

PROBLEMY ZWIĄZANE Z UTYLIZACJĄ ODPADÓW - Spalarnie odpadów komunalnych

Dr inż. Robert Tylingo

Spalarnie odpadów komunalnych

- **Rozporządzenie Ministra Środowiska¹⁾**
z dnia 20 grudnia 2005 r.
w sprawie standardów emisyjnych z instalacji²⁾
(Dz. U. Nr 260, poz. 2181, z 2006 r. Nr 17, poz.
140)
- Rozdział 3 Instalacje spalania i współspalania
odpadów

Instalacje spalania odpadów

- instalacje wykorzystywane do termicznego przekształcania odpadów lub produktów ich wstępnego przetwarzania, z odzyskiem lub bez odzysku wytwarzanej energii cieplnej;
- obejmuje to spalanie przez utlenianie odpadów, jak również inne procesy przekształcania termicznego odpadów, w tym pirolizę, zgazowanie i proces plazmowy, o ile substancje powstające podczas przekształcania są następnie spalane.

Wymagania dotyczące składowania odpadów komunalnych

- Zgodnie z zapisami rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 7 września 2005 r. w sprawie kryteriów i procedur dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach danego typu (Dz. U. Nr 186, poz. 1553)
- nie można składować odpadów komunalnych, których wartości graniczne przekraczają:
 - ogólny węgiel organiczny TOC jest > 5%
 - strata przy prażeniu jest > 8%
 - ciepło spalania jest > 6 MJ/kg

Wymagania dotyczące składowania odpadów komunalnych

- Podobne przepisy, dotyczące zakazu składowania nieprzetworzonych odpadów komunalnych obowiązują w Austrii w Niemczech, Holandii, Belgii i w pewnym sensie wymuszają potrzebę budowy spalarni odpadów.
- Ze względu na istotne problemy z praktycznymi możliwościami wdrożenia ww. rozporządzenia przewiduje się, że zastosowana zostanie karencja do końca roku 2012.

Systemie kompleksowej gospodarki odpadami komunalnymi



Spalarnie odpadów komunalnych w UE-15

UE-15 obecnie:
około 400
instalacji



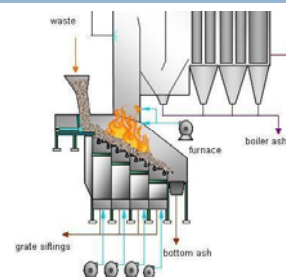
- Francji (123),
- Niemczech (60)
- Włoszech (49),
- najmniej w: Finlandii, Węgrzech i Polsce (po 1).
- Cena kilowatogodziny energii elektrycznej sprzedawanej przez zakłady waha się od 3 eurocentów w Niemczech - do 9 we Włoszech.
- W tym ostatnim kraju, podobnie jak w Belgii, Holandii i Danii, energia wytwarzana z odpadów uzyskuje tzw. zielone certyfikaty.

Emisja CO₂

- USTAWA z dnia 22 grudnia 2004 r. o handlu uprawnieniami do emisji do powietrza gazów cieplarnianych i innych substancji
- Aktualnie spalarnie są zaliczane do zakładów emitujących CO₂
- Rewizja dyrektywy dotyczącej handlu emisjami ma doprowadzić do wyłączenia spalarni jako zakładów emitujących CO₂

Jak działa spalarnia w Warszawie

- Odpady spalane są w przedziale temperatur 850-1150°C,
- Powstający żużel zsypuje się do leja z kurtyną wodną, gdzie następuje jego schłodzenie.



Produkcja energii

- Spaliny z komory spalania przepływają do komory dopalania, gdzie przebywają min 2 s w temperaturze ok. 950°C.
- Następnie kierowane są do kotła odzysknicowego, w którym otrzymujemy parę przegrzaną o temperaturze 380°C i ciśnieniu 40bar.
- Para przegrzana podawana jest na turbozespół który wytwarza energię elektryczną.

Oczyszczanie spalin

- **etap I** - zmniejszenie ilości tlenków azotu na drodze niekatalitycznej redukcji NO_x,
- **etap II** - redukcja kwaśnych zanieczyszczeń spalin (tj. dwutlenek i trójtlenek siarki, chlorowodór, fluorowodór) pył i części metali ciężkich,
- **etap III** - redukcja takich zanieczyszczeń jak: metale ciężkie, dioksyny i furany, pozostałe związki organiczne.

Etap I

- Odparowana woda amoniakalna po zmieszaniu z powietrzem z otoczenia jest wdmuchiwana do przestrzeni kotła w zakresie temperatur 850 do 950°C, w skutek czego następuje rozpad tlenków azotu na elementarny azot i parę wodną, bez żadnych produktów ubocznych.



Etap II

- Spaliny z kotła wprowadzane są do absorbera, gdzie następuje schłodzenie do temperatury ok. 140°C.
- Następnie do kolektora spalin za absorberem podawany jest (świeży) suchy wodorotlenek wapnia Ca(OH)_2 , który reagując ze spalinami tworzy substancje stałe, które separowane są ze strumienia spalin na filtrach workowych.

Etap III

- Proces ten zachodzi w adsorberze przeciwprądowym WKV działającym na zasadzie adsorpcji na koksie aktywnym. Przeciwprądowo poruszające się złożo adsorbentu w stosunku do przepływu spalin, pozwala na najlepsze z możliwych oczyszczanie spalin przy jednoczesnym minimalnym zużyciu koksu aktywnego.

Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych

- Uruchomiony 2.07.2001
- Koszt budowy Zakładu wyniósł ok. 180 mln zł
- Zdolność przerobowa
 - odpady przeznaczone do spalenia - ok. 57 tys. Ton
 - odzyskane metale - ok. 4 tys. ton
 - wyprodukowany kompost - ok. 18 tys. Ton
 - wytworzona energia elektryczna - ok. 21 tys. MWh
 - wyprodukowany z odpadów wtórnych (żużli i popiołów) granulat - ok. 23 tys. Ton

Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych

- Produkty poprocesowe (żużel pył i popiół pochodzące ze spalania odpadów) są zestalane wg. technologii szwajcarskiej firmy GEODUR CIS AG.
- Technologia ta polega na zestaleniu produktów poprocesowych przy użyciu środka wiążącego GEODUR, którego koncentrat jest mieszaniną substancji nieorganicznych monomerów i polimerów aktywnych powierzchniowo i cementu.
- Zestalone w ten sposób odpady mogą być deponowane na składowiskach
- Materiał ten może być także zastosowany w budownictwie drogowym.



Sytuacja Niemiec

- w Niemczech funkcjonuje obecnie ok. 60 instalacji o rocznych wydajnościach spalania od 100 do 800 tys. Mg.
- Instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych weszły na drogę prowadzącą od zwykłej spalarni odpadów do elektrociepłowni – oferując na sprzedaż odzyskane ciepło i energię elektryczną.
- Niektóre z elektrowni próbują obecnie wstąpić na tę drogę od drugiej strony.

Narażenie zawodowe i środowiskowe

- Zagrożenia:
 - polichlorowane bifenyle (PCBs), dioksyny,
 - dibenzofurany, chlorofenole, jedno- i wielopierścieniowe
 - węglowodory aromatyczne (WWA),
 - toksyczne metale (ołów, kadm, rtęć)
 - gazy drażniące (dinitlenek azotu i dinitlenek siarki).

Badania Europejskie

- W badaniach holenderskich obserwowano wyższe, średnie stężenia heptachloro i oktachlorodibenzodoksyny oraz heksachloro- i heptachlorodibenzofuranu we krwi pracowników spalarni odpowiednio 3, 1,7, 2 i 1,9 razy w stosunku do miejscowych mieszkańców nie pracujących w spalarni

Badania Europejskie

- W badaniach niemieckich oceniono narażenie na ołów, kadm, rtęć, arsen, chrom, nikiel, wanad, benzen, toluen, etylobenzen i ksylen oraz PCBs, heksachlorobenzen (HCB), pentachlorofenol (PCP) i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) w trzech grupach pracowników zatrudnionych na różnych stanowiskach pracy w SOK.
- U pracowników „piecowych” stężenia ołowiu, kadmu i toluenu we krwi oraz arsenu, 2,4-dichlorofenolu i tetrachlorofenoli w moczu były statystycznie znacznie wyższe w porównaniu z pozostałymi dwiema grupami pracowników.

Badania Europejskie

- W badaniach przeprowadzonych w pobliżu Barcelony mierzono narażenie
- na dioksyny, dibenzofurany, PCBs i metale toksyczne (ołów, chrom, kadm i rtęć) w grupach pracowników spalarni stałych odpadów komunalnych i mieszkańców na terenach oddalonych od spalarni odpowiednio 0,5-1,5 km i 3,5-4,0 km.
- Przed uruchomieniem SOK w 1995 r. stężenia dioksyn i dibenzofuranów we krwi były podobne we wszystkich trzech grupach badanych osób (13,4-13,9 pg I-TEQ/g lipidów).

Badania Europejskie

- Po dwóch latach pracy SOK stężenia te wzrosły średnio o 12,9% u pracowników spalarni oraz o 23,7% i 24,6% u osób mieszkających odpowiednio bliżej i dalej od spalarni, co wskazuje na większą emisję ksenobiotyków do środowiska ogólnego niż do środowiska pracy.
- Również wzrosły stężenia heksa- i hepta-PCBs, ale nie wykazywały zależności od odległości od źródła emisji.
- Stężenia toksycznych metali we krwi pozostawały niezmiennymi we wszystkich trzech grupach badanych osób.

Ryzyko zdrowotne wśród pracowników spalarni

- W badaniu retrospektywnym, w grupie 176 pracowników zatrudnionych przez co najmniej jeden rok w szwedzkich spalarniach odpadów komunalnych w latach 1920-1985, stwierdzono 3,5--krotnie wyższe ryzyko zgonu z powodu raka płuca niż w całej populacji szwedzkiej oraz 2-krotnie wyższe ryzyko w stosunku do populacji miejscowej.

Ryzyko zdrowotne wśród pracowników spalarni

- Ponadto wykazano 4,5-krotnie wyższe ryzyko marskości wątroby w stosunku do populacji generalnej.
- Natomiast robotnicy z ponad 30-letnim stażem pracy w spalarniach odpadów komunalnych wykazywali niewielki, ale znamieny statystycznie, wzrost ryzyka choroby niedokrwiennej serca

Ryzyko zdrowotne wśród pracowników spalarni

- Badania obejmujące 532 mężczyzn zatrudnionych w dwóch spalarniach odpadów komunalnych w Rzymie (Włochy) w latach 1962-1992, umieralność ogólna (ze wszystkich przyczyn) była statystycznie znamienne niższa niż w populacji ogólnej.
- Umieralność na nowotwory złośliwe ogółem i raka płuca była niższa od umieralności oczekiwanej w całej populacji włoskiej.
- Z kolei ryzyko raka żołądka było ok. 2,8-krotnie wyższe w porównaniu z populacją generalną.

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- W badaniach brytyjskich, obejmujących populację ponad 14 mln osób mieszkających w odległości 0-7,5 km od 72 instalacji SOK wykazano nieznaczny, statystycznie znamieny wzrost ryzyka nowotworów złośliwych ogółem.

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- W badaniach francuskich oceniono przestrzenne rozmieszczenie przypadków mięsaka tkanki miękkiej i chłoniaka nieziarniczego wokół spalarni odpadów komunalnych emitujących duże ilości dioksyn.
- Wykazano specyficzne rozmieszczenie przestrzenne tylko mięsaka.

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- W badaniu kliniczno-kontrolnym oceniono ryzyko zgonu na raka płuca w funkcji odległości od źródeł emisji substancji toksycznych obejmujących stocznię, odlewnię żeliwa, spalarnie odpadów komunalnych i centrum miasta Triestu (Włochy).
- Zidentyfikowano 755 przypadków raka płuca i tyleż samo osób zmarłych z przyczyn nie związanych z układem oddechowym (grupa kontrolna)

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- Stwierdzono, że względne ryzyko raka płuca w bezpośrednim sąsiedztwie spalarni odpadów komunalnych wynosiło 6,7 **spadało ze wzrostem odległości od źródła narażenia.**
- W centrum miasta ryzyko to wynosiło 2,2 i łagodnie malało wraz z odległością od tego miejsca.
- Natomiast w przypadku stoczni i odlewni żeliwa nie obserwowano podwyższonego ryzyka raka płuca.

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- W badaniu epidemiologicznym retrospektywnym, obejmującym 244 758 kobiet ciężarnych zamieszkałych w pobliżu spalarni odpadów komunalnych w północno-zachodniej Anglii
- stwierdzono przypadki urodzenia martwego płodu, śmierci okołoporodowej oraz noworodków z wadami wrodzonymi prowadzącymi do śmierci.
- Analiza tych danych wykazała nieznacznie podwyższone ryzyko występowania wad wrodzonych

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- W grupach 17-latków obojga płci, mieszkających w pobliżu huty ołowiu i dwóch instalacji SOK oraz na terenach wiejskich (grupa kontrolna) w pobliżu Antwerpii oceniono rozwój płciowy, czynność nerek i zmiany cytogenetyczne na tle narażenia środowiskowego na PCBs, związki dioksynopodobne, węglowodory aromatyczne (benzen, toluen) oraz metale ciężkie (kadm, ołów).

Ryzyko zdrowotne w pobliżu spalarni odpadów komunalnych

- U chłopców grupy badanej wykazano opóźnienie dojrzewania płciowego, a u dziewcząt opóźnienie rozwoju gruczołu młecznego.
- Obserwowane wczesne zmiany czynnościowe kłębuszków i kanalików nerkowych u młodzieży grupy badanej korelowały dodatnio ze stężeniem ołowiu we krwi,
- Zmiany cytogenetyczne wskazujące na uszkodzenie DNA wykazywały zależność od stężenia metabolitów substancji genotoksycznych w moczu (hydroksypirenu, kwasu mikonowego i o-krezolu)

Podsumowanie danych literaturowych

- Starek A. Spalanie odpadów komunalnych— aspekty toksykologiczne. „Bezpieczeństwo Pracy”, 1998 4 (321), 2-5
- Van den Hazel P., Frankort P. *Dioxin concentrations in the blood of residents and workers at a municipal waste incinerator.* Organohalogen Comp., 1996, 30, 119-121
- Wrbitzky R., Göen T., Letzel S., Frank F., Angerer J. *Internal exposure of waste incineration workers to organic and inorganic substances.* Int. Arch. Occup. Environ. Health 1992, 64, 265-273
- Gonzalez C.A., Kogevinas M., Gadea E., Huici A., Bosch A., Bleda M.J., Pöpke O. *Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid-waste incinerator before and after two years of operation.* Arch. Environ. Health 2000, 55, 259-267
- Gustavsson P. *Mortality among workers at a municipal waste incinerator.* Am. J. Ind. Med., 1989, 15, 245-253
- Dummer T.J.B., Dickinson H.O., Parker L. *Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north-west England. 1956-93.* J. Epidemiol. Community Health 2003, 57, 456-461
- Staessen J.A., Nawrot T., Hond E.D., Thijs L., Fagard R., Hoppenbrouwers K., Koppen G., Nelen V., Schoeters G., Vanderschueren D., Van Hecke E., Varschaeye L., Vlietinck R., Roels H.A. *Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers.* Lancet 2001, 357, 1660-1669

Podsumowanie danych literaturowych

- istnienie narażenia zawodowego i środowiskowego na wiele substancji toksycznych, emitowanych przez spalarnie odpadów komunalnych
- Szczególnej uwagi wymaga kontrola narażenia na PCBs, dioksyny i dibenzofurany
- Wyniki tych badań stanowią wstępny sygnał o prawdopodobnym ryzyku zdrowotnym związanym z narażeniem na czynniki chemiczne powstające w procesie spalania odpadów komunalnych

Spalarnie odpadów: nie da się uniknąć wysypisk

- nie wszystkie odpady trafiają do spalarni - np. gruz, odpady metalowe i wielkogabarytowe, szkło - zwykle jest to ponad 20%; w przypadku odpadów krajowych najczęściej znacznie więcej - powyżej 40%;
- spalarnia nie pracuje przez pełne 365 dni w roku - konieczne są przerwy na przeglądy, remonty lub z powodu awarii;
- powszechnie stosowane jest zginiatanie odpadów trafiających na wysypisko

Spalanie odpadów jest najdroższą metodą ich niszczenia.

- Znacznie wyższy koszt budowy spalarni niż koszty gruntów przeznaczonych na składowanie odpadów
- Wysokie koszty eksploatacyjne, oraz zwiększające się koszty zabezpieczeń .
- odpady o niskiej wartości kalorycznej i dużej zawartości substancji trudno- lub niepalnych.
- efektywność przetwarzania odpadów w energię elektryczną jest, według standardów dotyczących elektrowni konwencjonalnych, stosunkowo niska - sięga jedynie 15 - 18%.

Marnowanie zasobów

- Spalarnie niszczą natomiast bezpowrotnie surowce nadające się do powtórnego wykorzystania
- W zależności od typu i składu odpadów, ponowne wprowadzenie do obiegu materiałów odpadowych pozwala na zaoszczędzenie od 3 do 5 krotnie większej ilości energii niż w przypadku ich spalania.
- Przy sprawnie funkcjonującym systemie recyklizacji i kompostowania odpadów komunalnych, można z powodzeniem odzyskać od 40 do 75% surowców wtórnych.

Nie da się uniknąć zanieczyszczeń

- W Polsce, w Rozporządzeniu Ministra Ochrony środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w sprawie ustalenia listy odpadów niebezpiecznych, umieszczono na niej pozostałości ze spalania odpadów.
- Twierdzeń firm oferujących budowę spalarni, że odpady te można wykorzystać np. do budowy dróg lub domów, nie należy traktować poważnie

Nie da się uniknąć zanieczyszczeń

- Pyły zatrzymywane przez filtry stanowią ok. 3% pierwotnej masy spalonych śmieci.
- im lepszy system filtracji spalin, tym ilość pozostałych pyłów jest większa
- Poza żużel i pyłami, "produktem" spalania odpadów są ścieki, powstające podczas chłodzenia żużlu z paleniska
- Dokładna ilość związków chemicznych powstających w procesie spalania odpadów nie jest znana.

Wyniki pomiarów odpadów

- Przeprowadzanie próbných testów w optymalnych warunkach
- Nie ma możliwości ciągłej kontroli jakości spali



Brak ogólnokrajowej strategii postępowania z odpadami

- spalarnie nie uwolnią nas i nie rozwiążą problemów rosnącej góry odpadów - zarówno komunalnych, jak i przemysłowych.
- Jeżeli chcemy poważnie myśleć o rozwiązaniu tego problemu, to nie należy zaczynać od "końca rury", czyli komina spalarni, lecz podejmować działania na rzecz **minimalizacji wytwarzanych odpadów u źródła oraz tzw. czystej produkcji**, w toku której nie powstają odpady albo są one nie toksyczne oraz dają się łatwo przetworzyć.