Czym różni się spalarnia zmieszanych odpadów komunalnych od spalarni RDF?

Autorzy:
Dr hab. inż. Grzegorz Wielgosiński, prof. ndzw. PŁ, mgr inż. Olga Namiecińska
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka

(„Nowa Energia" – 1/2018)

Nie ulega żadnej wątpliwości, że spalanie odpadów stanowi ważny, istotny i wręcz nieodzowny element systemu gospodarki odpadami komunalnymi. Doświadczenia większości krajów Europy, w szczególności krajów Unii Europejskiej wskazują na to jednoznacznie. Ale musimy pamiętać, że spalanie nie może zdominować całego modelu gospodarki odpadami, gdyż zgodnie z obowiązującą hierarchią celów pierwszeństwo mają: przygotowanie do ponownego użycia i recykling.

Realizacja tych celów powinna odbywać się przede wszystkim w oparciu o selektywną zbiórkę odpadów. Pozostały po selektywnej zbiórce strumień odpadów kierowany jest dziś w Polsce do dwóch rodzajów instalacji - mechaniczno biologicznego przetwarzania (IMBP) lub bezpośrednio do termicznego przekształcania (ITPOK). Z doświadczenia innych krajów UE (Niemcy, Wielka Brytania, Włochy) wynika, że wariant MBP wymaga zawsze uzupełnienia o instalację do termicznego przekształcania frakcji paliwowej (kalorycznej) - tzw. RDF-u lub tzw. pre-RDF-u, co powoduje, że jest on o ok. 10 % droższy od wariantu bezpośredniego spalenia w spalarni odpadów komunalnych. Teoretycznie, instalacje MBP mogą być źródłem surowców do recyklingu, ale jest to zazwyczaj, w odróżnieniu od zebranego selektywnie, surowiec bardzo niskiej jakości, którego wykorzystanie jest kłopotliwe, a czasami wręcz bardzo problematyczne.

W chwili obecnej funkcjonuje w Polsce 5 nowych, zbudowanych w ostatnich latach nowoczesnych instalacji do termicznego przekształcania odpadów komunalnych (Białystok - 120 000 Mg/rok, Bydgoszcz - 180 000 Mg/rok, Konin - 96 000 Mg/rok, Kraków - 220 000 Mg/rok oraz Poznań - 210 000 Mg/rok,) uzupełniając funkcjonowanie warszawskiej spalarni odpadów komunalnych (ZUSOK - wydajność aktualna ok. 60 000 Mg/rok), co daje dziś całkowitą wydajności wszystkich instalacji równą ok. 826 000 Mg na rok. Lada chwila dołączyć powinna do nich siódma spalarnia w Szczecinie o wydajności na poziomie 150 000 Mg/rok. Na wysokim stopniu zaawansowania znajduje się kolejna instalacja w Rzeszowie o wydajności ok. 100 000 Mg/rok z opcją rozbudowy o drugą linię - powinna ona ruszyć do końca 2018 roku. Wiele wskazuje na to, że budowa kolejnych instalacji (Gdańsk, Olsztyn) rozpocznie się jeszcze w bieżącym roku. Na dzień dzisiejszy, sumując wszystkie pracujące i budowane spalarnie, wraz z istniejąca od 2001 roku warszawską spalarnią odpadów komunalnych (ZUSOK), można będzie na koniec 2018 roku przetwarzać termicznie łącznie ponad milion Mg odpadów komunalnych rocznie. Korzystając z dobrego wzorca pozostałych krajów UE, w których spalanie odpadów funkcjonuje od dawna, wybraliśmy w Polsce jako metodę termicznego przekształcania odpadów komunalnych sprawdzoną i najbardziej rozpowszechnioną technologię spalania na ruszcie.

Jednakże wg danych statystycznych, aktualny system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce opiera się dziś przede wszystkim na regionalnych instalacjach przetwarzania odpadów komunalnych - tzw. RIPOK-ach, którymi są instalacje mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów. Według danych z Krajowego Planu Gospodarki Odpadami (KPGO 2022) oraz nowych wojewódzkich planów gospodarki odpadami (WPGO) istnieje w kraju 157 instalacji MBP o łącznej wydajności 10 799 100 Mg/rok. Pokazano to w tabeli 1.

Tab. 1. Ilość powstających odpadów komunalnych zmieszanych a wydajność IMBP w poszczególnych województwach (stan aktualny)

Województwo	Masa odpadów komunalnych zmieszanych w 2014 roku	Moc przerobowa cz. mech. IMBP	Bilans	Ocena
	[Mg/rok]	[Mg/rok]	[Mg/rok]	
Dolnośląskie	747 325	1 336 800	589 475	nadwyżka
Kujawsko-pomorskie	431 812	775 500	343 688	nadwyżka
Lubelskie	298 100	422 900	124 800	nadwyżka
Lubuskie	258 964	391 500	132 536	nadwyżka
Łódzkie	441 012	403 500	-37 512	niedobór
Małopolskie	583 724	658 400	74 676	nadwyżka
Mazowieckie	1 136 426	1 850 480	714 054	nadwyżka
Opolskie	221 617	426 000	204 383	nadwyżka
Podkarpackie	274 900	288 000	13 100	nadwyżka
Podlaskie	218 013	227 667	9 654	nadwyżka
Pomorskie	511 085	782 600	271 515	nadwyżka
Śląskie	1 012 464	1 168 250	155 786	nadwyżka
Świętokrzyskie	139 726	200 800	61 074	nadwyżka
Warmińsko-mazurskie	310 551	583 000	272 449	nadwyżka
Wielkopolskie	897 496	581 203	-316 293	niedobór
Zachodniopomorskie	414 217	702 500	288 283	nadwyżka
RAZEM	7 897 432	10 799 100	2 901 668	nadwyżka

Docelowo, do roku 2020, projektuje się budowę następnych, tak by ich wydajność w części mechanicznej była na poziomie 12 414 133 Mg/rok. Daje to w 2020 roku 179 instalacji MBP,

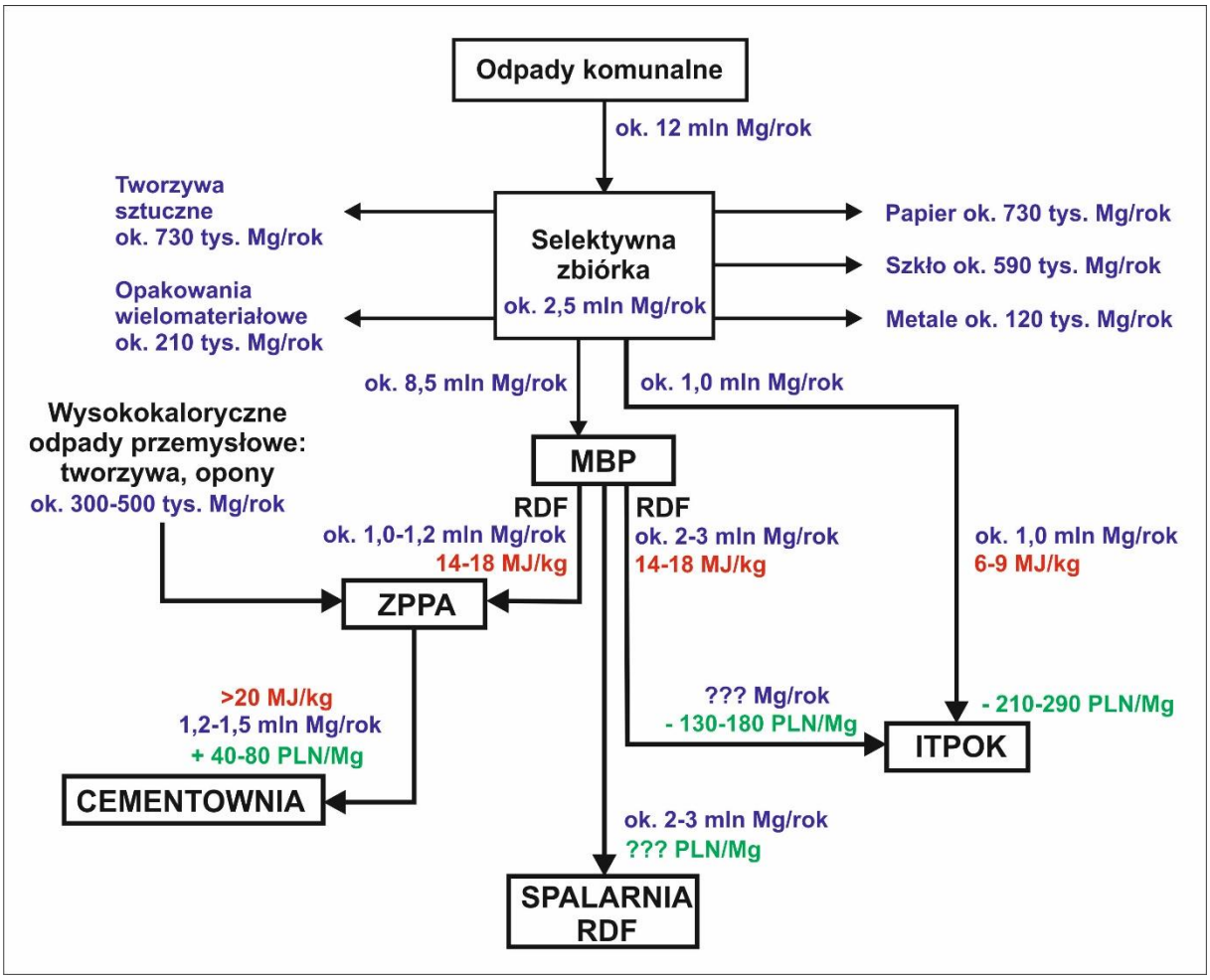
najwięcej w Europie. Analizując sytuację w poszczególnych województwach widać, że w większości z nich już dziś występuje nadwyżka mocy przerobowych instalacji MBP nad ilością wytwarzanych odpadów komunalnych zmieszanych (po odjęciu selektywnej zbiórki oraz masy odpadów poddawanych termicznemu przekształcaniu w 6 istniejących spalarniach). Jedynie w województwie łódzkim oraz wielkopolskim jest pewien niewielki deficyt. Jak łatwo się domyślić, planowane nowe inwestycje likwidują ten „niedobór".

Tab. 2. Podstawowa charakterystyka frakcji palnej (RDF i pre-RDF) wytwarzanej w instalacjach MBP wg raportu Jędrczaka i den Boer

Lp.	Udział odpadów biodegradowalnych	Wilgotność	Straty prażenia	Całkowity węgiel organiczny	Ciepło spalania
	%	%	%	%	MJ/kg sm
1	36,7	27,1	59,9	33,3	19,5
2	36,8	15,2	83,5	50,5	24,0
3	53,9	26,0	78,3	49,9	24,2
4	35,8	23,6	82,7	49,1	24,6
5	40,0	31,5	80,4	45,9	25,0
6	39,7	19,6	68,0	38,4	19,3
7	48,0	14,7	63,9	38,2	23,7
8	25,4	43,6	79,0	39,1	19,4
9	34,8	46,0	71,9	34,0	20,2
10	29,2	25,4	74,7	39,9	19,5
11	37,0	38,9	68,6	38,9	18,3
12	62,2	40,2	84,2	51,0	23,7
13	54,1	25,6	82,0	49,1	18,8
14	37,0	37,3	62,8	38,2	19,1
15	56,8	44,4	75,2	43,3	22,2
16	43,9	44,6	70,7	34,7	19,7
17	41,5	37,2	89,1	51,5	20,6
18	36,2	62,1	67,4	35,7	17,5
19	29,6	33,1	68,0	37,6	16,7
20	54,3	40,9	71,6	38,2	18,0
Średnia	41,6	33,9	74,1	41,8	20,7

Z danych eksploatacyjnych funkcjonujących w Polsce instalacji MBP wynika, że tzw. frakcja nadsitowa zwana często pre-RDF (nieczyszczona - kod 19 12 12) lub RDF (po oczyszczeniu i standaryzacji - kod 19 12 10) stanowi maksymalnie ok. 20-40% początkowej masy odpadów wprowadzanej do instalacji. Jak łatwo wyliczyć, oznacza to że do dyspozycji możemy mieć ok. 2-4 mln Mg frakcji kalorycznej wydzielonej z odpadów komunalnych (przyjmijmy, że spełniającej określone wymagania jakościowe - czyli inaczej RDF). Według danych z funkcjonujących instalacji RDF ma wartość opałową w granicach 12-18 MJ/kg, w zależności od wilgotności. Dane dotyczące jakości powstającego w IMBP RDF-u zestawiono w tabeli 2 (na podstawie opracowania: „Raport końcowy III etapu ekspertyzy mającej na celu przeprowadzenie badań odpadów w 20 instalacjach do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów" - autorzy: Andrzej Jędrczak i Emilia den Boer).

Biorąc pod uwagę bardzo wysoką wilgotność frakcji palnej (37-74%) - rzeczywista wartość opałowa analizowanych produktów badanych instalacji MBP jest niewielka i wynosi poniżej 10 MJ/kg. Oczywiste jest więc, że do termicznego przekształcania powinien trafiać RDF już podsuszony.



Rys. 1. Bilans strumieni masy odpadów dla prognozowanego systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w roku 2020 (oprac. własne)

Przedstawiony powyżej w sposób opisowy uproszczony bilans strumieni masy w systemie gospodarki odpadami komunalnymi da się zestawić w sposób syntetyczny w postaci rysunku (rys. 1) obrazującego przewidywany system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w roku 2020.

Duże nadzieje z zagospodarowaniem RDF-u pokładano w przemyśle cementowym, który od lat stosuje tzw. paliwa alternatywne wytworzone z odpadów. Kiedy 15 lat temu nasze cementownie rozpoczynały współspalanie paliw alternatywnych w ilościach ok. 5%, masy podawanego paliwa (węgla) wymagały od dostawców wartości opałowej nie niższej niż 12 MJ/kg. Dziś średni stopień zastąpienia paliw kopalnych paliwami alternatywnymi wynosi ponad 50%, a w niektórych cementowniach ponad 80% i nie są one zainteresowane paliwem alternatywnym o wartości opałowej mniejszej niż 20-22 MJ/kg, gdyż zastosowanie mniej kalorycznych paliw grozi nieosiągnięciem wymaganej technologią temperatury wypału klinkieru wynoszącej ponad 1450°C. Takiego paliwa wszystkie polskie cementownie mogą przyjąć maksimum 1,5 mln Mg. Aby do wytworzenia paliwa alternatywnego dla cementowni wykorzystać RDF wytworzony w instalacjach MBP konieczne jest jego „wzbogacenie" tworzywami sztucznymi lub gumą. Uwzględniając wartość opałową tworzyw sztucznych (maksymalnie ok. 42 MJ/kg) i gumy (maksymalnie 29 MJ/kg) do produkcji paliwa dla cementowni można wykorzystać maksymalnie ok. 1,0-1,2 mln Mg RDF.

Można wiec przyjąć, że „do dyspozycji" pozostanie w kraju ok. 2-3 mln Mg frakcji palnej wydzielonej z odpadów komunalnych w instalacjach MBP - czyli RDF-u. W chwili obecnej brak jest możliwości zagospodarowanie tego paliwa, gdyż jest ona w dalszym ciągu odpadem i świetle dotychczasowego stanowiska Komisji Europejskiej szanse na utratę przez RDF statusu odpadów są znikome. Istnieje teoretyczna możliwość eksportu ok. 1 mln Mg RDF do Niemiec, gdyż tyle mniej więcej wynosi tam nadwyżka mocy przerobowych 35 istniejących spalarni RDF (łączna wydajność ok. 5,0 mln Mg).

Czy tego chcemy, czy nie - nasza gospodarka odpadami komunalnymi oparta została o instalacje MBP, z których już dziś mamy rocznie do zagospodarowania ok. 1,5-3 mln Mg RDF-u. Powstaje więc zasadnicze pytanie co z nim możemy zrobić. W chwili obecnej większość tego strumienia jest tymczasowo magazynowana, i niestety dosyć często ulega pożarom. Wydaje się, że większość z tych „przypadkowych" pożarów w rzeczywistości nie jest dziełem przypadku, a jedynie próbą nielegalnego pozbycia się zalegającego na placach składowych RDF-u lub pre-RDF-u, którego zgodnie z prawem nie wolno skierować na składowisko. Co w takim razie powinniśmy robić?

Odpowiedź jest stosunkowo prosta - RDF jest odpadem, którego w żadnym przypadku nie wolno składować (zabrania tego między innymi Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku odpadów danego typu) a więc trzeba będzie go spalić. Energetyka i ciepłownictwo wykazują bardzo umiarkowane zainteresowanie RDF-em, gdyż jego spalanie lub współspalanie wiązać się będzie ze znacznymi kosztami dostosowania instalacji do wymogów formalno-prawnych spalania bądź współspalania opadów (a także ze względu na obawę korozji). Taniej i lepiej będzie więc wybudować specjalne instalacje do spalania RDF, najlepiej włączone w system ciepłowniczy miasta.

Powstaje więc w tym miejscu zasadnicze pytanie - czym tak naprawdę różni się spalarnia zmieszanych odpadów komunalnych od spalarnia paliwa z odpadów - RDF? Odpowiadając na nie, należy stwierdzić po prostu - pod względem konstrukcji i technologii - generalnie niczym. Wymagania prawne jakie stawiane są spalarniom RDF, ze względu na fakt, że RDF jest odpadem, są identyczne jak dla wszystkich spalarni, szerzej instalacji termicznego przekształcania odpadów.

Analizując podstawowe, średnie właściwości zmieszanych odpadów komunalnych (tab. 3), RDF-u oraz węgla kamiennego i brunatnego widać, że RDF jest paliwem o lepszych parametrach eksploatacyjnych niż zmieszane odpady komunalne.

Analiza danych przedstawionych w tabeli 3 prowadzi do stwierdzenia, że podstawową różnicą pomiędzy zmieszanymi odpadami komunalnymi a RDF-em jest wyższa wartość opałowa, będąca między innymi wynikiem niższej wilgotności oraz nieco mniejsza zawartość popiołu. Sprzyjać to będzie lepszemu przebiegowi procesu spalania, natomiast technologia spalania powinna być zbliżona do technologii spalania zmieszanych odpadów komunalnych, a system oczyszczania spalin - identyczny.

W przypadku spalania zmieszanych odpadów komunalnych dominuje sprawdzona i niezawodna technologia rusztowa. W niewielkim procencie przypadków stosowana bywa technologia spalania w złożu fluidalnym. Można więc przyjąć, że podobną technologię należy zastosować w przypadku spalania RDF-u. Doświadczenia krajów, w których funkcjonują spalarnie RDF (Wielka Brytania, Niemcy, Włochy, Finlandia) pokazują, że obie te technologie mogą znaleźć zastosowanie.

Tab. 3. Średnia wartość opałowa, zawartość wilgoci i popiołu w różnych paliwach

Paliwo	Wartość opałowa	Zawartość wilgoci	Zawartość popiołu
	MJ/kg	%	%
Zmieszane odpady komunalne	7-12	30-45	25-35
RDF	10-16	10-25	10-25
Węgiel brunatny	8-12	45-55	10-30
Węgiel kamienny	19-32	3-15	7-15
Biomasa	10-18	5-65	1-7

Technologia rusztowa znana jest od początku przemysłowego spalania odpadów. Początkowo stasowano ruszty stałe, natomiast od lat dwudziestych ubiegłego wieku dominują ruszty mechaniczne. Konstrukcje rusztów zmieniały się na przestrzeni lat uzyskując coraz wyższą niezawodność i umożliwiając coraz lepsze prowadzenie procesu spalania. Ruszt mechaniczny stosowany w spalarniach odpadów w sposób diametralny różni się od rusztów mechanicznych

stosowanych w małych kotłach energetycznych. Najczęściej jest to ruszt pochyły, posuwisto-zwrotny zapewniający oprócz transportu odpadów przez strefę spalania intensywne ich mieszanie i napowietrzanie, co umożliwia znaczące zmniejszenie tzw. niedopałów (substancji palnych zawartych w żużlu i popiele).

Technologia spalania w złożu fluidalnym w odniesieniu do odpadów komunalnych rozwinęła się w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Można tu rozróżnić trzy odmiany tej technologii:
instalacje ze stacjonarnym (pęcherzykowym) złożem fluidalnym (BFB),
instalacje z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym (CFB),
instalacje z rotacyjnym złożem fluidalnym.

Kotły fluidalne nadają się do spalania paliw o zróżnicowanych właściwościach (w tym kaloryczności), dają się również regulować w szerokim zakresie wydajności. Szczególnie interesujące są tutaj kotły z cyrkulacyjnym złożem fluidalnym. Zaletą instalacji fluidalnych jest możliwość zastosowania suchego usuwania zanieczyszczeń kwaśnych poprzez dodanie reagenta bezpośrednio do komory spalania oraz stosunkowo niska temperatura spalania (ok. 850°C), co zmniejsza ilość powstających tlenków azotu (w mechanizmie termicznym). Kotły fluidalne przeznaczone do spalania bądź współspalania różnią się konstrukcyjnie od kotłów przeznaczonych dla energetyki brakiem powierzchni ogrzewalnych w komorze spalania ze względu na konieczność dotrzymania wymaganej temperatury i czasu przebywania spalin.

Z uwagi na fakt funkcjonowania węzła rozdrabiania RDF-u przy instalacjach MBP może być on dostarczony do spalarni w formie umożliwiającej spalanie go bez problemu w złożu fluidalnym.

System oczyszczania spalin współczesnych spalarni odpadów składa się dziś najczęściej z węzła odpylania (elektrofiltr lub filtr tkaninowy), węzła usuwania gazów kwaśnych technologia półsuchą lub suchą, układu redukcji tlenków azotu - z reguły technologią niekatalityczną (SNCR) oraz węzła adsorpcji na węglu aktywnym. System oczyszczania spalin w spalarni RDF musi być identyczny. Biorąc pod uwagę podstawowe właściwości RDF-u (tabela 3) należy oczekiwać, że ilość wtórnych odpadów z procesu spalania RDF, w tym przede wszystkim żużli i popiołów będzie mniejsza, nawet o 50%, w stosunku do spalarni zmieszanych odpadów komunalnych.

Reasumując, wydaje się, że naturalnym kierunkiem działań w zakresie odpadami komunalnymi w najbliższych latach powinna być budowa co najmniej kilkunastu instalacji spalania RDF-u o wydajności około 2 mln Mg. Działania w tym kierunku są prowadzone, wiele instalacji zostało wpisanych do wojewódzkich planów gospodarki odpadami, lecz ciągle każdy projekt budowy takiej instalacji napotyka na często irracjonalny sprzeciw społeczny. Okazuje się jednak, że pomimo oporu części społeczeństwa (rzadko kiedy jest to więcej niż 20%) udaje się realizować tego typu przedsięwzięcia, czego dowodem są funkcjonujące już nowe polskie spalarnie oraz realizacja najnowszego projektu w Rzeszowie.