

# **Najlepsze Dostępne Techniki (BAT) Wytyczne dla Branży Chemicznej w Polsce**

## **Systemy Obróbki / Zarządzania Wodami i Gazami Odpadowymi w Sektorze Chemicznym**



Narodowy Fundusz  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony  
Środowiska i Gospodarki Wodnej na zamówienie  
Ministra Środowiska

# **Najlepsze Dostępne Techniki (BAT) Wytyczne dla Branży Chemicznej w Polsce**

## **Systemy Obróbki / Zarządzania Wodami i Gazami Odpadowymi w Sektorze Chemicznym**

Opracowanie:

Zespół Specjalistów Technicznej Grupy Roboczej ds. Przemysłu Chemicznego

---

## ***SPIS TREŚCI***

	<b><i>Strona</i></b>
<b>1.0 WSTĘP</b>	<b>1</b>
1.1 PRZEZNACZENIE PRZEWODNIKA METODYCZNEGO	1
1.2 PODSTAWY PRAWNE IPPC W PRZEMYSLE CHEMICZNYM	1
1.3 ŚCIEKI I GAZY W PRZEMYSLE CHEMICZNYM	2
1.3.1 Ścieki	2
1.3.2 Gazy	3
<b>2.0 METODY OGRANICZANIA EMISJI</b>	<b>3</b>
2.1 SYSTEMY I NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA	3
2.2 ŚCIEKI PRZEMYSŁOWE	5
2.3 GAZY	6
<b>3.0 BAT W PRZEMYSLE CHEMICZNYM</b>	<b>10</b>
3.1 ZAŁOŻENIA OGÓLNE	10
3.2 SZCZEGÓŁY BAT	10
3.2.1 Zarządzanie	11
3.2.2 Gospodarka ściekowa	12
3.2.3 Gazy odpadowe	32

---

---

## **1.0 WSTĘP**

### **1.1 PRZEZNACZENIE PRZEWODNIKA METODYCZNEGO**

Przemysł chemiczny obejmuje szerokie spektrum przedsiębiorstw: z jednej strony małe przedsiębiorstwa o jednym procesie produkcyjnym i zaledwie kilku wytwarzanych produktach (z jednym lub kilkoma źródłami emisji), a z drugiej strony wielkie zakłady prowadzące skomplikowane procesy i generujące złożone strumienie odpadów. Jakkolwiek trudno znaleźć choćby dwa zakłady chemiczne, które byłyby identyczne, jeśli chodzi o zakres produkcji, sytuację środowiskową oraz ilość i jakość wytwarzanych odpadów, możliwe jest opisanie BAT (Najlepszych Dostępnych Technik – Best Available Techniques) w zakresie gospodarowania/oczyszczania ścieków i ograniczania ilości zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery dla sektora chemicznego jako całości.

Wprowadzenie Najlepszych Dostępnych Technik w nowych zakładach nie stanowi zazwyczaj problemu. W większości wypadków ekonomicznie uzasadnione jest zaplanowanie procesów produkcyjnych i związanych z nimi odpadów w taki sposób, aby zminimalizować emisje i zużycie surowców. Wprowadzenie BAT w istniejących zakładach nie jest już tak łatwym zadaniem ze względu na istniejącą infrastrukturę i lokalne uwarunkowania. Niemniej, ten przewodnik nie dokonuje rozróżnienia między BAT dla nowych i istniejących instalacji. Takie rozróżnienie nie pomogłoby poprawić sytuacji środowiskowej zakładów przemysłowych w kierunku adaptowania Najlepszych BAT i nie odzwierciedlałoby zobowiązania przemysłu chemicznego do ciągłej poprawy warunków środowiskowych.

Celem podstawowym poradnika jest przedstawienie informacji na temat najlepszych dostępnych technik w branży chemicznej. Dodatkowymi celami są:

- Stworzenie polskiej wersji „przewodnika” prezentującego dokument referencyjny o najlepszych dostępnych technikach w branży chemicznej;
- Pomoc przedsiębiorstwom chemicznym, które powinny uzyskać pozwolenia zintegrowane, poprzez stworzenie wspólnej bazy informacyjnej na temat BAT;
- Przybliżenie i usystematyzowanie informacji na temat problemów ochrony środowiska występujących w przedsiębiorstwach chemicznych i sposobach ich rozwiązywania;
- Konsultacja wewnątrz branży i z Ministerstwem Środowiska;
- Wsparcie dla terenowych organów ochrony środowiska wydających pozwolenia zintegrowane dla instalacji chemicznych.

Niniejszy przewodnik adresowany jest zarówno do pracowników wydziałów ochrony środowiska w urzędach, którym przypadło w obowiązkach wydawanie pozwoleń zintegrowanych, jak i pracowników sektora chemicznego, zwłaszcza osób odpowiedzialnych za zarządzanie ochroną środowiska w tych podmiotach.

### **1.2 PODSTAWY PRAWNE IPPC W PRZEMYSLE CHEMICZNYM**

---

Warunkiem przystąpienia Polski do Unii Europejskiej (UE) było przejęcie całego dorobku prawnego Wspólnoty. Proces ten składa się z dwóch etapów: transpozycji przepisów do legislacji krajowej oraz stworzenie warunków i zapewnienie praktycznego wdrożenia nowych wymagań. Jednym z aktów prawnych, których dotyczy powyższy proces jest dyrektywa IPPC 96/61/EC w sprawie zintegrowanej kontroli i zapobieganiu zanieczyszczeniom. Wymagania dyrektywy zostały wprowadzone do legislacji krajowej przede wszystkim poprzez przepisy ustawy prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001/62 poz. 627 art. 201 - 219) i rozporządzeń wykonawczych do tej ustawy. Organem koordynującym realizację dyrektywy IPPC w Polsce jest Ministerstwo Środowiska.

Dla zapewnienia terminowego i sprawnego wdrożenia wymagań dyrektywy 96/61/EC Ministerstwo Środowiska powołało Techniczne Grupy Robocze złożone z reprezentantów poszczególnych branż przemysłowych objętych wymogami IPPC. Jest to rozwiązanie podobne do stosowanego w innych Państwach Członkowskich UE. Wśród grup przemysłowych zawiązana została również Techniczna Grupa Robocza Przemysłu Chemicznego. Celem prac tej Grupy jest ułatwienie praktycznego wdrożenia wymagań dyrektywy przez zakłady branży chemicznej objęte obowiązkiem uzyskiwania pozwoleń zintegrowanych, konsultacje dotyczące najlepszych dostępnych technik w poszczególnych branżach i zaproponowanie rozwiązań tego typu, które powinny być wdrażane w polskich przedsiębiorstwach podlegających wymaganiom przepisów o zintegrowanej kontroli i zapobieganiu zanieczyszczeniom oraz przybliżenie problematyki ochrony środowiska w ujęciu IPPC terenowym organom ochrony środowiska. Jednym ze sposobów realizacji tych zadań jest przygotowanie przewodników omawiających najlepsze dostępne techniki (skrót: BAT - Best Available Techniques) w poszczególnych branżach w Polsce w ramach przepisów i procedur zintegrowanego zapobiegania i ograniczania zanieczyszczeń.

### **1.3 ŚCIEKI I GAZY ODLOTOWE W PRZEMYŚLE CHEMICZNYM**

#### **1.3.1 Ścieki**

Głównymi źródłami ścieków w przemyśle chemicznym są:

- Syntezy chemiczne
- Systemy oczyszczania gazów odlotowych
- Kondycjonowanie wód użytkowych
- Przecieki z systemów wody kotłowej
- Zrzuty wód z systemów chłodzących
- Wody z płukania filtrów i wymienniczy jonowych
- Odcieki ze składowisk
- Wody opadowe spływające z terenów zanieczyszczonych etc.

Wielkość ich oddziaływania na środowisko charakteryzowane jest przez:

- Ładunek hydrauliczny
- Zawartość substancji zanieczyszczających (wyrażona jako ładunek albo stężenie)
- Bezpośredni efekt albo potencjalne zagrożenie dla wód powierzchniowych (odbiorników), wyrażone w sposób pośredni lub w sposób bezpośredni poprzez zestawienie parametrów mających negatywne oddziaływanie na odbiornik
- Skutki dla organizmów bytujących w odbiornikach wodnych, wyrażone za pomocą danych o toksyczności

---

### **1.3.2 Emisje gazowe**

Emisję gazów w przemyśle chemicznym można generalnie podzielić na zorganizowaną, rozproszoną i niezorganizowaną. Oczyszczanie gazów jest możliwe wyłącznie w stosunku do emisji zorganizowanych. Ograniczanie emisji rozproszonej i niezorganizowanej osiąga się poprzez podejmowanie działań organizacyjnych i technicznych zmniejszających jej powstawanie, w tym także kanalizowanie emisji.

Źródłami emisji zorganizowanej są między innymi wszelkie emisje procesowe powstające przy odpowietrzeniu aparatury, powstające ze spalania energetycznego paliw, wydobywające się z zaworów bezpieczeństwa a także z systemów wentylacyjnych.

Emisja rozproszona pochodzi z punktowych, liniowych, powierzchniowych lub objętościowych źródeł w trakcie ich normalnej eksploatacji. Wyróżnić tu można przykładowo emisje z aparatury procesowej w trakcie jej opróżniania, napełniania lub konserwacji, emisje powstające w trakcie procesów przeładunkowych, w trakcie rozruchu instalacji, a także emisje wtórne związane z unieszkodliwianiem lub składowaniem odpadów.

Emisje niezorganizowane związane są z wyciekami powstającymi na nieszczelnościach układów przesyłowych lub procesowych, jak zawory, pompy, kompresory itp.

W przemyśle chemicznym podstawowymi zanieczyszczeniami emitowanymi do powietrza są:

- dwutlenek węgla
- tlenki i inne związki siarki
- tlenki i inne związki azotu
- halogenki
- produkty spalania niezupełnego, tlenek węgla i węglowodory
- lotne związki organiczne (LZO) - VOC i związki krzemorganiczne, potencjalnie kancerogenne
- cząstki zawieszane (pyły, sadze, metale ciężkie) o własnościach potencjalnie kancerogennych.

## **2.0 METODY OGRANICZANIA EMISJI**

### **2.1 SYSTEMY I NARZĘDZIA ZARZĄDZANIA**

Zarządzanie środowiskowe odgrywa niepoślednią rolę w ograniczaniu emisji z procesów produkcyjnych z uwzględnieniem uwarunkowań lokalnych. Rozumiane jako strategia działania mająca na celu poprawę oddziaływania zakładu chemicznego na środowisko umożliwi ona kierownictwu:

---

- 
- Uzyskanie wglądu w mechanizmy powstawania zanieczyszczeń w procesach produkcyjnych
  - Podejmowanie wyważonych decyzje dotyczące wydatkowania środków na ochronę środowiska
  - Unikanie tymczasowych rozwiązań i bezzwrotnych inwestycji
  - Aktywne działanie pro-środowiskowe zapewniające, że podejmowane decyzje są adekwatne do rzeczywistych potrzeb

System zarządzania środowiskowego ma postać ciągłego procesu cyklicznego, w którym poszczególne etapy są wspomagane przez określone narzędzia zarządzania i inżynierii, do których zaliczają się:

**Narzędzia inwentaryzacyjne** – zapewniające, jako punkt wyjścia, szczegółowe i przejrzyste informacje konieczne do podjęcia decyzji dotyczących zapobiegania powstawaniu odpadów, minimalizacji ich ilości i kontroli:

- Inwentaryzacja instalacji/obiektów na terenie zakładu, dostarczająca dokładnych informacji o lokalizacji, procesach produkcyjnych, istniejących sieciach przesyłowych, kanalizacji etc.
- Inwentaryzacja strumieni/przepływów (ścieki i gazy odlotowe), dostarczająca dokładnych informacji o emisjach (ilości, szkodliwości substancji w nich zawartych, zmienności) i ich źródłach. Zalicza się do niej określenie i ocenę ważności przyczyn emisji a końcowym efektem inwentaryzacji jest uszeregowanie poszczególnych strumieni, mające na celu określenie opcji i priorytetów dla przyszłych usprawnień/poprawek.
- Analiza przepływu energii i materiałów, która ma na celu poprawę wydajności operacyjnej procesów (rozumianej jako konsumpcja energii, surowców i wytwarzanie odpadów)

**Narzędzia operacyjne** dla wprowadzania decyzji z zakresu zarządzania środowiskowego w życie:

- Monitoring i regularne przeglądy
- Ustalenie i regularna ocena celów wewnętrznych i programów ciągłej poprawy aspektów ochrony środowiska
- Wybór metod, oczyszczania i systemów zbierania odpadów, w oparciu o wyniki uzyskane poprzez wprowadzenie odpowiednich metod analiz, np. narzędzi inwentaryzacyjnych
- Metody kontroli jakościowej, używane w sytuacjach awaryjnych, kiedy problemy z prowadzeniem procesu oczyszczania nie są możliwe do uchwycenia poprzez rutynowe metody kontroli lub proces nie gwarantuje uzyskiwania wymaganych efektów. Do takich metod należy wykres (diagram) „przyczyn i skutków”, analiza Pareto, wykres przepływów oraz statystyczne metody kontroli procesu.

**Narzędzia strategiczne**, obejmujące zintegrowaną organizację i zarządzanie zanieczyszczeniami emitowanymi przez zakład chemiczny, dokonując oceny opcji środowiskowych i ekonomicznych:

- Ocena Ryzyka jako najbardziej powszechna metodologia kalkulowania ryzyka, ekologicznego oraz dla zdrowia ludzkiego, powstającego w wyniku funkcjonowania procesów produkcyjnych
- Benchmarking jako proces porównywania osiągnięć danego zakładu z osiągnięciami innych

- 
- Ocena Cyklu Życiowego (Life Cycle Analysis) jako proces porównania potencjalnych skutków środowiskowych różnych etapów istnienia zarówno danego produktu i usługi jak i samego zakładu. Ocena Cyklu Życiowego jest wykonywana według kilku określonych metodologii, do których należą: ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042 i ISO 14043.

**Narzędzia z zakresu bezpieczeństwa i zwalczania awarii**, konieczne w razie zaistnienia nieplanowanych wydarzeń takich jak wypadki, pożary czy wycieki. Należą do nich:

- Zarządzanie zwalczaniem pożarów i dużych wycieków, do których należy tworzenie obwałowań i systemów izolujących zbiorniki i inne miejsca potencjalnych wycieków oraz zapewnienie materiałów i urządzeń używanych w sytuacjach awaryjnych (np. sorbenty zanieczyszczeń, sprzęt uszczelniający)
- Stworzenie systemu reakcji na zagrożenia związane z wypadkami

## 2.2. ŚCIEKI PRZEMYSŁOWE

Techniki rozpoznane przez Techniczną Grupę Roboczą i przedstawione w tym poradniku należą do najbardziej rozpowszechnionych w całym sektorze chemicznym. Są one przedstawione w porządku logicznym zgodnie z drogami eliminowania zanieczyszczeń.

Do podstawowych technik oczyszczania ścieków należą:

**Techniki separacji oraz klarowania**, które są stosowane, głównie w połączeniu z innymi operacjami, zarówno jako pierwszy etap oczyszczania (aby zabezpieczyć inne instalacje oczyszczające przed zniszczeniem, zapychaniem lub zanieczyszczeniem zawiesinami) lub jako końcowy etap oczyszczania (do usunięcia zawiesin lub olejów powstających w poprzedzających etapach oczyszczania):

- Oddzielanie zawiesin w piaskownikach
- Sedymentacja
- Flotacja
- Filtrowanie
- Mikro- i ultrafiltracja
- Oddzielanie olejów w separatorach

**Fizyczno-chemiczne techniki oczyszczania** dla ścieków nie rozkładalnych biologicznie, stosowane głównie do usuwania zanieczyszczeń nieorganicznych i ciężko rozkładalnych zanieczyszczeń organicznych, często jako oczyszczanie wstępne poprzedzające główny etap oczyszczania biologicznego:

- Strącanie, sedymentacja, filtracja
  - Krystalizacja
  - Utlenianie chemiczne
  - Utlenianie na mokro (utlenianie ciekłym tlenem pod odpowiednim ciśnieniem i w odpowiedniej temperaturze; na ogół w obecności katalizatorów)
  - Utlenianie SCWO (Supercritical Water Oxidation) – proces utleniania na mokro przy tzw. Super-krytycznych parametrach wody (temperatura powyżej 374<sup>0</sup>C i ciśnienie 22.1 MPa)
  - Redukcja chemiczna
  - Hydroliza
-



- 
- Nanofiltracja/odwrócona osmoza
  - Adsorpcja
  - Wymiana jonowa
  - Ekstrakcja
  - Destylacja/rektyfikacja
  - Odparowywanie
  - Odpędzanie zanieczyszczeń (poprzez rozdeszczenie, „stripping”)
  - Spalanie

**Biologiczne techniki oczyszczania** stosowane do ścieków rozkładalnych biologicznie:

- Procesy rozkładu beztlenowego, do których należą: beztlenowy proces w komorach ACR (Anaerobic Contact Process), proces rozkładu beztlenowego pod pływającym kożuchem UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), grawitacyjny wielokomorowy/kolumnowy proces fermentacji beztlenowej (fixed-bed reaktor process), wymuszony wielokomorowy/kolumnowy proces fermentacji beztlenowej (expanded bed reactor process), biologiczne usuwanie związków siarki i metali ciężkich
- Procesy rozkładu tlenowego, takie jak: oczyszczanie metodą osadu czynnego, bioreaktorem membranowym, złożo biologicznie zraszane, biofiltry lub metody mieszane (EXPANDED BED PROCESS, FIXED BED PROCESS)
- Nitryfikacja/denitryfikacja
- Samodzielna oczyszczalnia biologiczna (kompleks urządzeń oczyszczania wstępnego, jednostki oczyszczania biologicznego stanowiące podstawowy element procesu oraz instalacje końcowej obróbki ścieków)

**Techniki unieszkodliwiania/obróbki osadów.** Mogą być postrzegane jako pojedyncze rozwiązania technologiczne lub jako kombinacja kilku opcji technologicznych. Dobór odpowiednich rozwiązań powinien uwzględniać warunki lokalne i możliwości zagospodarowania/zeskładowania osadu poddanego obróbce w wymaganym stopniu. Kolejność przedstawiania poszczególnych metod nie oznacza, że któreś z nich są lepsze lub gorsze:

- Operacje wstępne
- Zagęszczanie osadu
- Stabilizacja osadu
- Kondycjonowanie osadu
- Odwadnianie osadu
- Suszenie osadu
- Termiczne utlenianie osadu
- Składowanie osadu na terenie zakładu

### 2.3 **GAZY ODLIOTOWE (ODPADOWE)**

Przedstawione techniki postępowania z gazami nie mogą być w prosty sposób sklasyfikowane jako metody odzyskiwania lub ograniczania emisji. To, czy odpadowe gazy są odzyskiwane zależy od zastosowania dodatkowych stopni separacji. Niektóre z technik mogą być stosowane jako indywidualne operacje końcowe, inne zaś jako oczyszczanie wstępne lub ostateczne doczyszczanie. Większość z technik oczyszczania gazów odpadowych wymaga zastosowania

---

dalszych technik oczyszczania czy to odpadowych ścieków czy też odpadowych gazów powstających w trakcie zasadniczego procesu. Techniki takie obejmują:

- dla LZO (VOC) i związków nieorganicznych:
  - separację membranową
  - kondensację
  - adsorpcję
  - mokre przemywanie
  - biofiltrację
  - przemywanie biologiczne
  - zraszanie na złożu biologicznym
  - spalanie termiczne
  - spalanie katalityczne
  - dopalanie
- dla pyłów
  - separatory
  - cyklony
  - elektrofiltry
  - mokre skrubery
  - filtracja tkaninowa
  - filtracja katalityczna
  - dwu-stopniowe filtry pyłowe
  - filtry absolutne (filtry pyłowe wysokiej sprawności HEPA)
  - wysokosprawne filtry powietrzne (HEAF)
  - filtry mgłowe
- dla zanieczyszczeń gazowych w spalinach
  - iniekcja suchych sorbentów
  - iniekcja sorbentów pół-suchych
  - selektywna, nie katalityczna redukcja  $\text{NO}_{\text{x}}$  (SNCR)
  - selektywna redukcja katalityczna  $\text{NO}_{\text{x}}$  (SCR)

Systemy kolektorowania/zbierania emisji mają na celu kierowanie emisji gazowych do systemów oczyszczania. Składają się one z obudowy źródła emisji, odpowietrzników (otworów wentylacyjnych) i rur. Do BAT należą:

- Minimalizacja wielkości przepływu gazu do jednostki sterującej przez całkowite zhermetyzowanie źródeł emisji w granicach opłacalności
- Zapobieganie ryzyku eksplozji przez:
  - Instalację detektora zapalności wewnątrz systemu zbierania emisji, kiedy ryzyko wystąpienia mieszaniny łatwopalnej jest duże
  - Utrzymywanie mieszaniny gazów na poziomie znacznie poniżej niższego limitu eksplozji lub znacznie powyżej limitu eksplozji
- Zainstalowanie odpowiedniego wyposażenia do zapobieżenia zapłonowi palnej mieszaniny gazu i tlenu lub do zminimalizowania efektów takiego wybuchu

Następujące źródła gazów odpadowych są rozróżnione w tym dokumencie:

- Źródła niskotemperaturowe, takie jak procesy produkcyjne, postępowanie z chemikaliami, testy produktów
- Źródła wysokotemperaturowe, takie jak procesy spalania, obejmujące kotłownie, elektrownie, spalarnie i instalacje utleniania katalitycznego

### **Źródła niskotemperaturowe**

---

Zanieczyszczenia, które powinny być ograniczane w gazach pochodzących ze źródeł niskotemperaturowych (gazy poprodukcyjne) to: pyły, LZO (VOC) i związki nieorganiczne (HCl, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, itd.)

Do BAT należy usuwanie pyłów z emitowanych strumieni zanieczyszczeń gazowych, zarówno na etapie ostatecznego oczyszczania, jak i oczyszczania wstępnego, w celu ochrony kolejnych urządzeń oczyszczających, stosując odzysk surowców gdzie tylko jest to wykonalne. Należy mieć również na uwadze zużycie energii i wody związane ze stosowanymi technikami oczyszczania. Do właściwych technik oczyszczania należą:

Techniki wstępnego oczyszczania z potencjalnym odzyskiem:

- separatory
- cyklony
- filtr MIST

Techniki końcowego oczyszczania:

- mokre skrubery
- elektrofiltry
- filtry tkaninowe
- rozmaite filtry o wysokiej efektywności, zależnej od rodzaju pyłu

Do BAT należy usuwanie LZO (VOC) ze strumienia zanieczyszczeń. Wybór techniki oczyszczania zależy głównie od rodzaju procesu, w którym powstają zanieczyszczenia i stopnia zagrożenia, który jest z nimi związany.

- Wybór 1: techniki odzysku surowca i/lub rozpuszczalników, często stosowane jako wstępne oczyszczanie, mające na celu usunięcie głównego ładunku LZO przed skierowaniem do kolejnych urządzeń oczyszczających lub w celu zabezpieczenia tych urządzeń. Do odpowiednich technik należą:
  - mokre płukanie
  - kondensacja
  - separacja membranowa
  - adsorpcjaLub następujące kombinacje:
  - kondensacja/adsorpcja
  - separacja membranowa/kondensacja
- Wybór 2: techniki ograniczania emisji, gdy odzysk jest niewykonalny, z preferencjami dla technik nisko energetycznych
- Wybór 3: techniki spalania (utlenianie termiczne lub katalityczne), gdy inne równie skuteczne techniki są niedostępne

Przy zastosowaniu technik spalania, do BAT należy oczyszczanie produktów spalania, gdy można się spodziewać, że zawierają one duże ilości zanieczyszczeń. Jest także BAT, aby stosować dopalanie wyłącznie w celu bezpiecznego usuwania nadmiaru gazów palnych, np. z prac remontowych, w sytuacji zakłóceń systemu lub oddalonych wyrzutni niepodłączonych do układu oczyszczania gazów.

Dla związków innych niż LZO (VOC), do BAT należy ich usuwanie poprzez zastosowanie odpowiedniej techniki:

- mokre płukanie (woda, roztwory kwaśne lub zasadowe) dla wodorohalogenków, Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>
- płukanie rozpuszczalnikami bezwodnymi CS<sub>2</sub>, COS
- adsorpcja dla CS<sub>2</sub>, COS i Hg
- oczyszczanie biologiczne dla NH<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>
- spalanie dla H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>, COS, HCN, CO
- SNCR lub SCR dla NO<sub>x</sub>

Gdy jest to wykonalne, techniki odzysku są preferowane przed technikami ograniczającymi emisję, np:

- odzysk chlorowodoru używając wody jako medium płuczącego w skrubierze 1-ego stopnia do uzyskania roztworu kwasu chlorowodorowego
- odzysk NH<sub>3</sub>

Wielkości emisji związane z BAT są ściśle zależne od specyfiki procesu produkcyjnego w związku, z czym zaproponowano rozwiązanie tego problemu poprzez stosowanie odpowiednich dla danego procesu BREF-ów. Natomiast sposoby redukcji emisji zanieczyszczeń w ściekach i w gazach odlotowych opierają się na technikach i technologiach niezależnych od procesów produkcyjnych, a więc możliwe jest podejście horyzontalne dające możliwość określenia Najlepszych Dostępnych Technik służących minimalizacji oddziaływania instalacji chemicznych na środowisko.

#### **Źródła wysokotemperaturowe**

Poddawane kontroli zanieczyszczenia z procesów wysokotemperaturowych (gazy spalinowe) obejmują pyły, halogenki, tlenek węgla, tlenki siarki, tlenki azotu a także dioksyny.

Do BAT należy usuwanie pyłów poprzez zastosowanie:

- elektrofiltru
- filtry tkaninowe (po wymienniku ciepła, o temperaturze 120-150<sup>0</sup>C)
- filtry katalityczne (w warunkach jak dla filtrów tkaninowych)
- mokre płukanie

Do BAT należy odzysk HCl, HF i SO<sub>2</sub> poprzez zastosowanie 2-stopniowego płukania mokrego, lub ich usuwanie poprzez wtrysk suchy, pół-suchy lub mokry, chociaż mokre płukanie w normalnych warunkach jest najbardziej skuteczną metodą zarówno usuwania jak i odzysku tych związków.

Dla tlenków azotu, do BAT należy stosowanie technik SCR w miejsce SCNR (co najmniej dla większych instalacji) z uwagi na lepszą skuteczność tych technik i wpływ na środowisko. Dla istniejących instalacji wykorzystujących techniki SNCR stosownym czasem dla wdrożenia techniki SCR jest czas planowej przebudowy instalacji spalania. Chociaż w ogólnym znaczeniu SCR stanowi BAT, to są indywidualne przypadki (np. małe instalacje), dla których SNCR jest ekonomicznie i technicznie najlepszym rozwiązaniem. Należy rozpatrywać wówczas inne środki zapewniające wzrost ogólnej skuteczności niż modernizacja SNCR.

<b>Standardy emisyjne BAT oczyszczania gazów spalinowych</b>	
<b>Parametr</b>	<b>Poziom emisji [mg/Nm<sup>3</sup>]<sup>1)</sup></b>

pyły	<5-15
HCl	<10
HF	<1
SO <sub>2</sub>	<40-150 <sup>2)</sup>
NO <sub>x</sub> (kotły/podgrzewacze gazowe)	20-150 <sup>3)</sup>
NO <sub>x</sub> (kotły/podgrzewacze olejowe)	55-300 <sup>3)</sup>
NH <sub>3</sub> <sup>4)</sup>	<5 <sup>5)</sup>
dioksyyny	0.1ng/Nm <sup>3</sup> TEQ
1) ½-godzinna średnia przy zawartości tlenu 3% 2) wartość niższa dla paliw gazowych, wyższa dla płynnych 3) wyższa wartość dla małych instalacji wykorzystujących SNCR 4) NH3 redukcja przez SCR 5) wartość dla nowych katalizatorów, ale wyższe wartości występują w miarę starzenia się katalizatora	

### **3.0 BAT W PRZEMYŚLE CHEMICZNYM**

#### **3.1 ZAŁOŻENIA OGÓLNE**

Zakłada się, że ogólne BAT zawarte w tym poradniku są punktem odniesienia, do którego porównywać się będzie funkcjonowanie instalacji istniejących i projektowanych. Nowe instalacje powinny być projektowane w taki sposób, aby osiągać poziomy emisji nie wyższe niż przedstawiane przez BAT. Instalacje istniejące powinny, indywidualnie dla każdego przypadku, w miarę możliwości ekonomicznych i technicznych dążyć do osiągnięcia sugerowanych poziomów emisji.

Dokumenty referencyjne BAT nie stanowią wiążących prawnie standardów. Ich zadaniem jest udzielenie wskazówek dla przemysłu, państw członkowskich Unii Europejskiej i opinii publicznej, odnośnie do możliwych osiągnięcia poziomów emisji zanieczyszczeń i wskaźników zużycia surowców i energii związanych ze stosowaniem określonych technik. Stosowne wartości graniczne dla każdego konkretnego przypadku będą musiały być określone z uwzględnieniem celów Dyrektywy IPPC oraz innych uwarunkowań prawnych.

Horyzontalne podejście do oczyszczania i zapobiegania emisji ścieków i zanieczyszczeń gazowych w całym sektorze chemicznych opiera się na założeniu, że dostępne warianty zapobiegania i ograniczania emisji mogą być ocenione niezależnie od procesów produkcyjnych, oraz że na tej podstawie, mogą zostać określone Najlepsze Dostępne Techniki, które obejmują najbardziej efektywne i odpowiednie środki do osiągnięcia wysokiego stopnia ochrony środowiska jako całości przed wyżej wymienionymi emisjami.

Ponieważ jest to dokument (BREF) horyzontalny, Najlepsze Dostępne Techniki muszą być określone szerzej niż w przypadku pionowych BREF, szczególnie w tym celu, żeby uniknąć określania tylko i wyłącznie samej technologii.

#### **3.2 SZCZEGÓŁY BAT**

---

### 3.2.1 Zarządzanie

Koniecznym warunkiem osiągnięcia dobrego standardu oddziaływania na środowisko prowadzonej działalności jest wprowadzenie Systemów Zarządzania Środowiskowego. Właściwe i konsekwentne wykonywanie założeń Systemu Zarządzania Środowiskowego doprowadzi do osiągnięcia optymalnego poziomu oddziaływania zakładu chemicznego na środowisko, w ten sposób prowadząc do osiągnięcia założeń BAT.

W tym zakresie do BAT należy wprowadzanie Systemów Zarządzania Środowiskowego (EMS), takich jak ISO 9001/14001, EMAS, Responsible Care, ICC Business Charter for Sustainable Development, CEFIC Guidelines for Protection of the Environment, które mogą obejmować:

- Wprowadzenie przejrzystej hierarchii odpowiedzialności personelu, w której osoby zajmujące stanowiska kierownicze bezpośrednio informują najwyższy poziom zarządzania.
- Przygotowywanie i publikacja corocznych raportów na temat sytuacji środowiskowej zakładu (na przykład jako część EMAS lub ISO 9001/14001)
- Ustalanie wewnętrznych (charakterystycznych dla zakładu lub całej firmy) celów środowiskowych, ich regularne przeglądy i publikacja w corocznym raporcie
- Przeprowadzanie regularnych audytów, aby zapewnić zgodność z założeniami Systemów Zarządzania Środowiskowego
- Regularny monitoring poziomu oddziaływania na środowisko i postępu w kierunku osiągnięcia założeń Systemów Zarządzania Środowiskowego
- Prowadzenie Ocen Ryzyka w celu zidentyfikowania zagrożeń
- Prowadzenie ciągłego benchmarkingu procesów (produkcji i oczyszczania) pod kątem ich zużycia wody i energii, wytwarzania odpadów i przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy komponentami środowiska (tzw. cross-media effects)
- Wprowadzenie odpowiedniego programu szkoleniowego dla pracowników i podwykonawców działających na terenie zakładu pod kątem zagadnień bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony środowiska i awarii przemysłowych.
- Stosowanie dobrych praktyk utrzymania zakładu i konserwacji urządzeń

Do BAT należy również wprowadzenie systemów zarządzania odpadami ściekowymi i gazowymi jako podsystem Systemów Zarządzania Środowiskowego, używając odpowiedniej kombinacji poniższych działań:

- Inwentaryzacja zakładu i inwentaryzacja strumieni odpadów
  - Sprawdzanie i identyfikacja najbardziej znaczących źródeł emisji dla każdego z mediów i spisanie ich według ładunku zanieczyszczeń
  - Sprawdzenie mediów przyjmujących zanieczyszczenia z zakładu (szczególnie powietrza atmosferycznego i wód powierzchniowych, do których odprowadzane są ścieki) pod kątem ich tolerancji na otrzymywane emisje i zastosowanie otrzymanych rezultatów do określenia zakresu, w którym silniejsze wymagania względem oczyszczania są konieczne, lub określenia czy emisje mogą być w ogóle przyjęte.
  - Prowadzenie oceny toksyczności, trwałości i potencjalnej bioakumulacji zanieczyszczeń zawartych w ściekach odprowadzanych do wód powierzchniowych i przedstawianie rezultatów tej oceny odpowiednim władzom
  - Sprawdzanie i identyfikacja procesów zużywających wodę i zestawianie ich według stopnia wodochłonności
-

- 
- Wprowadzanie wariantów poprawy istniejącego stanu, koncentrując się na strumieniach emisji o wyższych stężeniach i ładunku, oraz o wyższym stopniu ich zagrożenia dla wód powierzchniowych
  - Ocena najbardziej efektywnych wariantów przez porównanie całościowej wydajności oczyszczania, wykonanie ogólnego bilansu przenoszenia zanieczyszczeń pomiędzy komponentami środowiska, oraz wykonalności technologicznej, organizacyjnej i ekonomicznej

Do BAT należy również:

- Ocena oddziaływania na środowisko i ocena wpływu na istniejące urządzenia planowanych nowych instalacji lub zmian instalacji istniejących
- Stosowanie redukcji zanieczyszczeń „u źródła”
- Sprawdzanie danych na temat wielkości produkcji i danych na temat emisji i porównanie istniejących i obliczonych wielkości emisji
- Oczyszczanie strumieni zanieczyszczeń u źródła zamiast ich rozpraszania i dalszego oczyszczania w centralnej oczyszczalni chyba, że istnieją ważne przyczyny przemawiające przeciwko temu
- Stosowanie metod kontroli jakości do oceny procesu produkcyjnego i procesu oczyszczania w celu zabezpieczenia przed wymknięciem się ich spod kontroli
- Stosowanie Dobrej Praktyki Produkcyjnej (good manufacturing practice) w czasie czyszczenia/mycia urządzeń w celu redukcji emisji do powietrza i wody
- Wprowadzenie urządzeń i procedur umożliwiających wykrycie na czas zakłóceń, które mogłyby wpłynąć negatywnie na funkcjonowanie urządzeń oczyszczających, w celu uniknięcia awarii instalacji oczyszczających
- Zainstalowanie efektywnego centralnego systemu ostrzegania, który będzie w stanie powiadomić wszystkich, których to dotyczy o zaistniałych awariach i nieprawidłowościach
- Wprowadzenie programu monitoringu we wszystkich urządzeniach oczyszczających dla sprawdzenia, że funkcjonują prawidłowo
- Opracowanie i wprowadzenie strategii postępowania z wodami przeciwpożarowymi i wyciekami
- Wprowadzenie procedur postępowania w wypadku wycieków substancji niebezpiecznych
- Alokowanie kosztów oczyszczania ścieków i zanieczyszczeń gazowych związanych z produkcją

Środki zintegrowane z procesem produkcyjnym nie należą do zakresu objętego tym dokumentem, są jednak ważnym środkiem optymalizacji oddziaływania na środowisko procesu produkcyjnego. W związku z tym, do BAT należą:

- Stosowanie środków zintegrowanych z produkcją zamiast technik „końca rury”, tam gdzie jest to możliwe
- Ocena istniejących instalacji technologicznych pod kątem wprowadzenia w nich środków zintegrowanych z produkcją i wprowadzenie ich tam gdzie jest to wykonalne, lub przynajmniej w momencie, kiedy instalacja poddawana jest znaczącym zmianom

### **3.2.2 Gospodarka ściekowa**

#### **BAT w obszarze technologii produkcji**

---

Środki zintegrowane z procesem produkcyjnym są najkorzystniejszą metodą ograniczania ilości ładunków zanieczyszczeń w ściekach. Środki te są jednak specyficzne dla danego procesu produkcyjnego i możliwości ich zastosowania wymagają szczegółowej oceny. Szczegółowych zaleceń odnośnie BAT w tym zakresie należy szukać w BREF pionowych dla przemysłu chemicznego i przemysłów pokrewnych. Przedstawione poniżej konkluzje odnośnie BAT dla działań zintegrowanych z procesem produkcyjnym odnoszą się do ogólnej potrzeby ich wprowadzania, szczególnie w takich procesach jak mycie urządzeń i przemywanie produktów, wytwarzanie próżni i chłodzenia, a więc procesów występujących w większości linii produkcyjnych.

Do BAT należy odpowiednia kombinacja poniższych opcji:

- Stosowanie metod odzysku substancji zanieczyszczających zintegrowanych z procesem produkcyjnym zamiast stosowania technik „końca rury”
- Ocena istniejących instalacji produkcyjnych pod kątem możliwości wprowadzenia środków zintegrowanych z produkcją i jeśli jest to wykonalne – ich wdrożenie, np. w ramach wprowadzania dużych zmian w instalacji
- Recyrkulacja wody procesowej, gdy tylko jest to wykonalne z przyczyn ekonomicznych i jakościowych
- Optymalizacja procesów mycia/czyszczenia poprzez unikanie sytuacji, w której woda myjąca jest stosowana tylko jednorazowo (jeśli jest to możliwe z technologicznego punktu widzenia)
- Unikanie stosowania kontaktowych systemów chłodniczych
- Jeśli jest to wykonalne ze względów bezpieczeństwa, zapewnienia jakości lub ze względu na ochronę przed korozją, wytwarzanie próżni w obiegu zamkniętym zamiast stosowania ejektorów wodnych lub parowych
- Ocena, czy mokre techniki oczyszczania emisji gazowych mogą być zastąpione przez inne metody. Metody oczyszczania emisji gazowych zużywające duże ilości wody (np. do wymywania lub jako czynnik chłodzący) są szczególnie niekorzystne w rejonach mało zasobnych w wodę. W takim przypadku, zaleca się usuwanie pyłów i odsiarczanie technikami suchymi.

### **BAT w systemach kanalizacyjnych**

Odpowiedni system kanalizacyjny odgrywa zasadniczą rolę w ograniczaniu ilości powstających ścieków i w procesie ich dalszego oczyszczania. Właściwy system kanalizacyjny kieruje strumienie ścieków do właściwych dla nich urządzeń oczyszczających i zapobiega mieszanii zanieczyszczonych ścieków i nieobciążonej zanieczyszczeniami wody. W związku z tym, do BAT należą:

- Oddzielanie wód procesowych od nieobciążonych zanieczyszczeniami wód i deszczówki. Jeśli istniejący zakład nie posiada kanalizacji rozdzielczej, to jej wybudowanie – przynajmniej w ograniczonym zakresie - należy przewidzieć przy realizacji przebudowy zakładu
- Rozdzielanie wód produkcyjnych w zależności od rodzaju niesionego ładunku zanieczyszczeń. Urządzenia oczyszczające otrzymują dzięki temu ścieki, do których są przystosowane (organiczne lub nieorganiczne).
- Jeśli jest to wykonalne, zadaszanie miejsc potencjalnego zanieczyszczenia. Ogranicza to ilość wód deszczowych wymagających oczyszczenia.
- Instalowanie w miejscach szczególnie narażonych na zanieczyszczenie osobnych odwodnień wyposażonych w studzienki do wychwytywania potencjalnych wycieków. Osobno gromadzone wody opadowe są odprowadzane po przeprowadzeniu właściwego monitoringu, w zależności od ich jakości:



- 
- bezpośrednio do systemu odwadniającego lub do właściwych urządzeń oczyszczających.
- Używanie nadziemnych systemów kanalizacyjnych do przesyłania wód poprodukcyjnych w obrębie zakładu przemysłowego pomiędzy punktami ich powstawania a urządzeniem (urządzeniami) oczyszczającymi. Jeśli warunki klimatyczne nie pozwalają na stosowanie nadziemnych rurociągów (temperatury znacząco niższe od 0 stopni), możliwe jest stosowanie ciągów podziemnych, jednak pod warunkiem ich dostępności. Obydwa rozwiązania zapewniają łatwe i ekonomiczne wykrywanie wycieków, prace naprawcze i wymianę starych elementów na nowe. Wiele zakładów przemysłu chemicznego jest wciąż wyposażonych w podziemną kanalizację i natychmiastowa budowa nowych systemów kanalizacyjnych nie jest zazwyczaj wykonalna, ale prace mogą być prowadzone etapami, kiedy przeprowadzane są znaczące zmiany zakładu albo przebudowa systemu kanalizacyjnego.
  - Zapewnienie odpowiedniej objętości rezerwowej do odprowadzania wody przeciwpożarowej i powstającej w sytuacjach awaryjnych, odpowiednio do przeprowadzonej analizy ryzyka, wybierając jedną, dwie lub wszystkie z poniższych opcji:
    - Zdecentralizowana retencja dla wykrytych zdarzeń, gdzie tylko jest to możliwe blisko instalacji, i o wystarczająco dużej objętości by zapobiec przedostaniu się substancji do kanalizacji w czasie, gdy proces produkcyjny jest wstrzymywany.
    - Centralna retencja stosowana do gromadzenia ścieków powstających w sytuacjach awaryjnych, które już dostały się do systemu ściekowego tak, aby uniemożliwić ich dostanie się do centralnej oczyszczalni ścieków. Jakkolwiek istnieje kilka rodzajów systemów retencyjnych, które mogą być uważane za BAT, do najbezpieczniejszych należą te, w których zbiorniki są napełniane tylko w wypadku sytuacji awaryjnych lub, kiedy dwa zbiorniki są napełniane zamiennie.
    - Retencja dla wody przeciwpożarowej. Doświadczenie wskazuje, że ilości powstającej wody pożarowej mogą sięgać tysięcy metrów sześciennych i objętość retencyjna musi być wystarczająco wielka, dla zabezpieczenia kanalizacji sanitarnej i deszczowej.
    - System odprowadzania niebezpiecznych i łatwopalnych substancji, mający na celu ich odprowadzenie np. ze strefy pożaru.

### **Oczyszczanie ścieków**

Oczyszczanie ścieków w sektorze chemicznym przeprowadzane jest według jednej z poniższych strategii:

- Zcentralizowane oczyszczanie w centralnej biologicznej oczyszczalni ścieków na terenie zakładu
- Zcentralizowane oczyszczanie w miejskiej oczyszczalni ścieków
- Zcentralizowane oczyszczanie ścieków nieorganicznych w centralnej oczyszczalni chemiczno-mechanicznej
- Zdecentralizowane oczyszczanie poszczególnych strumieni ścieków.

Żadna z powyższych strategii nie jest jednoznacznie lepsza od pozostałych. Każda z nich może być uznana za BAT, pod warunkiem, że jest zastosowana adekwatnie do bieżącej sytuacji gospodarki ściekowej w zakładzie. W przeciwnym wypadku, żadna z nich nie odpowiada wymogom BAT.

---

Zakłada się, że na tym etapie odpowiednie decyzje dotyczące gospodarowania ściekami zostały już poczynione, ocenione zostało oddziaływanie na wody powierzchniowe odbierające ścieki, wszystkie praktyczne opcje zapobiegania powstawaniu i ograniczania ilości ścieków zostały już wykorzystane, a wszystkie środki bezpieczeństwa były już wzięte pod uwagę. W związku z tym, od tego momentu będą brane pod uwagę jedynie techniki „końca rury”.

Należy podkreślić, że uwarunkowania specyficzne dla danej lokalizacji mogą wymagać zastosowania technik oczyszczania dostosowanych do charakterystyki danego zakładu, jak również mogą powodować konieczność stosowania indywidualnych technik odmiennych od znanych i powszechnie stosowanych technik dla danego wypadku. Najbardziej ogólne założenie BAT dla ścieków powstających w zakładach przemysłu chemicznego jest następujące:

Do BAT należy kierowanie strumieni ścieków stosownie do ich ładunku zanieczyszczeń. Ścieki nieorganiczne niezawierające odpowiednich składników organicznych są rozdzielane od ścieków organicznych i kierowane do specjalnych urządzeń oczyszczających (w celu redukcji np. metali ciężkich i soli nieorganicznych). Ścieki organiczne zawierające odpowiednie ilości składników nieorganicznych, trudno rozkładalnych, oraz toksycznych składników organicznych są kierowane do specjalnych urządzeń wstępnego oczyszczania.

### **Wody opadowe**

Dla wód opadowych, do BAT należą:

- Odprowadzanie wód opadowych wolnych od zanieczyszczeń bezpośrednio do wód powierzchniowych, omijając system kanalizacyjny używany do transportu ścieków
- Oczyszczanie wód opadowych zebranych na terenach zanieczyszczonych przed ich odprowadzeniem do wód powierzchniowych

W niektórych wypadkach użycie wód opadowych jako wody procesowej może być korzystne dla środowiska ze względu na ograniczenie zużycia wody.

Stosownymi urządzeniami oczyszczającymi do wód opadowych są:

- Piaskowniki
- Stawy sedymentacyjne/retencyjne
- Zbiorniki sedymentacyjne
- Filtry piaskowe

### **Wolne oleje / węglowodory**

BAT stanowi usuwanie **olejów i/lub węglowodorów** występujących w postaci dużych kropli, w celu ich maksymalnego odzysku, poprzez zastosowanie odpowiedniej kombinacji:

- Separacji olejów i wody poprzez cyklon, mikrofiltrację lub separator koalescencyjny, kiedy spodziewane są duże krople wolnego produktu lub węglowodorów, w innym wypadku mogą być alternatywnie stosowane
- Mikrofiltracji, filtracji przez ziarniste medium, flotacji z napowietrzaniem
- Oczyszczania biologicznego, zarówno w zcentralizowanej oczyszczalni ścieków, jak i oczyszczalni miejskiej lub oddzielnej oczyszczalni stosowanej konkretnie do tego strumienia zanieczyszczeń

**Tabela 3.2.1. Techniki oczyszczania wód opadowych**

	Piaskowniki			Stawy retencyjne / zbiorniki sedymentacyjne	Filtry piaskowe
	Kanalowe	Okrągłe	Napowietrzane		
<b>Cel</b>	Usunięcie wyłącznie piasku i żwiru Zabezpieczenie procesu oczyszczania Zabezpieczenie urządzeń przed abrazją			Klarowanie i oczyszczenie wód opadowych i wychwycenie ładunku hydraulicznego w czasie dużych opadów, w celu zabezpieczenia cieką odbierającego wody (staw retencyjny)  Klarowanie wód opadowych przed ich odprowadzeniem lub zastosowaniem jako woda produkcyjna (zbiornik sedymentacyjny)	Oczyszczanie wód opadowych z lekko zanieczyszczonych powierzchni, zarówno przed odprowadzaniem do cieków jak i przed zastosowaniem jako woda produkcyjna
<b>Zastosowanie</b>	Jako część oczyszczalni ścieków stosowana do podczyszczania wód opadowych pochodzących z silnie zanieczyszczonych powierzchni  Prędkość przepływu 0,3m/s, przez co jedynie piasek i żwir są usuwane			Usuwanie zawiesin pochodzących z lekko zanieczyszczonych powierzchni	Usunięcie zawiesin
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Odpowiednie dla wód o bardzo zmiennym przepływie	Mniej odpowiednie dla wód o bardzo zmiennym przepływie	Odpowiednie dla wód o zmiennym przepływie	Nieodpowiednie dla wód pochodzących z ciężko zanieczyszczonych powierzchni Nieodpowiednie dla regionów o długich okresach bez opadów i wysokiej temperatury, ponieważ długi czas retencji i temperatura mogą powodować powstawanie uciążliwości odorowych	Nieodpowiednie dla wód opadowych z ciężko zanieczyszczonych powierzchni
<b>Zużycie mediów</b>	Energia na pompowanie	Sprężone powietrze  Energia na pompowanie i AIR JET	Sprężone powietrze  Energia na pompowanie i AIR JET	Brak	Energia na pompowanie  Okresowa wymiana medium filtrującego (piasku)
<b>Efekty uboczne</b>	Emisje hałasu Emisje odorowe Piasek do zagospodarowania			Staw retencyjny: składowanie osadu. Przy długim czasie retencji możliwe uciążliwości odorowe	Składowanie odzyskanego przepłukanego osadu
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>	Stosunkowo niewielkie Część oczyszczalni ścieków			Duże zapotrzebowanie na przestrzeń	Małe zapotrzebowanie na przestrzeń
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>				Staw retencyjny: 50-90 % redukcji zawiesin	80-83 % redukcji zawiesin
<b>Łatwość zainstalowania</b>	Łatwe w zainstalowaniu, jeśli już nie stanowią części wyposażenia			Łatwe, jeśli dostępna jest wolna przestrzeń	Łatwe w zainstalowaniu

**Tabela 3.2.2. Techniki oczyszczania BAT z cząstek zawieszonych**

	<b>Sedymentacja</b>	<b>Flotacja</b>	<b>Filtracja</b>	<b>Mikro filtracja/ultrafiltracja</b>
<b>Cel</b>	Klarowanie zgromadzonych wód opadowych z zawiesin Klarowanie zgromadzonych wód produkcyjnych z zawiesin i kłaczków	Klarowanie wód poprodukcyjnych kiedy sedymentacja nie jest wystarczająca	Końcowy etap oddzielania po sedymentacji i flotacji, mająca na celu uzyskanie niskich emisji cząstek zawieszonych	Klarowanie do uzyskania wody wolnej od zawiesin
<b>Zastosowanie</b>	Oddzielanie zawiesin od ścieków	Oddzielanie nieosadzających się zawiesin i ropopochodnych Oddzielony surowiec może być poddany odzyskowi	Oddzielanie zawiesin ze strumienia ścieków  Stopień odzysku zależy od typu filtra	Oddzielenie całego materiału zawieszonego, cząstek koloidalnych, bakterii, wirusów. Bardzo korzystna metoda do odzysku materiału
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Zawiesiny muszą być osadzające się Nieodpowiednia metoda dla trwałych emulsji	Bez obecności detergentów Bez limitów koncentracji, ale nie może to być czysty produkt		Materiał membrany wrażliwy na zanieczyszczenia chemiczne Zawartość zawiesin w dopływie musi być niska by uniknąć zapychania
<b>Zużycie mediów</b>	Chemikalia: 0,5-100 g/m <sup>3</sup> Energia: 0.5-1.5 kW (przy średnicy zbiornika 25-35m)	Sprężone powietrze: 0,53-0,55 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> Flokulant: 2,4-4,7 kg/tonę zawiesiny Energia: 20,6 kWh/1000m <sup>3</sup>	Energia	Związki zapobiegające skamielaniu i zapychaniu, środki płuczące Zużycie energii zależne od szybkości przepływu i spadku ciśnienia: 2-20 kWh/m <sup>3</sup> (mikro filtracja) <sup>1</sup> ; 1-10kWh/m <sup>3</sup> (ultrafiltracja) <sup>1</sup> . Spadek ciśnienia: 0,02-0,5MPa (mikro filtracja); 0,2-1MPa (ultrafiltracja).
<b>Efekty uboczne</b>	Składowanie osadu Odory z pomp i systemu usuwania osadu Emisje odorowe z otwartych zbiorników	Składowanie osadu Odory z pomp i systemu usuwania osadu i kożucha Emisje odorowe, kiedy zbiornik nie jest zamknięty, wyższe niż w przypadku sedymentacji	Składowanie osadu po płukaniu. Zamknięte filtry mogą potrzebować podłączenia do systemu oczyszczania emisji gazowych	Składowanie pozostałości Hałas pomp.
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>	Zależne od urządzenia (płaski zbiornik czy osadnik laminarny)	Mniejsze niż przy sedymentacji		Zagospodarowanie modułowe; Zapotrzebowanie na przestrzeń niskie w porównaniu z innymi technikami
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>	Zawiesiny: 60-90 %	Zawiesiny: 85-98 % Siarczki: 95 % Większa stabilność oczyszczania przy wahaniami dopływu	Zależny od medium filtrującego i pomocniczego materiału filtrującego Zawiesiny: 50-99.99 %	Zawiesiny: bliskie 100 %
<b>Osiągalny poziom emisji [mg/l]</b>	Zawiesiny: <10 mg/l	Zawiesiny: 10-20 Oleje: 2-10	Zawiesiny: <10 Oleje: <5	
<b>Łatwość zainstalowania</b>	Zależy od dostępnej przestrzeni	Tak	Tak	Tak

1) Wydaje się raczej zaskakujące, że mikro filtracja, jako proces o najniższym spadku ciśnienia zużywa więcej energii niż proces o najwyższym spadku ciśnienia. Spowodowane jest to polaryzacją koncentracji i zapychaniem. W mikro filtracji a mniejszym stopniu także w ultrafiltracji jest to zjawisko powszechne, skutkujące drastycznym zmniejszeniem przepływu.

---

## Emulsje

Do BAT należy rozbijanie emulsji u źródła i usuwanie powstających składników. Dodatek flokulantów i środków koagulujących może być konieczny do wspomagania procesu. Oczyszczanie emulsji u źródła umożliwia odzysk i zabezpiecza przed niepożądanymi skutkami dla kolejnych urządzeń oczyszczających.

BAT-em jest również usuwanie emulsji u źródła, kiedy nie mogą być rozbite, a mogą mieć niepożądane skutki dla kolejnych urządzeń oczyszczających. Do odpowiednich technik należą: utlenianie, odparowywanie, spalanie (kiedy wartość energetyczna emulsji zapewnia możliwość spalania bez wkładu energii) i rozkład biologiczny. Bardzo często odprowadzanie emulsji do publicznych systemów ściekowych nie jest dopuszczalne.

## Zawiesiny

Podane poniżej metody usuwania zawiesin nie mają zastosowania do ścieków zawierających osad czynny i metale czynne, dla których metody separacji zostały podane oddzielnie.

BAT stanowi:

- Usuwanie zawiesin ze strumienia ścieków, kiedy mogłyby spowodować zniszczenie lub awarię urządzeń następujących po nich w procesie oczyszczania, szczególnie poprzez abrazję i zapychanie pomp i rur, oraz zapychanie i zatykanie urządzeń oczyszczających. Do urządzeń najbardziej narażonych na zniszczenie należą filtry, kolumny adsorpcyjne, filtry membranowe, komory napowietrzania wykorzystujące promieniowanie UV oraz centralne i miejskie oczyszczalnie ścieków. Techniki te są wymienione w Tabeli 3.2.2. Ranking technik oczyszczania jest następujący:

**Krok 1:** Sedymentacja lub flotacja z napowietrzaniem do wyłapania głównego ładunku zawiesin, stosowana do zabezpieczenia kolejnych układów filtracyjnych przed zapychaniem i częstym płukaniem. Sedymentacja i flotacja są najczęściej wystarczającymi środkami do zapobieżenia abrazji i zapychaniu pomp i rur (pod warunkiem, że emulsje i nieseparujące zawiesiny zostały skutecznie oddzielone).

**Krok 2:** Mechaniczna filtracja dla dalszej redukcji zawiesin, jeśli zawartość zawiesin nie została zredukowana wystarczająco, do zapobieżenia zapychaniu w kolejnych procesach, takich jak filtracja membranowa, adsorpcja i utlenianie chemiczne z użyciem promieniowania UV.

**Krok 3:** Mikro filtracja lub ultrafiltracja, kiedy odprowadzane ścieki mają być całkowicie pozbawione zawiesin

- Usuwanie zawiesin przed wprowadzeniem ścieków do odbiornika. Jeśli zawiesina nie zawiera substancji niebezpiecznych, powszechnie stosowanymi są:
  - Sedymentacja/flotacja z napowietrzaniem
  - Filtracja tylko, jeśli jest wymagana ze względu na niewystarczającą skuteczność wcześniej użytych technik
- Stosowanie technik umożliwiających odzysk substancji ze ścieków
- Stosowanie środków flokujących i koagulujących, kiedy drobny lub w inny sposób trudny do oddzielenia materiał można zbić w wystarczająco duże agregaty, aby mogły osiadać
- Ograniczanie uciążliwości odorowych i hałasowych przez zasłonięcie ekranami lub hermetyzację urządzeń i w razie potrzeby skierowanie powietrza wywiewanego do dalszego oczyszczania,

- 
- Usuwanie osadów, zarówno poprzez przekazywanie ich licencjonowanym odbiorcom, jak i oczyszczanie ich na terenie zakładu (zobacz: oczyszczanie osadów w dalszej części)

Techniki zalecane do BAT przedstawione są w tabeli 3.2.2.

### **Metale ciężkie**

Ze względu na fakt, że zniszczenie **metali ciężkich** jest niemożliwe, ich odzysk i powtórne użycie są jedynym sposobem na zapobieganie przedostaniu się ich do środowiska. Każde inne rozwiązanie powoduje jedynie ich przemieszczenie pomiędzy poszczególnymi mediami: wodą (ściekami), powietrzem i gruntem (składowiskiem). Ścieki zawierające duży ładunek metali ciężkich pochodzą z procesów produkcyjnych, gdzie metale ciężkie są wytwarzane lub stosowane (np. jako katalizator), lub z procesów mycia/oczyszczania urządzeń stosowanych w takiej produkcji.

W związku z tym, dla metali ciężkich BAT stanowią **wszystkie** poniższe techniki:

- Oddzielanie w maksymalnym stopniu ścieków zawierających metale ciężkie
- Oczyszczanie oddzielonych ścieków „u źródła”, zanim zostaną zmieszane z pozostałymi strumieniami ścieków
- Stosowanie technik umożliwiających odzysk substancji tak skutecznie jak to jest tylko możliwe. Są one przedstawione w tabeli 3.2.3.
- Przeprowadzenie dalszego usuwania metali ciężkich w oczyszczalni ścieków na etapie doczyszczania, z następującym oczyszczaniem osadu, jeśli jest to konieczne.

Ponieważ poziomy emisji, które mogą być osiągnięte za pomocą tych technik, zależą głównie od charakteru procesu będącego źródłem metali ciężkich, TGR nie były w stanie określić jednolitych poziomów emisji, które byłyby ważne dla całości sektora chemicznego. Temat ten będzie określony we właściwych BREFach pionowych.

**Tabela. 3.2.3. Techniki BAT dla usuwania ze ścieków metali ciężkich**

	<b>Strącanie / sedimentacja lub flotacja / filtracja</b>	<b>Krystalizacja</b>	<b>Wymiana jonowa</b>	<b>Nanofiltracja/odwrócona osmoza</b>
<b>Zasada działania</b>	Przekształcenie rozpuszczonych metali ciężkich w nierozpuszczalne związki i oddzielenie ich od strumienia ścieków	Przyrost związków metali ciężkich na materiale ziarnistym w złożu fluidalnym	Zastąpienie jonów metali ciężkich w fazie wodnej innymi jonami zawartymi w żywicy	Oddzielanie jonów metali ciężkich w wyniku przenikania przez membranę. Oddzielanie większości innych zanieczyszczeń.
<b>Zastosowanie</b>	Usunięcie metali ciężkich ze strumienia ścieków, szczególnie przy wysokich stężeniach. Odzysk metali jest podstawowym celem.	Usunięcie metali ciężkich ze ścieków przez stworzenie warunków do wytrącania. Odzysk metali jest celem.	Roztwory zawierające jony metali ciężkich w małym stężeniu. Odzysk jest możliwy.	Uzyskanie wysokiego stopnia czystości wody i umożliwienie ponownego jej użycia. Wzrost stężenia zanieczyszczeń umożliwiając dalsze oczyszczanie. Odzysk jest możliwy.
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Unikać środków tworzących kompleksy. Ważne jest regulowanie pH. Nie można zastosować metody, gdy stężenie jest niższe niż rozpuszczalność osadu		Należy unikać silnych wiązań jonowych. Limit temperatury 60°C Związki korozyjne mogą zniszczyć żywicę	Stężenie o zbyt wysokim ciśnieniu osmotycznym. Mała trwałość termalna i chemiczna.
<b>Zużycie mediów</b>	Czynnik wytrącający Flokulant / koagulant Energia do pompowania	Związki krystalizujące/wspomagające krystalizację	Roztwór regeneracyjny Filtry zapobiegające zapychaniu. Energia	Chemikalia czyszczące Energia: 1-3 kWh/m <sup>3</sup> (NF); 1-3 kWh/m <sup>3</sup> (OO) Spadek ciśnienia: 0,5-3 MPa (NF); 2-100 MPa (OO)
<b>Efekty uboczne</b>	Składowanie osadu Możliwe emisje odorów	Przedawkowanie związków wspomagających krystalizację może doprowadzić do wyższego ładunku soli. Zazwyczaj nie tworzą się odpady ani osady odpadowe.	Regeneracja przywraca wysokie stężenia roztworów metali ciężkich (odzysk lub składowanie)	Koncentrat wymaga dalszego oczyszczenia, np. za pomocą wymiany jonowej
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>		Porównywalne do wymiany jonowej i NF/OO	Porównywalne z krystalizacją i NF/OO	Porównywalne z krystalizacją i wymianą jonową
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>			80-99	Nieorganiczna Hg >90 (NF) Organiczna Hg >90 (NF) Związki Cd >90 (NF) Blisko 100 przy OO
<b>Osiągalne poziom emisji [mg/l]</b>	Dla metali ciężkich wyraźnie zależne od procesu produkcyjnego, którego pochodzą	Zn 1 Ni 1	0,1-10	Bardzo niskie (bliskie zera) przy zastosowaniu OO
<b>Łatwość zainstalowania</b>	Tak		Stosunkowo łatwo	

---

### **Sole nieorganiczne i/lub kwasy**

Obecność soli nieorganicznych (i/lub kwasów) w ściekach może mieć duży wpływ zarówno na biologię wód powierzchniowych, do których trafiają oczyszczone ścieki (takich jak na przykład małe cieki, do których trafiają duże ładunki soli), jak i na funkcjonowanie systemów kanalizacyjnych, na przykład poprzez korozję rurociągów, zaworów i pomp lub zakłócenie funkcjonowania oczyszczania biologicznego. W wypadku zaistnienia jednej lub obu z tych okoliczności, jest BAT kontrolowanie zawartości soli nieorganicznych, w miarę możliwości u źródła i w miarę możliwości z zastosowaniem technik umożliwiających odzysk substancji. Stosowne techniki oczyszczania (nieobejmujące technik oczyszczania ścieków z metali ciężkich i soli amonowych) obejmują:

- Odparowywanie
- Wymiana jonowa
- Odwrócona osmoza
- Biologiczne usuwanie siarczanów (stosowane wyłącznie do siarczanów aczkolwiek, jeśli obecne są metale ciężkie, to są one również usuwane)

Zestawienie metod BAT w odniesieniu do soli nieorganicznych i kwasów przedstawia tabela 3.2.4.

### **Zanieczyszczenia nie nadające się do oczyszczania biologicznego**

Część zanieczyszczeń nie nadaje się do oczyszczania biologicznego, ponieważ zawiera, przykładowo, substancje organiczne (mierzone całkowitym węglem organicznym TOC) w postaci „skamieniałej”, niepoddające się lub słabo się poddające rozkładowi biologicznemu lub substancje toksyczne, które hamują proces oczyszczania biologicznego. Z tego powodu, BAT-em jest zapobieganie ich dostawaniu się do oczyszczalni biologicznej. Nie jest możliwe przewidzenie, które substancje są inhibitorami procesów biologicznego oczyszczania w oczyszczalni ścieków, ponieważ zależy to od adaptacji mikroorganizmów funkcjonujących w danej oczyszczalni do konkretnych zanieczyszczeń do niej trafiających.

Do BAT należy:

- Unikanie wprowadzania do oczyszczalni biologicznych takich komponentów, które mogą spowodować nieprawidłowe przebieganie procesów oczyszczania biologicznego
- Oczyszczanie odpowiednimi technikami (przedstawionymi w tabeli 3.2.5) ścieków zawierających substancje nie ulegającą rozkładowi biologicznemu. Dobór właściwej techniki zależy od czynników lokalnych.
- Stosowanie, o ile to możliwe, technik umożliwiających odzysk substancji, przedstawionych w tabeli 3.2.5.:
  - nanofiltracja lub odwrócona osmoza
  - adsorpcja
  - ekstrakcja
  - destylacja/rektyfikacja
  - odparowywanie
  - odpędzanie
- Usuwanie ze strumienia ścieków ładunku amoniaku u źródła, stosując odpędzanie powietrzem lub parą
- Stosowanie technik oczyszczania niewymagających dodatkowego paliwa, kiedy odzysk nie jest opłacalny
  - utlenianie chemiczne (przy zachowaniu uwagi podczas stosowania środków zawierających chlor)



- 
- redukcja chemiczna
  - hydroliza chemiczna
  - Stosowanie techniki oczyszczania wymagających znacznych nakładów energetycznych, gdy nie istnieje inna metoda ograniczenia toksyczności lub efektów inhibicyjnych lub, kiedy proces może być prowadzony w samopodtrzymujący się sposób:
    - Utlenianie mokre (wariant niskociśnieniowy lub wysokociśnieniowy)
    - Spalanie ścieków
  - W wypadkach, kiedy zaopatrzenie w wodę i zużycie wody stanowią ważne zagadnienie ze środowiskowego punktu widzenia, należy wziąć pod uwagę techniki wymagające znacznych ilości wody chłodniczej lub systemy mokrych skrubców do oczyszczania powietrza wywiewanego. Do technik tych należą:
    - ekstrakcja
    - destylacja / rektyfikacja
    - odparowywanie
    - odpędzanie

**Tabela 3.2.4. Techniki BAT dla ścieków zawierających sole nieorganiczne (nie uwzględnia metali ciężkich)**

	<b>Odparowywanie</b>	<b>Wymiana jonowa</b>	<b>Odwrócona osmoza</b>	<b>Biologiczne usuwanie siarczanów</b>
<b>Zasada działania</b>	Destylacja wody pozostawiająca koncentrat jako pozostałość	Zastąpienie kationów przez jony H <sup>+</sup> i anionów przez jony OH <sup>-</sup> , czyli w efekcie zastąpienie jonów wodą	Oddzielanie wszystkich zanieczyszczeń w wyniku przenikania przez membranę.	Beztlenowe reakcje przekształcające siarczany (VI) w siarczki i ostatecznie w siarkę
<b>Zastosowanie</b>	Krystalizacja soli nieorganicznych i oddzielenie ich od ścieków Koncentracja innych nietlotnych substancji Odzysk substancji jest możliwy	Roztwory zawierające sole, również z metalami ciężkimi  Odzysk jest możliwy	Uzyskanie wysokiego stopnia czystości wody i umożliwienie ponownego jej użycia. Wzrost stężenia zanieczyszczeń umożliwiając dalsze oczyszczanie. Odzysk jest możliwy.	Usunięcie siarczanów ze ścieków o dużej ich zawartości. Możliwe jest usunięcie metali ciężkich (w formie siarczanowej). Usunięcie powstałej siarki.
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Należy unikać substancji powodujących pienienie	Należy unikać silnych wiązań jonowych. Limit temperatury 60°C. Związki korozyjne mogą zniszczyć żywicę	Zbyt wysokie stężenia wywołują zbyt wysokie ciśnienie osmotyczne i uniemożliwiają działanie. Niska odporność termiczna i chemiczna.	Bardzo powolna reakcja, długi czas trwania reakcji. Proporcja ChZT do siarczanów musi być przy najmniej 1:1
<b>Zużycie mediów</b>	Związki chemiczne konieczne do oczyszczania wstępnego Para 5-16kg wody/kg pary Energia	Roztwór regeneracyjny Filtry zapobiegające zapychaniu. Energia	Związki chemiczne do czyszczenia Energia: 1-3 kWh/m <sup>3</sup> Spadek Ciśnienia: 2-100 MPa	Związki chemiczne (czynnik neutralizujący, substancja dostarczająca ChZT, flokulant) Energia
<b>Efekty uboczne</b>	Koncentrat może wymagać dalszego oczyszczania Emisje hałasu	Regeneracja przywraca wysokie stężenia roztworów metali ciężkich (odzysk lub składowanie)	Koncentrat wymaga dalszego oczyszczania, np. wymiany jonowej, do osiągnięcia odzysku	Siarka może zostać użyta jako surowiec do produkcji (np. kwasu siarkowego)
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>	Porównywalnie niskie	Porównywalnie niskie	Porównywalnie niskie	
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>	Całkowite usunięcie soli	80-99	Bliski 100%	Siarczany: 94 Cynk: 99,8 Kadm: >99
<b>Osiągalne poziomy emisji [mg/l]</b>		0,1-10	Bardzo niskie (bliskie zeru)	Siarczany: 75 Cynk: 0,05-0,15 Kadm: <0,01
<b>Łatwość zainstalowania</b>		Relatywnie łatwo		

**Tabela 3.2.5. Techniki BAT związane z oczyszczaniem ścieków z substancji nierozkładalnych biologiczne.**

	Reakcje chemiczne			Utlenianie powietrzem	
	Utlenianie	Redukcja	Hydrolyza	Utlenianie mokrym powietrzem	Utlenianie w warunkach nadkrytycznych
<b>Zasada działania</b>	Przekształcenie zanieczyszczeń za pomocą H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> i promieniowania UV lub soli żelaza, O <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> /UV, Cl <sub>2</sub> , ClO <sub>2</sub> , OCl <sup>-</sup>	Przekształcenie zanieczyszczeń za pomocą SO <sub>2</sub> , NaHSO <sub>3</sub> , FeSO <sub>4</sub> , NaHS	Reakcja organicznych i nieorganicznych zanieczyszczeń z wodą. Rozkład na prostsze związki.	Reakcja z O <sub>2</sub> w fazie wodnej, przy wysokiej temperaturze i wysokim ciśnieniu, zazwyczaj w obecności katalizatora.	Utlenianie w warunkach nadkrytycznych, przy ciśnieniu ponad 22,1 MPa i temperaturze ponad 374°C
<b>Zastosowanie</b>	Utlenianie substancji nieorganicznych. Utlenianie substancji organicznych w celu zabezpieczenia biologicznej oczyszczalni ścieków lub przekształcenie w materię rozkładalną biologicznie. Może zastąpić oczyszczanie biologiczne.	Redukcja związków nieorganicznych	Rozkład związków nie ulegających rozkładowi biologicznemu na prostsze związki w szerokim zakresie stężeń (1 mg/l – 100 g/l)	Utlenianie związków organicznych. Ochrona oczyszczalni ścieków przed substancjami opornymi. Przekształcenie trudno rozkładalnego ChZT w rozkładalne biologicznie. Może zastąpić oczyszczanie biologiczne.	Niszczenie zanieczyszczeń trudno rozkładalnych biologicznie i/lub o wysokiej toksyczności. Może zastąpić oczyszczanie biologiczne.
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Zastosowanie UV wymaga roztworów wolnych od zawiesin. Należy zachować ostrożność przy stosowaniu utleniaczy zawierających Cl i przy usuwaniu związków organicznych.	Ograniczona liczba zastosowań. Ścisła kontrola pH i potencjału redoks.	Nieodpowiednia metoda dla związków słabo rozpuszczalnych w wodzie	Metoda nie zalecana dla ścieków o niskim ChZT. Stężenie fluorków <10 mg/l Niski ładunek soli (korozja)	
<b>Zużycie mediów</b>	Czynnik utleniający. Czynniki rozkładający nadmiar utleniacza. Energia	Czynnik redukujący Czynniki rozkładający nadmiar reduktora. Energia	Para/woda do ogrzewania. Związki do regulowania pH i potencjału redoks. Energia.	Powietrze lub tlen. Energia cieplna i ciśnienie.	Powietrze lub tlen. Energia cieplna i ciśnienie.
<b>Efekty uboczne</b>	Utleniacze zawierające chlor mogą tworzyć dodatkowe AOX z zanieczyszczeniami organicznymi	Emisje gazowe muszą być kierowane do oczyszczania	Możliwe emisje substancji odorowych	Emisje ciekłe i gazowe mogą wymagać dalszego oczyszczania	Emisje ciekłe i gazowe mogą wymagać dalszego oczyszczania
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>					
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>	TOC: >90			ChZT: 60-90 (przy niskim ciśnieniu) 99 (przy wysokim ciśnieniu)	Związki organiczne: >99
<b>Osiągalne poziomy emisji [mg/l]</b>					
<b>Łatwość zainstalowania</b>					

Tabela 3.2.5. Ciąg dalszy

	<b>Nanofiltracja/ultrafiltracja</b>	<b>Adsorpcja</b>	<b>Ekstrakcja</b>
<b>Zasada działania</b>	Oddzielenie większości zanieczyszczeń	Przeniesienie rozpuszczalnych zanieczyszczeń z fazy wodnej do stałego adsorbentu	Przeniesienie rozpuszczalnych zanieczyszczeń z fazy wodnej do rozpuszczalnika
<b>Zastosowanie</b>	Uzyskanie wysokiego stopnia czystości wody i umożliwienie ponownego jej użycia. Wzrost stężenia zanieczyszczeń umożliwiające dalsze oczyszczanie. Odzysk jest możliwy.	Usunięcie zanieczyszczeń organicznych nie ulegających rozkładowi biologicznemu, barwnych, odorowych i toksycznych. Wzbogacenie koncentratu umożliwia zastosowanie kolejnych metod oczyszczania (np. spalania). Odzysk jest możliwy.	Usunięcie zanieczyszczeń organicznych nie ulegających rozkładowi biologicznemu i/lub toksycznych przy wysokich stężeniach. Oczyszczanie wstępne przed adsorpcją, usuwające wysoki początkowy ładunek. Odzysk jest możliwy. Nieodpowiednia metoda do oczyszczania końcowego.
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Stężenie o zbyt wysokim ciśnieniu osmotycznym. Mała trwałość termalna i chemiczna.	Niski ładunek zanieczyszczeń, w przeciwnym razie adsorbent jest zbyt szybko zużywany. Ograniczona ilość zawiesin by uniknąć zapychania. Wydajność zależy od właściwości fizycznych zanieczyszczeń (niska wydajność przy małej masie cząsteczkowej, wysokiej polarności i wysokiej rozpuszczalności)	Ścieki możliwie wolne od zawiesin i emulsji. Możliwość zastosowania zależna od rozpuszczalnika (ograniczone zastosowanie).
<b>Zużycie mediów</b>	Chemikalia do czyszczenia Wysokie zapotrzebowanie na energię	Adsorbent. Chemikalia do regeneracji. Energia na pompowanie i regenerację (podwyższona temperatura).	Uzupełnienie strat rozpuszczalnika. Energia na pompowanie. Energia potrzebna do odzyskania rozpuszczalnika (np. na destylację/rektyfikację)
<b>Efekty uboczne</b>	Koncentrat wymaga dalszego oczyszczania, za pomocą np. ekstrakcji czy spalania (jeśli zanieczyszczenia nie zostały odzyskane)	Powstające gazy wymagają oczyszczania. Regeneracja generuje pozostałość.	Ścieki wymagają oczyszczania w celu pozbycia się rozpuszczonego rozpuszczalnika np. z użyciem odpędzania. Pozostałość denna, jeśli nie jest odzyskana, wymaga spalania. Emisje gazowe wymagają oczyszczenia, np. z użyciem adsorpcji lub spalania
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>		Zazwyczaj co najmniej dwie kolumny na jedno urządzenie	
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>	Wysoka efektywność	Wysoka wydajność, zależna od rodzaju zanieczyszczeń	Dobra wydajność w odniesieniu do zanieczyszczeń o wysokim ładunku wejściowym
<b>Osiągalne poziom emisji [mg/l]</b>			
<b>Łatwość zainstalowania</b>			

**Tabela 3.2.5. Ciąg dalszy**

	<b>Destylacja/rektyfikacja</b>	<b>Odparowywanie</b>	<b>Odpędzanie</b>	<b>Spalanie ścieków</b>
<b>Zasad działania</b>	Przenoszenie lotnych zanieczyszczeń ze ścieków do fazy lotnej, z następującym zagęszczaniem wzbogaconych par	Destylacja wody pozostawiająca koncentrat jako pozostałość	Przenoszenie zanieczyszczeń lotnych do fazy gazowej przez przedmuchiwanie ścieków strumieniem powietrza lub pary	Termiczne utlenianie zanieczyszczeń i równoczesne odparowywanie wody z możliwym zastosowaniem katalizatora.
<b>Zastosowanie</b>	Odzyskiwanie zanieczyszczeń ze ścieków. Wstępne oczyszczanie mające na celu usunięcie głównego zanieczyszczenia przed przesłaniem do dalszego oczyszczania. Ograniczone zastosowanie.	Zagęszczenie strumieni ścieków w celu odzyskania wartościowych substancji lub przed wykorzystaniem grzewczym	Usuwanie lotnych związków organicznych i nieorganicznych. Odzysk jest możliwy.	Usuwanie szkodliwych zanieczyszczeń, które nie mogą być inaczej oczyszczone lub nie są wystarczająco stężone by spalanie było samopodtrzymujące się. Technika unieszkodliwiania.
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Konieczne bardzo wysokie stężenie wejściowe. Znaczna różnica temperatury wrzenia pomiędzy wodą a lotnym zanieczyszczeniem.	Należy unikać substancji powodujących pienienie. Metoda nieodpowiednia dla zanieczyszczeń lotnych	Niski ładunek zawiesin. Zastosowanie metody ograniczone wyłącznie do związków lotnych.	Siarczany i związki halogenowe wymagają specjalnego oczyszczania.
<b>Zużycie mediów</b>	Para do ogrzewania Energia	Związki chemiczne konieczne do oczyszczania wstępnego Para: 5-16kg wody/kg pary Energia	Środki przeciw zatykaniu. Jeśli używana jest para: 0,1-0,3 tony/m <sup>3</sup> Energia: 680 kWh/m <sup>3</sup>	Paliwo podtrzymujące proces. Energia.
<b>Efekty uboczne</b>	Konieczne dalsze oczyszczanie Powstałe gazy muszą być kierowane do oczyszczania (np. przez spalanie)	Koncentrat może wymagać dalszego oczyszczania Emisje hałasu	Strumienie gazów wymagają oczyszczania (wymywanie, adsorpcja, utlenianie katalityczne, spalanie),	Przy niskiej zawartości TOC?? Wysokie zużycie energii.. Powstałe spaliny.
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>		Porównywalnie niskie		
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>	Dobre rezultaty dla specjalnych zanieczyszczeń pod specjalnym nadzorem	Prawie całkowite usunięcie zanieczyszczeń, pod warunkiem braku substancji lotnych	Dobra wydajność	Prawie 100% skuteczność usuwania związków organicznych.
<b>Osiągalne poziom emisji [mg/l]</b>				
<b>Łatwość zainstalowania</b>				

---

### **Substancje rozkładalne biologicznie**

**Ścieki rozkładalne biologicznie** mogą być oczyszczane zarówno jako osobny strumień w specjalnie zaprojektowanych systemach wstępnego oczyszczania (np. w tlenowych i beztlenowych systemach pracujących pod dużym obciążeniem), jak i zmieszane z innymi ściekami w centralnej oczyszczalni biologicznej, lub na etapie doczyszczania po oczyszczeniu w centralnej oczyszczalni ścieków.

Do BAT należy:

- Usuwanie substancji rozkładalnych biologicznie stosując odpowiedni system oczyszczania biologicznego (lub ich kombinację) wymieniony w tabeli 3.2.6.
- Wstępne oczyszczanie biologiczne, które ma na celu odciążenie docelowej centralnej oczyszczalni biologicznej od wysokiego ładunku substancji rozkładalnego biologicznie. Stosowane techniki obejmują:
  - Beztlenowy proces w komorach (kontaktowy)
  - Beztlenowy proces w komorach z pływającym kożuchem (SLUDGE BLANKET proces)
  - Beztlenowy i tlenowy proces przepływowy w układzie kolumnowym (FIXED-BED proces)
  - Beztlenowy proces z wymuszonym przepływem ( EXPANDED BED process)
  - Proces kombinowany (mieszany) na bazie osadu czynnego (COMPLETE-MIX)
  - Bioreaktor membranowy
  - Złoże biologicznie zraszane
  - Biofiltry kolumnowe/przepływowe (BIOFILTER FIXED-BED)
- Stosowanie wstępnego oczyszczania biologicznego, kiedy strumień ścieków niesie wysoki ładunek zanieczyszczeń rozkładalnych biologicznie. Ma to na celu odciążenie centralnej oczyszczalni ścieków, jeśli jest wykonalne. Dobrym wyborem może być zastosowanie oczyszczania beztlenowego, które umożliwia użycie energii powstającej ze spalania powstającego metanu. Kolejną korzyścią z zastosowania wstępnego oczyszczania beztlenowego jest znaczące zmniejszenie ilości osadu niesionego przez strumień ścieków do oczyszczalni biologicznej. Kiedy ogólna redukcja ChZT jest wysoka, ale stężenie pozostaje znacząco wyższe od stężenia charakterystycznego dla BAT (opisanego w Tabeli 3.2.7) wskazuje to na konieczność wstępnego biologicznego oczyszczania wysoko obciążonego strumienia ścieków.
- Stosowanie urządzeń do oczyszczania wstępnego i doczyszczania (jak przedstawiono w Tabeli 3.2.6), kiedy związki trudno rozkładalne nie są w wystarczającym stopniu usunięte przez centralną oczyszczalnię biologiczną. Odpowiednie techniki to reaktory ze złożem stałym, które umożliwiają dłuższy czas retencji i dzięki temu wyższy stopień rozkładu.
- Zastosowanie technik usuwania azotu (nityfikacji i denityfikacji), kiedy ścieki zawierają odpowiedni ładunek azotu, który może powodować znacząco wyższe stężenia niż poziomy emisyjne odpowiadające BAT przedstawione w Tabeli 4.8. W sprzyjających warunkach, mogą one być łatwe do zainstalowania w istniejącej centralnej oczyszczalni ścieków. Kiedy tylko doprowadzające strumienie ścieków niosą znaczące ładunki azotu (amonowego, azotanowego, azotanowego, Kjeldahla), preferowane jest oczyszczanie ich osobno, co obniża koszty, ponieważ małe urządzenia nityfikacyjne/denityfikacyjne są tańsze.

### **Centralne oczyszczalnie mechaniczno-chemiczne**

---

---

Gdy ścieki nie zawierają substancji rozkładalnych biologicznie, do BAT należy:

- Stosowanie kombinacji unieszkodliwiania chemicznego (dla neutralizacji i wytrącenia składników chemicznych) i mechanicznego (dla oddzielenia substancji wytrąconych)

### **Centralne biologiczne oczyszczalnie ścieków**

Gdy stosowana jest centralna oczyszczalnia ścieków biologicznych do BAT należy:

- Unikanie wprowadzania substancji nierozkładalnych biologicznie do centralnej oczyszczalni ścieków, jeśli mogą one spowodować zakłócenia pracy systemu i nie jest on zdolny do ich unieszkodliwienia. Buforowanie strumieni ścieków przed oczyszczalnią celem uśrednienia ich składu i wytworzenia efekty synergicznego.
- Unieszkodliwianie ścieków poprzez stosowanie kombinacji:
  - Stacje mieszania z substancjami wspomagającymi osadzanie i minimalizowanie powstawania odorów (na ogół wapno, i/lub kwasy mineralne, siarczan żelazawy)
  - Osadniki wstępne, w miarę możliwości osłonięte, dla minimalizacji odorów
  - Jedno- lub dwu-stopniowe urządzenie napowietrzające z kolejnym osadnikiem
  - Procesy osadu czynnego ze strącaniem związków biogenych
  - Stosowanie osadników pośrednich, z recyrkulacją, jeśli drugi stopień oczyszczania jest eksploatowany
  - Końcowe klarowanie ścieków w osadnikach, recyrkulacja osadów i odprowadzanie osadów nadmiernych do przeróbki osadów; alternatywnym rozwiązaniem może być klarowanie ścieków na filtrach paskowych lub stosowanie urządzeń wspomagających proces
  - Jako alternatywa dla dwóch poprzednich opcji – komora napowietrzania z ultra filtrem lub mikro filtrem
  - Dodatkowa opcja jako oczyszczanie końcowe – biofiltr ze złożem stałym do usuwania resztkowego ChZT – jeśli jest wymagane.

Generalnie zgodnie z BAT, BZT po centralnej oczyszczalni ścieków powinno wynosić poniżej 20mg/l. W przypadku osadu czynnego typowym zastosowaniem jest nisko-obciążone biologicznie złożo o ChZT $\leq$ 0,25kg/kg ścieków.

Procesami towarzyszącymi oczyszczaniu ścieków na centralnej oczyszczalni biologicznej jest:

- Unieszkodliwianie osadów (komory fermentacji, zagęszczacze, urządzenia do odwadniania, spalarnie);
- Unieszkodliwianie gazów odlotowych powstających w procesie oczyszczania ścieków (adsorpcja, utlenianie termiczne lub katalityczne, pochodnie gazowe;

**Tab. 3.2.6. Techniki BAT w biologicznym oczyszczaniu ścieków**

	Metody biologiczne- anaerobowe	Metody biologiczne - aerobowe			
		Osad czynny / bioreaktor membranowy	Złoże biologiczne zraszane	Złoże ekspandowane / złoże rozszerzone	Biofiltr ze złożem stałym
<b>Zasada działania</b>	Przekształcenie materii organicznej przez mikroorganizmy w warunkach beztlenowych	Przekształcanie materii organicznej przez mikroorganizmy zachodzące w obecności rozpuszczonego tlenu, wprowadzanego jako powietrze lub czysty tlen			
<b>Zastosowanie</b>	Wstępne oczyszczanie ścieków o wysokim i w miarę stałym ładunku zanieczyszczeń organicznych	Wstępne oczyszczanie ścieków o wysokim ładunku zanieczyszczeń organicznych. Końcowe oczyszczanie strumieni ścieków. Stosowana również jako centralna oczyszczalnia.	Jako część centralnej oczyszczalni (na etapie oczyszczania wstępnego), w celu rozłożenia najbardziej rozkładalnych związków i poprawy jakości osadu	Wstępne oczyszczanie ścieków o wysokim ładunku organicznym. Końcowe oczyszczanie mniejszych strumieni.	Bezpośrednie oczyszczanie wstępne lub doczyszczanie po zastosowaniu osadu czynnego w centralnej oczyszczalni ścieków. Dobre warunki dla wolno rosnących mikroorganizmów
<b>Ograniczenia zastosowania</b>	Należy zabezpieczyć proces przed zanieczyszczeniami toksycznymi ze względu na dużą wrażliwość	Należy unikać wysokich stężeń zanieczyszczeń, nawet jeśli nie są toksyczne. Należy unikać inhibitorów, aczkolwiek dobrze zaadaptowane mikroorganizmy mogą sobie z nimi poradzić przy niższych stężeniach. Maksymalna temperatura 30-35°C. Stężenie soli powinno być niższe niż 30 g/l.			
<b>Zużycie mediów</b>	Chemikalia neutralizujące Energia	Powietrze lub tlen Chemikalia neutralizujące Flokulanty: 300-550 kg/tonę ChZT. Składniki odżywcze: 23-42/tonę ChZT. Energia: 9,5kWh/m <sup>3</sup>	Powietrze Chemikalia neutralizujące Energia	Powietrze Chemikalia neutralizujące Energia	Powietrze Chemikalia neutralizujące (kiedy stosowane jako oczyszczanie wstępne) Energia
<b>Efekty uboczne</b>	Powstający biogaz o zawartości metanu powyżej 70 % może być spalany. Powstaje tylko 10 % osadu w porównaniu z oczyszczaniem aerobowym	Ilość powstającego osadu około 10 razy większa niż przy oczyszczaniu anaerobowym, wymaga oczyszczenia. Wysoki wkład energetyczny do napowietrzania. Emisje odorowe i hałasu.	Powstający osad	Powstający osad	Powstający osad Brak emisji odorowych
<b>Zapotrzebowanie na przestrzeń</b>	Mniejsze niż przy oczyszczaniu aerobowym	Wysokie	Porównywalnie małe	Porównywalnie małe	Porównywalnie małe
<b>Osiągalny stopień redukcji (wyrażony jako % redukcji)</b>	ChZT: 75-90 W połączeniu z procesem aerobowym: ChZT: 95-97 BZT: 99-99,8	BZT: 97-99,5 ChZT: 76-96; 90-96 (membrana) Wskaźnik fenolowy: >99 Azot nieorganiczny: 82 (membrana); Azot amonowy: 96 (membrana)	BZT: 40-90 (jednoetapowe oczyszczania) ChZT: 85-95 (dwuetapowe oczyszczanie.)	BZT: >98 ChZT: 90	Trudno rozkładalne ChZT: 26-68 Wskaźnik fenolowy: 75-98 AOX: 55-98 Azot nieorganiczny: 4-50
<b>Osiągalne poziomy emisji [mg/l]</b>		Zawiesina: 10			
<b>Łatwość zainstalowania</b>	Wymaga zainstalowania instalacji gromadzenia lub spalania metanu	Zależnie od wielkości oczyszczalni	Łatwe	Łatwe	Łatwe



### **Zrzut ścieków do wód powierzchniowych**

W stosunku do ścieków oczyszczonych technikami przedstawionymi powyżej zrzucanych do wód powierzchniowych, do BAT należy:

- Unikanie dużych zrzutów hydraulicznych mogących uszkodzić brzeg lub koryto odbiornika, lub zrzutów substancji toksycznych mogących zakłócić jego równowagę biologiczną
- Dokonywanie zrzutu do odbiornika w takich miejscach, w których zrucane ścieki ulegają najszybszemu przemieszaniu z wodami odbiornika. Minimalizuje to wpływ na biosferę odbiornika. Działanie takie nie zastępuje unieszkodliwiania ścieków
- Równoważenie zrzutów ścieków spoza oczyszczalni celem ograniczenia wpływu na biosferę odbiornika.
- Wdrażanie systemu monitoringu jakości i ilości ścieków z odpowiednią częstotliwością (np. z próbkowaniem pomiędzy 8 a 24h).
- Przeprowadzanie ocen toksyczności jako narzędzia uzupełniającego dla oceny skuteczności stosowanych metod w ochronie odbiornika.

Związane z BAT wskaźniki emisji dla ścieków oczyszczonych przedstawia tabela 3.2.8.

**Tabela 3.2.7. Wskaźniki emisji zanieczyszczeń w oczyszczonych ściekach zrzucanych do wód powierzchniowych**

Parametr <sup>a</sup>	Sprawność [%]	Poziom emisji [mg/l] <sup>b</sup>
Zawiesina ogólna		10-20 <sup>c</sup>
ChZT	76-96 <sup>d</sup>	30-250
Całkowity azot nieorganiczny <sup>e</sup>		5-25
Fosfor całkowity		0,5-1,5 <sup>f</sup>

<sup>a</sup> dla BZT patrz powyżej  
<sup>b</sup> średnia dobową, za wyjątkiem zawiesiny ogólnej  
<sup>c</sup> średnia miesięczna  
<sup>d</sup> niższa sprawność przy niższych stężeniach  
<sup>e</sup> suma NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N i NO<sub>3</sub>-N (z braku danych odnośnie całkowitego azotu nieorganicznego)  
<sup>f</sup> wartość niższa dla oczyszczalni biologicznych, wyższa dla procesów produkcyjnych

Dla metali ciężkich TGR przemysłu chemicznego nie opracowała poziomów emisji mogących reprezentować przemysł chemiczny jako całość.

### **Osady ściekowe**

Kiedy osady ściekowe są zagospodarowywane na terenie zakłady przemysłu chemicznego, do BAT należy zastosowanie jednej lub kilku spośród poniższych opcji:

- **Wstępne czynności:** Należy do nich przygotowywanie osadu do kolejnych czynności. Składają się na nie:
  - Mielenie
  - Mieszanie
  - Składowanie
  - Oddzielanie zanieczyszczeń stałych

- 
- **Stabilizacja i kondycjonowanie osadu:** mają na celu poprawę jakości osadu przed poddaniem ich odwadnianiu i zagęszczaniu, a w szczególności zredukowanie ilości związków odorowych. Czynności te mają zastosowanie do osadów organicznych. Do technik stabilizacji należą:
    - Stabilizacja chemiczna, głównie z użyciem wapna, mająca na celu podniesienie pH powyżej 12 i w efekcie usunięcie patogenów.
    - Stabilizacja termiczna, przez ogrzewanie osadu w komorze ciśnieniowej przy temperaturze do 260°C i ciśnieniu do 2,8 MPa w czasie około 30 minut
    - Rozkład tlenowy, podobny do procesu z zastosowaniem osadu czynnego do oczyszczania ścieków. Stosuje się w nim napowietrzanie powietrzem lub czystym tlenem przy odpowiednim mieszaniu, co daje redukcję osadu czynnego o 75-80%.
    - Rozkład beztlenowy prowadzony w zamkniętym zbiorniku przy odciętych dopływie powietrza w warunkach mezofilnych (30-38°C) lub termofilnych (49-57°C) w wyniku, którego wytwarzany jest palny gaz (65-70% metanu, 25-30% dwutlenku węgla, małe ilości azotu, wodoru itd.) o niskiej wartości grzewczej około 22 MJ/Nm<sup>3</sup>Do technik kondycjonowania należą:
    - Kondycjonowanie chemiczne z zastosowaniem np. chlorku żelaza, wapna, polimerów organicznych (koagulantów i flokulantów)
    - Kondycjonowanie termiczne, przez ogrzewanie osadu w komorze ciśnieniowej w temperaturze 60-80°C (niskotemperaturowe) lub 180-230°C
  - **Zagęszczanie i odwadnianie osadu:** mają na celu podniesienie zawartości części stałych w osadzie i usunięcie części fazy ciekłej. Korzyścią z niego płynącą jest wielokrotne (pięciokrotne lub więcej) zmniejszenie objętości osadu i ułatwienie następujących czynności, jak również znaczące zmniejszenie rozmiaru i objętości urządzeń oczyszczających. Do najczęściej stosowanych technik zaliczają się:
    - Zagęszczanie grawitacyjne (sedymentacja) w osadniku
    - Zagęszczanie przez odwirowywanie
    - Zagęszczanie flotacyjne rozpuszczonym powietrzem (DAF)
    - Grawitacyjne zagęszczanie taśmowe
    - Zagęszczanie w bębnie obrotowym
    - Odwadnianie na taśmie filtracyjnej z prasowaniem
  - **Suszenie osadu:** jest przeprowadzane poprzez podgrzewanie i prowadzi do obniżenia zawartości wody w osadzie. Do urządzeń stosowanych do osuszania osadu należą:
    - Suszarki rotacyjne
    - Suszarki rozpryskowe
    - Suszarki pneumatyczne
    - Wyparki
    - Suszarki wielopłytkowe
  - **Termiczne utlenianie osadu (spalanie):** ostateczne utlenianie wysuszonego osadu prowadzi do przekształcenia składników organicznych w utlenione produkty końcowe, głównie dwutlenek węgla i wodę, które są odprowadzane jako gazy, oraz niewielką ilość głównie nieorganicznego osadu. Wstępne poddanie osadów działaniu ciepła powoduje bardzo sprawne odwadnianie osadu, który może stać się palny bez dodatkowego wkładu paliwa. Techniki najczęściej stosowane do termicznego utleniania osadu (lub spalania) obejmują:
-

- 
- Spalanie w złożu fluidalnym, prowadzone w pionowej, cylindrycznej, stalowej komorze, zawierającej piaskowe złożo i otwory powietrzne. Złożo jest fluidyzowane przez powietrze o ciśnieniu 20-35 kPa i temperaturze piasku ustalonej na 760-820°C. Jeśli proces jest prowadzony ciągle lub jedynie z krótkim przerwami, nie ma potrzeby stosowania dodatkowego paliwa po ponownym uruchomieniu.
  - Utlenianie mokrym powietrzem, stosowane do „nieprzygotowanego” osadu w temperaturze 175-315°C i przy ciśnieniu do 20 MPa. Gazy, ciecz i popiół opuszczają reaktor, a gazy mogą być rozprężane w celu odzyskania energii.
  - Utlenianie szybowe, polegające na wprowadzaniu osadów do betonowego reaktora mającego postać studni, w warunkach kontrolowanej temperatury (około 290°C) i ciśnienia (10-14 MPa). Do reaktora doprowadzane jest rurami powietrze lub tlen.
  - Spalanie wraz z innymi odpadami, obniżające koszty dzięki zastosowaniu tych samych urządzeń i wykorzystaniu ciepła wytworzonego przy spalaniu odpadów do odparowania wody zawartej w osadzie.

Wszystkie techniki wymagają dalszego oczyszczania gazów odlotowych.

Oczyszczanie poza terenem zakładu nie jest brane pod uwagę, ponieważ nie należy do zakresu tego przewodnika. Nie oznacza to w żaden sposób, że do BAT nie należy oczyszczanie przez podwykonawców poza terenem zakładu.

### 3.2.3 *Gazy odpadowe*

Preferowanymi działaniami w zakresie ograniczania emisji gazów odpadowych z przemysłu chemicznego są działania w obszarze technologii produkcji. Ponieważ są one ściśle zależne od prowadzonego procesu i stosowanej technologii, szczegółowych zaleceń odnośnie BAT należy szukać w BREF pionowych dla przemysłu chemicznego i przemysłów pokrewnych. Jako ogólne zalecenia odnośnie BAT należy przyjąć:

- techniki w obszarze procesowym mają pierwszeństwo przed technikami „końca rury” (np. stosowanie niskoemisyjnych palników ma pierwszeństwo przed technikami usuwania tlenków azotu z gazów odlotowych)
- istniejące instalacje powinny być oceniane pod kątem możliwości zastosowania technik w obszarze procesowym i jeśli jest to wykonalne należy uwzględnić możliwości ich wdrożenia, np. przy generalnych remontach instalacji lub jej części
- istniejące instalacje należy ocenić pod kątem możliwości zmniejszenia ilości powstających gazów odpadowych i jeśli jest to wykonalne i bezpieczne – wdrożyć odpowiednie rozwiązania. Podejście takie obniża koszty unieszkodliwiania gazów odpadowych dzięki zmniejszeniu rozmiarów urządzeń oczyszczających
- przy projektowaniu nowych instalacji należy dążyć do maksymalnego ograniczania powstawania gazów odpadowych

#### **BAT w kolektorowaniu gazów odpadowych to:**

- o ile to możliwe ze względów procesowych, bezpieczeństwa, zachowania jakości i ze względów higienicznych, należy minimalizować wielkość przepływu gazów odpadowych przy jednoczesnym uwzględnieniu w jak największym stopniu źródeł emisji
- zapobieganie ryzyku eksplozji poprzez:

- 
- instalowanie detektorów płomienia gdy istnieje duże ryzyko wystąpienia mieszanek palnych
  - utrzymywanie mieszaniny gazowej poniżej dolnej granicy wybuchowości poprzez dodawanie powietrza zapewniającego stężenia poniżej 25% dolnej granicy, dodawanie gazów obojętnych, np. azotu, utrzymywanie w reaktorze atmosfery obojętnej. Innym rozwiązaniem jest utrzymywanie stężenia mieszaniny powyżej górnej granicy wybuchowości.
  - instalacja wyposażenia zapobiegającego zapłonowi palnych mieszanin gazów z tlenem lub minimalizujących jego efekty, takich jak łapacze wybuchów i zbiorniki rozprężne.

### **BAT w unieszkodliwianiu gazów odpadowych**

Dobór BAT w unieszkodliwianiu gazów w przemyśle chemicznym wynika z emitowanych zanieczyszczeń. Uwarunkowania lokalne, jak klimat, dostępność wody, energii i surowców, ograniczenia przestrzenne czy trudności z unieszkodliwianiem odpadów mogą powodować, że powszechnie stosowane techniki nie mają zastosowania do konkretnego zakładu chemicznego, przez co może powstawać potrzeba opracowania indywidualnych rozwiązań.

Ze względu na sposób postępowania, źródła gazów odpadowych dzielą się na:

- źródła niskotemperaturowe, takie jak procesy produkcyjne, postępowanie z chemikaliami (także magazynowanie mogące powodować emisję)
- źródła wysokotemperaturowe, jak procesy spalania w kotłowniach, elektrowniach, spalarniach procesowych oraz w dopalaczach katalitycznych i termicznych

Obie grupy źródeł charakteryzują się specyficznymi zanieczyszczeniami wymagającymi rozpatrywania. Pierwsza grupa powodować może emisję:

- pyłów, zarówno z surowców jak i produktów
- VOC ze składników stosowanych w produkcji, parujących ze zbiorników, z udziałem lub bez substancji stałych
- lotnych związków nieorganicznych, z udziałem lub bez substancji stałych
- mieszanin VOC i lotnych związków nieorganicznych, z udziałem lub bez substancji stałych
- mgieł

Dla powyższych, stosuje się metody unieszkodliwiania gazów odpadowych w następującej kolejności:

- krok 1: usunięcie znacznych ilości substancji stałych i mgieł przed dalszym oczyszczaniem z zanieczyszczeń gazowych jeśli jest ono nieprzydatne dla gazów zapylnych lub zawierających mgły
- krok 2: usunięcie zanieczyszczeń gazowych
- krok 3: jeśli krok drugi nie przyniósł wystarczających efektów przeprowadzenie oczyszczania końcowego, zapewniającego wymagany poziom emisji

Druga grupa – źródła wysokotemperaturowe – zawiera mieszaniny:

- pyłów
  - halogenów (głównie HCl, HF i Cl<sub>2</sub>)
  - tlenek węgla
  - tlenki siarki (głównie SO<sub>2</sub>)
  - NO<sub>x</sub>
  - ewentualnie dioksydy
-

---

## **BAT dla gazów odpadowych z procesów produkcyjnych, magazynowych i postępowania z produktami**

### ➤ Pył

BAT to odpowiednia kombinacja:

- usuwania cząstek pyłów i aerozoli/kropel z strumienia gazów odpadowych z wykorzystaniem techniki lub grup technik przedstawionych w tabeli poniżej
- stosowania oczyszczania wstępnego zapobiegającego uszkodzaniu urządzeń końcowych (np. przez twarde lub duże cząstki, zamulanie itp)
- stosowanie wysoce skutecznych technik usuwania znacznych ilości cząstek drobnych
- stosowanie za mokrymi skruberami filtrów mgły
- stosowanie technik pod właściwym dla nich ciśnieniem celu zapobiegania uszkodzeniom zbiorników lub emisjom ze zbiorników w razie ich uszkodzenia
- stosowanie odzysku materiału jeśli jest to możliwe
- branie pod uwagę zużycia energii przez krytyczne porównanie techniki energochłonnej z technikami nie wymagającymi energii lub o niskiej energochłonności
- branie pod uwagę zużycia wody. Wykorzystywanie mokrych skrubarów powinno być porównane z metodami niewymagającymi zużycia wody
- wykorzystywanie w mokrych skrubarach wody w obiegu zamkniętym jeśli jest to możliwe i nie powoduje ścierania lub korozji zbiornika skrubera

### ➤ VOC

BAT jest odpowiednią kombinacją:

- Usuwania VOC ze strumienia gazów z wykorzystaniem techniki lub kombinacji technik podanych w tabeli poniżej,
  - Stosowanie technik jak kondensacja, separacja membranowa lub adsorpcja – gdy jest to wykonalne – dla odzysku surowców i rozpuszczalników. Dla strumieni gazu z wysoką zawartością VOC jako pierwszy stopień oczyszczania najlepiej sprawdzają się techniki kondensacji i separacji membranowej/kondensacji, które usuwają znaczne ilości VOC przed skierowaniem strumienia gazu do adsorbera, skrubera lub dopalacza. W przypadku adsorpcji i dopalania oczyszczanie wstępne zapewnia także odpowiednie bezpieczeństwo, poprzez utrzymanie koncentracji VOC poniżej 25% dolnej granicy wybuchowości
  - Branie pod uwagę wodochłonności (woda chłodząca i procesowa) w takich technikach jak wymywanie, kondensacja, adsorpcja lub oczyszczanie biologiczne. Zastosowanie takich technik wymaga porównania z technikami niewykorzystującymi wody. W warunkach lokalnego braku wody takie techniki mogą się okazać nieprzydatne
  - Stosowanie technik ograniczania emisji tylko w przypadkach, gdy odzysk jest niewykonalny (np. w przypadku bardzo niskich stężeń, gdy konsumpcja energii lub wody jest nieproporcjonalnie duża w stosunku do osiągniętych bezpośrednich efektów dla środowiska)
  - Ocenianie stosowanej techniki ograniczania emisji w przypadkach, gdy odzysk VOC jest wykonalny i zastosowanie odpowiedniej techniki odzysku, jeśli ocena możliwości jest pozytywna
-

- 
- Preferowanie technik biologicznych przed dopalaniem dla strumieni o małej koncentracji VOC, gdy jest to stosowalne ze względu na warunki klimatyczne i dostępność wody. Stosowanie dodatkowego paliwa w dopalaniu VOC jest wadą, która może być jednak zrównoważona korzyściami dla środowiska w przypadkach, gdy inne metody osiągnięcia wymaganego (np. przez przepisy) poziomu emisji są nieosiągalne.
  - Stosowanie dopalanie strumienia gazu, zwłaszcza bez stosowania paliw podtrzymujących, gdy wymagane jest ograniczenie emisji związków niebezpiecznych a wykorzystanie innych, równie skutecznych technik jest niemożliwe
  - Stosowanie dopalania katalitycznego, gdy jest to wykonalne a nie dopalania termicznego. Niższy poziom emisji NO<sub>x</sub>, niższa temperatura spalania i mniejsza energochłonność może dawać przewagę spalaniu katalitycznemu nad termicznym.
  - Stosowanie odzysku energii z procesów spalania, gdy jest to możliwe
  - Stosowanie dopalania termicznego, gdy dopalanie katalityczne nie może być stosowane, np. ze względu na trujące właściwości gazu odpadowego lub, gdy skuteczność dopalania katalitycznego jest niewystarczająca
  - Oczyszczanie gazów po dopalaczach w przypadkach, gdy zawierają one znaczne ilości ubocznych produktów spalania, jak SO<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>x</sub>
  - Stosowanie spalania w pochodniach wyłącznie w celu bezpiecznego usunięcia nadmiarowych gazów palnych powstających np. w trakcie prac remontowych, awarii lub oddalonych wyrzutni niewyposażonych w urządzenia ochrony powietrza
  - Stosowanie pochodni naziemnych wyłącznie w stosunku do gazów, których spaliny nie zawierają związków niebezpiecznych. Gdy pochodnie są stosowanym rozwiązaniem należy rozważyć możliwość odzysku ciepła i gdy jest to możliwe wdrożyć odpowiednie rozwiązania.
- Substancje inne niż VOC  
BAT polega na:
- Usuwaniu tych substancji gazowych (wodorohalogenki, Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>, COS, NH<sub>3</sub>, HCN, CO, Hg) poprzez zastosowanie jednej z technik przedstawionych w tabeli 3.2.8 poniżej. Odpowiednimi technikami są:
    - Mokre wmywanie (wodą roztworami zasadowymi lub kwaśnymi) wodorohalogenków, Cl<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>,
    - Wmywanie roztworami bezwodnymi CS<sub>2</sub> i COS
    - Adsorpcja CS<sub>2</sub>, COS i Hg
    - Metody biologiczne dla NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S i CS<sub>2</sub>
    - Dopalenie dla H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub>, COS, HCN i CO
    - SNCR lub SCR dla NO<sub>x</sub>
  - Odzysk wodorochlorków, gdy jest to możliwe przez wmywanie wodą w pierwszym stopniu skrubera w celu uzyskania roztworu kwasu solnego wykorzystywanego jako surowiec
  - Odzysk NH<sub>3</sub>, gdy jest to możliwe technikami to umożliwiającymi.

TGR nie ustaliła poziomów emisji z produkcji chemicznej dla BAT, uznając, że powinny one sprecyzowane w BREF pionowych, jako wysoce zależne od właściwości procesu, przez co niemające zastosowania do przemysłu chemicznego jako całości.

**Tabela 3.2.8. Techniki BAT dla ograniczania emisji cząstek stałych ze strumieni gazów odpadowych**

	<b>Separator grawitacyjny</b>	<b>Cyklon (suchy i mokry)</b>	<b>Elektrofiltr (suchy i mokry)</b>	<b>Mokry skrubler</b>
<b>Zasada działania</b>	Separacja grawitacyjna	Separacja grawitacyjna i działanie sił odśrodkowych	Separacja w polu elektrycznym	Przenoszenie masy z fazy gazowej do fazy wodnej
<b>Zakres stosowania</b>	Oczyszczanie wstępne (technika niesamodzielna) dla różnych systemów filtracyjnych, zabezpieczające przed przeładowaniem lub ścieraniem. Nieodpowiednie dla spalin. Zasadniczo możliwy odzysk.	Oczyszczanie wstępne przed elektrofiltrem lub filtrem tkaninowym (technika niesamodzielna). Stosowana po operacjach suszenia rozpyłowego, kruszenia, mielenia i wypalania. Odpowiednia dla spalin. Zasadniczo możliwy odzysk.	Odpylanie końcowe. Stosowane za kotłami, w produkcji chemicznej i rafineryjnej, w spalarniach i systemach wtryskowych. Może być stosowana do mokrych i lepkich materiałów, mieszanin palnych, kwaśnych mgieł. Zasadniczo możliwy odzysk	Odpylanie końcowe. W zależności od wariantu dla pyłów PM <sub>2,5</sub> i pyłów niebezpiecznych. Zasadniczo możliwy odzysk. Stosowany także do usuwania zanieczyszczeń gazowych (VOC, związki nieorganiczne)
<b>Ograniczenia</b>	Przepływ: do 100 000Nm <sup>3</sup> /h Zawartość pyłów: bez ograniczeń Wielkość cząstek: >PM <sub>50</sub> , ale także do PM <sub>10</sub> Temperatura: zależna od materiału, typowo do 540°C	Przepływ: do 100 000Nm <sup>3</sup> /h (pojedynczy), do 180 000Nm <sup>3</sup> /h (zespół) Zawartość pyłów: do 16 000g/Nm <sup>3</sup> Wielkość cząstek: powyżej PM <sub>2,5</sub> Temperatura: zależna od materiału, może być >1200°C	Przepływ: bardzo duży, w zależności od wariantu do 1 800 000Nm <sup>3</sup> /h Zawartość pyłów: 1-10g/Nm <sup>3</sup> (rurowe); 2-110g/Nm <sup>3</sup> (płytowe) Wielkość cząstek: >PM <sub>1,0</sub> Temperatura: do 700°C (suchy); poniżej 90°C (mokry)	Przepływ: w zależności od wariantu do 170 000Nm <sup>3</sup> /h Zawartość pyłów: 0,2-115 g/Nm <sup>3</sup> w zależności od typu. Wysoka sprawność odpylania w skrublerach płytowych, wieżach rozpryskowych, skrublerach przeciwwrządowych, skrublerach Venturiego. Temperatura: 4-370°C w zależności od typu.
<b>Zużycie energii/materiałów</b>	Energia: tylko wentylator Spadek ciśnienia: <0,5kPa	Energia: 0,25-1,5kWh/1000Nm <sup>3</sup> Spadek ciśnienia: 0,5-2,5kPa	Woda: w urządzeniach mokrych Energia: 0,5-2kWh/1000Nm <sup>3</sup> Spadek ciśnienia: 0,05-0,5kPa	Woda płuczająca: 0,5-5l/Nm <sup>3</sup> Energia: 1-6kWh/1000Nm <sup>3</sup> Spadek ciśnienia: 3-20kPa (Venturi)
<b>Wymiary</b>	Małe			
<b>Osiągana sprawność [%]</b>	10-90 (w zależności od wymiarów cząstek i ich stężenia)	PM 80-99 PM <sub>10</sub> 60-95 PM <sub>5</sub> 80-95 PM <sub>2,5</sub> 20-70	PM 99-99,2 PM <sub>10</sub> 97,1-99,4 PM <sub>2,5</sub> 96-99,2 (suche i mokre elektrofiltry)	PM 50-99 w zależności od typu VOC 50-95 w zależności od typu SO <sub>2</sub> 80-99 HCl 90 (Venturi) HF 90 (Venturi) NH <sub>3</sub> 94-99 (wieża rozpryskowa, Venturi)
<b>Osiągany poziom emisji [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>			Pył: 5-15	
<b>Odtwarzalność</b>	Zintegrowana			

Tabela 3.2.8. Ciąg dalszy

	<b>Filtr włókninowy</b>	<b>Filtr 2-stopniowy</b>	<b>Filtr HEPA</b>	<b>HEAF</b>	<b>Filtr mgły</b>
<b>Zasada działania</b>	Filtracja, obłożenie filtra zwiększa sprawność odpylania	Filtracja, materiał z siatki metalowej	Filtracja, materiał – papier lub włókno szklane o wysokiej gęstości opakowania	Filtracja, płaskie złożo	Filtracja, filtr z pojedynczą wyściółką metaliczną lub syntetyczną
<b>Zakres stosowania</b>	Usuwanie pyłów poniżej PM <sub>2,5</sub> jako odpylanie końcowe. Usuwanie pyłów nie usuwalnych w elektrofiltrach. Z systemami iniekcji (spaliny) Odpowiednie dla spalin. Zasadniczo możliwy odzysk.	Odpylanie końcowe. Z systemami iniekcji (spaliny). Odpowiednie dla spalin. Zasadniczo możliwy odzysk.	Usuwanie pyłów ultradrobnych pomiędzy PM <sub>0,12</sub> i PM <sub>0,3</sub> . Stosowany za elektrofiltrami lub filtrami tkaninowymi gdy wymagany jest wysoki stopień odpylania. Zasadniczo możliwy odzysk.	Usuwanie aerozoli olejów, plastyfikatorów, skondensowanych VOC. Za urządzeniem wymagany filtr mgieł i separator kropeł.	Usuwanie aerozoli i kropeł. Zabezpieczenie kolejnych urządzeń przed zamulaniem i zarastaniem. Urządzenie wstępne przed odpylaczymi drobniejszych cząstek. Po mokrych skrubkach.
<b>Ograniczenia</b>	Wymaga wcześniejszego usunięcia większych cząstek. Przepływ: do 1800000Nm <sup>3</sup> /h Temperatura zależna od materiału, powyżej punktu skraplania. Zawartość pyłu do 230g/Nm <sup>3</sup> . Należy unikać pyłów lepkich.	Przepływ do 75000Nm <sup>3</sup> /h na jeden moduł. Temperatura do 400°C. Zawartość pyłu bez ograniczeń.	Przepływ do 3600Nm <sup>3</sup> /h na moduł. Temperatura <200°C, dla ceramicznych <530°C, powyżej temperatury skraplania. Zawartość pyłu 1-30g/Nm <sup>3</sup> . Należy unikać wilgotnego środowiska.	Przepływ do 25000Nm <sup>3</sup> /h.	Przepływ do 150000Nm <sup>3</sup> /h. Temperatura <170°C. Zawartość pyłu <1mg/Nm <sup>3</sup> .
<b>Zużycie energii/materiałów</b>	Sprężone powietrze. Energia: 0,2-2kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia: 0,5-2,5kPa; 5-50kPa (ceramiczne)	Sprężone powietrze. Energia: 1,5kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 0,5-2,5kPa.	Energia: <0,1kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia: 0,05-0,25kPa.	Energia: <0,1kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 8kPa.	Energia. Spadek ciśnienia 2,5-9kPa.
<b>Interakcje</b>	Usuwanie pyłu.	Usuwanie pyłu.	Usuwanie zużytych modułów filtracyjnych.	Usuwanie zużytych rolek filtracyjnych	Usuwanie płynów płuczających i zużytego materiału filtracyjnego
<b>Wymiary</b>					
<b>Osiągana sprawność [%]</b>	Pył 99-99,9		PM <sub>0,01</sub> >99,99 PM <sub>0,1</sub> prawie całkowita	Krople 99 Aerozole 99	Pył 99 Aerozole 99
<b>Osiągany poziom emisji [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>	Pył 2-10 1 (filtr ceramiczny)	Pył 1 (niezależnie od stężenia)	PM 0,0001		



**Tabela 3.2.9. Techniki BAT dla ograniczania emisji VOC i substancji nieorganicznych z gazów odpadowych**

	<b>Mokre wymywanie</b>	<b>Adsorpcja</b>	<b>Kondensacja</b>	<b>Separacja membranowa</b>
<b>Zasada działania</b>	Transport masy z fazy gazowej do płynnej.	Transport materiału z fazy gazowej na powierzchnię stałą.	Skraplanie przez schładzanie	Przenikanie przez powierzchnię membrany.
<b>Zakres stosowania</b>	Usuwanie VOC, składników nieorganicznych oraz pyłów, w zależności od typu i stosowanego płynu (woda, roztwór kwaśny lub zasadowy), 1- lub 2-stopniowe. Zastosowania – patrz powyżej. Zasadniczo odzysk możliwy przez desorpcję.	Usuwanie VOC, odorów, dioksyn itp. Filtr bezpieczeństwa po oczyszczeniu końcowym. Różne typy. Zasadniczo możliwy odzysk poprzez regenerację.	Odzysk VOC ze skoncentrowanych strumieni gazów. Oczyszczanie wstępne przed adsorpcją, wymywaniem. Oczyszczanie końcowe dla wzbogaconych gazów po separacji membranowej lub odpędzaniu ścieków.	Odzysk VOC lub oparów paliw. Wzbogacanie strumienia gazów VOC aby umożliwić jego oczyszczenie poprzez kondensację lub unieszkodliwienie przez spalanie.
<b>Ograniczenia</b>	Przepływ – patrz rozdział .... Temperatura – najlepiej poniżej 40°C dla wymywania wodą bez dodatku środków chemicznych. Zawartość pyłów – zależna od typu skrubera.	Przepływ do 100000Nm <sup>3</sup> /h. Temperatura <80°C (węgle aktywne) <250°C (zeolity). Zawartość VOC <25% dolnej granicy wybuchowości. Zawartość pyłów – niska.	Przepływ do 100000Nm <sup>3</sup> /h, <5000Nm <sup>3</sup> /h dla wersji kriogenicznej. Temperatura <80°C. Ograniczenia z/w na zamarzanie i w konsekwencji zapychanie. Zawartość pyłów – niska, <50mg/Nm <sup>3</sup> .	Przepływ zależny od powierzchni membrany. Temperatura i ciśnienie zależne od materiału membrany. Zawartość pyłów – bardzo niska, zawartość VOC – bez ograniczeń.
<b>Zużycie energii/materiałów</b>	Woda do przemywania, woda do chłodzenia. Chemikalia (kwasy, ługi, utleniacze). Energia 0,2-1kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Para do odpędzania (desorpcja). Spadek ciśnienia 0,-0,8kPa.	Para lub azot (desorpcja). Woda chłodząca (kondensacja). Energia 35-260kWh/t rozpuszczalnika. Spadek ciśnienia 2-5kPa.	Czynnik chłodzący (powietrze, woda, solanka, solanka amoniakalna, ciekły azot). Energia 70kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 0,1-0,2kPa.	Energia 250kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 0,1-1MPa.
<b>Wymiary</b>				
<b>Osiągana sprawność [%]</b>	VOC 50-99 substancje nieorganiczne 90-99 SO <sub>2</sub> 80-99	VOC 80-95 Odory 80-95 H <sub>2</sub> S 80-95		VOC do 99,9
<b>Osiągany poziom emisji [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>	HF <1 HCl <10 (<50 przy wodzie) SO <sub>2</sub> <40	Hg <0,05 Dioksyny <0,1ng/Nm <sup>3</sup> TEQ	patrz rozdział ...	
<b>Odtwarzalność</b>	stosunkowo prosta	stosunkowo prosta	patrz rozdział ...	

Tabela 3.2.9. Ciąg dalszy

	Oczyszczanie biologiczne	Dopalenie termiczne	Dopalenie katalityczne	Silnik gazowy/kocioł parowy
<b>Zasada działania</b>	Degradacja biologiczna przez mikroorganizmy	Utlenianie tlenem z powietrza po podwyższeniu temperatury powyżej temperatury samozapłonu.	Utlenianie tlenem z powietrza atmosferycznego z wykorzystaniem katalizatora dla obniżenia temperatury samozapłonu	Spalanie gazu odpadowego dla odzysku energii
<b>Zakres stosowania</b>	Usuwanie niskich stężeń zanieczyszczeń rozpuszczalnych w wodzie: NH <sub>3</sub> , aminy, węglowodory, H <sub>2</sub> S, toluen, styren, odory.	Emisje ze wszystkich źródeł VOC. Najbardziej odpowiednia dla wyższych stężeń VOC i końcowego unieszkodliwiania substancji niebezpiecznych.	Zakres zastosowań jak dla dopalania termicznego. Nie stosować w stosunku do zanieczyszczeń niebezpiecznych. Z odzyskiem ciepła lub bez.	Strumienie gazów odpowiednie dla silników gazowych, w dalszej części ciągu technologicznego generator elektryczny.
<b>Ograniczenia</b>	Patrz rozdział .../ Nie mają zastosowania do gazów o silnie zmiennych stężeniach. NH <sub>3</sub> może stwarzać problemy. Mróz, deszcz i wysokie temperatury zewnętrzne wpływają na materiał filtra.	Przepływ do około 86000Nm <sup>3</sup> /h. Zakres temperatur 800-1000°C, dla substancji niebezpiecznych 980-1200°C. VOC <25% dolnej granicy wybuchowości.	Przepływ do około 86000Nm <sup>3</sup> /h. Zakres temperatur 300-500°C. . VOC <25% dolnej granicy wybuchowości.	Stosunkowo niska temperatura spalania. Ograniczenia ze względu na skład gazu jeśli zawiera substancje korozyjne lub prekursorzy.
<b>Zużycie energii/materiałów</b>	Woda (wymiwalająca i nawilżająca). Chemikalia (pożywki i regulatory pH). Energia <1kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 0,2-2kPa.	Paliwo dla rozruchu i podtrzymywania spalania. Energia 3-8kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 1-5kPa.	Paliwo dla rozruchu i podtrzymywania spalania. Energia 1-2kWh/1000Nm <sup>3</sup> . Spadek ciśnienia 1-5kPa.	Łączone z kotłem parowym dla produkcji pary.
<b>Efekty uboczne</b>	Składowanie materiału filtra. Ścieki z wymywania i nawilżania. Emisja odorów z wymywania i nawilżania.	CO i NO <sub>x</sub> w gazach odlotowych. Zawartość chloru i siarki wymaga dodatkowego oczyszczania spalin. W warunkach optymalnych dioksyny zazwyczaj nie stwarzają problemów.	Bardzo niska zawartość NO <sub>x</sub> w spalinach (około 15mg/Nm <sup>3</sup> ). Zawartość chloru i siarki wymaga dodatkowego oczyszczania spalin. Dioksyny zazwyczaj nie stwarzają problemów.	Niska temperatura spalania z niską emisją NO <sub>x</sub> . CO w spalinach redukowane na katalizatorze.
<b>Osiągana sprawność [%]</b>	VOC 75-99 Subst. nieorganiczne 80-95 Odory 70-95	VOC 95-99	VOC 90-99 CO >98 Odory 80-95	
<b>Osiągany poziom emisji [mg/Nm<sup>3</sup>]</b>		TOC 1-4		

---

### BAT w odniesieniu do gazów spalinowych

Dla usuwania pyłów, BAT to:

- stosowanie elektrofiltrów lub filtrów workowych (po wymienniku ciepła w temperaturze 120-150°C), lub
- stosowanie filtracji katalitycznej
- stosowanie mokrego wymywania

BAT dla usuwania HCl, HF i SO<sub>2</sub> to:

- odzyskiwanie ich jeśli jest to możliwe w 2-stopniowym skruberze, z wykorzystaniem w stopniu 1-wszym wody lub roztworu kwaśnego w obiegu zamkniętym do usuwania HF i HCl, w 2-im stopniu stosowanie zawiesiny węgla wapnia do usuwania SO<sub>2</sub> jako siarczanu wapnia (po wstrzyknięciu powietrza). Zarówno HCl jak i siarczan wapnia mogą być odzyskiwane odpowiednio jako wzbogacony, surowy kwas solny i gips. 2-stopniowe wymywanie stosowane jest również bez odzysku materiału do oddzielania jonów chlorowych i fluorowych przed odsiarczeniem.
- usuwanie ich z wykorzystaniem metod suchych, półsuchych lub z wtryskiem roztworu sorbentu do paleniska. Generowany pył jest wychwytywany razem z innymi pyłami.

Zazwyczaj mokre wymywanie jest najskuteczniejszą metodą oczyszczania spalin zarówno z odzyskiem materiałów jak i bez odzysku.

Inne metody odsiarczania spalin zawarte są w materiałach referencyjnych dla przemysłu energetycznego.

BAT dla usuwania tlenków azotu to:

- stosowanie SCR zamiast SCNR (co najmniej dla większych instalacji) ponieważ ma wyższą skuteczność oczyszczania i mniejsze oddziaływanie na środowisko. Dla istniejących instalacji stosujących SCNR, najlepszym okresem na zmianę technologii na SCR jest czas planowanej zasadniczej modernizacji źródła spalania. Chociaż SCR w ogólnym znaczeniu stanowi BAT to występują indywidualne przypadki (zazwyczaj mniejsze instalacje), gdy SNCR jest technicznie i ekonomicznie najlepszym rozwiązaniem. Należy dokonać oceny, czy inne techniki nie będą lepsze w przypadku konieczności odtworzenia instalacji SNCR.

Istnieje wiele innych metod usuwania tlenków azotu ze spalin, jak np. metody jednoczesnego usuwania SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>, które także spełniają kryteria BAT jeśli pozwalają na osiągnięcie podobnych rezultatów jak wskazane powyżej.

W przypadku dioksyn, do BAT należy:

- usuwanie dioksyn na filtrach z węgla aktywnego (adsorpcja) w końcowym etapie oczyszczania gazów

Jako BAT przyjąć można także inne techniki zapewniające porównywalne rezultaty.

Poziomy emisji odpowiednie dla BAT w odniesieniu do spalin przedstawia tabela poniżej.

<b>Parametr</b>	<b>Poziom emisji [mg/Nm<sup>3</sup>]<sup>1</sup></b>
pył	<5-15
HCl	<10
HF	<1
SO <sub>2</sub>	<40-150 <sup>2</sup>
NO <sub>x</sub> (kotły/podgrzewacze gazowe)	20-150 <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> (kotły/podgrzewacze na paliwo płynne)	55-300 <sup>4</sup>
NH <sub>3</sub> <sup>4</sup>	<5 <sup>5</sup>
dioksyny	0,1ng/Nm <sup>3</sup> TEQ
1) ½-godzinna średnia przy zawartości tlenu 3% 2) wartość niższa dla paliw gazowych, wyższa dla płynnych 3) wyższa wartość dla małych instalacji wykorzystujących SNCR 4) NH3 redukcja przez SCR 5) wartość dla nowych katalizatorów, ale wyższe wartości występują w miarę starzenia się katalizatora	