wszystkich dostępnych metod (prawnych, normatywnych, obliczeniowych i pomiarowych), umożliwiających prawidłowe umiejscowienie w systemie gospodarki odpadami wszystkich elementów składowych, tj. selektywnej zbiórki, transportu, instalacji regionalnych itp. i dostosowanie ich do warunków lokalnych. Dopiero posiadając wiedzę wynikającą z przeprowadzonego przeglądu, można podejmować kroki dotyczące planowania strategii funkcjonowania systemu gospodarki odpadami w regionie.

Kolejnym z proponowanych etapów działania w hierarchicznym modelu postępowania podczas planowania systemu gospodarowania odpadami, jest prawidłowe obranie strategii tego systemu. Jest to element kluczowy w działaniach wstępnych, gdyż jednoznacznie wskazuje na wybór drogi postępowania z odpadami. W konsekwencji jest on skorelowany z rodzajem stosowanej technologii przetwarzania odpadów. Proponuje się, aby czynniki brane pod uwagę na tym etapie postępowania miały następujący charakter wraz ze zdefiniowanymi współczynnikami zmienności w perspektywie krótko- i długoterminowej:

- ilość odpadów
- charakter odpadów
- charakter regionu (uprzemysłowiony, rolniczy, turystyczny)
- ukształtowanie terenu i charakter zurbanizowania
- poziom świadomości ekologicznej społeczeństwa
- możliwości unieszkodliwiania termicznego
- możliwości wewnętrznego wykorzystania odpadów
- zapotrzebowanie na surowce odzyskane z odpadów
- możliwości wdrażania w regionie technologii wykorzystujących odzyskane surowce.

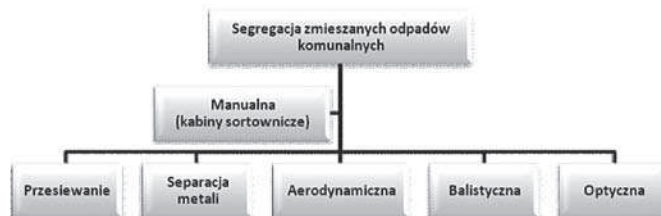
Mając na uwadze znaczny zakres czynności, jakie proponowany model zakłada do tego etapu, wybór technologii oraz dobór aparatów i urządzeń do instalacji stanowią końcową fazę projektowania nowego systemu gospodarki odpadami. Podstawowym założeniem jest tutaj umiejętność wskazania optymalnej korelacji parametrów ilościowo-jakościowych odpadów oraz najlepszej dostępnej techniki w zakresie ich przetwarzania. Tylko takie zestawienie wszystkich wskazanych parametrów daje szansę na osiągnięcie celów wyznaczonych w opracowanej wcześniej strategii gospodarowania odpadami. Gwarancją osiągnięcia tych celów jest bowiem dopiero prawidłowe opracowanie kolejnego poziomu opracowywanego systemu, jakim jest zarządzanie nim. Jest to ostatni etap przed wdrożeniem opracowanego projektu systemu gospodarowania odpadami. Aspekt zarządzania stoi na szczycie hierarchii systemu gospodarowania odpadami; jest więc najistotniejszym jego elementem. Podrzędnymi etapami są: zarządzanie fazą projektowo-konstrukcyjną, zarządzanie fazą rozruchu systemu gospodarki odpadami i zarządzanie właściwym funkcjonowaniem systemu gospodarki odpadami.

Regionalna instalacja do przetwarzania odpadów komunalnych

Skład morfologiczny odpadów komunalnych i wynikająca z niego różnorodność charakteru fizycznego i chemicznego, wymusza prowadzenie podczas sortowania kilku procesów cząstkowych. Dopiero ich całość tworzy program segregacji odpadów umożliwiający pozyskanie poszczególnych frakcji podstawowych. Frakcje te kierowane są odpowiednio do odzysku surowców wtórnych, kompostowania frakcji biodegradowalnej i do składowania (głównie frakcje mineralne).

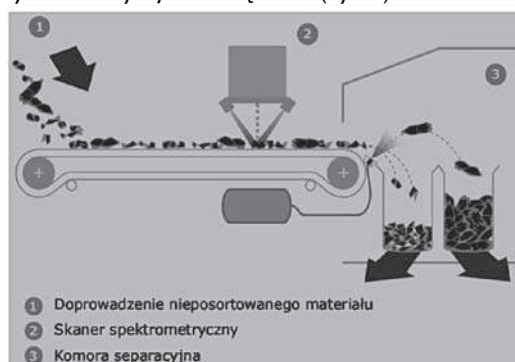
Zarówno kompostowanie jak i składowanie balastu, jest uzależnione od procesów segregacji, które w proponowanym modelu gospodarowania odpadami komunalnymi stanowi kluczowe ogniwo. Na Rysunku 2 przedstawiono stosowane obecnie techniki rozdzielania zmieszanych odpadów komunalnych. Najprostszym rozwiązaniem rozdzielania zmieszanych odpadów komunalnych na frakcje jest manualna segregacja w kabinach sortowniczych, która często jest łączona z mechanicznymi technikami rozdzielania odpadów (dość często

spotyka się konfigurację kabin sortowniczych z separatorami metali i metali nieżelaznych czy separatorów optycznych). Układy takie zakwalifikowano do kombinowanych systemów segregacji odpadów [2]. Ze względu na nie w pełni jeszcze rozwinięty system segregacji odpadów u źródeł i niski poziom świadomości ekologicznej społeczeństwa w zakresie segregacji odpadów, takie zestawienie technik wykazuje w naszych realiach wysoką wydajność. Technika kabin sortowniczych opiera się na fizycznej pracy operatora, który wzrokowo klasyfikuje odpady wg danej cechy. Kabin sortowniczych mogą pracować w trybie segregacji pozytywnej lub negatywnej. Segregacja pozytywna polega na identyfikowaniu cechy pożądanej, natomiast negatywna – na usuwaniu balastu nieposiadającego określonych cech. Segregacja negatywna charakteryzuje się większą wydajnością niż pozytywna, jednak kosztem jakości otrzymanego surowca. Z kolei segregacja pozytywna, gwarantuje produkt wysokiej jakości ale pozyskany z mniejszą wydajnością [2]. Kabin sortowniczych charakteryzują się wysoką elastycznością, gdyż operator może klasyfikowaną cechę interpretować w dowolnym stopniu uszczegółowienia (np. może pozyskiwać frakcję szklaną ogólnie lub bardziej szczegółowo z podziałem na kolor). Jest to duży atut tej techniki, gdyż umożliwia szybkie i beznakładowe dostosowanie linii sortowniczej do zmiennych parametrów odpadów czy zapotrzebowania na odzyskany surowiec.



Rys. 2. Techniki segregacji zmieszanych odpadów komunalnych

Ewolucją kabin sortowniczych są systemy segregacji optycznej, w których zmysł wzroku operatora, został zastąpiony sygnałem elektronicznym detektorów różnych typów, konstrukcji i funkcji. Układy takie stanowią elementy zakładów przetwarzania odpadów, a w myśl nowelizacji ustawy [3] będą coraz częściej stanowiły wyposażenie Regionalnych Instalacji do Przetwarzania Odpadów Komunalnych. Separatory optyczne stanowią obecnie najbardziej zaawansowaną technikę rozdzielania zmieszanych frakcji odpadów komunalnych. Zasada działania opiera się na identyfikacji zmiany właściwości promieniowania odbitego od danej frakcji odpadu. Do realizacji tego zadania niezbędny jest układ emitor-detektor oraz czynnik selektywny (najczęściej sprężone powietrze lub popychacz mechaniczny) kierujący rozpoznane frakcje do odpowiednich komór (Rys. 3). Dobór parametrów konstrukcyjnych dotyczy przede wszystkim rodzaju detektora, a tym samym promieniowania, które jest odpowiedzialne za identyfikację frakcji. Najczęściej stosuje się detektory bliskiej podczerwieni (NIR) i światła widzialnego (VIS), rzadziej promieniowania rentgenowskiego wysokiej rozdzielczości (RTG) oraz spektrometrii atomowej (AAS). Detektory mogą występować pojedynczo lub w zespołowo zwiększając elastyczność i wydajność urządzenia (Rys. 4).



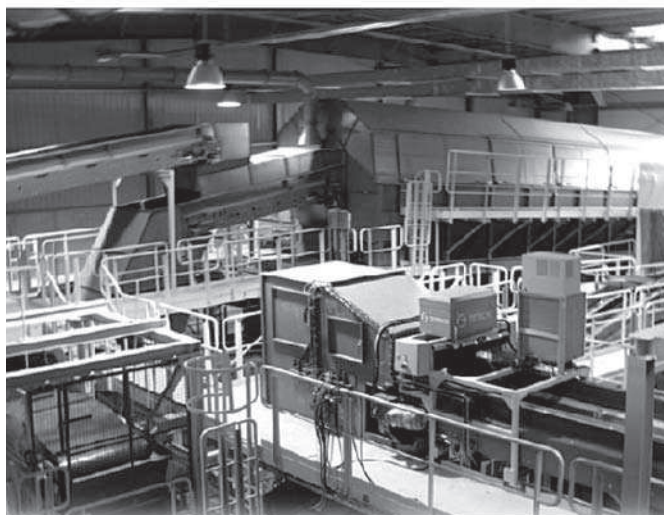
Rys. 3. Zasada działania separatora optycznego [7]

KONFIGURACJE CZUJNIKÓW		MODELE			
WYBÓR STANDARDOWYCH PAKIETÓW DLA KONKRETYCH ZASTOSOWAŃ		A	B	C	D
Sortowanie POLIMERÓW	Sortowanie np. kartoników po napojach, PE, PP, PS, PVC, PET, EPS, ABS ze względu na rodzaj materiału	•	•	•	•
Wydzielenie zmieszane PAPIERU	Wysortowanie papieru ze strumienia zmieszanych materiałów wejściowych	•	•	•	•
RDF	Produkcja frakcji RDF, z dodatkowym rozróżnieniem lamieci/drewna		•		•
Sortowanie odpadów budowlanych	Sortowanie materiałów organicznych/nieorganicznych		•		•
Sortowanie PET/PE	Sortowanie PET/PE ze względu na kolor, np. jasnoniebieski, przezroczysty, itp.			•	•
Doczyszczanie DREWNA	Produkcja frakcji czystego drewna/pięt wiórowych poprzez usunięcie pomalowanego i powlekanego drewna			•	•
PAPER PLUS	Produkcja czystej frakcji deinking			•	•
Wydzielenie METALI	Wydzielenie wszystkich metali	Opcja: czujnik elektromagnetyczny (EM)			
WIELOFUNKCYJNY	Do PIĘCIU pakietów w JEDNYM urządzeniu	•	•	•	•
ZASTOSOWANIA SPECJALNE	Na życzenie	•	•	•	•

Rys. 4. Konfiguracja detektorów do separatorów optycznych [7]

Jednym z przykładów zastosowania systemów optycznego rozdzielania frakcji zmieszanych odpadów komunalnych jest z Zakład Gospodarki Komunalnej SA w Bielsku-Białej, który w latach 2009-2012 realizuje projekt pn. „Budowa kompleksowego systemu gospodarki odpadami dla miasta Bielska-Białej i gmin powiatu bielskiego” [6]. Całkowity koszt projektu wynosi ok. 85,5 mln zł, z czego kwota dofinansowania wynosi ok. 55,2 mln zł. W ramach projektu, poza budową II sektora składowiska odpadów oraz zamknięcia i rekułtywacji starego składowiska odpadów, przewidziano projekt i budowę Zakładu Gospodarki Odpadami w Bielsku-Białej Lipniku wraz z infrastrukturą i osprzętem, w skład którego wchodzi m.in. sortownia zmieszanych oraz zebranych selektywnie odpadów komunalnych o przepustowości 70 000 Mg/rok w układzie:

- kabina sortownicza (wstępna segregacja odpadów wraz z doczyszczeniem odpadów zebranych selektywnie)
- sito obrotowe do wydzielania frakcji mineralnej
- separatory metali żelaznych i nieżelaznych
- separatory optyczne (7 szt.) do wydzielania frakcji tworzyw sztucznych (PET, PE, PP), papieru, opakowań Terta-Pack oraz frakcji energetycznej (komponent do produkcji paliwa alternatywnego RDF)
- Automatyczna prasa belująca



Rys. 5. Instalacja do segregacji zmieszanych odpadów komunalnych z wykorzystaniem separatorów optycznych [6]

Zakład Gospodarki Komunalnej SA w Bielsku-Białej osiągnął dzięki inwestycji poziomy odzysku przewidziane prawem oraz wypracowany został znaczący efekt ekologiczny (zmniejszenie ilości odpadów deponowanych na składowisku o 60%, zwiększenie o 42,5% ilości odpadów biodegradowalnych kierowanych do kompostowni, redukcja masy odpadów po kompostowaniu o 30%, zwiększenie odzysku surowców wtórnych o 21,5%). Dodatkowo wprowadzenie mechanicznej segregacji odpadów bazującej na technikach optycznych, umożliwiło automatyczne wydzielenie frakcji energetycznej do wytworzenia paliwa alternatywnego.

Podsumowanie

Interdyscyplinarny rozwój inżynierii środowiska, sięgający nawet po skomplikowane rozwiązania z dziedziny elektroniki czy mechaniki, doprowadził do wypracowania technologii, które dają możliwości pełnego zagospodarowania wszystkich frakcji zmieszanych odpadów komunalnych. Skuteczne realizowanie tych możliwości zależy od wielopłaszczyznowej korelacji charakteru regionu z dobranymi technikami segregacji odpadów. Dostępne modele zarządzania takim przedsięwzięciem, zarówno na etapie planowania jak i eksploatacji, wspomagają procesy decyzyjne i ułatwiają funkcjonowanie inwestycji na otwartym rynku. Jednocześnie niezwykle istotna jest możliwość obserwacji konkretnych przypadków kompleksowego podejścia do opracowania nowoczesnego systemu gospodarki odpadami (nie tylko w innych państwach europejskich ale również w Polsce). Poznawanie rozwiązań podobnych problemów, przed jakimi stały inne regiony, jest najprostszą drogą do osiągnięcia celów zakładanych w strategii gospodarki odpadami.

Literatura

1. Łuniewski A., Łuniewski S.: *Od prymitywnych wysypisk do nowoczesnych zakładów zagospodarowania odpadów*. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok, 2010.
2. Letcher T., M., Vallero D. A.: *Waste: A Handbook for Management*. Elsevier, San Diego, 2011.
3. Ustawa z dnia 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2011 nr 152 poz. 897
4. Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2014, Monitor Polski nr 101, poz. 1183, 2010
5. Szwaczko W.: *Regionalna instalacja – wątpliwości interpretacje*. Przegląd komunalny nr 2011/12.
6. Pasierbek W.: *Budowa kompleksowego systemu gospodarki odpadami dla miasta Bielska-Białej i gmin powiatu bielskiego*, www.zgo.bielsko.pl, data dostępu 18.08.2012
7. Titech Poland – katalog produktów, www.titech.com, data dostępu 18.08.2012

Dr inż. Grzegorz LIGUS ukończył studia z zakresu inżynierii środowiska na Wydziale Mechanicznym Politechniki Opolskiej (2004). Również na tej uczelni obronił doktorat (2008) w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn. Do 2010 r. kierował Zakładem Inżynierii Środowiska w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Oddziale Inżynierii Materiałowej, Procesowej i Środowiska w Opolu. Obecnie jest adiunktem w Katedrze Inżynierii Środowiska Wydziału Mechanicznego Politechniki Opolskiej. Zainteresowania naukowe: zarządzanie środowiskiem, gospodarka odpadami, technika ciepła, hydrodynamika układów wielofazowych. Jest autorem i współautorem 8 rozdziałów w monografiach, ponad 20 artykułów naukowo-technicznych oraz wielu posterów i referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych.

g.ligus@po.opole.pl, tel. 77 400 6150, 602 183 669