Opinia dotycząca wpływu instalacji termicznego przekształcania odpadów na środowisko naturalne i zdrowie mieszkańców

dr hab. inż. Janusz Mikuła, prof. PK

Niniejsze opinia została wykonana na zlecenie Urzędu Miasta Nowy Sącz. Zagadnienia poruszone w opinii:

- Opis planowanego przedsięwzięcia
- Co emitują spalarnie odpadów komunalnych
- Możliwości ograniczania emisji zanieczyszczeń ze spalarni odpadów komunalnych
- Odpady wtórne ze spalania odpadów komunalnych
- Ścieki i wody przemysłowe w instalacji termicznego spalania odpadów
- Oddziaływanie na klimat akustyczny
- Monitoring
- Inne główne źródła emisji do środowiska substancji, które emitują także spalarnie odpadów komunalnych
- Wpływ na zdrowie ludzi substancji emitowanych przez spalarnie odpadów komunalnych.
- Podsumowanie.

1. Opis planowanego przedsięwzięcia

Podstawowe założenia planowanej instalacji termicznego przekształcania odpadów dla NEWAG S.A. Nowy Sącz:

Wydajność roczna odpadów: 19 12 10, 19 12 12	90 000 Mg
Minimalny czas pracy	8 000 h/rok
Nominalna wydajność jednej linii	11,25 Mg/h
Nominalna wartość opałowa odpadów	11,5 MJ/kg
Palenisko	Rusztowe z komorą spalania i komorą dopalania
Ruszt	Schodkowy posuwisto-zwrotny
Kocioł Parowy	poziomy z obiegiem naturalnym
Odpylanie	Filtr workowy
Absorpcja HCl, HF oraz SO_2	Półsucha (wapno hydratyzowane)
Redukcja tlenków azotu metodą SCR	Woda amoniakalna
Adsorpcja dioksyn i furanów oraz metali ciężkich	Adsorpcyjna na węglu aktywnym

Węzeł przywozu i rozładunku odpadów

Odpady na teren instalacji dowożone będą rozmaitymi środkami transportu kołowego, z możliwością wyładunku tyłem, tj. ciągnik siodłowy z naczepą wywrotką, naczepą samowyładowczą z ruchomą podłogą, samochody z przyczepą lub z

kontenerami hakowymi. W ogólnym założeniu projektu przewiduje się transport do 70% wymaganego strumienia odpadów do przetworzenia, drogą kolejową, z wykorzystaniem bocznicy kolejowej, gdzie będzie następował przeładunek kontenerów z wagonu na pojazd transportujący odpady do hali wyładowczej, gdzie odpady zostaną wyładowane do bunkra na odpady.

Odpady rozładowywane będą w hali wyładunkowej bezpośrednio do bunkra. Hala rozładunkowa ma być zamkniętą budowlą, umożliwiającą odizolowanie prac rozładunkowych od środowiska zewnętrznego. Przewidziano pięć niezależnych stanowisk rozładowczych z automatycznymi bramami wjazdowymi do hali i automatycznymi zasuwami zsypu do bunkra. Samochód będzie podjeżdżał tyłem do hali i przez otwierająca się bramę i następnie zrzucał odpady do bunkra. Po procesie zrzutu brama zostanie automatycznie zamknięta.
W celu ograniczenia rozprzestrzeniania się substancji złowonnych hala wyładunkowa będzie wentylowana za pomocą wentylacji podciśnieniowej. Powietrze z hali wyładunkowej poprzez halę bunkra będzie doprowadzane do kotła (do spalania) przez wentylatory powietrza pierwotnego lub w przypadku odstawienia kotła – do instalacji dezodoryzacji powietrza wyposażonej w filtr tkaninowy i filtr z węglem aktywnym.

Układ magazynowania i transportu paliwa do kotła
Bunkier wykonany będzie jako żelbetowy, szczelny zagłębiony w ziemi poniżej poziomu posadzki hali rozładunkowej, zdolny do zgromadzenia odpadów na pięciodniową nieprzerwaną pracę kotła, przy założeniu spalania paliwa o nominalnej wartości opałowej 11,5 MJ/kg. Pojemność bunkra zapewnia możliwość magazynowania pięciodniowego zapasu paliwa dla projektowanego kotła.
W hali bunkra będzie znajdował się lej zasypowy kotła, do którego podawane będzie paliwo przy pomocy suwnic z chwytakami łupinowymi.
Dwie suwnice o udźwigu Q = 8 Mg z chwytakami łupinowymi o pojemności ok. 5 m^3 będą poruszać się po torze nad bunkrem i lejem zasypowym. Założono pracę jednocześnie tylko jednej suwnicy – druga będzie rezerwowa. Lej zasypowy posiada kwadratowy otwór wlotowy, do którego będą wrzucane odpady. Poniżej leja znajdować się będzie szyb opadowy, rozszerzający się ku dołowi, w celu zapobieżenia tworzenia się nawisów z odpadów. Szyb kończy się podajnikiem tłokowym, który będzie podawał odpady na ruszt.

Węzeł przyjmowania odpadów wyposażony będzie w:
- system detekcji przeciwpożarowej i automatycznie sterowane urządzenia zabezpieczenia przeciwpożarowego,
- system odwodnienia i odprowadzenia ewentualnie powstających odcieków z bunkra i hali rozładowczej.

Węzeł spalania

Spalanie będzie zachodziło w palenisku z rusztem mechanicznym posuwisto-zwrotnym, chłodzonym powietrzem o napędzie hydraulicznym. Powietrze pierwotne podawane będzie przez specjalne leje oraz przez szczeliny powietrzne w rusztowinach do warstwy odpadów. Każdy lej będzie wyposażony w oddzielne przyłącze kanału doprowadzającego powietrze pierwotne. Powietrze pierwotne dostarczane jest w sposób kontrolowany do każdej strefy powietrznej, skąd przepływa przez ruszt do warstwy odpadów.
Ruszt będzie chłodzony powietrzem i/lub wodą w zależności od zastosowanego rozwiązania.
Sterowanie procesem spalania polega m.in. na sterowaniu podawaniem odpadów, regulacją prędkości rusztu oraz sterowanie powietrzem kierowanym do spalania.
Układ powietrza do spalania jest podzielony na układ powietrza pierwotnego i układ powietrza wtórnego. Powietrze pierwotne doprowadza tlen do procesu spalania na ruszcie i częściowo zapewnia chłodzenie części rusztu. Powietrze pierwotne jest pobierane z hali wyładunkowej przez bunkier odpadów i przedmuchiwane przez ruszt paleniskowy w celu transportu tlenu do spalania odpadów na ruszcie. Powietrze wtórne jest pobierane z dachu kotła i wtryskiwane w strefie turbulencji podczas przejścia z paleniska do pierwszego ciągu kotła. Powietrze wtórne zapewnia niezbędny tlen do dopalenia spalin i reguluje zawartość tlenu na wylocie z kotła do minimalnego stężenia i jest wykorzystywane jako czynnik mieszający.

Popioły paleniskowe

Drobne cząstki (przesypy), które mogą przechodzić przez szczeliny pomiędzy rusztowinami będą gromadzone w lejach pod każdą strefą rusztu. Stamtąd transportowane będą korytkowymi przenośnikami łańcuchowymi do odżużlacza.

Odżużlanie

Żużel będzie usuwany z rusztu za pomocą odżużlacza rusztowego typu nurnikowego.
Odżużlacz znajdować się będzie pod zsuwnią żużla z rusztu, którego zadaniem będzie schłodzenie oraz odprowadzenie żużla. Żużel jest transportowany z kąpieli wodnej za pomocą wolno poruszającego się nurnika. Kąpiel wodna w odżużlaczu rusztowym zapewnia szczelność powietrzną pomiędzy spalarnią a otoczeniem. Żużel z rusztu będzie transportowany do wiaty magazynowej żużla.

Geometria spalania w środku strumienia w połączeniu z odpowiednią komorą dopalania w pierwszym ciągu umożliwia osiągnięcie temperatury spalin 850°C przy odpowiednio wysokim czasie retencji.
Na przedniej i tylnej ścianie przejścia pomiędzy komorą spalania a komorą dopalania przewidziano dwa zespoły wtryskowe.

Kocioł znajduje się nad rusztem o obiegu naturalnym. Komora spalania jest połączona z 3 pustymi ciągami opromieniowanymi, po których spaliny są podawane do ciągu poziomego, w którym znajdują się pęczki ochronne przegrzewaczy i parowników. Zespoły podgrzewacza wody są rozmieszczone w osobnym ciągu pionowym.
Leje pyłu z kotła znajdują się pod pęczkami wymienników ciepła w ciągu poziomym, skąd będą trafiały do silosu na pyły z kotła. Odpad ten będzie regularnie wywożony za pomocą cystern samochodowych.
Kocioł będzie wyposażony w dwa palniki pomocnicze, które mogą pracować z gazem ziemnym lub lekkim olejem opałowym. Palniki pomocnicze są umieszczone w dwóch bocznych, skierowanych do siebie ścianach pierwszego ciągu opromieniowanego. Palniki te służą do podgrzewania spalin do wymaganej minimalnej temperatury wynoszącej co najmniej 850°C.
Dlatego też palniki są najpierw niezbędne do rozruchu instalacji, do momentu odprowadzenia odpadów. W normalnych warunkach pracy palniki będą wyłączane.

Węzeł oczyszczania spalin

Spaliny opuszczające kocioł podawane są do reaktora, w którym usuwana jest większość gazów kwaśnych (HCl, SO_2, SO_3 i HF), jak również metali ciężkich i substancji organicznych takich jak dioksyny/furany. W reaktorze spaliny przepływają przez krążące cząsteczki dodatków i popiołu lotnego. W celu adsorpcji gazów kwaśnych takich jak HCl, SO_2 i HF, do reaktora dodawane będzie wapno hydratyzowane ($Ca(OH)_2$). Aby zmniejszyć emisję dioksyn/furanów dodawany będzie węgiel aktywny.

Filtr tkaninowy

Filtr tkaninowy wykorzystuje się do końcowej separacji pyłów ze strumienia spalin, pochodzących z dozowania sorbentów do usuwania zanieczyszczeń organicznych i lotnych metali ciężkich przed filtrem tkaninowym. Oczyszczone spaliny przepływają z komory gazu zanieczyszczonego do wnętrza worków filtracyjnych i stąd przez komorę gazu czystego i kanał wylotowy gazu czystego na zewnątrz filtra. Cząsteczki pyłu zostają odrzucone podczas procesu czyszczenia i opadają do ogrzewanego leja pyłowego, a stamtąd usuwane są za pomocą systemu transportu pyłu do silosu odpadów z oczyszczania spalin. Materiał wydzielony w ogrzewanym leju filtra tkaninowego oprócz popiołu lotnego i produktu poreakcyjnego, zawiera nieprzereagowane wapno hydratyzowane i węgiel aktywny. W związku z tym część materiału jest zawracana z powrotem do układu. W trakcie pracy materiał z filtra tkaninowego, trafia do leja awaryjnego, skąd jego część pneumatycznie transportowana jest przed filtr workowy jako sorbent recyrkulowany oraz druga część do silosu odpadu z oczyszczania spalin. Odpad ten będzie regularnie wywożony za pomocą cystern samochodowych.

Odazotowanie spalin (DeNOx)

Odazotowanie, przez które rozumie się usunięcie tlenków azotu (NOx), odbywać się będzie za pomocą procesu selektywnej katalitycznej redukcji (SCR) przy użyciu wody amoniakalnej o stężeniu 24,5%. Będzie ona pobierana ze zbiorników wody amoniakalnej przez stację pomp dozujących i pompowana do instalacji SCR. Tam woda amoniakalna jest dokładnie rozpylana i odparowywana za pomocą dysz do kanału spalin przed reaktorem SCR. W kontakcie z gorącymi spalinami, krople wody amoniakalnej odparowują natychmiast. Ilość dostarczanej wody amoniakalnej jest regulowana w zależności od ilości spalin i zawartości NOx mierzonej przed i za instalacją SCR.
Właściwe odazotowanie zachodzi w reaktorze, który zawiera jedną lub więcej warstw katalizatora w kształcie plastra miodu. Warstwy składają się z poszczególnych modułów katalizatora. Podczas selektywnej redukcji w katalizatorze z tlenków azotu (NO i NO_2) wytwarzany jest azot (N_2) i para wodna (H_2O) poprzez dodanie amoniaku (NH_3).

Wentylator spalin
Wentylator wyciągowy spalin będzie umieszczony za filtrem tkaninowym i posłuży do transportu spalin przez układy oczyszczania spalin przed denitryfikacją w SCR, zanim zostaną one odprowadzone do atmosfery przez komin. Wytwarzya on również i ureguluje określone podciśnienie w strefie spalania spalarni.

Spalarnia wyposażona będzie w system ciągłego monitorowania emisji spalin.

Energia cieplna ze spalania odpadów wykorzystana zostanie do wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. Podczas normalnej eksploatacji wytworzona para świeża jest kierowana do turbiny. Para niskiego ciśnienia będzie upuszczana z turbiny w celu wykonania drugiego kroku podgrzewu wody sieciowej. Para wylotowa z turbiny zapewni pierwszy krok podgrzewu wody sieciowej. Turbina napędzi generator, w wyniku czego wytwarzana będzie energia elektryczna. Moc elektryczna będzie wykorzystywana częściowo na potrzeby instalacji.

Instalacja wyposażona będzie w układ chłodzenia wody ciepłowniczej, składający się z suchych chłodnic wentylatorowych umożliwiających pracę ITPO ze 100% wydajnością kotła i turbiny parowej, z zapotrzebowaniem na ciepło z sieci ciepłowniczej dla letnich warunków eksploatacyjnych. Układ chłodzenia będzie w stanie odprowadzić nadmiar ciepła do otoczenia w przypadku, gdy turbina nie pracuje, a obciążenie kotła ITPO jest zredukowane do ok. 70%.

Odpady poprocesowe niebezpieczne
Odpady z systemu oczyszczania spalin zawierające także popioły lotne będą magazynowane w zbiorniku, a następnie wywożone z terenu Zakładu przez uprawnionych odbiorców.

Pyły z kotła będą magazynowane w osobnym zbiorniku, a następnie wywożone z terenu Zakładu przez uprawnionych odbiorców.
Nie przewiduje się przetwarzania tych odpadów na terenie Zakładu.

Żużel i popioły paleniskowe
Żużle i popioły paleniskowe z linii spalania będą odprowadzane przez odżużlacz rusztowy i transportowane obudowanym przenośnikiem taśmowym, który skieruje żużel do magazynu żużla, skąd będzie regularnie wywożony do zakładów zajmujących się jego przetwarzaniem. Nie planuje się budowy instalacji waloryzacji żużla, a jedynie ewentualną zabudowę separatora metali ferromagnetycznych nad przenośnikiem taśmowym żużla.

Układ sprężonego powietrza
Na potrzeby instalacji i sterowania oraz transportu pneumatycznego pyłów i produktu poreakcyjnego z IOS, oraz transportu sorbentu i węgla aktywnego - zostanie zabudowana stacja wytwarzania i uzdatniania sprężonego powietrza. W sprężarkowni wytwarzane będzie powietrze na potrzeby AKPiA oraz powietrze technologiczne.

Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów wyposażona zostanie w kompleksowy system automatyki i sterowania. Nadrzędny system sterowania będzie odpowiedzialny za zbieranie, przetwarzanie, prezentowanie, archiwizację danych obiektowych oraz za wypracowanie optymalnych strategii sterowania elektrociepłowni.

Stacja uzdatniania wody

Woda uzdatniona w SUW kierowana będzie m.in. do:
- uzupełniania obiegu ciepłowniczego,
- uzupełniania obiegu wodno-parowego,
- instalacji odazotowania spalin.

2. Co emitują spalarnie odpadów komunalnych?

Obiekty termicznego przekształcanie odpadów są źródłem emisji zanieczyszczeń do środowiska. Mamy tu do czynienia zarówno z emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych do powietrza, w tym z oddziaływaniem odorowym, zrzutem zanieczyszczonych ścieków czy powstawania toksycznych odpadów wtórnych oraz propagacją hałasu.
Poza głównymi składnikami spalin, takimi jak dwutlenek węgla i para wodna, w wyniku spalania powstają również, wykazujące właściwości toksyczne, związki nieorganiczne i organiczne. Są to między innymi: tlenki azotu (NO_x), dwutlenek siarki (SO_2), tlenek węgla (CO), chlorowodór (HCl), fluorowodór (HF),

wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), metale ciężkie (As, Co, Pb, Cd i in.), a także całkowity węgiel organiczny (TOC) oraz dioksyny i furany.
Najwięcej obaw budzi emisja zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego.

Główną cześć odpadów stanowi zazwyczaj materia organiczna, stąd też oczywista jest emisja dwutlenku węgla i pary wodnej oraz tlenku węgla, w przypadku niecałkowitego spalania. Obecność w odpadach substancji zawierających w cząsteczce inne, oprócz węgla i wodoru, pierwiastki, jak np. siarka, azot, chlor czy fluor, skutkować będzie emisją dwutlenku siarki, tlenków azotu, chlorowodoru czy fluorowodoru. Z kolei obecność w materiale spalanym substancji niepalnych (tzw. popiołu) skutkować będzie emisją pyłu.
Liczna grupa związków chemicznych nie ulega pełnej destrukcji podczas spalania odpadów. Efektem tego jest obecność w spalinach ze spalarni odpadów między innymi takich zanieczyszczeń jak: węglowodory C_1 i C_2, akrylonitryl, acetonitryl, benzen, toluen, etylobenzen, 1,2-dichlorobenzen, 1,4-dichloroben-zen, 1,2,4-trichlorobenzen, heksachlorobenzen, fenol, 2,4-dinitrofenol, 2,4-dichlorofenol, 2,4,5-trichlorofenol, pentachlorofenol, chlorometan, chloroform, chlorek metylenu, 1,1-di-chloroetan, 1,2-dichloroetan, 1,1,1-trichloroetan, 1,1,2-trichloroetan, 1,1,2,2-tetrachloroetan, czterochlorek węgla, 1,1-dichloroetylen, trichloroetylen, tetrachloroetylen, formaldehyd, aldehyd octowy, aceton, metyloeteyloketon, chlorek winylu, ftalan dietylu, kwas mrówkowy, kwas octowy i wiele, wiele innych.
Obecność w odpadach substancji organicznych o charakterze nienasyconym czyli zawierających w cząsteczce podwójne lub potrójne wiązania węgiel-węgiel, powoduje, że w temperaturze ok. 500-800^{o}C zachodzi reakcja syntezy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) należą do jednych z najbardziej niebezpiecznych substancji w środowisku. Wiele z nich, jak np. benzo(a)piren, zaliczane są przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) do substancji o udowodnionym działaniu kancerogennym.
Obecność w spalanych odpadach wielu elementów zawierających metale powoduje ich emisję do atmosfery z procesów spalania. Metale te zawarte są głównie w pyle i w żużlu. Niektóre z metali, takie jak rtęć, arsen, selen i częściowo kadm mają zdolność do samodzielnej emisji w postaci par, inne takie jak chrom, kobalt, nikiel, mangan, miedź, tal czy wanad, wiązane są głównie w żużlu oraz w pyle.
Obecność w masie odpadów kierowanych do spalania substancji zawierających związki chloru (organiczne i nieorganiczne) jest źródłem powstawania polichlorowanych dibenzo-*p*-dioksyn i polichlorowanych dibenzofuranów.
W gospodarce odpadami dioksyny mogą również powstawać na drodze samorzutnej syntezy w procesach składowania odpadów (np. w składowiskach odpadów czy kompostowniach). Powstają wówczas z prekursorów (związki chloroorganiczne) w wyniku złożonych reakcji biochemicznych. W kompoście, po oddzieleniu materiałów segregowanych, przeznaczonych do recyklingu lub spalenia, zawartość związków tych może wynosić nawet do 100 ng TEQ/kg.

3. Możliwości ograniczania emisji zanieczyszczeń ze spalarni odpadów komunalnych

Zgodnie z wymaganiami Dyrektywy 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola), implementowanej do prawa polskiego, spalarnie muszą być tak zaprojektowane, wyposażone, zbudowane i eksploatowane, aby spaliny powstające w tym procesie zostały **podgrzane na dwie sekundy**, po ostatnim wprowadzeniu powietrza podawanego do spalania, w sposób kontrolowany i równomierny, nawet w najbardziej niekorzystnych warunkach, **do temperatury 850°C**, zmierzonej w pobliżu wewnętrznej ściany lub w innym reprezentatywnym punkcie komory paleniskowej.

W przypadku spalania odpadów niebezpiecznych o zawartości ponad 1% masy substancji chlorowcoorganicznych, w przeliczeniu na chlor, **temperaturę tę należy podnieść do 1100°C z utrzymaniem co najmniej przez dwie sekundy.** Minimalna zawartość tlenu w spalinach musi wynosić 6%.

Spalarnie odpadów muszą być eksploatowane w taki sposób, aby zawartość całkowitego węgla organicznego w żużlu i popiołach paleniskowych była niższa niż 3 % lub ich strata w czasie zapłonu była niższa niż 5 % suchej masy materiału. O ile to konieczne, stosuje się techniki wstępnej obróbki odpadów.

W spalarniach odpadów dokonuje się pomiarów temperatury blisko ściany wewnętrznej komory spalania. Właściwy organ może zezwolić na dokonywanie pomiarów w innym reprezentatywnym punkcie komory spalania.

Każda komora spalania spalarni odpadów musi być wyposażona w co najmniej jeden palnik pomocniczy. Palnik ten włącza się automatycznie, jeśli temperatura gazów spalinowych po ostatnim doprowadzeniu powietrza spalania spadnie poniżej temperatury 850°C. Palnika używa się także w czasie rozruchu i wyłączenia obiektu w celu zapewnienia utrzymania tej temperatury przez cały czas wykonywania tych operacji i tak długo, jak niespalone odpady znajdują się w komorze spalania.

Spalarnie odpadów i współspalarnie odpadów muszą być wyposażone w automatyczny system zapobiegający podawaniu odpadów w następujących sytuacjach:

a) podczas rozruchu, dopóki nie zostanie osiągnięta temperatura 850°C lub 1100 °C;
b) w każdym przypadku, gdy nie jest utrzymana temperatura 850°C lub 1100 °C;
c) w każdym przypadku, gdy ciągłe pomiary pokazują, że jakakolwiek dopuszczalna wielkość emisji została przekroczona z powodu zakłóceń lub awarii urządzeń oczyszczających gazy odlotowe.

Ponadto metody ograniczania emisji zanieczyszczeń gazowych z procesów technologicznych można generalnie podzielić na dwie grupy: metody pierwotne i metody wtórne. Metody pierwotne to ingerencja w proces technologiczny i stworzenie takich warunków jego przebiegu, by ilość powstających zanieczyszczeń

była możliwie najmniejsza. Natomiast metody wtórne to zastosowanie konkretnych urządzeń i technologii w celu ograniczenia emisji zanieczyszczeń.
Dotrzymanie prawidłowych parametrów procesu spalania wpływa znacząco na obniżenie emisji substancji organicznych (w tym WWA i dioksyn) do atmosfery. Parametrem charakteryzującym prawidłowe warunki spalania jest stężenie tlenku węgla w spalinach. Pozostałe parametry określające dobre warunki spalania to: temperatura, turbulencja oraz czas przebywania spalin w odpowiedniej temperaturze.
Zastosowanie spalania strefowego, stopniowanego, recyrkulacji spalin oraz tzw. reburningu pozwala na ograniczenie emisji NO_x nawet o ok. 50-60% w stosunku do procesu pierwotnego.
W przypadku spalania odpadów wymagane jest natlenienie strefy spalania i zapewnienie sumarycznego współczynnika nadmiaru powietrza rzędu 2,2-2,4 (stężenie tlenu w spalinach opuszczających strefę spalania i dopalania 10-13%).

Układ usuwania gazów kwaśnych – w celu usuwania gazów kwaśnych stosowane mogą być metody: mokra, półsucha i sucha.

Metoda półsucha dla oczyszczania spalin w procesie termicznego przekształcania odpadów
Instalacje wykorzystujące w procesie oczyszczania gazów spalinowych reaktor ze złożem cyrkulacyjnym, współpracujący z filtrem tkaninowym, powszechnie znajdują zastosowanie jako kompleksowe systemy oczyszczania spalin powstających w instalacjach termicznego przekształcania odpadów komunalnych i odzysku z nich energii.
Technologia półsucha z reaktorem fluidalnym i filtrem tkaninowym umożliwia wprowadzanie dodatkowego adsorbentu wraz z sorbentem (wapnem gaszonym) lub osobno prostym systemem dozowania np. za pomocą pompy komorowej, podajnika ślimakowego lub innego prostego systemu. Podawanie może być realizowane porcjami lub w sposób ciągły. Jako adsorbent zwykle stosuje się węgiel aktywny, koks aktywny lub preparowane adsorbenty mineralne.
Technologia ta umożliwia redukcję zanieczyszczeń emitowanych z instalacji odzysku energii z odpadów w tym: składników kwaśnych (SO_2, SO_3, HCl, HF), związków organicznych (dioksyn, furanów), metali ciężkich oraz pyłu do wymaganych przepisami standardów emisyjnych przy niższych kosztach eksploatacyjnych i inwestycyjnych instalacji oczyszczania spalin w porównaniu do metod mokrych.

Dozowanie koksu aktywnego (węgla aktywnego) w celu eliminacji (adsorpcji) polichlorowanych dioksyn i furanów oraz rtęci, a następnie odpylanie gazów spalinowych na filtrach tkaninowych (tzw. metoda strumieniowo-pyłowa).
System odpylania spalin (elektrofiltr, filtry tkaninowe lub coraz rzadziej stosowana bateria cyklonów). Efektywność systemu odpylania jest bardzo istotna z punktu widzenia ochrony środowiska, gdyż to właśnie pył jest nośnikiem emisji metali ciężkich (rtęć, ołów, kadm, miedź, chrom, mangan, arsen, nikiel, antymon i

tal), jak również cząsteczki pyłu są doskonałym sorbentem dioksyn, stąd też dążenie do maksymalizacji wydajności urządzeń odpylających. Obecnie do odpylania spalin w spalarniach odpadów komunalnych stosowane są filtry workowe . Dzięki zastosowaniu nowoczesnych materiałów filtracyjnych, odpornych na wysokie temperatury (np. włókna szklane powlekane specjalnie preparowanym teflonem), udaje się uzyskać bardzo wysokie stopnie odpylenia przy jednoczesnym znacznym ograniczeniu stężenia dioksyn w spalinach.

System redukcji tlenków azotu

We współczesnych spalarniach posiadających nowoczesne instalacje oczyszczania gazów spalinowych, system redukcji tlenków azotu jest powszechnie instalowany. Proces redukcji tlenków azotu może być realizowany dwiema podstawowymi technikami:

SNCR - selektywna redukcja niekatalityczna polegająca na wprowadzeniu do komory spalania gazowego amoniaku, wody amoniakalnej bądź mocznika, które to substancje w temperaturze ok. 850-1050^{o}C redukują tlenki azotu do wolnego azotu. Istotną sprawą jest tutaj odpowiedni zakres temperatury. Selektywna niekatalityczna redukcja tlenków azotu przebiega z najlepszą wydajnością w temperaturze ok. 900-950^{o}C. Zarówno wzrost temperatury powyżej 1050^{o}C, jak i spadek poniżej 850^{o}C powodują spadek efektywności redukcji, który maksymalnie wynosi ok. 50-80%.

SCR - selektywna redukcja katalityczna polegająca na tym, że oczyszczone z pyłu i gazów kwaśnych (podanymi powyżej metodami) gazy spalinowe po podgrzaniu do temperatury ok. 250-300^{o}C i wymieszaniu z roztworem amoniaku kierowane są na monolityczne złoże katalityczne (katalizator platynowy lub wanadowo-tytanowy na nośniku z dwutlenku tytanu), gdzie następuje redukcja tlenków azotu do wolnego azotu. Proces ten przebiega bardzo dobrze z wydajnością powyżej 90%, często 95-99%.

Zarówno selektywna niekatalityczna redukcja tlenków azotu (SNCR), jak i selektywna katalityczna redukcja tlenków azotu (SCR) prowadzone są przy udziale roztworu amoniaku. Dodatkowym efektem zastosowania systemu katalitycznej lub niekatalitycznej redukcji tlenków azotu jest również skuteczna redukcja emisji polichlorowanych dioksyn i furanów, przebiegająca dla układów katalitycznych z wydajnością ok. 90-99% (katalityczny rozkład - odchlorowanie i utlenienie dioksyn), zaś dla układów niekatalitycznych z wydajnością ok. 60-70% (wiązanie chloru w strefie spalania i poza strefą spalania, podczas chłodzenia spalin, a przede wszystkim inhibicyjne działanie amoniaku w odniesieniu do syntezy *de novo* dioksyn i furanów).

Zagadnienia emisji zanieczyszczeń do powietrza z procesów spalania odpadów reguluje rozporządzenie MINISTRA KLIMATU z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz. U. z 2020 r. poz. 1860).

Tabela 1. Standardy emisyjne dla instalacji i urządzeń spalania odpadów

Lp.	Nazwa substancji	Standardy emisji w mg/m^3, (dla dioksyn i furanów w ng/m^3), Przy zawartości 11% tlenu w gazach odlotowych		
		Średnie dobowe	Średnie trzydziestominutowe	
			A	B
1	2	3	4	5
1	pył	10	30	10
2	substancje organiczne w postaci gazów i par wyrażone jako całkowity węgiel organiczny	10	20	10
3	chlorowodór	10	60	10
4	fluorowodór	1	4	2
5	dwutlenek siarki	50	200	50
6	tlenek węgla	50	100	150
7	tlenki azotu dla istniejących instalacji i urządzeń o zdolności przetwarzania większej niż 6 Mg odpadów spalanych w ciągu godziny lub dla nowych instalacji i urządzeń1	200	400	200
	tlenki azotu dla istniejących instalacji i urządzeń o zdolności przetwarzania do 6 Mg odpadów spalanych w ciągu godziny	400	-	-
8	metale ciężkie i ich związki wyrażone jako metal	średnie z próby o czasie trwania od 30 minut do 8 godzin		
	kadm + tal	0,05		
	rtęć	0,05		
	antymon + arsen + ołów + chrom + kobalt + miedź + mangan + nikiel + wanad	0,5		
9	dioksyny i furany	średnia z próby o czasie trwania od 6 do 8 godzin 0,1		

Standardy emisyjne dla instalacji i urządzeń spalania odpadów uznaje się za dotrzymane, jeżeli w przypadku prowadzenia ciągłych pomiarów wielkości emisji substancji są spełnione jednocześnie następujące warunki:

1) średnie dobowe wartości stężeń pyłu, substancji organicznych w postaci gazów i par w przeliczeniu na całkowity węgiel organiczny, chlorowodoru, fluorowodoru, dwutlenku siarki oraz tlenków azotu, a w przypadku tlenku węgla 97% średnich dobowych wartości stężeń w ciągu roku kalendarzowego, licząc od początku roku, nie przekraczają standardów emisyjnych tych substancji określonych, jako średnie dobowe, w załączniku nr 7 do rozporządzenia;

2) średnie trzydziestominutowe wartości stężeń pyłu, substancji organicznych w postaci gazów i par w przeliczeniu na całkowity węgiel organiczny, chlorowodoru, fluorowodoru, dwutlenku siarki oraz tlenków azotu nie przekraczają wartości A standardów emisyjnych tych substancji, określonych w załączniku nr 7 do rozporządzenia, lub 97% średnich trzydziestominutowych wartości stężeń tych

substancji w ciągu roku kalendarzowego, licząc od początku roku, nie przekracza wartości B standardów emisyjnych tych substancji, określonych w załączniku nr 7 do rozporządzenia;
3) średnie trzydziestominutowe wartości stężeń tlenku węgla nie przekraczają wartości A standardu emisyjnego tej substancji, określonego w załączniku nr 7 do rozporządzenia, lub 95% średnich dziesięciominutowych wartości stężeń tej substancji w ciągu 24 godzin nie przekracza wartości B standardu emisyjnego tej substancji, określonego w załączniku nr 7 do rozporządzenia; w przypadku instalacji i urządzeń spalania odpadów, w których temperatura powstałego w procesie spalania wynosi co najmniej 1100°C przez co najmniej dwie sekundy, dla dokonania oceny średnich wartości dziesięciominutowych można zastosować okres siedmiodniowy.

Instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych podlegają obowiązkowi uzyskania pozwolenia zintegrowanego, wiąże się to z koniecznością spełnienia wymogów najlepszej techniku (BAT) co wynika z dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych.
Decyzja Wykonawcza Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustaliła konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do spalania odpadów. Konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) służą jako odniesienie przy ustalaniu warunków pozwolenia zintegrowanego, zaś właściwe organy powinny określić dopuszczalne wartości emisji, dzięki którym w normalnych warunkach eksploatacji emisje nie przekroczą poziomów powiązanych z najlepszymi dostępnymi technikami określonymi w konkluzjach BAT.
W polskich warunkach prawnych sprawdzenie spełnienia wymogów BAT i określenie dopuszczalnych warunków emisji odbywa się już na etapie decyzji środowiskowej. Podstawą wydania decyzji środowiskowej jest przeprowadzenie oceny oddziaływania na środowisko.
Najlepsze dostępne techniki – rozumie się przez to najbardziej efektywny i zaawansowany poziom rozwoju technologii i metod prowadzenia danej działalności, który wskazuje możliwe wykorzystanie poszczególnych technik jako podstawy przy ustalaniu dopuszczalnych wielkości emisji i innych warunków pozwolenia mających na celu zapobieganie powstawaniu, a jeżeli nie jest to możliwe, ograniczenie emisji i oddziaływania na środowisko jako całość. Instalacje wymagające pozwolenia zintegrowanego spełniają wymagania ochrony środowiska wynikające z najlepszych dostępnych technik, a w szczególności nie mogą powodować przekroczenia granicznych wielkości emisyjnych.
Graniczne wielkości emisji – rozumie się przez to najwyższe z określonych w konkluzjach BAT wielkości emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami, uzyskiwane w normalnych warunkach eksploatacji z wykorzystaniem najlepszej dostępnej techniki lub kombinacji najlepszych dostępnych technik. Nieprzekraczanie wielkości emisji wynikającej z zastosowania najlepszych dostępnych technik nie zwalnia z obowiązku dotrzymania standardów jakości

środowiska. Graniczne wielkości emisji nie mogą być wyższe od standardów emisyjnych, jeżeli takowe zostały ustanowione.

Poniżej przedstawiono poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) w odniesieniu do zorganizowanych emisji do powietrza.

Tabela. 2. Poziomy emisji powiązane z najlepszymi dostępnymi technikami (BAT-AEL) w odniesieniu do zorganizowanych emisji do powietrza (z nowych zespołów urządzeń).

Parametr	**Jednostka**	**BAT-AEL**	**Okres uśredniania**
Pył	mg/Nm^3	< 2-5	Średnia dobowa
Cd +Tl	mg/Nm^3	0,005-0,02	Średnia z okresu pobierania próbek
Sb+As+Pb+Cr+Co +Cu+Mn+Ni+V	mg/Nm^3	0,01-0,3	Średnia z okresu pobierania próbek
HCl	mg/Nm^3	< 2-6	Średnia dobowa
HF	mg/Nm^3	< 1	Średnia dobowa lub średnia z okresu pobierania próbek
SO_2	mg/Nm^3	5-30	Średnia dobowa
NO_x	mg/Nm^3	50-120 (1)	Średnia dobowa
CO	mg/Nm^3	10-50	
NH_3	mg/Nm^3	2-10 (1)	
(1) Dolną granicę zakresu BAT-AEL można osiągnąć przy zastosowaniu SCR. Osiągnięcie dolnej granicy zakresu BAT-AEL może być niemożliwe przy spalaniu odpadów o wysokiej zawartości azotu (np. pozostałości z produkcji organicznych związków azotowych).			
Parametr	**Jednostka**	**BAT-AEL**	**Okres uśredniania**
Całkowite LZO	mg/Nm^3	< 3-10	Średnia dobowa
PCDD/F	ng I-TEQ/Nm^3	< 0,01-0,04	Średnia z okresu pobierania próbek
		< 0,01-0,06	Długoterminowe pobieranie próbek
PCDD/F (polichlorowane dibenzo-p- dioksyny i furany) + dioksynopodobne PCB	ng WHO-TEQ/Nm^3	< 0,01-0,06	Średnia z okresu pobierania próbek
		< 0,01-0,08	Długoterminowe pobieranie próbek
Hg	µg/Nm^3	< 5-20	Średnia dobowa lub średnia z okresu pobierania próbek
		1-10	Długoterminowe pobieranie próbek

4. Odpady wtórne ze spalania odpadów komunalnych

W wyniku spalania odpadów komunalnych powstaje ok. **0,25 Mg żużli na 1 tonę** spalonych odpadów oraz ok. **0,075 Mg na 1 tonę** spalanych odpadów popiołów lotnych, pyłów z kotła, odpadów stałych, placków filtracyjnych i gipsu z procesów oczyszczania spalin (w ależności od wybranej metody oczyszczania.

Żużel powstający w spalarni odpadów komunalnych może być wykorzystywany gospodarczo.
W wielu krajach Europy żużel ze spalarni odpadów komunalnych jest wykorzystywany jako kruszywo budowlane przy budowie dróg. **Z bilansu wynika, że ok. 50% przetwarzanych żużli i popiołów może być bezpiecznie zawrócone do recyklingu materiałowego** i mogą być one wykorzystywane w budownictwie drogowym i do produkcji elementów budowlanych.
W przypadku popiołów lotnych, pyłów, placków filtracyjnych i gipsu podstawowym sposobem ich unieszkodliwiania jest niestety ich składowanie.
Składowanie może być realizowane jako:

- składowanie podziemne lub wypełnianie wyeksploatowanych wyrobisk podziemnych,
- składowanie na powierzchni ziemi jako odpad niebezpieczny,
- składowanie na powierzchni ziemi jako odpad inny niż niebezpieczny,

Inne procesy zagospodarowania popiołów lotnych i produktów oczyszczania spalin muszą być poprzedzone procesami ich przetworzenia, które można podzielić na:

- procesy separacji (wymywanie, procesy elektrochemiczne),
- zestalanie/stabilizacja,
- procesy termiczne (spiekanie, witryfikacja).

W przypadku odpadów zawierających w przeważającej ilości składniki nieorganiczne jedyną efektywną metodą unieszkodliwiania jest technologia zestalania/stabilizacji. Jedną z metod zestalenia i stabilizacji jest zastosowaniem cementu portlandzkiego jako czynnika stabilizującego. Metody te są szczególnie odpowiednie dla odpadów zawierających metale ciężkie, ponieważ wysokie pH tych mieszanin umożliwia występowanie metali w postaci nierozpuszczalnych wodorotlenków i węglanów. Drugim po cemencie portlandzkim - podstawowym składnikiem stosowanym w tej technologii są odpady mineralne z energetyki zawodowej - popioły lotne. Wprowadzenie popiołów lotnych do składu mieszanki betonowej projektowanej do zestalania odpadów, wpływa korzystnie na proces zagęszczania i uszczelniania masy betonowej oraz powoduje przyrost wytrzymałości mechanicznej w późniejszym procesie dojrzewania.

Jak wskazują dane literaturowe, dla obecnie stosowanych metod zestalenia/stabilizacji, **nie ma możliwości przeprowadzenia skutecznego procesu stabilizacji popiołów lotnych ze spalania odpadów komunalnych bez odpowiedniej obróbki wstępnej** – np. płukanie (pranie).
Poniżej w tabeli 3 przedstawiono wartości wymywalności metali ciężkich, chlorków fluorków, siarczanów, rozpuszczonego węgla organicznego (DOC), stałych związków rozpuszczonych (TDS) oraz wyniki zawartości dioksyn i furanów w tych odpadach.
W tabeli 4 zaprezentowano wyniki wymywalności z popiołu lotnego zawierającego substancje niebezpieczne 19 01 13* bez płukania i po płukaniu wodą.

Tabela 3. Wyniki wymywalności z żużli i popiołu paleniskowego oraz z popiołu lotnego zawierającego substancje niebezpieczne.

Składnik	Dopuszczalne graniczne wartości wymywania *(mg/kg)*			Wartości wymywania *(mg/kg)*		
	Na składowisku odpadów obojetnych	Na składowisku odpadów innych	Na składowisku odpadów niebezp.	Odpady stałe z oczyszczania gazów odlotowych 19 01 07*	Żużle i popioły paleniskowe 19 01 12	Popioły lotne zawierające substancje niebezpieczne19 01 13*
Arsen (As)	0.5	2	25	<0.5	<0.5	<0.5
Bar (Ba)	20	100	300	54.4	1.55	2.31
Kadm (Cd)	0.04	1	5	<1	<1	<1
Chrom całkowity (Cr)	0.5	10	70	<1	<1	42.6
Miedź (Cu)	2	50	100	<1	3.96	<1
Rtęć (Hg)	0.01	0.2	2	0.0048	0.001	0.001
Molibden (Mo)	0.5	10	30	<0.5	<0.5	2.84
Nikiel (Ni)	0.4	10	40	<1	<1	<1
Ołów (Pb)	0.5	10	50	191	<1	13.7
Antymon (Sb)	0.06	0.7	5	<0.5	<0.5	<0.5
Selen (Se)	0.1	0.5	7	<0.5	<0.5	<0.5
Cynk (Zn)	4	50	200	31.5	<1	12.9
Chlorki (Cl^-)	800	15 000	25 000	171 930	1 560	43 190
Fluorki (F^-)	10	150	500	73.3	36.2	83.7
Siarczany (SO_4^{2-})	1 000	20 000	50 000	16 500	1 129	23 910
Rozpuszczony węgiel organiczny (DOC)	500	800	1 000	2 300	697	<300
Stałe związki rozpuszczone (TDS)**)	4 000	60 000	100 000	373 980	11 430	135 530
Chrom $^{6+}$				0,5	0,5	42,05
pH				11,9	9,8	12,3
Suma dioksyn [ng/g]				0.017	0.0015	0.00089

Tabela 4. Wyniki wymywalności z popiołu lotnego zawierającego substancje niebezpieczne 19 01 13* bez płukania i po płukaniu wodą.

	Dopuszczalne graniczne wartości wymywania *)			Kod odpadu	
				19 01 13*	19 01 13* płukanie wodą 1:5
	ciecz/faza stała = 10 l/kg [mg/kg suchej masy] test podstawowy			mg/kg	mg/kg
Składnik	kryteria na składowisku odpadów obojętnych	kryteria na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne	kryteria na składowisku odpadów niebezpiecznych		
Arsen (As)	0,5	2	25	<1,0	<0,10
Bar (Ba)	20	100	300	113	0,69
Kadm (Cd)	0,04	1	5	<0,050	<0,010
Chrom całkowity (Cr)	0,5	10	70	0,27	0,15
Miedź (Cu)	2	50	100	<0,25	<0,050
Rtęć (Hg)	0,01	0,2	2	<0,010	<0,010
Molibden (Mo)	0,5	10	30	1,5	0,33
Nikiel (Ni)	0,4	10	40	<0,10	<0,050
Ołów (Pb)	0,5	10	50	33,4	<0,050
Antymon (Sb)	0,06	0,7	5	<1,0	<0,20
Selen (Se)	0,1	0,5	7	1,3	<0,50
Cynk (Zn)	4	50	200	160	<0,50
Chlorki (Cl^-)	800	15 000	25 000	304 000	14 300
Fluorki (F^-)	10	150	500	64	28
Siarczany (SO_4^{2-})	1 000	20 000	50 000	21 900	11 700
Rozpuszczony węgiel organiczny (DOC)	500	800	1 000	740	22
Stałe związki rozpuszczone (TDS) **)	4 000	60 000	100 000	544 000	58 000
Chrom $^{6+}$				<1,0	<1,0
			pH	>12,0	9,7

5. Ścieki i wody przemysłowe w instalacji termicznego spalania odpadów

W instalacji termicznego przekształcania odpadów będzie powstawało kilka rodzajów ścieków i wód przemysłowych wykorzystywanych do procesu.

Należą do nich:

- Woda z odmulania kotłów – będzie kierowana do odżużlacza z zamknięciem wodnym a nadmiar będzie kierowany do kanalizacji sanitarnej.
- Woda z czyszczenia filtrów stacji uzdatniania wody – jest to generalnie woda o nieco większym zasoleniu i będzie kierowana do odżużlacza z zamknięciem wodnym a nadmiar będzie kierowany do kanalizacji sanitarnej.
- Ścieki z mycia powierzchni „brudnych" – (hala wyładunkowa, budynek spalania) – kierowane będą do separatorów substancji ropopochodnych i osadników a następnie kierowane do kanalizacji sanitarnej.
- Woda dodawana do reaktora wchodzącego w skład pół-suchego systemu oczyszczania spalin będzie wyparowywać i w postaci pary wodnej zmieszanej z oczyszczonymi spalinami będzie wypuszczana do atmosfery. W związku z tym ITPOK nie będzie powodować tworzenia się ścieków z systemu oczyszczania spalin.
- Odcieki pochodzące z bunkra (fosa magazynująca odpady) – będą kierowane do studzienki bezodpływowej, z której będą odpompowywane (w razie potrzeby) przez firmę zewnętrzną zajmującą się przetwarzaniem tego typu ścieków.

W związku z zaprojektowanym rozwiązaniem technologicznym praktycznie nie będą powstawać ścieki przemysłowe. Gorące żużle przechodzące przez zbiornik z zamknięciem wodnym będą nasiąkać wodą, a następnie parować. Z tego procesu nie przewiduje się powstawania odcieków.

Strumienie ścieków w ramach postępowania z nimi oraz ich magazynowania (zgodnie z konkluzjami BAT) rozdzielać się będzie i oczyszczać osobno w oparciu o ich charakterystykę oraz kombinację technik oczyszczania. W szczególności niezanieczyszczone wody oddzielać się będzie od ścieków, które wymagają oczyszczania.

6. Oddziaływanie na klimat akustyczny

Źródła hałasu na terenie zakładu przetwarzania odpadów komunalnych podzielić można na trzy kategorie:

- źródła „punktowe" emitujące hałas bezpośrednio do środowisko (zainstalowane na zewnątrz obiektów). Większość tych urządzeń pracuje w systemie ciągłym.
- źródła „kubaturowe". Hałas urządzeń zainstalowanych wewnątrz budynków emitowany do środowiska poprzez powierzchnie ograniczające obiekty (ściany, okna, drzwi, otwory wentylacyjne). Wśród obiektów kubaturowych,

ze względu na specyfikę procesu wytwarzania, większość również pracuje w systemie ciągłym.
- źródła „ruchome” związane z transportem samochodowym oraz pracą ładowarki. Urządzenia te pracują w ograniczonym przedziale czasowym, jedynie w porze dnia.

Analizując proces technologiczny zakładu, możemy wyszczególnić źródła hałasu mogące wpływać na klimat akustyczny wokół projektowanego zakładu termicznego przetwarzania odpadów komunalnych. Są to:
- chłodnia wentylatorowa
- wylot komina
- urządzenia wentylacyjne głównych budynków zakładu
- praca ładowarki
- transport kołowy (jedynie w porze dnia)

Środki ograniczające emisję hałasu powinny być przewidziane już na etapie projektowania inwestycji:
- ściany budynków głównych wykonane z materiałów o wysokiej izolacyjności akustycznej
- obudowy dźwiękochłonne wentylatorów spalin,
- tłumik akustyczny za wentylatorem spalin (zapobieżenie emisji hałasu przez wylot komina),
- tłumik akustyczny na oknie wlotowym do chłodni wentylatorowej o skuteczności minimum 10 dBA,
- obudowy dźwiękochłonne na wentylatorach wyciągowych z budynków głównych zakładu,
- ograniczenie dopuszczalnej prędkości poruszania się pojazdów po terenie zakładu.

Powinien być wykonany monitoring oddziaływania akustycznego zakładu na środowisko, w punktach kontrolnych zlokalizowanych przy najbliższej zabudowie mieszkaniowej z częstotliwością nie mniejszą niż raz na dwa lata oraz po każdej zmianie typu, ilości lub lokalizacji znaczących źródeł hałasu.

7. Monitoring

W trakcie prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów komunalnych powinny być monitorowane w sposób ciągły w komorze spalania lub komorze dopalania następujące parametry procesowe:
- temperatura gazów spalinowych, mierzona w pobliżu ściany wewnętrznej, w sposób eliminujący wpływ promieniowania cieplnego płomienia,
- zawartość tlenu w gazach spalinowych,
- ciśnienie gazów spalinowych,

- zawartość pary wodnej w gazach spalinowych, w przypadku, gdy techniki pomiarowe zastosowane do poboru i analizy gazów spalinowych nie obejmują osuszania gazów przed ich analizą.

Czas przebywania gazów spalinowych w wymaganych temperaturze, podlega weryfikacji podczas rozruchu i po każdej modernizacji Instalacji.
Zgodnie z wymogami prawnymi instalacja wyposażona powinna być w ciągły monitoring spalin do kontroli dotrzymania standardów emisji określonych w rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. *w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów*.
System komputerowy rejestrować musi w sposób ciągły wszystkie operacje oraz ustawienia urządzeń decydujących o parametrach proces termicznej obróbki odpadów, w tym również emisji podstawowych wskaźników.
Na wylocie spalin do atmosfery winien być zainstalowane analizatory pracujące w systemie on-line, realizujące ciągłe pomiary następujących parametrów w spalinach oczyszczonych suchych:

- Stężenia: tlenu, pyłu, HCl, SO_2, TOC (substancje organiczne w postaci gazów i par wyrażone jako całkowity węgiel organiczny), HF i CO;
- NO_X, pod warunkiem, że są ustalone dopuszczalne wartości emisji,
- Prędkość gazów spalinowych lub ciśnienie dynamiczne gazów odlotowych,
- Ciśnienie statyczne spalin,
- Współczynnik wilgotności,
- Temperaturę gazów spalinowych w przekroju pomiarowym.

W zapisach Dyrektywy zastrzega się jednak możliwość późniejszego wprowadzenia wymogu monitorowania zawartości metali ciężkich oraz PCDD i PCDF.
Pomiary okresowe dla linii termicznego przekształcania odpadów należy prowadzić co najmniej raz na sześć miesięcy, a przez pierwszy rok eksploatacji co najmniej raz na trzy miesiące. Systemy ciągłych pomiarów emisji do powietrza zainstalowane w Zakładzie należy kontrolować za pomocą równoległych pomiarów prowadzonych przy użyciu innych systemów z zastosowaniem metodyk referencyjnych (zgodnie z rozporządzeniem), co najmniej raz na trzy lata.
Metodyki referencyjne wykonywania ciągłych i okresowych pomiarów emisji do powietrza z instalacji albo urządzeń spalania lub współspalania odpadów oraz częstotliwość prowadzenia pomiarów okresowych reguluje rozporządzenie Klimatu i Środowiska z dnia 7 września 2021 r. *w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji*.

8. Inne główne źródła emisji do środowiska substancji, które emitują także spalarnie odpadów komunalnych

W Polsce od wielu lat prowadzi się monitoring emisji takich substancji jak SO_2, NO_x, CO, NH_3, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO).

Raport pt.: **KRAJOWY BILANS EMISJI SO_2, NO_x, CO, NH_3, NMLZO, PYŁÓW, METALI CIĘŻKICH I TZO ZA LATA 1990 – 2018 oraz raport za lata 1990 - 2019** zawierają syntetyczny opis wyników inwentaryzacji emisji zanieczyszczeń powietrza w roku 2018 i 2019 w Polsce wraz z trendami zmian wielkości emisji od roku 1990, objętych raportowaniem do Konwencji EKG ONZ w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości1 (CLRTAP) oraz do Unii Europejskiej określonych w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (tzw. dyrektywie pułapowej), a także raportowanych na potrzeby statystyki krajowej. Inwentaryzacja emisji w skali kraju obejmuje następujące zanieczyszczenia i ich grupy:

- dwutlenek siarki,
- tlenki azotu,
- amoniak,
- tlenek węgla,
- pył zawieszony (całkowity - TSP, oraz frakcje drobne: PM10, PM2.5 i sadza (BC)),
- metale ciężkie (w tym raportowane obowiązkowo do EKG ONZ/EMEP: kadm, rtęć i ołów oraz raportowane dotychczas na zasadzie dobrowolności: arsen, chrom, cynk, miedź i nikiel),
- niemetanowe lotne związki organiczne (NMLZO),
- trwałe zanieczyszczenia organiczne - TZO (w tym dioksyny i furany, polichlorowane bifenyle, heksachlorobenzen, benzo(a)piren oraz trzy inne wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne - WWA).

Krajowe emisje poszczególnych zanieczyszczeń powietrza raportowane są w oparciu o obowiązującą obecnie strukturę źródeł emisji w układzie klasyfikacji NFR (Nomenclature for Reporting). W raporcie podano zestawienia dla głównych kategorii źródeł wyszczególnionych poniżej:

1. Energia
   A. Spalanie paliw
      1. Przemysły energetyczne – produkcja energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych i przemysłowych oraz ciepłownie; rafinerie; produkcja paliw stałych i inne przemysły energetyczne;
      2. Przemysł wytwórczy i budownictwo – spalanie paliw na cele energetyczne;
      3. Transport – lotniczy, drogowy, kolejowy, żegluga i inne;
      4. Inne sektory – instytucje, handel, usługi, gospodarstwa domowe, spalanie paliw w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie.
   B. Emisja lotna z paliw
      1. Lotna emisja z paliw stałych
      2. Lotna emisja z systemu gazu ziemnego i ropy naftowej
2. Procesy przemysłowe
   A. Produkty mineralne

B. Przemysł chemiczny
C. Produkcja metali
D. Stosowanie rozpuszczalników i innych produktów G. –
L. Inne – Pozostałe kategorie, m.in. spalanie tytoniu, użycie sztucznych ogni, produkcja i przetwarzanie drewna; produkcja artykułów spożywczych, napojów i wyrobów tytoniowych

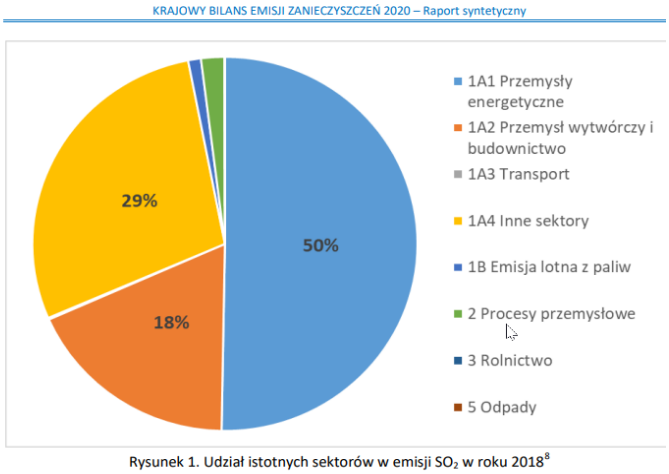
3. Rolnictwo
B. Nawozy naturalne
D. Gleby rolne. Spalanie resztek roślinnych

5. Odpady
A. Składowiska odpadów stałych
C. Spopielanie i otwarte spalanie odpadów
D. Gospodarka ściekami
E. Inne działalności - pożary składowisk, budynków oraz samochodów.

Poniżej przedstawiono dane na temat krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych (są to także podstawowe zanieczyszczenia, które są emitowane przez spalarnie odpadów komunalnych) ze szczególnym zwróceniem uwagi na główne źródło tych emisji.

Emisje dwutlenku siarki

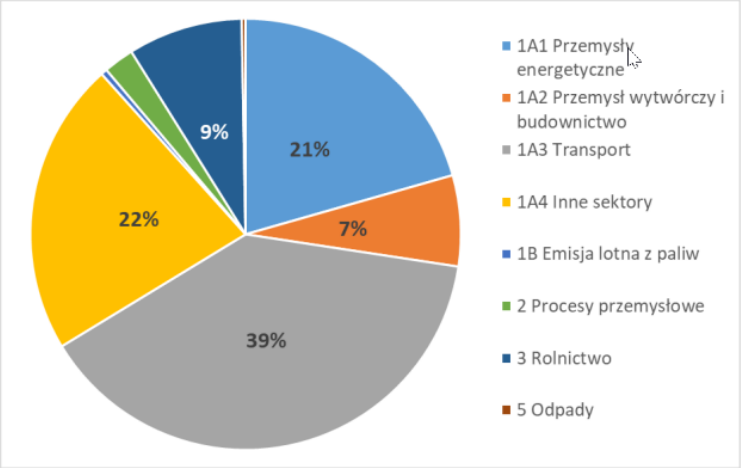
Głównym źródłem emisji dwutlenku siarki jest energetyczne spalanie paliw (głównie węgla) w źródłach stacjonarnych, które łącznie są odpowiedzialne za 97% krajowej emisji dwutlenku siarki. 50% emisji pochodzi z sektora 1A1. Przemysły energetyczne, 29% z sektora 1A4. Inne sektory – instytucje, handel, usługi, gospodarstwa domowe, spalanie paliw w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie, a 18% z sektora 1A2. Przemysł wytwórczy i budownictwo.



Rysunek 1. Udział istotnych sektorów w emisji SO_2 w roku 2018[8]

Emisje tlenków azotu

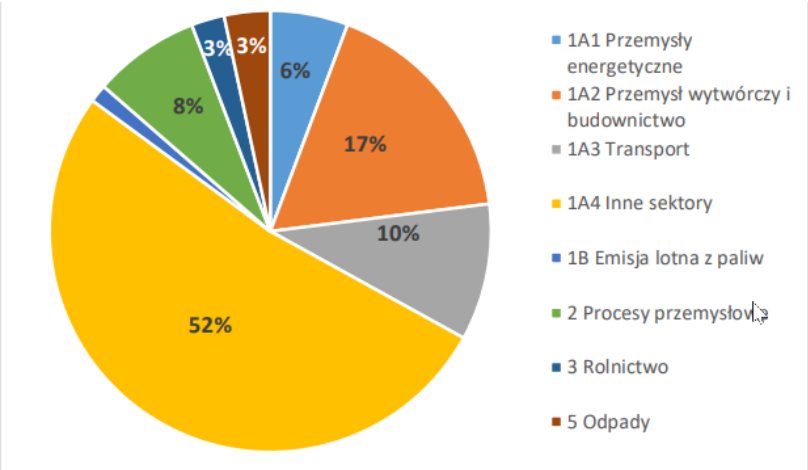
Największym źródłem emisji tlenków azotu w roku 2018 było spalanie paliw w sektorach: 1A3. Transport, z którego za większość emisji odpowiada transport drogowy – 39% **oraz 1A4. Inne sektory (m.in. emisja z sektora komunalno-bytowego)** - 22% i 1A1. Przemysły energetyczne - 21% emisji.



Rysunek 3. Udział istotnych sektorów w emisji NO_x w roku 2018

Emisje pyłu PM2.5

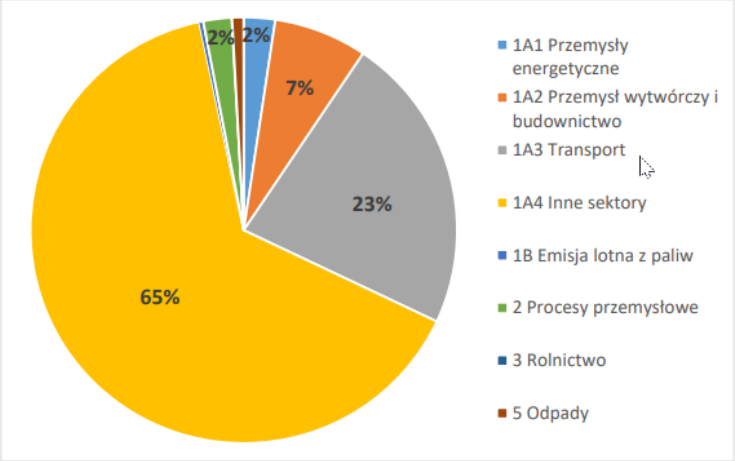
Zasadniczym źródłem emisji pyłu drobnego PM2.5 są źródła należące do kategorii 1A. Spalanie, z której pochodzi 85% całkowitej emisji tego zanieczyszczenia. **Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory (52%) i jest związana głównie ze spalaniem węgla kamiennego i drewna w gospodarstwach domowych.** Pozostałe istotne źródła emisji pyłu tej frakcji w roku 2018 to sektory: 1A2. Przemysł wytwórczy i budownictwo (17%) oraz 1A3. Transport (10%).



Rysunek 9. Udział istotnych sektorów w emisji pyłu PM2.5 w roku 2018

Emisje tlenku węgla

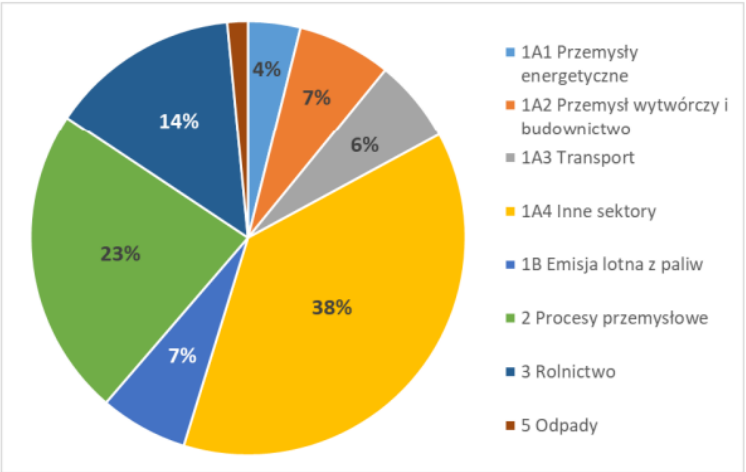
W roku 2018 największym źródłem emisji tlenku węgla było **spalanie paliw w kategorii 1A4. Inne sektory (do których należą małe źródła spalania, takie jak gospodarstwa domowe, instytucje etc.), które są odpowiedzialne za 65%** krajowej emisji tlenku węgla. Innym znaczącym źródłem emisji tlenku węgla jest sektor 1A3. Transport – 23% emisji krajowej.



Rysunek 11. Udział istotnych sektorów w emisji CO w roku 2018

Emisja pyłów TSP

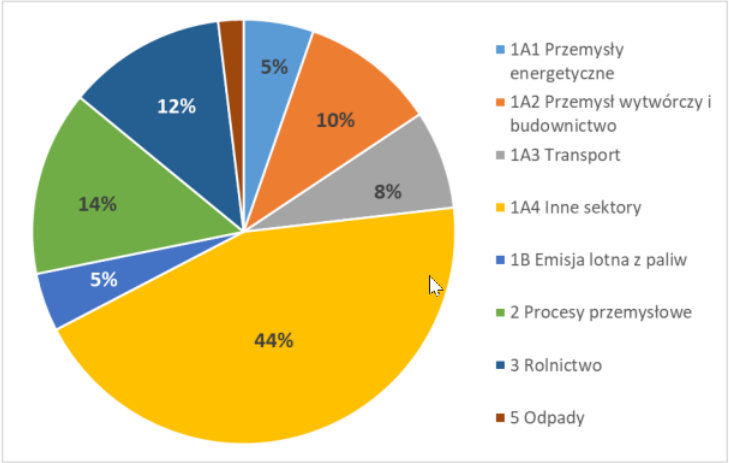
Głównym źródłem emisji całkowitego pyłu zawieszonego TSP w Polsce są procesy stacjonarnego spalania, z których pochodzi większość krajowej emisji. Kategoria 1A4. Inne sektory ma największy udział w emisjach TSP z grupy źródeł stacjonarnych – 38%. Emisja z sektora 2. Procesy przemysłowe stanowi 23% całkowitej emisji, z czego największa emisja pochodzi z kategorii 2A. Produkty mineralne.



Rysunek 13. Udział istotnych sektorów w emisji TSP w roku 2018

Emisje pyłu PM10

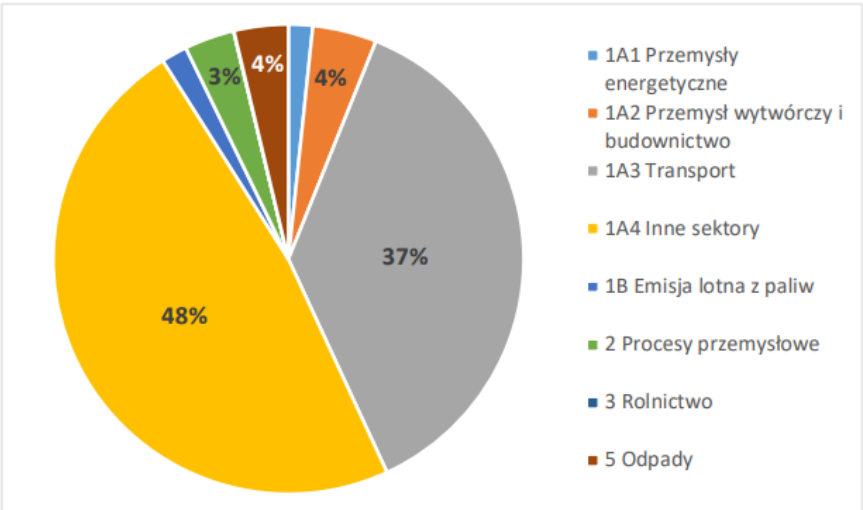
Głównym źródłem emisji pyłu PM10 w Polsce, podobnie jak dla pyłu całkowitego, są procesy stacjonarnego spalania, z których większość pochodzi **z kategorii 1A4. Inne sektory – 44%.** Drugim w kolejności źródłem jest sektor 2. Procesy przemysłowe – 14%. Na rysunku 15 przedstawiono udziały sektorów w krajowej emisji pyłu PM10 w roku 2018.



Rysunek 15. Udział istotnych sektorów w emisji pyłu PM10 w roku 2018

Emisje sadzy

Głównym źródłem emisji sadzy (ang. black carbon, BC) w Polsce, są **procesy stacjonarnego spalania z kategorii 1A4. Inne sektory – 48%** oraz źródła mobilne, tj. sektor 1A3. Transport - 37% (emisja pochodzi głównie z transportu drogowego).



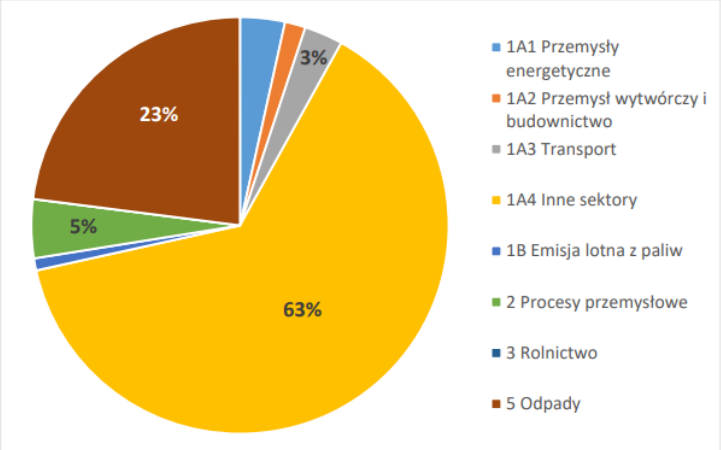
Rysunek 17. Udział istotnych sektorów w emisji pyłu BC (sadzy) w roku 2018

Emisje trwałych zanieczyszczeń organicznych

Emisja polichlorowanych dioksyn i furanów (PCDD/F)

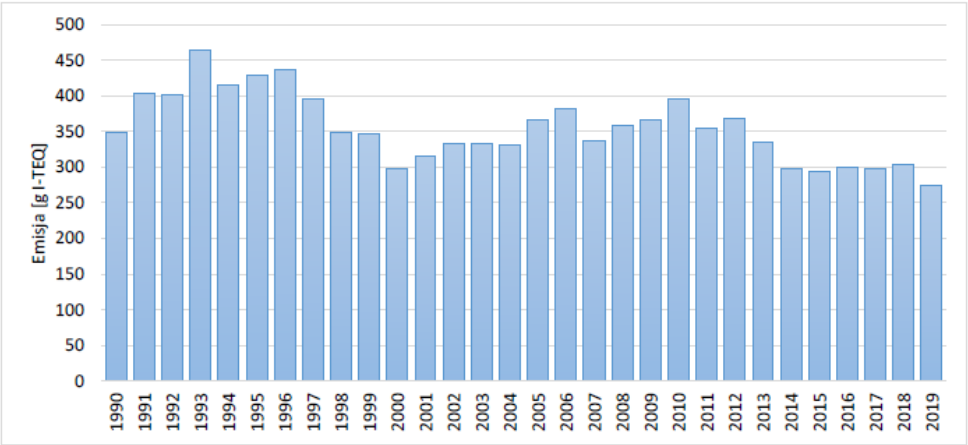
Główne źródło emisji PCDD/F w roku 2018 to kategoria 1A4. Inne sektory, z której pochodzi 63% emisji krajowej. W obrębie tej kategorii dominuje emisja z procesów spalania w paleniskach domowych. Znaczna część emisji PCDD/F (23% emisji krajowej) pochodzi ze źródeł klasyfikowanych do kategorii 5. Odpady, obejmujących między innymi pożary składowisk, budynków (zarówno mieszkalnych, jak i przemysłowych) oraz samochodów. W tej kategorii dominująca jest emisja z pożarów składowisk odpadów, jednak obliczenia wielkości emisji w tej podkategorii obarczone są dużą niepewnością z powodu trudności w szacowaniu masy odpadów spalonych podczas pożarów.

W latach 2017 – 2018 największy wzrost emisji wystąpił w sektorze 5E. Inne, co było spowodowane wzrostem ilości pożarów składowisk (o 31% w stosunku do 2017). Największy spadek wielkości emisji PCDD/F miał miejsce ze względu na mniejsze zużycie węgla kamiennego i drewna w gospodarstwach domowych. **Emisja ta w 2019 roku zmniejszyła się w porównaniu do roku 2018 - o 10%.**



Rysunek 19. Udział istotnych sektorów w emisji dioksyn i furanów w roku 2018

Trend emisji dioksyn i furanów w latach 1990-2019 przedstawiono na rysunku 20.



Rysunek 20. Trend emisji dioksyn i furanów w latach 1990-2019

Wymagania wobec emisji polichlorowanych dibenzodioksyn/dibenzofuranów określono dla kilku sektorów przemysłowych, w tym:

- w dyrektywie w sprawie emisji przemysłowych (IED) – dla spalarni i współspalarni odpadów,
- w konkluzjach BAT – dla produkcji cementu, wapna i tlenku magnezu (2013/163/UE), produkcji żelaza i stali (2012/135/UE) oraz rafinacji ropy naftowej i gazu (2014/738/UE),
- w konkluzji BAT – dla dużych źródeł spalania odpadów (2019/2010/UE),
- w rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. *w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów* – dla instalacji i urządzeń spalania odpadów oraz współspalania odpadów.

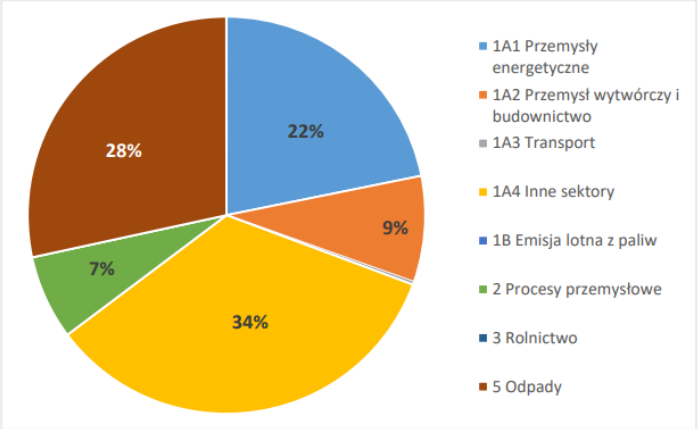
W konkluzjach BAT dla dużych źródeł spalania odpadów zaproponowano następujące stężenia PCDD/F w spalinach:

- < 0,01 – 0,04 ng I-TEQ/Nm^3 dla nowych zespołów urządzeń,
- < 0,01 – 0,06 ng I-TEQ/Nm^3 dla istniejących zespołów urządzeń.

W rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. *w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów* dopuszczalne stężenie PCDD/F w odgazach z instalacji i urządzeń spalania odpadów lub współspalania odpadów określono na poziomie 0,1 ng/m^3_u,

Emisja heksachlorobenzenu (HCB)

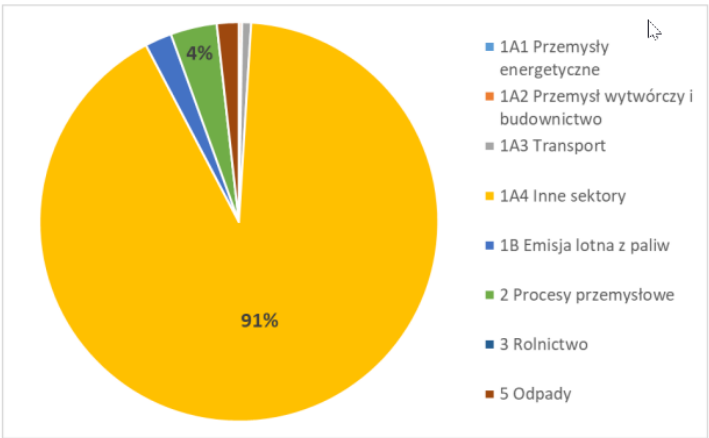
Największe udziały w tej emisji mają źródła ujęte w kategoriach: 1A4. Inne sektory – 34% oraz 5. Odpady – 28% (głównie ze spalania odpadów przemysłowych i osadów ściekowych). Sektor 1A1. Przemysły energetyczne odpowiada za 22% całkowitej emisji HCB.



Rysunek 21. Udział istotnych sektorów w emisji HCB w roku 2018

Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA)

Decydująca część emisji WWA (91%) pochodzi z kategorii 1A4. Inne sektory, przy czym główną część tej emisji stanowi emisja z gospodarstw domowych – aż 96%. Około 4% szacowanej krajowej emisji WWA pochodzi z sektora 2. Procesy przemysłowe - głównie z wytopu stali w piecach elektrycznych oraz produkcji spieku. Emisja WWA w roku 2018, w stosunku do poziomu emisji z roku 2017, zmniejszyła się o 2%. W największym stopniu do zmiany krajowej emisji WWA przyczynił się spadek emisji z sektora gospodarstw domowych, co jest związane ze zmniejszeniem zużycia węgla kamiennego i drewna.

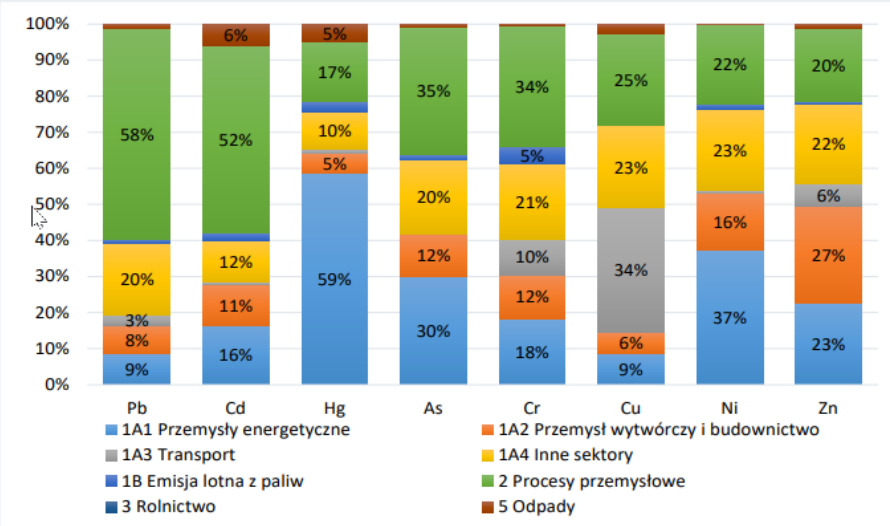


Rysunek 25. Udział istotnych sektorów w emisji WWA w roku 2018

Emisje metali ciężkich

Dominującym źródłem emisji ołowiu, kadmu, chromu i arsenu jest sektor 2. Procesy przemysłowe, którego udział w całkowitej emisji Pb i Cd stanowi ponad 50%, Cr – 34%, a As - 35%. W przypadku rtęci i niklu największym źródłem jest spalanie paliw

w sektorze 1A1. Przemysły energetyczne – odpowiednio 59% i 37%. Również emisja arsenu i cynku z tego sektora kształtuje się na znacznym poziomie – odpowiednio 30% i 23%, przy czym największy udział w emisji arsenu ma sektor 2. Procesy przemysłowe – 35%, a największy udział w emisji cynku ma sektor 1A2. Przemysł wytwórczy i budownictwo – 27%. Sektor 1A3. Transport jest źródłem największej emisji miedzi – 34%. Pochodzi ona głównie z procesów trybologicznych w transporcie drogowym.



Rysunek 27. Udział istotnych sektorów w emisji metali ciężkich w roku 2018

Tabela 5. Zbiorcze zestawienie procentowego udziału sektora 1A4. Inne sektory (instytucje, handel, usługi, gospodarstwa domowe, spalanie paliw w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie) w krajowym bilansie emisji.

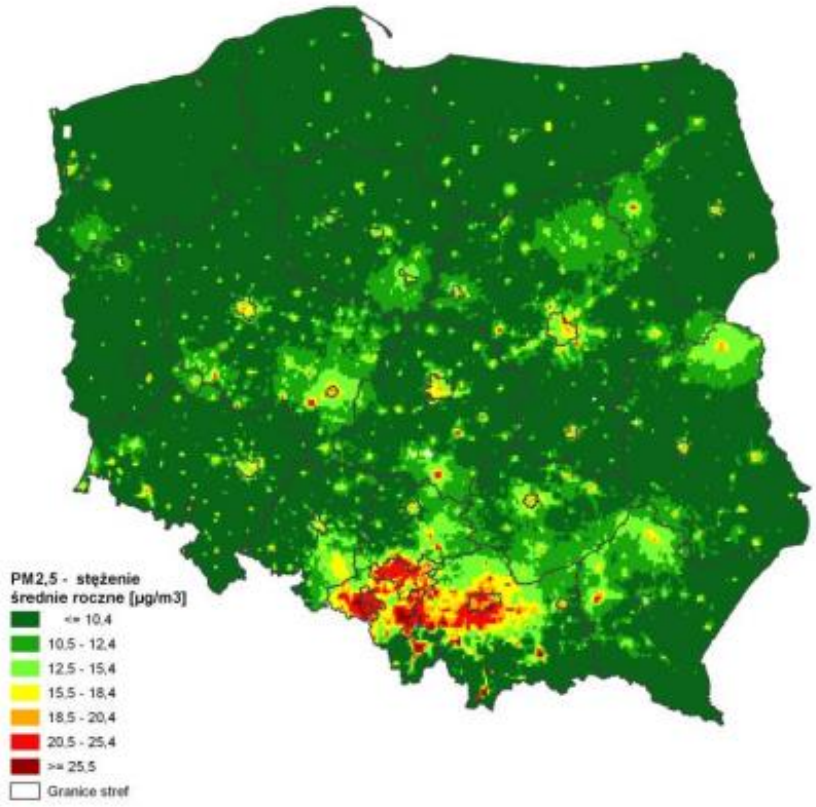
Rodzaj emisji	**Udziały procentowy sektora 1A4. Inne sektory**
Emisje dwutlenku siarki	29% z sektora 1A4. Inne sektory – instytucje, handel, usługi, gospodarstwa domowe, spalanie paliw w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie
Emisje tlenków azotu	22% z sektora 1A4. Inne sektory (m.in. emisja z sektora komunalno-bytowego)
Emisje pyłu PM2.5	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 52% i jest związana głównie ze spalaniem węgla kamiennego i drewna w gospodarstwach domowych.
Emisja tlenku węgla	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 65% (do których należą małe źródła spalania, takie jak gospodarstwa domowe, instytucje etc.).
Emisja pyłów TSP	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 38% (do których należą małe źródła spalania,

	takie jak gospodarstwa domowe, instytucje etc.).
Emisje pyłu PM10	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 44% (do których należą małe źródła spalania, takie jak gospodarstwa domowe, instytucje etc.).
Emisje sadzy	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 48% (do których należą małe źródła spalania, takie jak gospodarstwa domowe, instytucje etc.).
Emisja polichlorowanych dioksyn i furanów (PCDD/F)	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 63 %. W obrębie tej kategorii dominuje emisja z procesów spalania w paleniskach domowych. Znaczna część emisji PCDD/F (23% emisji krajowej) pochodzi ze źródeł klasyfikowanych do kategorii 5. Odpady, obejmujących między innymi pożary składowisk, budynków (zarówno mieszkalnych, jak i przemysłowych) oraz samochodów.
Emisja heksachlorobenzenu (HCB)	Największa część emisji pochodzi z sektora 1A4. Inne sektory 34% (do których należą małe źródła spalania, takie jak gospodarstwa domowe, instytucje etc.).
Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA)	Decydująca część emisji WWA (91%) pochodzi z kategorii 1A4. Inne sektory, przy czym główną część tej emisji stanowi emisja z gospodarstw domowych – aż 96%.
Emisje metali ciężkich	Z sektora 1A4. Inne sektory pochodzi 23% emisji Cu i Ni, 22% Zn, 21% Cr, 20% Sn i Pb, 12% Cd, 10% Hg.

Jak widać z powyższego zestawienia za emisje pyłu PM2.5 , tlenku węgla, pyłu zawieszonego całkowitego (TSP), pyłu PM10, sadzy, polichlorowanych dioksyn i furanów (PCDD/F), heksachlorobenzenu (HCB), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w największym stopniu odpowiada sektor 1A4. Inne sektory (instytucje, handel, usługi, gospodarstwa domowe, spalanie paliw w rolnictwie, leśnictwie i rybołówstwie).

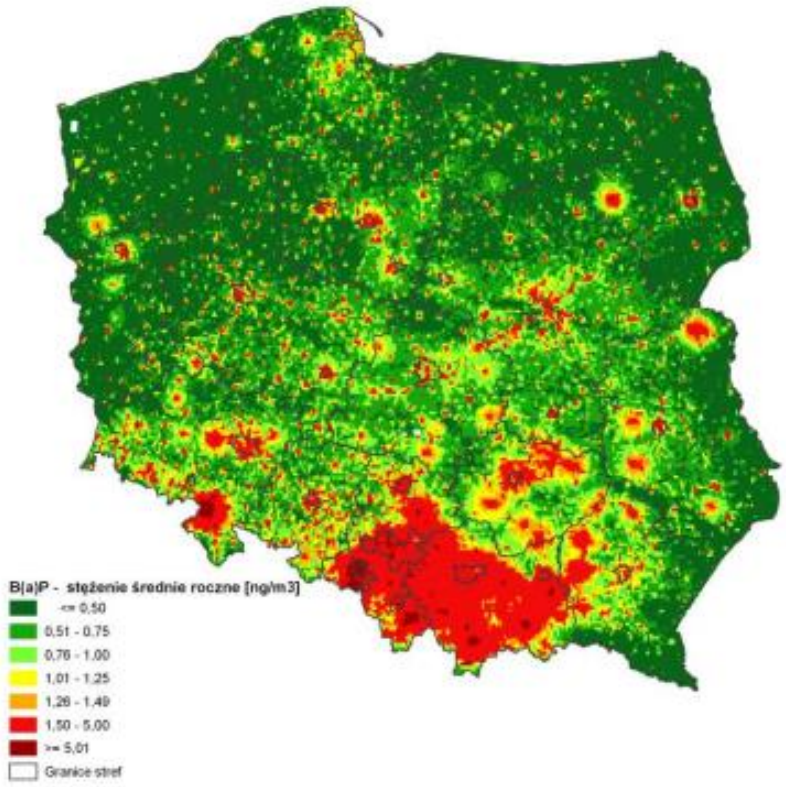
W przypadku pyłu PM2.5, tlenku węgla, polichlorowanych dioksyn i furanów (PCDD/F), wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w tym benzo(a)pirenu zdecydowanie dominującym źródłem emisji jest spalanie węgla kamiennego i drewna w gospodarstwach domowych.

Jak pokazują analizy i badania prowadzone w ramach monitoringu środowiska, najwyższe stężenia zanieczyszczeń pyłu PM2,5 i benzo(a)pirenu występują na południu Polski (województwa śląskie i małopolskie).



Rys. 3.12.7. Rozkład przestrzenny średniego rocznego stężenia PM2,5 na obszarze Polski w 2020 roku, określon na podstawie modelowania matematycznego oraz obiektywnego szacowania

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB, Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB



Rys. 3.11.6. Rozkład przestrzenny średniego rocznego stężenia B(a)P na obszarze Polski w 2020 roku, określony na podstawie modelowania matematycznego oraz obiektywnego szacowania
Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB, Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB

W związku z udowodnionym, negatywnym wpływem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na zdrowie człowieka, konieczne jest prowadzenie działań ograniczających narażenie populacji na te związki. Najlepszym rozwiązaniem jest wprowadzenie zmian z sposobie ogrzewania mieszkań, ponieważ sektor komunalny wciąż jest najpoważniejszym źródłem emisji WWA. Duży niepokój budzi obecnie fakt występowania benzo(a)pirenu na poziomie wielokrotnie przekraczającym średnioroczne wartości normatywne we wszystkich aglomeracjach miejskich i w czternastu województwach w Polsce.
W 2017 roku wartość stężenia rocznego dla benzo(a)pirenu na stanowisku w Nowym Sączu wynosiła 10 ng/m^3 , co stanowi 1000 % wartości docelowej 1 ng/m^3 . W okresie objętym badaniami corocznie odnotowywane są przekroczenia tej wartości.

Wspólnotowe Centrum Badawcze (JRC) opublikowało wyniki badań stężeń „dioksyn" (PCDD/F) w spalinach z pieców domowych opalanych węglem kamiennym (niska emisja komunalna). W badaniach wykorzystano węgiel pochodzący z Polski o zawartości związków chloru z przedziału od 0,074% do 0,31%. Opublikowane wyniki pomiarów wskazują na duże różnice stężeń w jakich dioksyny mogą występować w spalinach, w zależności od zawartości w węglu związków chloru i warunków procesu. **Przy spalaniu węgla o niskiej zawartości związków chloru**

stężenia nie przekroczyły poziomu 0,5 ng TEQ/m^3 (w przeliczeniu na 11% zawartość tlenu w spalinach). **W przypadku spalania węgla o wysokiej zawartości związków chloru oraz w warunkach procesu sprzyjających powstawaniu dioksyn, najwyższe stężenie odnotowano na poziomie przekraczającym 100 ng TEQ/m^3.**

9. Wpływ na zdrowie ludzi substancji emitowanych przez spalarnie odpadów komunalnych.

Dwutlenek siarki

Dwutlenek siarki jest gazem o ostrym, gryzącym i duszącym zapachu, wchłaniany jest przez błonę śluzową nosa i gardła. Kontakt z tym związkiem powoduje podrażnienie górnych dróg oddechowych i może przyczyniać się do rozwoju stanów zapalnych i chorób, takich jak zapalenie oskrzeli, płuc czy rozedmy płuc. Osoby narażone na działanie dwutlenku siarki w powietrzu wykazują często obniżoną czynność płuc, podrażnienie oczu, nosa, gardła i wyższą śmiertelność. Szczególnie wrażliwi na działanie dwutlenku siarki są astmatycy oraz osoby cierpiące na schorzenia układu sercowo-naczyniowego. U osób chorych na astmę objawia się ono zaostrzeniem problemów z oddychaniem, a u osób cierpiących na schorzenia układu sercowo-naczyniowego – arytmią, kołataniem, dusznościami, a w skrajnych przypadkach zawałem. Dwutlenek siarki jest kancerogenem - czynnikiem chemicznym, fizycznym lub biologicznym zdolnym do zwiększania częstości występowania nowotworów złośliwych.

Dwutlenek azotu

Dwutlenek azotu jest gazem niepalnym, silnie toksycznym, o duszącym charakterystycznym zapachu i czarno-brązowej barwie. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie oraz ma silne właściwości utleniające. Jego źródłem w atmosferze mogą być procesy naturalne, takie jak wyładowania atmosferyczne, aktywność wulkaniczna, utlenianie amoniaku pochodzącego z rozkładu, jak również te związane z działalnością i bytowaniem człowieka, do których zalicza się procesy spalania paliw kopalnych w przemyśle, elektrociepłowniach, gospodarstwach domowych i silnikach pojazdów. Dwutlenek azotu wpływa negatywnie na zdrowie ludzi i zwierząt powodując choroby układu oddechowego, uczulenia, podrażnienia oczu, nowotwory oraz spadek odporności organizmu na infekcje bakteryjne. Obserwuje się również szkodliwy wpływ tego związku na rośliny, u których działa toksycznie i uszkadza chloroplasty. Ponadto dwutlenek azotu jest odpowiedzialny za powstawanie w glebie rakotwórczych i mutagennych nitrozoamin.

Tlenek węgla CO

Tlenek węgla to substancja bardzo niebezpieczna, silnie trująca, powstająca w wyniku niecałkowitego spalania węgla, czyli przy niedostatecznym dopływie

powietrza. Szacuje się, że podczas prawidłowego spalania węgla z ok. 1% powstaje tlenek węgla, a resztą stanowi CO_2. Normalny poziom tlenku węgla w powietrzu atmosferycznym wynosi 0,01–0,2 ppm, a w miastach może osiągać kilka ppm. W spalinach samochodowych bez katalizatora ilość tlenku węgla może sięgać nawet 4–9%, a wypalenie jednego papierosa wytwarza średnio 70 mg CO. W pomieszczeniach zamkniętych stężenie tlenku węgla zależy nie tylko od intensywności jego źródła, ale również od szybkości wymiany powietrza. Jego gęstość jest zbliżona do gęstości powietrza.
Tlenek węgla jest bezbarwny i bezwonny, co uniemożliwia wykrycie jego uwalniania się za pomocą zmysłów. Łączy się z hemoglobiną ok. 200–250 razy szybciej niż tlen, w wyniku tego powstaje karboksyhemoglobina utrudniająca łączenie się hemoglobiny z tlenem. Do poszczególnych komórek organizmu przestaje być doprowadzana niezbędna do życia ilość tlenu, co w konsekwencji może prowadzić do zgonu. Objawy zatrucia tlenkiem węgla zależą od stężenia objętościowego tego gazu w powietrzu.
Przyjmuje się, że:

- stężenie 100–200 ppm powoduje lekki ból głowy przy ekspozycji przez 2–3 godziny,
- 400 ppm – powoduje silny ból głowy występujący po ok. 1 godz.,
- 800 ppm – prowadzi do trwałej śpiączki po ok. 2 godz.,
- 1600 ppm – prowadzi do zgonu po 2 godzinach,
- 6400 ppm – powoduje zgon w niecałe 20 minut,
- 12 800 ppm – powoduje utratę przytomności po 2–3 wdechach, a śmierć po ok. 3 minutach.

Tlenek węgla może być szczególnie niebezpieczny dla ludzi cierpiących na serce, nawet w stężeniu często stwierdzanym w pomieszczeniach zamkniętych.

Pył zawieszony PM10 i PM2,5

Do pyłów zawieszonych PM10 zaliczane są pyły inhalabilne o średnicy aerodynamicznej ziaren mniejszej niż 10 μm, które mogą docierać do górnych dróg oddechowych i płuc. U ludzi osiadają na ściankach pęcherzyków płucnych, utrudniają wymianę gazową i mogą wywoływać poważne choroby układu oddechowego. Duże stężenie pyłu w powietrzu wpływa negatywnie również na zdrowie kobiet ciężarnych oraz na rozwijającą się ciąże – może powodować wady wrodzone u dziecka oraz powikłania przebiegu ciąży.
Długotrwała ekspozycja na pył zawieszony PM2,5 może wywoływać miażdżycę, niekorzystne wyniki porodu oraz choroby układu oddechowego u dzieci. W badaniu zasugerowano również możliwy negatywny związek z rozwojem układu nerwowego, funkcją poznawczą i cukrzycą, a także wzmocniono związek przyczynowo-skutkowy między PM2.5 a zgonami spowodowanymi chorobami układu krążenia i układu oddechowego.

Głównymi przyczynami przekroczeń stężeń 24-godzinnych i rocznych pyłu zawieszonego PM10 w Nowym Sączu i w strefie małopolskiej jest niska emisja z indywidualnych palenisk domowych oraz emisja komunikacyjna.

Metale w pyle PM10.

Do metali ciężkich zaliczamy zarówno pierwiastki niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, tzw. mikroelementy, jak i te, które wręcz zaburzają procesy życiowe. W tej grupie wyróżnia się: ołów (Pb), kadm (Cd), rtęć (Hg), nikiel (Ni). Metale ciężkie, głównie Cd, Pb, Hg, odkładają się w szpiku kostnym, śledzionie i nerkach, uszkadzają układ nerwowy, powodują anemię, zaburzenia snu, pogorszenie sprawności umysłowej, agresywność, mogą wywoływać zmiany nowotworowe, bezpłodność. Na uwagę zasługuje ołów, ponieważ źródła jego emisji – spaliny samochodów gaźnikowych, występują niemal wszędzie. Ponadto ołów jest pobierany z gleby przez rośliny i kumulowany w ich tkankach.

Chlorowodór

Chlorowodór, intensywnie drażniąc górne drogi oddechowe, powoduje ich ostre zapalenie.

Fluorowodór

Jony fluorkowe łatwo przenikają przez błony komórkowe, penetrując zarówno tkanki twarde, jak i miękkie tkanki narządów. Najbardziej narażone na szkodliwe działanie fluoru są nerki i wątroba, ponieważ są one zaangażowane w detoksykację i eliminację fluoru z organizmu. Toksyczność fluoru wynika z jego zdolności do wywoływania stresu oksydacyjnego poprzez generowanie wolnych rodników i zmniejszanie wydajności enzymatycznego układu antyoksydacyjnego. Fluor indukuje procesy wolnorodnikowe, które prowadzą do uszkodzeń białek, DNA w nerkach, wątrobie, mózgi i krwi. Z drugiej strony może być również inhibitorem enzymów antyoksydacyjnych. Negatywny wpływ fluor wywiera także na przemiany energetyczne w komórkach. Zaburza gospodarkę mineralną organizmu m. in. poziom wapnia, magnezu i fosforu. Zwiększa przyswajalność glinu przez komórki śluzówki przewodu pokarmowego oraz transport glinu przez barierę krew-mózg. Kompleksy te są uważane za jeden z czynników uszkadzających centralny układ nerwowy.

Negatywny wpływ fluoru na organizm człowieka wynika z dużego powinowactwa do wapnia i magnezu, tworząc z tymi pierwiastkami związki nierozpuszczalne, wytrącające się w kościach, więzadłach, torebkach stawowych, mięśniach, powodując zaburzenia czynnościowe narządów. Działa hamująco na wiele enzymów, oddychanie komórkowe, przemianę węglowodanów i lipidów czy syntezę niektórych hormonów. W ciąży zbyt duża podaż fluoru może wpłynąć na obniżenie masy urodzeniowej noworodka, zmniejszenie obwodu główki, wcześniejsze zarastanie ciemiączka, zaburzenia rozwojowe. Do innych niekorzystnych działań fluoru zaliczyć można: przedwczesne porody (na skutek uszkodzenia narządów rozrodczych), obniżone wskaźniki płodności, poronienia i zgony noworodków, rozwój niektórych nowotworów, zmniejszenie średniego współczynnika inteligencji IQ, a także obniżenie aktywności tarczycy czy hamowanie powstawania przeciwciał we krwi - obniżenie zdolności białych krwinek do niszczenia czynników chorobotwórczych. Ponieważ fluor ma silne powinowactwo do wapnia dla osób z jego deficytem, niedożywieniem czy z dysfunkcją nerek ryzyko zatrucia wzrasta. Na zatrucia wpływ ma także fakt, iż fluor kumuluje się w organizmie i jest wydalany przez gruczoły łojowe i potowe. Fluor jest silnie neurotoksyczny – powoduje zmiany neurodegeneracyjne w móżdżku, hipokampie i korze mózgu. Prowadzi do zahamowania syntezy neurotransmiterów i zmniejszenia ilości receptorów w mózgu. Obniża zdolność uczenia i zapamiętywania.

Benzo(a)piren

Benzo(a)piren to organiczny związek chemiczny z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Pod względem fizycznym będący ciałem stałym, krystalicznym, o brunatno-żółtej barwie i nieprzyjemnym zapachu. Nie rozpuszcza się w wodzie. Powstaje podczas spalania niecałkowitego, głównie wskutek palenia śmieci, szczególnie tworzyw sztucznych. Występuje również w dymie tytoniowym. Wykazuje małą toksyczność ostrą, za to dużą toksyczność przewlekłą, co związane jest z jego zdolnością do kumulacji w organizmie. Związek ten ma udowodnione właściwości kancerogenne i mutagenne, dlatego jest szczególnie niebezpieczny dla kobiet w ciąży. Ponadto w kontakcie ze skórą może wywoływać reakcję alergiczną. Benzo(a)piren może również podrażniać oczy, nos, gardło i oskrzela.

Heksachlorobenzen (HCB) stosowany jest jako plastyfikator PCW i dodatek do syntetycznych wyrobów gumowych. Jest także produktem ubocznym działalności przemysłowej. Wywołuje zaburzenia, m.in. w: gruczole tarczowym, jajnikach i nadnerczach, zmniejszając stężenia: hormonów tarczycy, estrogenów i glikokortykosteroidów oraz liczbę ich receptorów. Heksachlorobenzen nie działał mutagennie i genotoksycznie w testach w warunkach in vitro i in vivo. W badaniach epidemiologicznych nie udowodniono rakotwórczego działania

heksachlorobenzenu u ludzi, natomiast na podstawie wyników licznych badań doświadczalnych stwierdzono: rakotwórcze, promotorowe i kokancerogenne działanie tego związku. Międzynarodowe i narodowe instytucje zaklasyfikowały heksachlorobenzen do kancerogenów grupy 2.B (IARC), kategorii 1.B (UE, Polska) i grupy A3. (ACGIH).

Polichlorowane dioksyny i furany (PCDD/F)

Związki z grupy dioksyn (PCDD/F) są niebezpieczne dla zdrowia ludzkiego nawet w bardzo małych dawkach, powodując m. in. zaburzenia gospodarki hormonalnej, problemy z płodnością oraz negatywnie oddziałując na rozwijający się płód. Najbardziej znana substancja z tej grupy, 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioksyna (TCDD) została sklasyfikowana przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) jako substancja kancerogenna dla ludzi. Dioksyny są związkami trwałymi i kumulują się w organizmach żywych, a zatem negatywne efekty zdrowotne ekspozycji na te substancje mogą pojawić się dopiero po dłuższym czasie. Głównym źródłem narażenia na związki z grupy dioksyn jest spożywanie skażonej żywności, zwłaszcza produktów pochodzenia zwierzęcego zawierających dużo tłuszczu (jaja, nabiał, mięso, ryby).
Jak podaje Wikipedia, około 8% całkowitej masy dioksyn skumulowanych w organizmie człowieka dostaje się do niego przez wdychane powietrze. Około 90% masy dioksym przedostających się do organizmu człowieka trafia do niego wraz z pożywieniem. 27,5% z tej wartości stanowi mięso oraz podroby mięsne, 27% – ryby i owoce morza, natomiast 26,9% – nabiał.
Przyjmuje się, że około 2% łącznej masy dioksyn skumulowanych w organizmie ludzkim dostaje się do niego przez skórę.

Podstawowym źródłem dioksyn w organizmie człowieka jest pożywienie, szczególnie zawierające tłuszcz zwierzęcy. Zawartość dioksyn w tłuszczach roślinnych jest zdecydowanie niższa, tak jak na przykład w przypadku oleju słonecznikowego. Kwestia dioksyn istotna jest w jadalnych częściach roślin narażonych na kontakt z zawierającym dioksyny pyłem zawartym w powietrzu atmosferycznym. Przykładem mogą być jadalne liście roślin takich jak kapusta lub sałata. Rośliny uprawiane na wolnym powietrzu w terenach zanieczyszczonych przemysłowo są stale narażone na opad pyłu z powietrza zawierającego dioksyny.
Udowodniono, że dioksyny oraz polichlorowane bifenyle mają bezpośredni wpływ na zakłócenie systemu endokrynnego wydzielania hormonów sterydowych, zwłaszcza progesteronu. Zakłócają one również replikację kodu genetycznego, także w rozmnażających się komórkach. Szczególne działanie w tym zakresie wykazują dioksyny. Efekt działania jest zależny od dawki i czasu ekspozycji na te substancje. Zawartość dioksyn w niektórych środkach spożywczych, może stanowić zagrożenie ich nadmiernej kumulacji w ludzkiej tkance tłuszczowej, czego efektem będzie wykazany w badaniach wpływ na zakłócenie wydzielania hormonów sterydowych, a w konsekwencji nawet bezpłodność. Dioksynom udowodniono ich

działanie teratogenne (uszkadzają płód) oraz alergiczne. Udokumentowano również poważne przypadki alergii skórnych, tzw. chlorakna.

10. Podsumowanie

Szczegółowy opis spełnienia wymagań najlepszych dostępnych technik przez projektowaną instalację termicznego przetwarzania odpadów (spalarnię) winien się znaleźć w raporcie z oceny oddziaływania na środowisko a na etapie projektu technicznego w pozwoleniu zintegrowanym. Konkluzje BAT (graniczne wartości emisji) muszą być podstawą określenia dopuszczalnych wielkości emisji dla projektowanej spalarni. Spełnienie wymogów najlepszych dostępnych technik i ustalenie dopuszczalnych wielkości emisji na podstawie konkluzji BAT jest gwarancją zminimalizowania oddziaływania na środowisko i zdrowie ludzi i braku występowania uciążliwości w tym względzie poza terenem będącym własnością Inwestora.
Należy także wspomnieć, że dopuszczenie instalacji do ruchu zostanie poprzedzone szczegółowym odbiorem spełnienia wymogów pozwolenia zintegrowanego.

11. Literatura

- Opracowanie podstawowych założeń projektu budowy Instalacji termicznego przekształcania odpadów dla NEWAG S.A. Nowy Sącz. Kraków 10.01.2022.

- DECYZJA WYKONAWCZA KOMISJI (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów *(notyfikowana jako dokument nr C(2019) 7987).*

- MOŻLIWOŚCI OGRANICZANIA EMISJI DIOKSYN W SEKTORZE METALURGICZNYM W POLSCE. Duńska Agencja Ochrony Środowiska, Ministerstwo Środowiska. Warszawa 2005.

- Rozporządzenie MINISTRAKLIMATU z dnia 24 września 2020r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów. Dziennik Ustaw dnia 22 października 2020 r. poz. 1860.

- Oddziaływanie na środowisko spalarni odpadów. Grzegorz WIELGOSIŃSKI, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej. Nowa Energia - dodatek nt. termicznego przekształcania odpadów komunalnych.

- KRAJOWY BILANS EMISJI SO_2, NO_x, CO, NH_3, NMLZO, PYŁÓW, METALI CIĘŻKICH I TZO ZA LATA 1990 – 2018. Ministerstwo Klimatu. Warszawa 2020.

- KRAJOWY BILANS EMISJI SO_2, NO_x, CO, NH_3, NMLZO, PYŁÓW, METALI CIĘŻKICH I TZO ZA LATA 1990 – 2019. Ministerstwo Klimatu. Warszawa 2021.

- DIOXIN EMISSIONS FROM COAL COMBUSTION IN DOMESTIC STOVE: FORMATION IN THE CHIMNEY AND COAL CHLORINE CONTENT INFLUENCE. Bostjan PARADIZ, Panagiota DILARA, Gunther UMLAUF,Ivan BAJSIC, and Vincenc BUTALA. Original scientific paper DOI: 10.2298/TSCI140113079P.

- Mikuła J., Łach M., Mierzwiński D., Sposoby zagospodarowania popiołów i żużli ze spalarni odpadów; Inżynieria Ekologiczna / Ecological Engineering Vol. 18 (3), 2017.

- Czy fluor jest niezbędny dla zdrowia? Agnieszka Kulawik-Pióro , 04.10.2016 . www.biotechnologia.pl.

- http://www.biomedical.pl/zdrowie/dioksyny-i-furany 196.html