

PO WIEDEŃSKU, CZYLI KOMPLEKSOWO TRAKTOWANE ODPADY

dr inż. Tadeusz Pająk, Eur Ing
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

1. Wprowadzenie

Wiedeń jest nie tylko wyjątkowym pod względem dziedzictwa kulturowego miastem Europy. Pielęgnowanie wielowiekowych dóbr kultury, zachowanie tradycji i umiłowanie muzyki idzie w tym mieście w parze z jeszcze jedną istotną cechą, wcale nie tak typową dla innych, znanych miast europejskich. Mowa jest tutaj o wyjątkowym klimacie ekologicznym tego miasta. Hasło „Wien ist anders”, które często wita turystów przy trasach dojazdowych do miasta - ma swoje uzasadnienie także w pojęciu czystości i stanu środowiska Wiednia. Troskę o stan środowiska naturalnego miasta wykazywano tutaj od dawna. Sięgnięcie po szklanekę wody zaczerpniętej prosto z kranu jest rzeczą jak najbardziej naturalną. Jest to wszak woda mineralna, w żaden sposób nieuzdatniana, sprowadzana akweduktami z wysokogórskich źródeł alpejskich. O to, ponad sto lat temu, zadbał cesarz Franz Josef I fundując miastu dwa rurociągi wody pitnej. Dzisiaj, liczące 1,65 mln mieszkańców miasto, w 97% pokrywa tym sposobem swoje zaopatrzenie w wodę. Nikogo nie dziwią usytuowane w obrębie miasta naddunajskie plaże, z których, bez obaw w upalne dni, korzystają mieszkańcy. Wiedeń – wzorowe miasto pod względem ochrony środowiska – posiada niemal perfekcyjnie uporządkowany kolejny problem dużego miasta jakim są jego odpady, czyli śmieci, wydalane dzień po dniu w ogromnych ilościach. Sięgające XVI w. tradycje wiedeńskiego „Mistbauera”, dbającego już wówczas w sposób zorganizowany o czystość miasta, dzisiaj oznaczają wzorowo realizowaną gospodarkę odpadami. Aby przekonać się jak efektywnie, a zarazem bezpiecznie dla środowiska naturalnego – wykorzystując najnowsze trendy i standardy w tej dziedzinie – traktować problem odpadów, wydalanych dzień w dzień przez duże miasto, należy przyjechać do Wiednia. Gospodarze Miasta z dumą zaprezentują eksploatowany od lat system zagospodarowania różnych grup odpadów. Nie pomną przy tym sugestii wynikających ze zdobytych doświadczeń i nie przemilczą zwłaszcza tych negatywnych, o których z racji niepowodzeń chciałoby się jak najszybciej zapomnieć.

2. Współczesny model wiedeńskiej gospodarki odpadami komunalnymi

Analizując współczesne osiągnięcia Wiednia w zakresie stosowanych metod kompleksowego zagospodarowania odpadów komunalnych, warto wspomnieć, że pierwsze zarządzenie władz miejskich odnośnie traktowania odpadów ukazało się w Wiedniu 14 listopada 1560 r. Zobowiązywało ono, podobnie jak mieszkańców średniowiecznego Paryża (analogiczne zarządzenie wydano tam w 1539 r.) do lokowania wszelkich odpadów i nieczystości na wyznaczonych terenach poza miastem, a nie gromadzenia ich na pobliskich placach czy ulicach. W 1839 r. wydano w Wiedniu kolejne zarządzenie zobowiązujące mieszkańców do gromadzenia odpadów we własnym zakresie i przekazywania ich specjalnie do tego celu powołanemu pracownikowi, zwanemu „Mistbauer”. Od 1923 r. rozpoczął funkcjonować w Wiedniu system gromadzenia i odbioru odpadów poprzez ogólnie dostępne pojemniki blaszane.

Obserwując przez pryzmat Wiednia najnowszą historię rozwoju gospodarki odpadami komunalnymi w Europie Zachodniej nie trudno dziś dostrzec, że potrzeba było ponad trzydziestu lat doświadczeń, aby stwierdzić, że jedna, pojedyncza metoda zagospodarowania odpadów nie jest w stanie rozwiązać tego problemu w sposób kompleksowy. Najwcześniej potwierdziły to termiczne metody, po które wobec gwałtownie narastającego strumienia odpadów komunalnych sięgnięto w Wiedniu – podobnie jak w innych miastach Europy Zachodniej – z początkiem lat sześćdziesiątych. Ówczesne spalarnie – słabo rozbudowane w obrębie węzła oczyszczania spalin – skutecznie rozwiązywały problem utylizacji odpadów, lecz jednocześnie stwarzały zagrożenie dla środowiska naturalnego. Z biegiem czasu budziło to coraz liczniejsze i uzasadnione sprzeciwy ze strony ekologów oraz podważało – widoczne u nas do dzisiaj – zaufanie do tego rodzaju metody unieszkodliwiania odpadów.

Mając świadomość tego faktu poszukiwano w Wiedniu innych, alternatywnych rozwiązań. Jednym z nich miało być zastosowanie mechanicznego sortowania wielofrakcyjnej masy odpadów i wydzielenia z nich użytecznych składników i surowców. Uruchomiona w 1981 r. w Wiedniu automatyczna sortownia odpadów, zaprojektowana według najlepszych dostępnych wówczas technologii światowych, już po kilku miesiącach funkcjonowania wykazała swoją nieskuteczność i nieprzydatność. Jej eksploatacja wykazała, że nie można efektywnie pozyskać z całej masy odpadów odpowiednio czystych surowców wtórnych, a szczególnie nieobciążonej toksycznymi substancjami frakcji bioorganicznej z przeznaczeniem jej do produkcji kompostu. W 1983 r. sortownia została zamknięta. Otwarto ją ponownie w 1985 r. nadając jej inny - opisany dalej - charakter centrum recyklingu. Sortownia ta będzie miejscem wykładów i zwiedzania przewidzianego w pierwszym punkcie programu Seminarium

Wszystkie te doświadczenia uświadomiły wyraźnie, że dopiero zastosowanie kilku wzajemnie połączonych metod, odpowiednio zhierarchizowanych i zintegrowanych w jeden spójny system, pozwoli skutecznie i kompleksowo zrealizować gospodarkę odpadami komunalnymi.

Współczesny model wiedeńskiej kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi oparty jest zatem o taki sposób zarządzania, który wykorzystuje i integruje dostępne, nowoczesne technologie zagospodarowania odpadów, prowadząc do skutecznego, efektywnego i proekologicznego ich wykorzystania i przetworzenia, zapewniając jednocześnie maksymalny odzysk zawartych w nich surowców użytecznych i energii.

Cechami charakterystycznymi tego systemu są:

- szeroko rozbudowana, prowadzona bezpośrednio u źródła selektywna zbiórka użytecznych frakcji odpadów obejmująca: papier, szkło białe i kolorowe, metale, tworzywa sztuczne oraz frakcję bioorganiczną,
- kompostowanie wyselekcjonowanej u źródła frakcji organicznej odpadów,
- 56 rozmieszczonych na terenie miasta Wiednia punktów oferujących obok możliwości deponowania wyżej wymienionych frakcji także składowanie odpadów zwanych w Wiedniu, jako problemowych, takich jak: lodówki, opony, monitory, sprzęt elektroniczny itp. oraz umożliwiających deponowanie i eliminowanie odpadów niebezpiecznych - wraz z systemem dalszego ich unieszkodliwiania,
- centrum recyklingu odzyskanych frakcji odpadów, gdzie przechodzą one ostateczną kontrolę lub dalszą przeróbkę i kierowane są do odbiorców,
- prowadzony w spalarniach odzysk energii pozostałości odpadów, które wobec wcześniej przeprowadzonej selektywnej zbiórki utraciły swe walory użytkowe a posiadają wartość surowca energetycznego,
- pionowo i poziomo zabezpieczone oraz monitorowane składowisko dla deponowania przetworzonych form odpadów, z energetycznym wykorzystaniem biogazu,
- kontrolowany i zrównoważony rynek odzyskanych surowców użytecznych i energii,
- giełda odzyskanych odpadów posiadających nadal walory użytkowe.

Ponadto system ten uzupełniają:

- oczyszczalnia ścieków wraz z instalacjami do termicznego przekształcania osadów ściekowych,
- spalarnia odpadów niebezpiecznych.

Nad całością tak funkcjonującego wiedeńskiego modelu kompleksowej gospodarki odpadami dominuje, jako nadrzędny i niezależny szeroko realizowany zespół działań zmierzających do unikania bądź ograniczenia strumienia powstających odpadów, a przede wszystkim do podnoszenia świadomości ekologicznej mieszkańców.

Funkcjonowanie tak scharakteryzowanego systemu nie byłoby możliwe bez wsparcia legislacyjnego, wynikającego ze spójnej i nadrzędnej ustawy o odpadach wydanej na mocy ogólnopaństwowego rozporządzenia z dnia 6 czerwca 1990 roku wraz z późniejszymi aktualizacjami i innymi rozporządzeniami.

Pierwsze kroki dla realizacji obecnego kształtu modelu wiedeńskiej gospodarki odpadami komunalnymi podjęto – bazując na wspomnianych wcześniej doświadczeniach – w 1985 r. Opracowano i wdrożono wówczas pierwszą wersję wiedeńskiego Master Planu w tej dziedzinie. W 1989 r. nastąpiła pierwsza korekta i dalsza rozbudowa systemu. W 1995 r., a następnie co 4 lata dokonywano kolejnych jego modyfikacji. Monitorowanie funkcjonowania systemu prowadzone jest w sposób ciągły, co umożliwia bieżącą jego kontrolę i korektę.

Całość problematyki kompleksowego zagospodarowania odpadów prowadzona jest przez wiedeński Wydział Magistratu, zwany w skrócie MA - 48 (Magistratsabteilung 48). Wydział ten prowadzi także szeroko rozbudowaną akcję podnoszenia świadomości ekologicznej mieszkańców miasta, a podany adres strony www dowodzi, że informacje na temat wiedeńskiego systemu gospodarki dostępne są w wielu językach, także polskim, co można sprawdzić pod adresem: <http://www.magwien.gv.at/ma48/pdf/abfallwirtschaft-polnisch.pdf>.

Oprócz działań w zakresie realizacji gospodarki odpadami komunalnymi Wydział ten zajmuje się oczyszczaniem miasta. Posiada w swojej gestii również własny park specjalistycznych środków transportu oraz maszyn niezbędnych do realizacji przedstawionego zakresu zadań.

3. Selektywna zbiórka odpadów

Zorganizowaną, selektywną zbiórkę odpadów komunalnych wprowadzono w Wiedniu w 1985 r., poprzedzając ją, trwającymi około jednego roku działaniami o charakterze pilotażowym.

Realizowana selektywna zbiórka odpadów to wiodący i priorytetowy element składowy całego systemu wiedeńskiej kompleksowej gospodarki odpadami. Jej cechą charakterystyczną jest wielopoziomowość, a dzięki temu szeroka dostępność przez mieszkańców, skuteczność i duża rozpiętość gromadzonych selektywnie użytecznych frakcji odpadów. System selektywnej zbiórki dostępny jest na kilku umownie rozumianych poziomach, które można następująco scharakteryzować:

poziom I - w bezpośrednim otoczeniu mieszkańców zabudowy wielorodzinnej.

Obejmuje on:

- pojemnik na papier - umieszczony w obrębie bramy wejściowej do budynku
- pojemniki na papier, szkło białe, szkło kolorowe oraz na odpady organiczne. Znajdują się one w obrębie usytuowania zasadniczych pojemników na pozostałość odpadów (zazwyczaj jest to zaplecze lub specjalne pomieszczenie każdego wielorodzinnego budynku mieszkalnego)

poziom II - o zakresie podobnym jak dla poziomu I lecz dla mieszkańców zabudowy jednorodzinnej.

Obejmuje on:

- pojemniki na papier, szkło białe, szkło kolorowe oraz odpady organiczne - usytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie grupy budynków zabudowy jednorodzinnej

poziom III - stanowiący kolejną ofertę selektywnego przekazania użytecznych frakcji odpadów poprzez sieć wolnostojących pojemników, umieszczonych na tzw. wysepkach selekcyjnych, z których każda przewidziana jest dla grupy około 1000 mieszkańców i w zasięgu nie przekraczającym zwykle 200 m. Obejmuje on pojemniki na:

- papier
- szkło białe
- szkło kolorowe
- puszki po napojach
- metale
- tworzywa sztuczne
- odpady organiczne

poziom IV - zorganizowany poprzez 56 stałych punktów rozmieszczonych na terenie miasta, przy czym 19 z nich to tzw. zbiorcze place selektywnego odbioru odpadów, a 37 to punkty odbioru grupy niebezpiecznych odpadów komunalnych.. Punkty te otwarte są w określonych godzinach, od poniedziałku do soboty, oferując odbiór następujących frakcji:

- frakcje jak na poziomie III oraz dodatkowo:
 - karton i tektura
 - materiały tekstylne
 - opony samochodowe
 - elementy z drewna
 - styropian
 - lodówki
 - sprzęt elektroniczny i elektryczny
 - odpady niebezpieczne.

Wymienione punkty zbiórki są jednocześnie miejscami, gdzie można bezpłatnie odebrać określone ilości (do 1m³) wysokiej jakości humusu, wyprodukowanego z selektywnie gromadzonych odpadów organicznych.

Według danych za rok 2004, w sumie 1 623 878 mieszkańców Wiednia wytworzyło łącznie 873 842 Mg odpadów komunalnych, z których:

- 540 415 Mg - stanowiły odpady, których selektywnie nie udało się rozdzielić,
- 333 428 Mg - to efekt frakcyjnie wyselekcjonowanych odpadów w ramach ich selektywnej zbiórki.

Oznacza to, że przeciętnie mieszkaniec Wiednia wyprodukował w 2004 r. około 538 kg odpadów komunalnych, z czego 205 kg każdy mieszkaniec zawrócił do ponownego wykorzystania.

W zakresie zrealizowanej w 2004 r. selektywnej zbiórki poszczególnych frakcji odpadów uzyskano następujące efekty:

Odpady organiczne

Odpady organiczne stanowią około 31% masy wiedeńskich odpadów komunalnych. Jeszcze w okresie lat sześćdziesiątych udział ich sięgał 60%.

Selektywne pozyskiwanie odpadów organicznych u źródła ich wytwarzania rozpoczęto akcją pilotażową w 1986 r. W 1988 roku zebrano 3160 Mg odpadów organicznych, w 1992 r. już 62 560 Mg, w roku 2005 natomiast około 96 000 Mg.

W 2004 r. w sumie zebrano 82 624 ton odpadów niemal w całości pochodzenia roślinnego. Stanowiło to 54% wszystkich odpadów bioorganicznych zawartych wówczas w wiedeńskich odpadach komunalnych. Efekt ten uzyskano głównie poprzez zbiórkę w terenach luźno zabudowanych (ok. 50%), natomiast w terenach gęsto zabudowanych pozyskano około 20% sumy odpadów organicznych. Zaangażowano do tego celu około 43 tys. pojemników rozstawionych w 25 tys. stanowisk.

Zgromadzona selektywnie biomasa jest przerabiana na kompost w dwóch kompostowniach, które podlegają Wydziałowi MA-48. Są to:

- kompostownia Lobau, o maksymalnej przepustowości 100 000 Mg rocznie zielonej masy. Posiada powierzchnię 5,2 ha. Została uruchomiona w 1991 r.
- kompostownia Schafflerhof, o przepustowości 30 000 Mg/a, uruchomiona w 1993 r.

Prowadzony w obu wymienionych obiektach proces kompostowania to klasyczny, statyczny proces naturalnej, tlenowej biodegradacji materiału ułożonego w pryzmach. Dojrzały i pełnowartościowy humus rozsyłany jest do znajdujących się w obrębie miasta punktów jego bezpłatnej dystrybucji dla mieszkańców. Głównym odbiorcą gotowego produktu jest miejska spółka warzywniczo - ogrodnicza, prowadząca w obrębie miasta na powierzchni 1800 ha, tzw. uprawę bio, opartą wyłącznie na naturalnych składnikach nawozowych.

Papier

W 2004 r. zebrano selektywnie 112 946 ton papieru, czyli 57% papieru występującego w odpadach komunalnych. Dla pozyskania takiej masy papieru (około 70 kg na mieszkańca rocznie) ustawiono w mieście około 80 tys. pojemników, które w większości przypadków znajdowały się w bezpośrednim zasięgu mieszkańców.

Szkło

Jest zbierane oddzielnie od 1977 r., a od 1990 w ramach zorganizowanej selektywnej zbiórki. Oddzielnie gromadzi się szkło białe i kolorowe. W 2004 r. zebrano w sumie 23 700 ton szkła zgromadzonego w około 17,5 tys. pojemników, co daje około 15 kg na jednego mieszkańca rocznie.

Metale

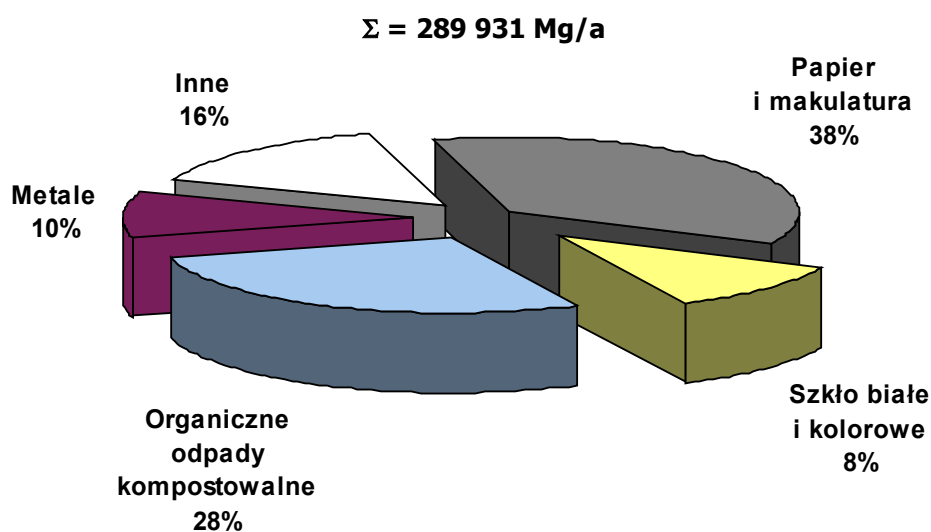
Metale pozyskuje się dwutorowo; poprzez selektywną zbiórkę realizowaną w około 6 tys. pojemników - efekt 3 468 ton opakowań, puszek metalowych oraz drogą odzysku metali żelaznych z żużla pozostającego po spalaniu odpadów - efekt 24 779 ton. W sumie odzyskano 28 247 ton metali, czyli około 16 kg przez jednego mieszkańca.

Tworzywa sztuczne

To frakcja, której celowość selektywnej zbiórki budzi duże kontrowersje. Rozpoczęto ją w 1989 r., jednak często zmieniano decyzje odnośnie tego, jakie rodzaje tworzyw sztucznych należy selektywnie gromadzić. Wynikało to głównie z problemów utylizacyjnych. Jak wskazują doświadczenia wiedeńskie tylko około 20% zebranych tworzyw sztucznych udawało się dalej wykorzystać. Od grudnia 1995 r. zdecydowano, aby gromadzić tylko folie opakowaniowe oraz opakowania po napojach czy innych płynach. Pozostałe rodzaje tworzyw sztucznych zezwala się gromadzić w pojemnikach na śmieci przeznaczone do termicznej utylizacji. W 2004 r. zebrano 6 412 ton tworzyw sztucznych.

Procentowy udział podstawowych, użytecznych frakcji odpadów w ich sumarycznej, selektywnie odzyskanej w 1998 r. masie przedstawia rysunek 1.

Jak potwierdzają dane przedstawione na rysunku 1 największą skuteczność selektywnego gromadzenia wykazuje papier, odpady organiczne, szkło białe i kolorowe oraz metale.



Rys.1. Efekty odzyskanych selektywnie użytecznych frakcji odpadów w 2004 r.

Eliminacja odpadów niebezpiecznych

Odpady niebezpieczne, zwane też problemowymi (typu zużyte baterie, świetlówki, przeterminowane lekarstwa, oleje w różnej postaci, chemikalia, farby, kleje itp.) stanowią procentowo niewielki udział w morfologii odpadów komunalnych Wiednia. Wynosi on 0,9% masy odpadów. Jednak świadomość ich niebezpiecznego oddziaływania na środowisko naturalne powoduje, że są one ze szczególną troską eliminowane z ogólnego strumienia odpadów. Proces eliminacji rozpoczęto w 1988 r. poprzez 37 stałych, rozmieszczonych na terenie miasta punktów odbioru odpadów niebezpiecznych z efektem zbiórki 937 Mg/a. W 2004 r. mieszkańcy miasta mieli do dyspozycji 56 punktów ich odbioru, na których zdeponowali 1823 Mg tych odpadów.

W ramach tej akcji gromadzi się także zużyte lodówki, których, w 2004 r. zebrano 24 406 sztuk. Zbiór ten odbywa się odpłatnie, poprzez system opłat depozytowych.

W okresie wiosny i jesieni akcja odbioru odpadów niebezpiecznych wspomagana jest poprzez mobilne punkty ich przejmowania. Podobnie jak inne elementy składowe wiedeńskiej kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi tak również eliminacja odpadów niebezpiecznych posiada odpowiednie umocowania prawne, będące częścią zapisu wspomnianej ogólnopństwowej ustawy o odpadach.

3. Pozostałe ogniwa wiedeńskiego systemu kompleksowej gospodarki odpadami

3.1. Centrum kwalifikacji i recyklingu selektywnie odzyskanych surowców użytecznych

Jak wspomniano wcześniej, w 1981 r. rozpoczęła funkcjonowanie w Wiedniu nowoczesna – oparta na najlepszych dostępnych wówczas technologiach – zautomatyzowana sortownia wielofrakcyjnej masy odpadów komunalnych. Usytuowana została w awangardowo zaprojektowanej hali o kształcie namiotu i nazwana RINTER-Zelt. Jednak już pierwsze miesiące jej funkcjonowania udowodniły, że mimo najlepszych założeń i rozwiązań technologicznych efektywne, mechaniczne – tzw. pozytywne sortowanie odpadów¹ nie jest możliwe. W 1983 r. została zamknięta. W 1986 r., wraz z rozpoczęciem w Wiedniu akcją selektywnej zbiórki odpadów, ponownie ją otwarto, przekształcając w centrum kwalifikacji i recyklingu selektywnie odzyskanych surowców użytecznych. Nazwano ją ABA (Abfallbehandlungsanlage).

Wraz z rozbudowywanym i rozwijającym się systemem selektywnej zbiórki odpadów poszerzała się funkcja tak przekształconej sortowni do obecnej roli nowoczesnego centrum recyklingu spełniającego następujące funkcje:

- ostatecznej kwalifikacji i kontroli selektywnie pozyskiwanych użytecznych frakcji odpadów (szczególnie tworzyw sztucznych) i ich dalszej ekspedycji,
- centralnego przejmowania bioorganicznej frakcji odpadów, przygotowania homogenicznej ich mieszanki i skierowania jej bezpośrednio do kompostowni,
- centralnego punktu przejmowania odpadów niebezpiecznych, ostatecznej ich klasyfikacji i ekspedycji do termicznego unieszkodliwienia bądź odzysku,
- centralnego punktu gromadzenia, wstępnej przeróbki i utylizacji odpadów wielkogabarytowych, lodówek czy najnowszej generacji odpadów - złomu elektronicznego,
- neutralizacji i zestalania żużla oraz popiołów pochodzących z termicznej utylizacji odpadów i ekspedycji wytworzonej mieszaniny na położone w pobliżu składowisko,
- punktu o charakterze giełdy oferującej odzyskane i nadal użyteczne odpady jak: meble, elektronarzędzia, instalacje sanitarne, opony samochodowe, artykuły sportowe, zabawki itp.
- centrum szkolenia różnych grup doradców w zakresie kompleksowej gospodarki odpadami.

¹ „pozytywne sortowanie” to wyselekcjonowanie z masy zmieszanych odpadów użytecznych ich frakcji, mogących zostać dalej wykorzystanych. Metoda ta jest jednak wielce dyskusyjna gdyż wysortowanie tego typu użytecznych (pozytywnych) składników odpadów jest niezmiernie trudne i mało efektywne, gdy odpady zostały wcześniej już zmieszane, gdyż np. były wrzucane wyłącznie do jednego pojemnika.. Stąd zdecydowanie bardziej efektywne jest tzw. „negatywne sortowanie” polegające na wydzieleniu ze wstępnie (selektywnie) wysortowanych frakcji wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń (negatywnych składników) tam się znajdujących. Np. oddzielenie z makulatury trafiających się tam worków foliowych, pojedynczych puszek metalowych itp.

3.2 Termiczne przetwarzanie odpadów w wiedeńskim systemie gospodarki

Zainstalowane na terenie Austrii instalacje termicznego unieszkodliwiania i wykorzystania odpadów funkcjonują wyłącznie, jako ogniwa zintegrowanego systemu zagospodarowania odpadów. Dzięki już zainstalowanym i zaprojektowanym w Austrii nowym spalarniom odpadów komunalnych, w tym dwóch obecnie funkcjonującym na terenie Wiednia i trzeciej w fazie przedinwestycyjnej, przetwarza się w Austrii drogą termiczną około 22% sumarycznie wytworzonego w tym kraju strumienia odpadów komunalnych. W tabeli I przedstawiono zaprojektowane lub nie dawno oddane do eksploatacji spalarnie odpadów komunalnych

Tabela I. Zaprojektowane lub już oddane do eksploatacji spalarnie odpadów komunalnych w Austrii

Land/Miejscowość	Ilość linii	Wydajność całk. [Mg/h]	Rodzaj technologii	Rok uruchomienia
Wiedeń	1	96 000	fluidalna ¹	2004
Wiedeń	2	250 000	rusztowa	paźdz. 2008
Dolna Austria Dürrrohr	2	300 000 regionalna	rusztowa	styczeń 2004
Dolna Austria Zistersdorf	2	130 000	rusztowa	w trakcie budowy
Górna Austria Wels 2	1	200 000 regionalna	rusztowa	koniec 2005
Karyntia Arnoldstein	1	80 000	rusztowa	wrzesień 2004
Styria Niklasdorf	1	100 000	fluidalna	2003/2004

Odnośniki do tabeli I:

¹ – stosuje się także współspalanie wiedeńskich komunalnych osadów ściekowych

Jak wyżej wspomniano Wiedeń posiada dwie, nowoczesne i bezpieczne ekologicznie, spalarnie odpadów komunalnych: MVA Spittelau i MVA Flötzersteig (o łącznej wydajności 430 tys. Mg/a) oraz spalarnię odpadów niebezpiecznych i osadów ściekowych – EBS Simmering.

Termiczne przekształcanie odpadów komunalnych spełnia rolę ogniwa zamykającego wiedeński system kompleksowego zagospodarowania odpadów. Spalaniu poddaje się tylko tę część odpadów komunalnych, która pozostaje po selektywnej zbiórce odpadów i nie przedstawia innej jak jedynie energetyczną wartość. Stanowi ona około 60% masy całego strumienia odpadów. Nazywana jest resztą lub pozostałością odpadów a gromadzona jest poprzez zasadnicze pojemniki (w szarym kolorze) przeznaczone ściśle na ten rodzaj odpadów, na tzw. odpady resztkowe. Proces termicznego przekształcania odpadów realizowany jest poprzez wydzieloną spółkę miejską - Firmę Fernwärme Wien. Rola Wydziału MA-48 kończy się w momencie przekazania odpadów do spalania i uiszczenia opłaty.

Spalane odpady, o średniej wartości opałowej około 9200 kJ/kg, są cennym paliwem - źródłem około 25% sumy wyprodukowanej w skali roku zdalaczynnej energii cieplnej, dostarczanej poprzez magistralę ciepłowniczą do wiedeńskich mieszkań i budynków użyteczności publicznej, głównie szpitali.

3.2.1. Spalarnia odpadów komunalnych Spittelau

Spalarnia Spittelau – popularnie zwana wiedeńską spalarnią Hundertwassera – rozpoczęła pracę w 1971 r. Swoją lokalizację zawdzięcza usytuowanemu w pobliżu szpitalowi powszechnemu AKH, któremu bezpośrednio dostarcza energię cieplną. Jest częścią zespołu elektrociepłowni, w skład której wchodzi także szczytowe kotły wodne, opalane gazem naturalnym, o łącznej mocy 460 MW_{th}.

W początkowym okresie eksploatacji, podobnie jak wcześniej wybudowana spalarnia Flötzersteig, nie posiadała zbyt szeroko rozbudowanego węzła oczyszczania spalin. Nie wymagały tego ówczesne rozporządzenia odnośnie dopuszczalnej emisji zanieczyszczeń. W maju 1987 r. podczas prac rewizyjnych wybuchł pożar. Znaczna część instalacji uległa zniszczeniu. Wobec ostrej fali krytyki przeciwników spalania odpadów rozważano całkowitą likwidację spalarni. Osiągnięto jednak kompromis, w wyniku którego odbudowano i zmodernizowano instalację, wykorzystując najnowsze technologie. Równoległe z modernizacją wiedeński artysta, grafik i ekolog Friedensreich Hundertwasser – nieoczekiwanie zmarły 21 lutego 2000 r. – mozolnie pracował nad nowym obliczem architektonicznym spalarni.

Obecnie spalarnia Spittelau to nie tylko swego rodzaju architektoniczny ewenement wśród spalarni światowych, ale także wśród innych obiektów przemysłowych. Jej egzotyczny kształt architektoniczny, a także najwyższy stopień zaawansowania technicznego zastosowanych rozwiązań spowodował, że obiekt ten został powszechnie zaakceptowany, także przez przeciwników spalania odpadów.

Spalanie odpadów następuje w dwóch liniach, z których każda wyposażona jest w dwutorowy ruszt posuwowo-zwrotny firmy Martin, o przepustowości 17-18 Mg/h, co pozwala rocznie termicznie przekształcać około 250 000 Mg odpadów. Komory paleniskowe obu bloków wyposażone są w automatyczne układy kontroli i sterowania. Kontrola strumienia powietrza pierwotnego podawanego do spalania oraz wysoka intensywność turbulencji, realizowana poprzez napływ powietrza wtórnego, pozwalają utrzymać optymalne warunki spalania. W związku z tym już w pierwszym etapie prowadzenia procesu spalania realizowany jest jego ekologiczny przebieg i minimalizowana emisja zanieczyszczeń i dioksyn.

Energia wydzielana podczas spalania odpadów komunalnych, których średnia wartość opałowa wynosi około 9200 kJ/kg, odzyskiwana jest w dwóch kotłach, w których wytwarzane jest w sumie 90 Mg/h pary o ciśnieniu 3,2 MPa, kierowanej dalej do turbogeneratorsa i ostatecznie do grupy wymienników ciepła. Zainstalowana moc elektryczna – 6 MW_e – pokrywa potrzeby własne instalacji (rzędu 3 MW_e), a nadwyżka odprowadzana jest do sieci publicznej. Moc cieplna instalacji (2×30 MW_{th}) pozwala równocześnie wyprodukować rocznie około 450 GWh energii cieplnej, dzięki której zasilany jest wspomniany szpital powszechny AKH oraz inni, w tym indywidualni odbiorcy. W tabeli II podano najbardziej charakterystyczne dane bilansowe spalarni odpadów komunalnych Spittelau za rok 2005.

Szeroko rozbudowany węzeł oczyszczania spalin gwarantuje wysoce efektywny przebieg procesu ich oczyszczania. Strumień spalin wynosi około 90 000 m³/h dla każdej linii. Zasadniczymi elementami węzła oczyszczania są:

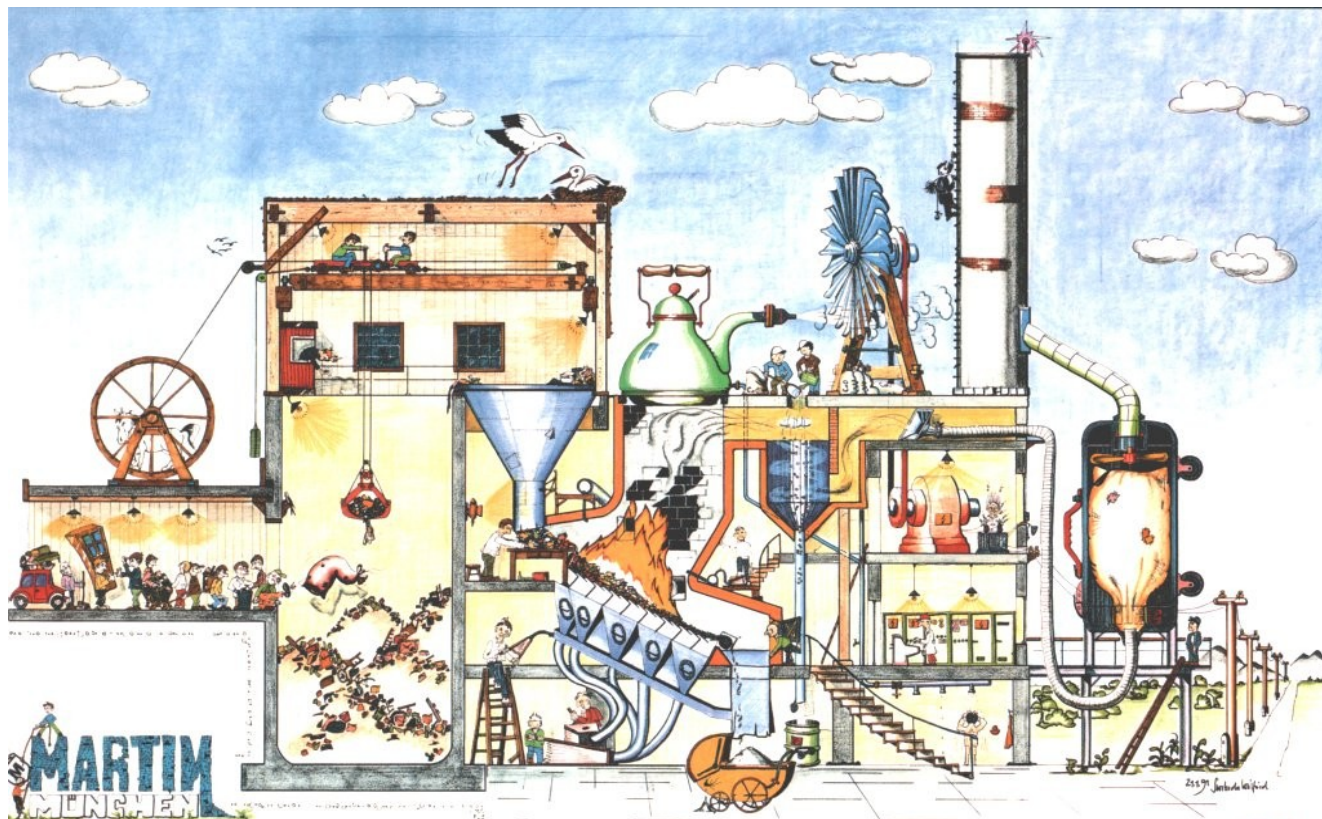
- trójstrefowy elektrofiltr o zdolności redukcji pyłu z jego zawartości wejściowej stężenia rzędu 4 g/m³ do poziomu 5 mg/m³,
- dwustopniowy układ płuczający,
- układ elektrodynamicznych dysz Venturii, pozwalający zredukować poziom pyłu poniżej 1 mg/m³,
- układ selektywnej redukcji SCR, spełniający podwójną rolę – redukcji NO_x i dioksyn,
- oddzielny układ oczyszczania wody biorącej udział w procesie płukania spalin.

Schemat procesowy spalarni Spittelau przedstawiono na rysunku 1, natomiast na rysunku 2 przedstawiono niezwykle humorystycznie, ale także bardzo trafnie w sensie technicznym, ideę termicznego przekształcania i odzysku energii odpadów komunalnych, realizowana w spalarniach, w których proces spalania odbywa się na ruszcie.

Tabela II. Charakterystyczne dane bilansowe spalarni odpadów komunalnych Spittelau za rok 2005

Parametr	Jednostka	Wartość
Ilość spalanych odpadów komunalnych	Mg/rok	258 256
Wyprodukowana energia cieplna netto	MWh	495 000
Wyprodukowana energia elektryczna netto	MWh	17 800

Rys. 2. SPALARNIA ODPADÓW KOMUNALNYCH SPITTELAU – SCHEMAT PROCESOWY, w załączniku



Rys. 3. Schemat procesu termicznego przekształcania odpadów w ujęciu „uproszczonym”

3.2.2. Spalarnia odpadów komunalnych Flötzersteig

W 1963 r., przełamując po raz pierwszy w Austrii monopol składowisk na zagospodarowanie odpadów, przekazano do eksploatacji pierwszą profesjonalną spalarnię odpadów komunalnych, usytuowaną w dzielnicy Flötzersteig, stąd jej nazwa. Zbudowano ją w oparciu o system szwajcarskiej firmy Von Roll. Do 1985 r. instalacja ta, spalając przeciętnie 140 000 Mg/a odpadów komunalnych, posiadała węzeł oczyszczania spalin ograniczony tylko do elektrofiltru oraz redukcji SO₂ wraz z HCl. W tym okresie spalarnia Flötzersteig nie cieszyła się najlepszą opinią wśród okolicznych mieszkańców i ugrupowań proekologicznych.

Wprowadzone w międzyczasie kolejne edycje rozporządzeń odnośnie emisji zanieczyszczeń zmusiły do modernizacji węzła oczyszczania spalin i wprowadzenia układu oczyszczania wód płuczających, co nastąpiło w 1986 r. W latach 1992/93, w odpowiedzi na kolejną nowelizację przepisów emisyjnych, wyposażono instalację oczyszczania spalin w katalityczny układ SCR, spełniający rolę reduktora tlenków azotu i dioksyn. Obecnie funkcjonujący węzeł oczyszczania spalin wyposażony jest w:

- dwustrefowy elektrofiltr o zdolności redukcji pyłu < 20 mg/m³,
- trójstopniowy mokry układ płukania spalin,
- katalityczny układ redukcji tlenków azotu i dioksyn,
- wielostopniowy układ oczyszczania wód biorących udział w płukaniu spalin.

Spalanie odpadów odbywa się w trzech liniach o łącznej, nominalnej wydajności rocznej wynoszącej około 180 000 Mg/a, przy czym:

- każda linia wyposażona jest w poziomy posuwowo-zwrotny ruszt jednotorowy, o powierzchni 29,3 m², ze zdolnością spalania 8,5 Mg/h,
- kocioł każdej linii produkuje nominalnie 27 Mg/h pary o ciśnieniu 1,5 MPa i temperaturze 320 °C, sprawność kotła wynosi około 83%, temperatura spalania w przybliżeniu 1100 °C, sumaryczna moc cieplna 50 MW_{th}.

Pozyskiwane ze spalania ciepło – średnio w roku około 310 GWh – wykorzystywane jest całorocznie. Służy do zaopatrzenia w energię ciepłą dwóch pobliskich szpitali, centralnej pralni wiedeńskich szpitali oraz sieci związkowego systemu zdalczego ogrzewania miasta.

W tabeli III podano porównawcze zestawienie najważniejszych danych eksploatacyjnych wiedeńskich spalarni odpadów komunalnych.

Tabela III. Porównanie podstawowych, średnich wskaźników wiedeńskich spalarni odpadów komunalnych Flötzersteig i Spittelau

Parametr	Jednostka	Spalarnia	
		Flötzersteig	Spittelau
Średni strumień spalanych odpadów w roku	Mg/a	180 000	250 000
Ilość godzin pracy w roku	h/a	7 500	8 000
Strumień wyprodukowanej pary w roku	Mg/a	478 316	649 029
Strumień wyprodukowanej energii cieplnej w roku	GWh/a	310	495
Czas pracy turbogeneratorsa w roku	h	-	8 443
Wyprodukowana energia elektryczna w roku 2005	MWh/a	-	17 872
Sprawność termiczna instalacji	%	72,0	75,7
Jednostkowe zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne	kWh na Mg odpadów	71,0	88,0
Jednostkowe zużycie gazu dla układu DeNOx-SCR	m ³ na Mg odpadów	10,64	15,76

3.2.3. Spalarnia odpadów niebezpiecznych EBS Simmering

Oddana do eksploatacji w 1981 r. w Wiedniu spalarnia EBS Simmering uzupełniła wiedeński system zagospodarowania odpadów w zakresie unieszkodliwienia odpadów niebezpiecznych oraz osadów ściekowych.

Odpady niebezpieczne i szpitalne spalane są w dwóch piecach obrotowych, ze średnią roczną wydajnością 75 000 Mg/a, z czego około 80% stanowią odpady niebezpieczne. Tak duża zdolność przetwarzania odpadów pozwala unieszkodliwiać odpady niebezpieczne oraz szpitalne pochodzące nie tylko z obrębu miasta, ale także z terenu całego kraju.

Każdy piec obrotowy ma średnicę 4,5 m, długość 12 m, kąt nachylenia 3°. Obraca się z prędkością 200 obr/h. Odpady spalają się w temperaturze 1200 °C, w której spaliny zanim zostaną dalej dopalane przebywają minimum 2 sekundy. Średni czas przebywania odpadów w komorze pieca wynosi 30-90 min., a skuteczność ich wypalenia przekracza 95%.

Osady ściekowe spalane są w sumie w czterech kotłach fluidalnych. Rocznie spala się około 60 000 Mg osadów ściekowych suchej masy. Pochodzą one z oczyszczenia około 250 mln m³ ścieków ze stopniem dokładności 90%, z których powstaje 1,5 mln m³ osadów. Ich mechaniczne odwodnienie (do 33,4% suchej masy) daje rocznie około 200 000 Mg kierowanych do spalania zagęszczonych osadów. Wartość opałowa suchej masy osadów wynosi 9-12 MJ/kg. Proces spalania zachodzi w temperaturze 860 °C.

Podobnie jak dwie spalarnie odpadów komunalnych również spalarnia odpadów niebezpiecznych jest źródłem energii cieplnej, przekazywanej do sieci miejskiej.

Współpracując z miejską siecią ciepłowniczą wprowadza do niej około 264 GWh energii rocznie. Dla zaspokojenia potrzeb własnych posiada turbogenerator o mocy 9 MW_e. Ogólna sprawność termiczna spalarni wynosi 72%. Całość instalacji wyposażona jest w węzeł oczyszczania spalin zawierający:

- dwustopniowy układ mokrego płukania spalin,
- dwustopniowy układ elektrodynamicznych dysz Venturii,
- wysokoefektywny filtr z węglem aktywnym,
- układ oczyszczania wód płuczających.

3.2.4. Emisja zanieczyszczeń z wiedeńskich spalarni odpadów

Wiedeńskie spalarnie odpadów mają ściśle określony poziom dopuszczalnych wartości emisji. Wartości graniczne wynikają z odpowiednich rozporządzeń krajowych lub decyzji lokalnych urzędów ochrony środowiska i odpowiadają jednym z najostrzejszych norm w tym względzie. Emisja zanieczyszczeń jest pod permanentną kontrolą odpowiednich władz, a jej bieżące wyniki w sposób ciągły prezentowane są mieszkańcom na tablicach świetlnych umieszczonych w określonych punktach miasta.

W zakresie ograniczenia emisji zanieczyszczeń szczególnie interesujące są wiedeńskie doświadczenia dotyczące redukcji dioksyn. To właśnie w spalarni Spittelau po raz pierwszy na świecie wykazano techniczną przydatność ceramicznego katalizatora - układu SCR - do skutecznej redukcji dioksyn. Zainstalowany tam w 1991 r. katalizator został rok później zastosowany również w spalarni Flötzersteig. Obecnie coraz szerzej stosowany jest w Europie. W spalarni odpadów niebezpiecznych - EBS Simmering bardzo wysoką skuteczność redukcji dioksyn osiąga się dzięki użyciu filtra ze złożem węgla aktywnego, przy czym pomiar dioksyn ma charakter ciągły, oparty o wyniki i analizy próbek z czternastu kolejnych dni.

W tabeli IV zestawiono wartości emisji podstawowych zanieczyszczeń, podając średnioroczne ich wartości wynikające z średnich wartości półgodzinnych.

Tabela IV. Średnie wartości emisji podstawowych zanieczyszczeń spalarni Flötzersteig, Spittelau oraz EBS Simmering

Składnik emisji	Średnie wartości emisji				Dopuszczalne wartości emisji			
	MVA Flötzersteig	MVA Spittelau	EBS Simmering		MVA Flötzersteig	MVA Spittelau	EBS Simmering	UE Dyrektywa 2000/76
			Odpady niebezpiecz.	Osady ściekowe				
Pył mg/m ³	3,0	0,9	<0,1	0,4	25	15	10	30
Dwutlenek siarki mg/m ³	10,6	4,2	<0,1	<0,1	100	40	100	200
Tlenek węgla mg/m ³	21,8	30,7	26	21	100	100	100	100
Tlenki azotu mg/m ³	32,0	28,4	70	65	80	100	350	400
Chlorowódór mg/m ³	2,7	4,5	<0,1	0,8	15	15	15	60
Suma węgla organicznego (C _{org}) mg/m ³	1,6	0,9	0,9	0,1	20	20	20	20
Rtęć w stanie pary, mg/m ³	0,025	0,020	<0,01	<0,01	0,1	0,05	0,05	0,05
PCDD/PCDF I-TEQ/ m ³	0,024	0,037	0,003	poniżej zakresu	0,1	0,1	0,1	0,1

Uwaga: podane w tabeli oznaczenia m³ dotyczą normalnego m³ spalin w stanie suchym, przy 11% zawartości tlenu.

4. Składowisko odpadów komunalnych Rautenweg

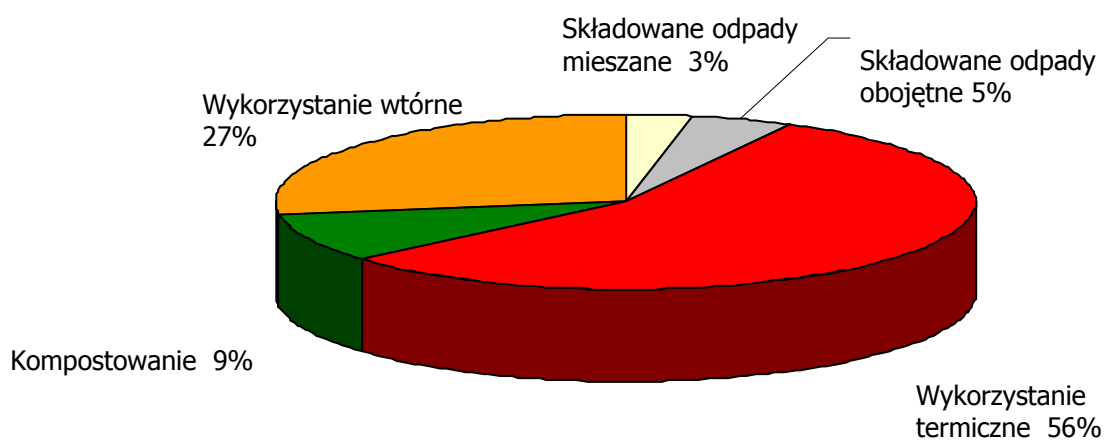
Składowisko Rautenweg ostatecznie zamyka system wiedeńskiej kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi. Stanowi ono jedyne miejskie składowisko odpadów komunalnych. Funkcjonuje od 1978 r. Zostało zlokalizowane na terenach wyeksploatowanego zakładu pozyskiwania żwiru. W 1985 r., w ramach gruntownej modernizacji systemu wiedeńskiej gospodarki odpadami komunalnymi, zostało skutecznie zabezpieczone i unowocześnione. Przy pomocy szczelnego, obejmującego cały obwód składowiska, podwójnego obwałowania betonowego – sięgającego do trzeciorzędowej warstwy – wypełnionego wewnątrz wodą, dokonano zabezpieczenia zewnętrznych wód gruntowych przed odciekami bocznymi ze składowiska. Warstwę spodnią składowiska stanowi naturalna warstwa iłó w o bardzo wysokim współczynniku szczelności. Całość systemu zabezpieczeń jest w nowoczesny sposób monitorowana.

Umacnianie obrzeży składowiska następuje sukcesywnie przy wykorzystywaniu zestalonych przy użyciu cementu mieszanki żużli i popiołów pochodzących z zakładów termicznego przekształcania odpadów. Pozwala to osiągnąć wysoki kąt pochylenia ścian bocznych składowiska i bardziej optymalnie wykorzystać jego potencjalną chłonność.

W 1991 r. rozpoczęto budowę instalacji do pozyskiwania biogazu ze składowiska (obejmowała ona 70 studni ujmujących gaz). Obecnie liczba punktów ujęć biogazu wynosi 170, co pozwala na pozyskanie rocznie około 17 mln m³ gazu. Odzyskany gaz kierowany jest do napędu 12 modułów silników gazowych sprzężonych z generatorami o mocy 660 kW_e każdy, co pozwala wyprodukować rocznie 42 GWh energii elektrycznej kierowanej do sieci miejskiej. Instalację odzysku i wykorzystania biogazu eksploatuje firma prywatna.

5. Podsumowanie

Procentowy udział omówionych powyżej, podstawowych metod zagospodarowania odpadów, stosowanych w kompleksowym systemie zagospodarowania wiedeńskich odpadów komunalnych, ilustruje rysunek 4. Szczególną uwagę zwraca wynoszący 36% masy strumienia efekt w zakresie recyklingu materiałowego – jest on sumą odzysku surowców wtórnych (27 %) oraz efektów kompostowania (9 %). Jeżeli zauważymy, że udział recyklingu energetycznego (odzysku energii poprzez termiczne przekształcanie odpadów) wynosi niemal 56 %, wówczas ponad 90% wiedeńskich odpadów znajduje wykorzystanie. Na składowisko trafia, zatem około 8% odpadów, w odniesieniu do których władze miasta poszukują usilnie dodatkowych rozwiązań. Do efektów takich nie zbliża się żadne inne miasto w Europie czy na świecie.



Rys. 4. Obecny udział podstawowych metod zagospodarowania odpadów w systemie wiedeńskiej kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi

W ten sposób Wiedeń daje również w dziedzinie zagospodarowania odpadów przykład wzorowego podejścia, godnego przeniesienia do innych miast, stanowiącego współcześnie rozumiany synonim kompleksowego systemu gospodarki odpadami.