

---

## SKUTKI ŚRODOWISKOWE ZWIĄZANE Z EKSPLOATACJĄ ZTPO

**Dr Konrad Paweł Turzański**

Wytwarzane, w coraz większych ilościach, odpady komunalne determinują konieczność opracowania skutecznego i ekologicznego ich zagospodarowania. Optymalnego sposobu rozwiązania tego problemu poszukuje się od wielu lat, proponując coraz to nowsze metody, technologie, czy też systemy. Powstawania odpadów nie da się uniknąć i jest to jeden z podstawowych problemów dzisiejszej cywilizacji, z którym szczególnie boryka się wiele aglomeracji miejskich.

Statystyka przedstawiająca poziom wytwarzania śmieci przez mieszkańców Polski jest bezwzględna. „Rekordy” w produkcji odpadów biją mieszkańcy dużych miast, gdzie statystyczny mieszkaniec wytwarza przeciętnie od 300 do 500 kg odpadów w ciągu roku.

Mieszkaniec Krakowa produkuje około 300 kg śmieci rocznie, z czego aktualnie segreguje się zaledwie kilka procent odpadów przeznaczonych do powtórnego zagospodarowania. Z badań przeprowadzonych w ostatnich latach wynika, że dominującym odpadem wśród krakowskich śmieci jest papier i tektura, które stanowią 20% wszystkich odpadów. Na drugim miejscu plasują się tworzywa sztuczne 15%, następnie szkło 10%. Według danych statystycznych najwięcej śmieci wyrzucają mieszkańcy nowych osiedli 37 %, tuż za nimi miejsce zajmują mieszkańcy starych bloków 31 %, na trzeciej pozycji mieszkańcy kamienic 11 %, a stawkę zamykają mieszkańcy zabudowy jednorodzinnej 12%. W Krakowie praktycznie nadal, mimo wzrostu ilości zbieranych selektywnie odpadów, jedynym sposobem unieszkodliwiania odpadów jest ich składowanie na wysypisku Barycz, którego aktualna eksploatacja nie budzi zastrzeżeń.

W wyniku wieloletnich europejskich i światowych doświadczeń w zakresie sposobów postępowania z odpadami komunalnymi został opracowany model, którego konstrukcję oparto o kilka metod uwzględniających wymogi i uwarunkowania, technologiczne, lokalne i ekologiczne. Zastosowanie takiego modelu zapewnia możliwość utylizacji szerokiego spektrum odpadów z jednoczesnym odzyskiem surowców użytecznych i energii.

Model taki opiera się o następujące metody:

- odzysk surowców wtórnych u źródła ich powstawania,
- przetwarzanie na kompost selektywnie pozyskanych frakcji organicznych odpadów,
- wydzielenie odpadów niebezpiecznych i osobna ich utylizacja lub dalsze przetworzenie,
- utworzenie tzw. centrum recyklingu, które ostatecznie kontroluje i przekazuje dalej selektywnie gromadzone surowce wtórne,
- termiczna utylizacja odpadów z wykorzystaniem odzysku energii,
- utworzenie kontrolowanych składowisk unieszkodliwionych termicznie odpadów.

Zatem **termiczna utylizacja odpadów** jest tylko ważnym elementem tego systemu i w żadnym przypadku **nie jedynym sposobem** postępowania z odpadami.

---

---

Termicznej utylizacji poddaje się tylko te odpady, które straciły własności użytkowe, a reprezentują jedynie walory energetyczne. Zastosowanie tej metody, oprócz korzyści w postaci uzyskanej energii, daje również istotne zmniejszenie masy i objętości odpadów. W wyniku spalania masa wytworzonych odpadów, pomniejszona jest o część wysegregowanych, kompostowanych i wydzielonych odpadów, zmniejsza się do około 20-30 %, a ich objętość do 10% wartości początkowych.

Ponadto m.in. uzyskuje się dodatkowe efekty w postaci :

- likwidacji i redukcji toksycznych organicznych i nieorganicznych substancji zawartych w śmieciach,
- uzyskania energii zawartej w odpadach, a tym samym zmniejszenie zapotrzebowania na konwencjonalne źródła energii.

Jednak podjęcie decyzji o realizacji przedsięwzięcia jakim jest zakład termicznej przeróbki odpadów (**ZTPO**) musi spełniać jeden z podstawowych warunków ekonomicznych jakim jest minimalna ilość odpadów przeznaczonych do termicznego przetwarzania określana na poziomie minimum około 80 tys. ton w ciągu roku.

Spalanie odpadów oprócz swoich niewątpliwych zalet stwarza również zagrożenie. Złożoność i duża niejednorodność odpadów powoduje proces tworzenia się toksycznych substancji niebezpiecznych dla ludzi i środowiska naturalnego.

Nowoczesne spalarnie różnią się zasadniczo w swojej konstrukcji od tych budowanych w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego stulecia. Budowane wówczas spalarnie nastawione były jedynie na radykalną redukcję ilości odpadów oraz pozyskanie energii cieplnej lub elektrycznej. Skład i emisja gazów odlotowych była praktycznie zupełnie zaniedbywana. Obecnie w spalarniach opartych na palenisku rusztowym spalanie prowadzi się w sposób kontrolowany, tak aby ograniczyć do minimum powstające szkodliwe substancje dla człowieka i środowiska. Określono konkretne wymagania jakim ma sprostać nowoczesna spalarnia, głównie w sensie jej ekologicznej strony, poprzez utrzymanie rygorystycznego reżimu technologicznego, a mianowicie:

- dobór właściwego strumienia i temperatury podawanego powietrza pierwotnego, często wzbogaconego w tlen,
- odpowiednia konstrukcja rusztu, tak aby powietrze pierwotne miało swobodny dostęp w całej strefie reakcji spalania,
- odpowiednie przemieszczanie i podawanie odpadów co ma ograniczyć udział części nie spalonych w żużlu i przesypów przez ruszt poniżej 1 % całkowitej masy żużla,
- odpowiednie ukształtowanie komory paleniskowej zapewniającej właściwe wymieszanie niedopalonych spalin i powietrza wtórnego, ma to na celu zapewnienie temperatury spalin na poziomie nie niższym niż 850 °C, czas przebywania spalin w tej temperaturze musi wynosić co najmniej 2 sekundy, przy minimalnej zawartości tlenu równej 6 % obj.,
- utrzymywanie wymaganego stanu powierzchni wymiany ciepła w kotle utylizatorze, ma to zapewnić optymalizację procesu wymiany ciepła i ograniczyć efekt rekombinacji dioksyn.

Ponadto warunkiem niezbędnym jest zastosowanie wysokosprawnego węzła oczyszczania i neutralizacji spalin. Jest to trudne do osiągnięcia ze względu na zróżnicowany i zmienny w czasie skład odpadów. Zastosowane metody oczyszczania spalin muszą być efektywne nawet w

warunkach istotnych zmian koncentracji substancji szkodliwych w gazach odlotowych, tak aby ich końcowe stężenie odpowiadało obowiązującym normom. Instalacja musi być również wyposażona w urządzenia do przerobu i unieszkodliwiania stałych produktów spalania, czyli żużli, pyłów i popiołów, a także ścieków powstających po procesie oczyszczania spalin – jeśli do oczyszczania spalin wybrano moką metodę ich oczyszczania.

Poniżej przedstawiono stężenia substancji szkodliwych w gazach odlotowych w porównaniu z wartościami osiąganymi przez układ ich oczyszczania w nowoczesnej spalarni śmieci.

Rodzaj emisji	Stężenie nieczyszcz. gazów spalinowych [mg/m <sup>3</sup> ]	Osiągany poziom emisji gazów odlotowych [mg/m <sup>3</sup> ]	Dyrektywy Unii Europejskiej 1997 rok [mg/m <sup>3</sup> ]
Popiół lotny	2000-20 000	<1	10
Suma tlenków siarki SO <sub>2</sub>	100-2 000	<5	50
Suma tlenków azotu NO <sub>2</sub>	150-450	<30	200
Tlenek węgla CO	80-800	<25	50
Chlorowodór HCl	1 000-4 000	<3	10
Fluorowodór HF	20-50	<0,3	1
Suma węgla org. C <sub>org</sub>	10-400	<1	10
Rtęć Hg	0,4-0,7	<0,02	0,05
Kadm Cd	<2,5	<0,01	0,05
Metale ciężkie Cu, Pb	10-60	<0,1	0,5
Dioksyny, furany ngTEQ/m <sup>3</sup>	2-40	0,1-0,01	0,1

Należy zaznaczyć, że standardy emisyjne obowiązujące w naszym kraju dla spalania odpadów są zgodne z dyrektywą UE i w porównaniu do standardów emisyjnych przewidzianych np. dla elektrowni opalanej węglem, są od kilku do kilkunastu razy ostrzejsze.

Jedną z podstawowych zalet spalarni odpadów komunalnych jest możliwość odzysku ciepła wytwarzanego w procesie spalania. Spalarnie mogą funkcjonować jako elektrownie, ciepłownie lub elektrociepłownie. W zależności od uzyskiwanej formy energii stosuje się dwa rodzaje kotłów utylizujących ciepło spalin: parowe lub wodne. W kotłach parowych produkuje się parę nasyconą lub przegrzaną. W typowej instalacji temperatura pary wynosi około 400 °C, a ciśnienie 40 bar. Spalając jedną tonę odpadów można uzyskać od 2,5 do 3,5 ton pary. Wartości te są uzależnione od wartości opałowej odpadów oraz pożądanych parametrów pary.

Wartość opałowa odpadów komunalnych w wybranych krajach.

Kraj	Wartość opałowa [kJ/kg]	Kraj	Wartość opałowa [kJ/kg]
Stany Zjednoczone	11 200	Luksemburg	7 500
Wielka Brytania	9 200	Holandia	7 500
Niemcy	9 000	Belgia	7 300

Austria	9 000	Hiszpania	6 800
Szwecja	8 800	Włochy	6 700
Szwajcaria	8 500	Polska	6 200
Dania	8 400	Tajwan	5 900
Francja	8 400	Brazylia	5 200
Japonia	7 800	Chiny	4 200

Wartość opałowa może zmieniać się w szerokich zakresach od 4 200 do 11 200 kJ/kg, co jest uzależnione od składu morfologicznego odpadów – udział poszczególnych rodzajów odpadów w ogólnej ich ilości, w skład których wchodzi odpady mające odpowiednią wartość opałową takie jak: tworzywa sztuczne, papier i tektura, odpady pochodzenia organicznego, tekstylia itp. Resztę ogólnej ilości powstających odpadów, w tym względnie, stanowi balast: szkło, metale, gruz budowlany, resztki, ceramiczne, ziemia, popiół oraz inne pochodzenia nieorganicznego.

Poniżej podano aktualny uśredniony skład morfologiczny odpadów z terenów dużych miast Polski

#### Skład morfologiczny odpadów

l.p.	Nazwa składnika	Charakterystyka składnika	Udział składnika w próbie [%]
1.	odpady z tworzyw sztucznych	tworzywa sztuczne i wszelkie po nich pozostałości	30,7
2.	odpady papieru i tektury	pozostałości po wyrobach z papieru i tektury	12,8
3.	odpady metali	pozostałości po wszelkich wyrobach z wszystkich rodzajów metali	5,8
4.	odpady szkła	wyroby ze szkła i wszelkie po nich pozostałości	6,5
5.	odpady pochodzenia roślinnego i zwierzęcego	resztki powstające przy przygotowywaniu i po konsumpcji pożywienia, resztki artykułów spożywczych, resztki roślin pochodzących z wszelkiego rodzaju upraw itp..	15,2
6.	odpady mineralne	odpady z budownictwa - drobny gruz budowlany, resztki ceramiczne itp..	13,0

7.	odpady materiałów tekstylnych	wyroby z wełny, bawełny, lnu, włókien sztucznych i ich resztki	3,0
8.	pozostałe, w tym frakcja poniżej 10 mm	głównie ziemia i popiół oraz inne odpady niemożliwe do ścisłego wyspecyfikowania	13,0
<b>RAZEM</b>			<b>100,0</b>

Przyjmuje się, że proces spalania odpadów z odzyskiem ciepła jest efektywny gdy wartość opałowa przekracza 5 800 kJ/kg. Jest to tzw. granica autotermicznego spalania, czyli takiego, które nie wymaga użycia paliwa wspomagającego. Odpady z dużych polskich miast spełniają ten warunek, może on być jednak nie dotrzymany w przypadku małych gmin. W ostatnich latach zauważalny jest wzrost wartości opałowej polskich odpadów komunalnych, jak również ich ilości.

Jednym z najpoważniejszych problemów jaki występuje podczas eksploatacji spalarni odpadów jest emisja dioksyn do atmosfery. Problem ten jest wciąż aktualny i nie należy go w żadnym wypadku lekceważyć.

W ogólnej masie odpadów znajduje się pewna część odpadów pochodzenia chemicznego. Są to przeważnie tworzywa sztuczne i inne związki chemiczne zawierające takie pierwiastki jak chlor, brom czy fluor. Podczas procesu spalania ulegają one niekontrolowanym reakcjom, tworząc toksyczne związki organiczne, a wśród nich chloropochodne z grupy związków aromatycznych określane jako polichlorowane dibenzoparadioksyny (PCDDs) oraz dibenzofruany (PCDFs). Skrótowo związki te nazywa się dioksynami. Związkiem o największej toksyczności ze wszystkich izomerów dioksyn jest tetrachlorodibenzoparadioksyna (TCDD), w którego budowie atomy chloru zajmują pozycję 2,3,7,8. Dioksyny należą do jednych z najbardziej toksycznych substancji. Źródłem emisji tych związków jest wiele procesów spalania z udziałem chlorowcopochodnych i związków węgla np. procesy obróbki metali kolorowych, domowe paleniska pieców węglowych, elektrownie konwencjonalne, czy silniki spalinowe pojazdów mechanicznych.

W nowoczesnych spalarniach śmieci poziom emisji dioksyn wynosi 0,01 g/rok. Największego zagrożenia należy dopatrywać się w nieodpowiednio unieszkodliwionych popiołach i pyłach lotnych, w których zawartość dioksyn może sięgać kilku tysięcy ng I-TEQ/kg. Substancje te są składowane w suchych wyrobiskach kopalń soli (Niemcy) lub wiązane z żuzłem i cementem tworząc tzw. słaby beton (Austria).

W referacie zostaną omówione uwarunkowania lokalizacji i eksploatacji spalarni odpadów komunalnych jako potencjalne skutki zagrożenia dla środowiska, w porównaniu z powszechnie stosowanym sposobem składowania (składowiska) oraz konwencjonalną ciepłownią. Zostaną podane i omówione podstawowe zagadnienia związane z uwarunkowaniami technicznymi spalania odpadów oraz wpływu całego procesu technologicznego na poszczególne elementy środowiska.