

## STRESZCZENIE

Niniejszy dokument referencyjny, dotyczący najlepszych dostępnych technik BAT (*Best Available Techniques*) w przemysłowych systemach chłodzenia, odzwierciedla wymianę informacji przeprowadzoną zgodnie z art. 16 ust. 2 dyrektywy Rady 96/61/WE. Dokument ten powinien być rozpatrywany w świetle wstępu, który określa jego cel i sposób wykorzystania.

Chłodzenie przemysłowe zostało określone jako zagadnienie o charakterze podstawowym w ramach IPPC. Oznacza to, że wskazanie w niniejszym dokumencie „najlepszych dostępnych technik” (BAT), w odniesieniu do procesów przemysłowych wykorzystujących chłodzenie, dokonane jest bez szczegółowej analizy samych procesów. Niemniej jednak, podane najlepsze dostępne techniki BAT w odniesieniu do systemu chłodzenia w procesie przemysłowym uwzględniają jego specyfikę. Jest przyjęte, że najlepsze dostępne techniki BAT dla tego typu procesów mają złożony charakter, uwzględniający wymagania chłodzenia w procesie przemysłowym, jego specyfikę oraz wymagania ekologiczne. Dzięki temu ich wdrożenie odbywa się w warunkach ekonomicznej opłacalności i technicznej wykonalności.

Termin „przemysłowe systemy chłodzenia” odnosi się do systemów, których zadaniem jest usunięcie nadwyżki ciepła z jakiegokolwiek medium z wykorzystaniem wody i/lub powietrza, obniżających temperaturę tego medium do poziomu bliższego temperaturom otoczenia.

W niniejszym dokumencie, najlepsze dostępne techniki BAT, omówione są w odniesieniu do systemów chłodzenia, funkcjonujących w formie systemów pomocniczych w odniesieniu do pełnego procesu przemysłowego. Uważa się, że niezawodne funkcjonowanie systemu chłodzenia pozytywnie wpłynie na niezawodność procesu przemysłowego. Niemniej jednak, niniejszy dokument (BREF) nie omawia funkcjonowania systemu chłodzenia w odniesieniu do bezpieczeństwa samego procesu.

Niniejszy dokument przedstawia zintegrowane podejście dotyczące określania najlepszych dostępnych technik BAT w przemysłowych systemach chłodzenia. Podejście to zakłada, że ostateczne rozwiązania najlepszych dostępnych technik BAT zależą w głównej mierze od specyfiki danego procesu. Jeśli chodzi o wybór systemu chłodzenia, podejście to może jedynie określić, które elementy związane są z oddziaływaniem systemu na środowisko, natomiast nie wskazuje, jak również nie preferuje ani nie dyskwalifikuje jakichkolwiek stosowanych systemów chłodzenia. W przypadku podejmowania kroków w kierunku redukcji szkodliwych oddziaływań systemu na środowisko, w najlepszych dostępnych technikach BAT próbuje się kłaść szczególny nacisk na powiązane efekty oddziaływań różnych elementów, podkreślając w ten sposób, że redukcja różnych emisji z systemów chłodzenia wymaga zrównoważenia.

Pięć rozdziałów dokumentu głównego omawia filozofię najlepszych dostępnych technik BAT, jej kluczowe kwestie i zasady, systemy chłodzenia oraz ich aspekty ekologiczne, kluczowe wnioski związane z zastosowaniem najlepszych dostępnych technik BAT oraz wnioski i zalecenia dotyczące dalszych działań. Jedenaście załączników zawiera informacje dotyczące konkretnych aspektów konstrukcji i funkcjonowania systemów chłodzenia oraz przykłady mające za zadanie zilustrować filozofię najlepszych dostępnych technik BAT.

### 1. Zintegrowane podejście

Zintegrowane podejście z wykorzystaniem najlepszych dostępnych technik BAT (w kontekście ogólnego oddziaływanie procesu przemysłowego na środowisko) bierze pod uwagę oddziaływanie systemu chłodzenia. Ma ono na celu minimalizację, zarówno pośredniego jak i bezpośredniego negatywnego wpływu na środowisko naturalne systemu chłodzenia w związku z jego funkcjonowaniem. Opiera się ono na doświadczeniu, zgodnie z którym środowiskowe oddziaływanie chłodzenia w procesie w dużym stopniu zależy od wyboru rodzaju i konstrukcji systemu chłodzenia. Dlatego, w przypadku nowych instalacji, podejście to koncentruje się na zapobieganiu emisjom poprzez dobór odpowiedniej

konfiguracji chłodzenia oraz odpowiedniej koncepcji i konstrukcji systemu chłodzenia. Ponadto, emisje można zredukować poprzez optymalizację codziennej eksploatacji.

W przypadku istniejących systemów chłodzenia, możliwość zapobiegania negatywnemu oddziaływaniu na środowisko z użyciem środków technologicznych jest w pierwszym okresie znacznie mniejsza i w związku z tym koncentracja wysiłków musi być ukierunkowana na redukcję emisji poprzez zoptymalizowanie funkcjonowania oraz kontrolę systemów. W przypadku istniejących systemów można ustalić znaczną liczbę parametrów, takich jak przestrzeń, dostępność zasobów eksploatacyjnych oraz istniejące ograniczenia legislacyjne, co pozostawia jeszcze pewną swobodę we wprowadzaniu zmian. Niemniej jednak ogólne podejście w ramach najlepszych dostępnych technik BAT przedstawione w niniejszym dokumencie można interpretować jako cel długoterminowy, dostosowany do cykli wymiany wyposażenia w istniejących instalacjach.

Filozofia BAT uznaje chłodzenie za istotną część wielu procesów przemysłowych, którą należy zarazem postrzegać jako ważny element w ogólnym gospodarowaniu energią na potrzeby systemu. Skuteczne wykorzystywanie energii w procesach przemysłowych jest niezwykle istotne zarówno z ekologicznego jak i ekonomicznego punktu widzenia. Przede wszystkim, w ramach BAT przed powzięciem jakichkolwiek kroków optymalizujących system chłodzenia, należy skoncentrować się na ogólnej wydajności energetycznej procesu przemysłowego lub wytwórczego. W celu podniesienia ogólnej wydajności energetycznej przemysł stara się zredukować ilość ciepła nieodzyskiwanego, stosując odpowiednie gospodarowanie energią oraz wdrażając szereg zintegrowanych programów oszczędzania energii. Obejmuje to wymianę energii między różnymi jednostkami w ramach procesu przemysłowego lub wytwórczego, wykorzystującego chłodzenie oraz połączenia z zewnętrznymi procesami sąsiadującymi. Istnieje obecnie tendencja odzyskiwania ciepła na potrzeby regionów przemysłowych w przypadku, gdy zakłady przemysłowe są wzajemnie powiązane bądź, gdy są one powiązane systemem ciepłowniczym wspólnym dla danego regionu lub na potrzeby rolnictwa szklarniowego. Jeżeli dalsze odzyskiwanie i ponowne użycie takiego ciepła nie jest możliwe, ciepło to z pewnością będzie musiało zostać uwolnione do środowiska.

Rozróżnia się nieodzyskiwalne ciepło niskiego (10-25°C), średniego (25-60°C) oraz wysokiego (60°C) poziomu. Ogólnie rzecz biorąc, w przypadku ciepła o niskim poziomie stosuje się mokre systemy chłodzenia, zaś w przypadku ciepła o wysokim poziomie - suche systemy chłodzenia. W przypadku poziomu średniego nie istnieje jedna preferowana zasada chłodzenia i stosuje się różne konfiguracje.

Po dokonaniu optymalizacji ogólnej wydajności energetycznej procesu przemysłowego lub wytwórczego, pozostaje pewna ilość oraz pewien poziom ciepła nieodzyskiwanego. Wybór rozwiązania koncepcji chłodzenia rozpraszającego takie ciepło może być dokonany w oparciu o:

- wymagania dotyczące chłodzenia procesu,
- ograniczenia danego zakładu (włączając w to ustawodawstwo lokalne),
- wymagania środowiskowe.

W celu zapewnienia niezawodnych warunków technologicznych, włączając w to rozruch i zatrzymanie, należy zawsze spełniać wymogi dotyczące chłodzenia w procesie przemysłowym lub wytwórczym. Przez cały czas należy zapewnić wymaganą minimalną temperaturę technologiczną oraz niezbędną wydajność chłodzenia w celu podwyższenia jakości procesu przemysłowego lub wytwórczego oraz redukcji strat produktu i emisji do środowiska. Staje się to tym istotniejsze, im bardziej procesy te są wrażliwe na temperaturę.

Lokalne warunki ograniczają możliwości projektowe oraz możliwe sposoby eksploatacji systemu chłodzenia. Warunki te zdefiniowane są przez klimat lokalny, dostępność wody do

chłodzenia i odprowadzania, przestrzeń dostępną dla konstrukcji oraz wrażliwość lokalnego środowiska na emisje. W zależności od wymogów procesu chłodzenia oraz wymaganej wydajności chłodzenia wybór lokalizacji dla nowej instalacji (np. duże źródło zimnej wody) może mieć bardzo istotne znaczenie. Jeżeli ten wybór uzależniony jest od innych kryteriów, to wymagania związane z chłodzeniem procesu oraz charakterystyka lokalna są stałe, co zachodzi także w przypadku istniejących systemów chłodzenia.

W przypadku chłodzenia klimat lokalny jest istotny, gdyż wpływa on na temperaturę wody lub powietrza, stanowiących chłodziwo końcowe. Klimat lokalny jest określany na podstawie temperatur termometru suchego i mokrego. Systemy chłodzenia zaprojektowane są ogólnie tak, aby spełniały wymagania związane z chłodzeniem w najmniej sprzyjających warunkach klimatycznych danego regionu, tzn. z uwzględnieniem najwyższych temperatur termometru wilgotnego i suchego.

Następny etap, dotyczący wyboru i konstrukcji systemu chłodzenia, ma na celu dostosowanie go do wymagań związanych z najlepszymi dostępnymi technikami BAT w ramach potrzeb procesu podlegającego chłodzeniu oraz ograniczeń danego przypadku. Oznacza to, że nacisk kładzie się na dobór odpowiedniego materiału i wyposażenia w celu obniżenia wymagań związanych z konserwacją, ułatwienia eksploatacji systemu chłodzenia oraz dostosowania się do wymagań środowiskowych. Oprócz uwalniania ciepła do środowiska, mogą pojawić się inne skutki negatywnie wpływające na środowisko naturalne, takie jak emisja dodatków wykorzystanych do kondycjonowania systemów chłodzenia. Należy zwrócić uwagę, że tam, gdzie możliwe jest obniżenie ilości wspomnianych poziomów rozpraszanego ciepła, ograniczany jest zakres negatywnego wpływu na środowisko systemu przemysłowego wykorzystującego chłodzenie.

Zasady stanowiące podstawę najlepszych dostępnych technik BAT można stosować również w stosunku do istniejących systemów chłodzenia. Dostępne są tu takie opcje technologiczne jak: zmiana technologii chłodzenia, zmiana lub modyfikacja istniejącego wyposażenia lub wykorzystywanych substancji chemicznych. Ich zastosowanie jest jednak ograniczone.

## **2. Stosowane systemy chłodzenia**

Systemy chłodzenia opierają się na zasadach termodynamiki i są zaprojektowane tak, aby zapewniać wymianę ciepła między procesem i chłodziwem oraz aby ułatwiać uwalnianie nieodzyskiwanego ciepła do środowiska. Przemysłowe systemy chłodzenia można podzielić według konstrukcji lub według głównej zasady chłodzenia, czyli tego, czy wykorzystane chłodziwo stanowi woda, powietrze czy też kombinacja wody i powietrza.

Wymiana ciepła między medium używanym w ramach procesu a chłodziwem jest usprawniana dzięki wymiennikom ciepła. Chłodziwo przenosi ciepło z wymienników ciepła do środowiska. W systemach otwartych chłodziwo pozostaje w kontakcie ze środowiskiem, zaś w systemach zamkniętych chłodziwo lub medium wykorzystywane w ramach procesu krążą w przewodach rurowych lub węzownicach i nie są w bezpośrednim kontakcie ze środowiskiem.

W instalacjach o dużej wydajności, tam gdzie dostępna jest wystarczająca ilość wody chłodzącej lub chłodzących wód powierzchniowych, stosuje się zazwyczaj systemy jednoprzejściowe, otwarte. Jeżeli nie są dostępne wystarczające zasoby wody, wykorzystywane są systemy recyrkulacyjne (chłodnie kominowe), zamknięte.

W otwartych wieżach recyrkulacyjnych woda chłodząca ulega schłodzeniu w wyniku kontaktu ze strumieniem powietrza. Wieże wyposażone są w urządzenia mające za zadanie usprawnienie kontaktu powietrze/woda. Przepływ powietrza może powstać w wyniku ciągu mechanicznego wytworzonego przez wentylatory lub w wyniku ciągu naturalnego. Wieże wykorzystujące ciąg mechaniczny są powszechnie stosowane w zakładach o dużej i małej

wydajności. Natomiast wieże wykorzystujące ciąg naturalny stosowane są głównie w zakładach o dużej wydajności (np. w energetyce).

W przypadku zamkniętych systemów chłodzenia przewody rurowe i węzownice, zawierające krążące w nich chłodziwo lub medium z procesu, są chłodzone, chłodząc z kolei umieszczone w nich substancje. W systemach mokrych strumień powietrza chłodzi rury lub ich węzownice w wyniku odparowania rozpylanej wody. W przypadku systemów suchych jedynie strumień powietrza opływa te rury/węzownice. W obu przypadkach węzownice mogą być wyposażone w żebra powiększające powierzchnię chłodzenia, w ten sposób zwiększając efekt chłodniczy. Systemy mokre, zamknięte są powszechnie stosowane w przemyśle, w zakładach o mniejszej wydajności. Zasada suchego chłodzenia powietrzem stosowana jest zarówno w mniejszych zakładach przemysłowych, jak i w dużych elektrowniach, jeżeli wystarczająca ilość wody nie jest dostępna lub woda jest bardzo droga.

Otwarte i zamknięte hybrydowe systemy chłodzenia są specjalnymi konstrukcjami wież mechanicznych, co pozwala ograniczyć tworzenie się widocznych chmur par zarówno przy pracy w warunkach wilgotnych, jak i w suchych. Podczas okresów niskiej temperatury otoczenia roczne zużycie wody oraz tworzenie się widocznych par można ograniczyć dzięki eksploatacji takich systemów w warunkach suchych (szczególnie w małych jednostkach ogniowych).

**Tabela 1: Przykład technicznych i termodynamicznych właściwości różnych systemów chłodzenia dla zastosowań przemysłowych (z wyłączeniem elektrowni).**

System chłodzenia	Chłodziwo	Główna zasada chłodzenia	Minimalne wartości różnicy temperatur (K) <sup>4)</sup>	Minimalna możliwa do uzyskania temperatura końcowa medium stosowanego w ramach procesu <sup>5)</sup> (°C)	Wydajność cieplna procesu przemysłowego (MW <sub>th</sub> )
Otwarty system jednoprzęściowy - bezpośredni	Woda	Przewodnictwo/ Konwekcja	3 – 5	18 – 20	<0,01 - > 2000
Otwarty system jednoprzęściowy - pośredni	Woda	Przewodnictwo/ Konwekcja	6 – 10	21 – 25	<0,01 - > 1000
Otwarty recyrkulacyjny system chłodzenia-bezpośredni	Woda <sup>1)</sup> Powietrze <sup>2)</sup>	Odparowanie <sup>3)</sup>	6 – 10	27 – 31	< 0,1 – >2000
Otwarty recyrkulacyjny system chłodzenia-pośredni	Woda <sup>1)</sup> Powietrze <sup>2)</sup>	Odparowanie <sup>3)</sup>	9 – 15	30 – 36	< 0,1 - > 200
System mokrego chłodzenia w obwodzie zamkniętym	Woda <sup>1)</sup> Powietrze <sup>2)</sup>	Odparowanie + konwekcja	7 – 14 <sup>7)</sup>	28 – 35	0,2 – 10

System chłodzenia suchym powietrzem w obwodzie zamkniętym	Powietrze	Konwekcja	10 – 15	40 – 45	< 0,1 – 100
Otwarte chłodzenie hybrydowe	Woda <sup>1)</sup> Powietrze <sup>2)</sup>	Odparowanie + konwekcja	7 – 14	28 – 35	0,15 - 2,5 <sup>6)</sup>
Zamknięte chłodzenie hybrydowe	Woda <sup>1)</sup> Powietrze <sup>2)</sup>	Odparowanie + konwekcja	7 – 14	28 – 35	0,15 - 2,5 <sup>6)</sup>

Uwagi:

- 1) Woda stanowi chłodziwo obiegu wtórnego i jest głównie poddawana recyrkulacji. Woda, wyparowując, przenosi ciepło do powietrza
- 2) Powietrze stanowi chłodziwo, z którym ciepło jest przenoszone do środowiska.
- 3) Odparowanie stanowi główną zasadę chłodzenia. Ciepło jest również przenoszone za pomocą przewodnictwa/konwekcji, lecz w mniejszych ilościach.
- 4) Minimalne wartości różnicy temperatur, na jakie można się zbliżyć z uwzględnieniem temperatur termometru wilgotnego bądź suchego.  
Należy powiększyć podane wartości o wielkości związane z zastosowaniem wymiennika ciepła oraz chłodni kominowej.
- 5) Temperatury końcowe zależą od klimatu zakładu (dane dotyczą średnich warunków klimatycznych w Europie Środkowej)  
30°/21°C dla temperatury suchego/wilgotnego termometru oraz maksymalnie 15°C dla temperatury wody
- 6) Wydajność niewielkich jednostek – dzięki połączeniu kilku jednostek lub specjalnie wybudowanym systemom chłodzenia, system może być bardziej wydajny.
- 7) Jeżeli zastosowano system pośredni lub jeżeli uwzględniono również konwekcję, to wartość w tym przykładzie wzrasta do 3-5K, co prowadzi do podniesionej temperatury procesu.

Tabela prezentuje właściwości stosowanych systemów chłodzenia dla danej sytuacji klimatycznej. Temperatura końcowa medium procesowego, opuszczającego wymiennik ciepła po chłodzeniu zależy od temperatury chłodziwa oraz konstrukcji systemu chłodzenia. Woda posiada większą niż powietrze wartość ciepła właściwego i dlatego stanowi lepsze chłodziwo. Temperatury powietrza oraz wody, pełniących rolę chłodziw, zależą od lokalnych temperatur termometru suchego i wilgotnego. Im wyższe temperatury termometru wilgotnego, tym trudniej jest dokonać schłodzenia do niższych temperatur końcowych procesu.

Temperatura końcowa procesu stanowi sumę najniższej temperatury otoczenia (chłodziwa) oraz minimalnej różnicy temperatury między chłodziwem (wprowadzonym do systemu chłodzącego) a medium używanym w procesie (opuszczającym system chłodzenia) za wymiennikiem ciepła, co nazywane jest również zbliżeniem (temperaturowym). Z technicznego punktu widzenia to zbliżenie może być bardzo nieznaczne dzięki samej konstrukcji, lecz koszty są odwrotnie proporcjonalne do jego wielkości. Im mniejsze zbliżenie, tym niższa może być końcowa temperatura technologiczna. Każdy wymiennik ciepła posiadać będzie własną różnicę temperatur i w przypadku dodatkowych wymienników ciepła, wszystkie różnice temperatur dodaje się po kolei do temperatury chłodziwa (wprowadzanego do systemu chłodzenia) w celu przeliczenia możliwej do osiągnięcia temperatury końcowej procesu. W pośrednich systemach chłodzenia stosuje się dodatkowe wymienniki ciepła, jeżeli wykorzystywany jest dodatkowy obieg chłodzenia. Taki wtórny obieg oraz główny obieg chłodzenia wymieniają ciepło z wykorzystaniem wymiennika ciepła. Pośrednie systemy chłodzenia stosowane są w przypadku, gdy należy bezwzględnie zapobiec wyciekowi substancji technologicznych do środowiska.

W przypadku szeroko stosowanych w energetyce systemów chłodzenia, minimalne zbliżenia temperatur oraz wydajności chłodzenia różnią się nieco od zastosowań nieobejmujących elektrowni, ze względu na specjalne wymagania procesu kondensacji pary. Poniżej zestawiono różne zbliżenia oraz odpowiednie dane dotyczące wydajności generatorów mocy.

**Tabela 2: Przykłady wydajności i właściwości termodynamicznych różnych systemów chłodzenia stosowanych w energetyce.**

System chłodzenia	Zastosowane różnice temperatur (K)	Wydajność generatora mocy (MW)
Otwarte systemy jednoprzeciowe	13-20 (różnica końcowa 3-5)	< 2700
Otwarta mokra chłodnia kominowa	7-15	< 2700
Otwarta hybrydowa chłodnia kominowa	15-20	< 2500
Kondensator chłodzony suchym powietrzem	15-25	< 900

### 3. Aspekty środowiskowe związane ze stosowanymi systemami chłodzenia

Aspekty środowiskowe związane ze stosowanymi systemami chłodzenia różnią się zależnie od zastosowanej konfiguracji chłodzenia, lecz głównie koncentrują się na podnoszeniu ogólnej sprawności energetycznej i redukcji emisji do środowiska wodnego. Zużycie oraz emisja są specyficzne dla danego przypadku i jeżeli można je określić ilościowo, wykazują znaczną różnorodność. Zgodnie z filozofią zintegrowanego podejścia najlepszych dostępnych technik BAT, przy ocenie każdego aspektu środowiskowego oraz związanych z nim sposobów redukcji należy uwzględnić wzajemny wpływ różnorodnych środków.

#### • Zużycie energii

Bezpośrednie i pośrednie zużycie jednostkowe energii stanowi istotny aspekt środowiskowy ważny dla wszystkich systemów chłodzenia. Pośrednie zużycie jednostkowe energii to zużycie energii w procesie, który ma zostać poddany chłodzeniu. Takie pośrednie zużycie energii może się zwiększyć ze względu na mniej niż optymalną wydajność chłodzenia zastosowanej konfiguracji systemu chłodzącego; może to spowodować wzrost temperatury procesu ( $\Delta K$ ), co wyraża się w  $kW_e/MW_{th}/K$ .

Bezpośrednie zużycie jednostkowe energii systemu chłodzenia wyrażone jest w  $kW_e/MW_{th}$  i dotyczy ilości energii zużytej przez wyposażenie zasilane energią (pompy, wentylatory) wchodzące w skład systemu chłodzenia dla każdego rozpraszanego  $MW_{th}$ .

Kroki podejmowane w celu zmniejszenia pośredniego jednostkowego zużycia energii dotyczą:

- wyboru konfiguracji chłodzenia z najniższym pośrednim zużyciem jednostkowym energii (przeważnie systemy jednoprzeciowe),
- zastosowania konstrukcji o niskich wartościach,
- redukcji utrudnień wymiany ciepła poprzez odpowiednią konserwację systemu chłodzącego.

Na przykład w energetyce, przejście z systemu jednoprzeciowego na recyrkulacyjny system chłodzenia oznacza wzrost zużycia energii dla urządzeń pomocniczych oraz spadek wydajności cyklu cieplnego.

Aby obniżyć bezpośrednie zużycie jednostkowe energii, można stosować pompy oraz wentylatory o wyższej wydajności. Spadki oporu i ciśnienia w procesie można zredukować za pomocą właściwej konstrukcji systemu chłodzenia oraz dzięki zastosowaniu eliminatorów

osadów oraz redukcji wypełnienia wieży. Niski opór podczas eksploatacji można zachować dzięki odpowiedniemu mechanicznemu lub chemicznemu czyszczeniu powierzchni.

- **Woda**

Woda jest istotna dla systemów chłodzenia mokrego, ze względu na swoją rolę głównego chłodziwa, jak i rolę środowiska przyjmującego zanieczyszczenia w wyniku odprowadzania wody chłodzącej. Znacznym poborom wody towarzyszą mocne uderzenia strumienia wodnego oraz porywanie ryb i innych organizmów wodnych. Odprowadzanie dość dużych ilości ciepłej wody ma również wpływ na środowisko wodne. Można je jednak kontrolować dzięki odpowiedniej lokalizacji miejsca poboru i wylotu odprowadzającego oraz ocenie przepływów pływowych i estuaryjnych, w celu zapewnienia odpowiedniego zmieszania oraz rozproszenia adwekcyjnego ciepłej wody.

Zużycie wody waha się między poziomem 0,5 m<sup>3</sup>/h/MW<sub>th</sub> w przypadku otwartych wież hybrydowych, a poziomem do 86 m<sup>3</sup>/h/MW<sub>th</sub> w przypadku otwartego systemu jednoprzęściowego. Redukcja znacznych poborów wody za pomocą systemów jednoprzęściowych wymaga zmiany na chłodzenie recyrkulacyjne, co jednocześnie obniży ilość odprowadzanej ciepłej wody chłodzącej oraz może obniżyć emisje chemikaliów i odpadów. Dzięki podniesieniu liczby cykli, udoskonaleniu jakości wody oraz optymalizacji wykorzystania źródeł ścieków dostępnych na terenie zakładu lub poza zakładem można obniżyć zużycie wody systemów recyrkulacyjnych. Te dwie możliwości wymagają kompleksowego programu oczyszczania wody chłodzącej. Chłodzenie hybrydowe, które umożliwi suche chłodzenie podczas niektórych pór roku, przy niewielkim zapotrzebowaniu na chłodzenie oraz przy niskich temperaturach powietrza, może doprowadzić do obniżenia zużycia wody szczególnie w przypadku niewielkich obiektów.

W celu ograniczenia uderzeń strumienia wodnego i porywania organizmów wodnych stosuje się odpowiednie projektowanie i lokalizację punktu poboru oraz różnych urządzeń (takich jak ekrany, bariery, światło, dźwięk). Oddziaływanie urządzeń uzależnione jest od gatunku przedstawicieli fauny wodnej. Koszty takich zastosowań są wysokie i dlatego są one najchętniej podejmowane w przypadku budowania nowych instalacji. Obniżenie wymaganej wydajności chłodzenia, może doprowadzić do redukcji emisji ciepłej wody chłodzącej do przyjmującej wody powierzchniowej, jeśli jest możliwe zwiększenie ponownego użycia energii.

- **Emisje ciepła do wody powierzchniowej**

Jak wspomniano powyżej, emisje ciepła do wody powierzchniowej mogą mieć negatywny wpływ środowiskowy na wody powierzchniowe. Czynniki kształtujące taki wpływ to np. możliwa zdolność rozproszenia przyjmującej wody chłodzącej, rzeczywista temperatura oraz stan ekologiczny wód powierzchniowych. Emisje ciepła mogą powodować przekraczanie Środowiskowych Standardów Jakościowych (EQS) (dla temperatury podczas ciepłych okresów letnich) w wyniku odprowadzania ciepła z wody chłodzącej do wód powierzchniowych. Dyrektywa 78/569/EWG określiła wymagania temperaturowe dla dwóch systemów ekologicznych (wody typu Salmonid i Cyprinid). Czynnikiem istotnym w zakresie oddziaływania emisji ciepła na środowisko naturalne jest nie tylko rzeczywista temperatura w wodzie, ale również wzrost temperatury na granicy strefy mieszania w wyniku odprowadzania ciepła do wody. Ilość i poziom ciepła odprowadzonego do wód powierzchniowych, w odniesieniu do objętości pozostających w dyspozycji, mają znaczenie dla zakresu wpływu na środowisko naturalne. Odprowadzanie ciepła do relatywnie niewielkich objętości wód powierzchniowych ze strumieniem gorącej wody, sięgającej przeciwną stronę rzeki lub kanału, może powodować powstawianie bariery dla migracji ryb łososiowatych.

Poza tym, wysoka temperatura w wyniku emisji ciepła może prowadzić do zwiększonego zapotrzebowania na tlen oraz produkcji biologicznej (eutrofizacji), powodującej jego niższe stężenia w wodzie.

Podczas projektowania systemu chłodzenia muszą być wzięte pod uwagę powyższe aspekty oraz możliwości redukcji ciepła rozpraszanego w wodzie powierzchniowej.

- **Emisje substancji do wody powierzchniowej**

Emisje do wody powierzchniowej z systemów chłodzenia spowodowane są przez:

- zastosowanie dodatków do wody chłodzącej i substratów ich reakcji,
- substancje zawieszone w powietrzu, wprowadzane przez chłodnię kominową,
- produkty korozji, powstałe w wyniku korozji wyposażenia systemu chłodzenia,
- wyciek chemikaliów technologicznych (produktów) oraz produktów ich reakcji.

Odpowiednie działanie systemów chłodzenia może wymagać uzdatniania wody chłodniczej tak, aby zapobiegać korozji sprzętu, osadzaniu się kamienia oraz tworzenia się mikro- i makroosadów. Uzdatnianie takie jest różne w zależności od tego czy mamy do czynienia z otwartymi jednoprzeciowymi systemami chłodzenia, czy też z systemami recyrkulacyjnymi. Jeśli chodzi o systemy recyrkulacyjne, to programy uzdatniania wody chłodzącej mogą być wysoce złożone, a gama zastosowanych środków chemicznych może być obszerna. W rezultacie poziomy emisji wylotu z tych systemów mogą się znacznie różnić i trudno jest określić reprezentacyjne poziomy emisji. Zdarza się, że wylot zawiera środki uzdatniania przed odprowadzeniem.

Emisje utleniających biocydów w otwartych systemach jednoprzeciowych, mierzone jako wolny utleniacz przy wylocie, wahają się pomiędzy 0,1 [mg FO/l] a 0,5 [mg FO/l], w zależności od wzoru i częstotliwości dozowania.

**Tabela 3: Składniki chemiczne uzdatniania wody chłodniczej w otwartych i recyrkulacyjnych systemach chłodzenia wilgotnego.**

Przykłady chemicznego uzdatniania*	Problemy z jakością wody					
	Korozja		Osadzanie się kamienia		(Bio-) zanieczyszczenia	
	Systemy jedno-przejęściowe	Systemy recyrkulacyjne	Systemy jedno-przejęściowe	Systemy recyrkulacyjne	Systemy jedno-przejęściowe	Systemy recyrkulacyjne
Cynk		X				
Molibdeniany		X				
Krzemiany		X				
Fosfonaty		X		X		
Polifosfonaty		X		X		
Estery polioliu				X		
Naturalne substancje organiczne				X		
Polimery	(X)		(X)	X		
Biocydy nieutleniające						X
Biocydy utleniające					X	X
* chromian nie jest już szeroko stosowany z powodu swego negatywnego wpływu na środowisko						

Dobór i zastosowanie wyposażenia chłodniczego, zbudowanego z materiału przyjaznego dla środowiska może obniżyć poziom wycieków i korozji. Środowisko takie jest opisane za pomocą:

- uwarunkowań technologicznych, takich jak temperatura, ciśnienie, szybkość przepływu,
- schładzane nośniki oraz



- chemiczne właściwości wody chłodzącej.

Materiałami powszechnie stosowanymi w wymiennikach ciepła, kanałach, pompach oraz osłonach są stal węglowa, miedź-nikiel oraz różne odmiany stali nierdzewnej, ponadto w coraz większym stopniu stosuje się tytan (Ti). Do ochrony powierzchni stosuje się również farby i powłoki.

- **Zastosowanie biocydów**

Aby zapobiec makro-zanieczyszczeniom, otwarte systemy jednoprzejściowe oczyszczane są głównie przy użyciu biocydów utleniających. Ich ilość może być określona jako roczny zastosowany dodatek tlenowy, wyrażony jako równoważnik chloru na  $MW_{th}$ , w połączeniu z poziomem zanieczyszczenia w wymienniku ciepła bądź w jego pobliżu. Zastosowanie halogenów jako dodatków tlenowych w systemach jednoprzejściowych doprowadzi do zanieczyszczenia środowiska, głównie poprzez produkcję halogenowych produktów ubocznych.

W otwartych systemach recyrkulacyjnych, wstępne oczyszczanie ma za zadanie przeciwdziałać osadzaniu się kamienia, korozji i mikrozanieczyszczeniom. Przy stosunkowo mniejszych kubaturach recyrkulacyjnych systemów chłodzenia wilgotnego, stopniowo wdrażane są alternatywne metody oczyszczania; chodzi tu mianowicie o ozon i promienie ultrafioletowe. Metody te jednak wymagają określonych warunków przetwarzania i mogą pociągać za sobą znaczące koszty.

Środki operacyjne, skierowane na redukcję szkodliwych efektów odprowadzania wody chłodzącej, to zamykanie odpowietrzacza podczas uzdatniania wstrząsowego oraz uzdatnianie wydmuchu przed odprowadzeniem do wody powierzchniowej. Jeśli chodzi o uzdatnianie wydmuchu w obiekcie zajmującym się uzdatnianiem wody odpadowej, aktywność pozostałości biocydowych powinna być stale monitorowana, gdyż może wywrzeć niekorzystny wpływ na populację drobnoustrojów.

W celu zmniejszenia emisji w odprowadzeniu oraz w celu zredukowania negatywnego wpływu na środowisko wodne, biocydy są tak dobierane, aby dopasować wymogi systemów chłodzenia do wrażliwości odbierającego środowiska wodnego.

- **Emisje do atmosfery**

Powietrze odprowadzane z suchego obiegu chłodni kominowych nie jest przeważnie uważane za najważniejszy problem chłodzenia. Zanieczyszczenie może się pojawić w przypadku wycieku produktu, lecz odpowiednia konserwacja może temu zapobiec.

Kropelki w odprowadzeniu z wilgotnych chłodni kominowych mogą zostać zanieczyszczone substancjami chemicznymi przeznaczonymi do uzdatniania wody, mikroorganizmami, bądź produktami zapobiegającymi korozji. Zastosowanie eliminatorów osadu oraz zoptymalizowany program uzdatniania wody pozwalają zmniejszyć potencjalne ryzyko.

Formowanie się oparów brane jest również pod uwagę w sytuacji, gdy występuje efekt mgły, bądź, gdy istnieje ryzyko, że pary osiągną poziom gruntu.

- **Hałas**

Emisja hałasu jest kwestią lokalną dla dużych chłodni kominowych o ciągu naturalnym i wszystkich mechanicznych systemów chłodzenia. Poziomy nietłumionego dźwięku wahają się pomiędzy 70 [dB(A)] dla naturalnych ciągów, a około 120 [dB(A)] dla wież mechanicznych. Rozpiętości te spowodowane są wykorzystaniem różnego rodzaju sprzętu oraz różnymi miejscami pomiaru, ponieważ pomiar taki daje inną wartość przy wlocie i wylocie powietrza. Wentylatory, pompy oraz spadająca woda są głównymi źródłami hałasu.

- **Aspekty ryzyka**

Aspekty ryzyka dotyczące systemów chłodzenia związane są z wyciekami z wymienników ciepła, składowaniem środków chemicznych oraz mikrobiologicznym zanieczyszczeniem (takim jak choroba legionistów) wilgotnych systemów chłodzenia.

Prewencyjna konserwacja oraz monitoring są środkami stosowanymi w celu zapobieżenia przeciekom oraz mikrobiologicznemu zanieczyszczeniu. Pod uwagę bierze się również pośrednie systemy chłodzenia bądź specjalne środki prewencyjne w sytuacji, gdy istnieje prawdopodobieństwo, że przeciek doprowadzi do odprowadzenia dużych ilości substancji szkodliwych dla środowiska wodnego.

W celu powstrzymania rozwoju *Legionellae pneumophila - Lp* (zarazek powodujący chorobę legionistów) zaleca się opracowanie odpowiedniego programu uzdatniania wody. Nie można ustalić wysokich limitów poziomów stężenia dla *Lp*, obliczanych w jednostkach tworzenia się kolonii [CFU na litr], które zupełnie wykluczałyby ryzyko. Ryzyko takie należy wziąć pod szczególną uwagę podczas działań konserwacyjnych.

- **Pozostałości z eksploatacji systemów chłodzenia**

Nie poczyniono zbyt wielu obserwacji dotyczących pozostałości bądź odpadów. Osady ściekowe ze wstępnego uzdatniania wody chłodzącej bądź z basenów kominów chłodniczych należy uważać za odpady. Są one uzdatniane i składowane na szereg sposobów, w zależności od właściwości mechanicznych i składu chemicznego. Poziomy stężen różnią się w zależności od programu uzdatniania wody chłodzącej.

Emisje do środowiska są w dalszym stopniu zredukowane poprzez zastosowanie mniej szkodliwych metod konserwacyjnych dla wyposażenia oraz poprzez dobór materiałów, które mogą zostać poddane recyklingowi po wycofaniu z eksploatacji bądź wymianie elementów systemów chłodniczych.

#### **4. Kluczowe wnioski nt. BAT**

BAT lub pierwotne założenia najlepszych dostępnych technik BAT dla nowych lub istniejących systemów zostały przedstawione w rozdziale 4. Wnioski można podsumować w następujący sposób.

Uznaje się, że ostateczne rozwiązanie (w ramach najlepszych dostępnych technik BAT) będzie rozwiązaniem odpowiednim dla konkretnej lokalizacji, ale w niektórych kwestiach to techniki, a nie jedno rozwiązanie, można uznać za ogólnie najlepsze dostępne techniki BAT. We wszelkich przypadkach dostępne i nadające się do zastosowania opcje ponownego użycia ciepła muszą być przetestowane oraz wykorzystane w celu zredukowania ilości i poziomu ciepła nienadającego się do odzyskania, zanim weźmie się pod uwagę rozpraszanie ciepła pochodzącego z procesów przemysłowych do środowiska.

Najlepsze dostępne techniki BAT stanowią technikę, metodę, procedurę oraz wynik zintegrowanego podejścia do redukcji negatywnego wpływu przemysłowych systemów chłodzenia na środowisko, utrzymując równowagę pomiędzy bezpośrednim i pośrednim oddziaływaniem na środowisko. Metody redukcji powinny być rozpatrywane przy utrzymaniu minimum efektywności systemu chłodzenia bądź przy takiej utracie efektywności, która będzie nieistotna, jeśli uwzględnimy pozytywny wpływ w zakresie oddziaływania środowiskowego.

W odniesieniu do znacznej ilości aspektów środowiskowych zidentyfikowano techniki, które można uznać za najlepsze dostępne techniki w ramach filozofii najlepszych dostępnych technik BAT. Nie jest możliwe jasne zidentyfikowanie najlepszych dostępnych technik BAT dotyczących redukcji odpadów bądź gospodarki odpadami przy równoczesnym uniknięciu problemów środowiskowych, takich jak zanieczyszczenie gleby, wody oraz (w wypadku spalania) również powietrza.

- **Wymogi lokalizacji i procesu**

Wybór pomiędzy mokrym, suchym oraz mokrym/suchym chłodzeniem w celu sprostania wymogom lokalizacji i procesu ukierunkowany jest na osiągnięcie najwyższej ogólnej sprawności energetycznej. W celu osiągnięcia najwyższej ogólnej sprawności energetycznej w przypadku dużych ilości ciepła o niskim poziomie (10-25°C), chłodzenie za pomocą systemów jednoprzęściowych jest uważane za BAT. W przypadku budowania od początku może to usprawiedliwiać wybór (nadbrzeżnej) lokalizacji z wystarczającymi ilościami dostępnej wody chłodzącej i przy wodach powierzchniowych posiadających wystarczający potencjał przyjęcia dużych ilości odprowadzanej wody chłodzącej.

Przy schładzaniu substancji niebezpiecznych (emitowanych poprzez system chłodzenia), które mogą spowodować wysokie zagrożenie dla środowiska, za najlepsze dostępne techniki BAT uważane jest zastosowanie pośrednich systemów chłodzenia wykorzystujących wtórny obieg chłodzenia.

W zasadzie użycie wód gruntowych dla potrzeb chłodzenia powinno być ograniczone do minimum, na przykład w sytuacji, gdy nie można wykluczyć wyczerpania zasobów wód gruntowych.

- **Redukcja bezpośredniego zużycia energii**

Niskie bezpośrednie zużycie energii przez system chłodzenia jest osiągane poprzez zmniejszanie ograniczeń w zużyciu wody i/lub powietrza w systemie chłodzenia oraz poprzez zastosowanie energooszczędnego wyposażenia. W przypadku, gdy proces poddany schłodzeniu wymaga zróżnicowanej obsługi, z powodzeniem stosuje się zamienność przepływu powietrza i wody, którą można uznać za najlepsze dostępne techniki BAT.

- **Redukcja zużycia wody i redukcja emisji ciepła do wody**

Redukcja zużycia wody oraz redukcja emisji ciepła do wody są blisko powiązane i znajdują tu zastosowanie te same opcje technologiczne.

Ilość wody potrzebnej do schładzania jest związana z ilością ciepła, jakie ma zostać rozproszone. Im wyższy jest poziom ponownego użycia wody chłodniczej, tym mniejsza ilość wody chłodniczej jest niezbędna.

Recykulacja wody chłodzącej, przy użyciu otwartego bądź zamkniętego mokrego systemu recykulacyjnego, stanowi najlepsze dostępne techniki BAT w sytuacji, gdy dostępność wody jest niska bądź niepewna.

W systemach recykulacyjnych zwiększenie liczby cykli można uważać za najlepsze dostępne techniki BAT, lecz wymogi dotyczące uzdatniania wody chłodzącej mogą stanowić czynnik ograniczający.

Najlepszą dostępną techniką jest zastosowanie eliminatorów osadów w celu zmniejszenia osadów do poziomu mniejszego niż 0,01% całkowitego przepływu recykulacyjnego.

- **Obniżenie poziomu porywania cząstek**

Rozwinięto wiele różnych technik w celu zapobieżenia porywaniu oraz w celu redukcji zniszczeń wynikających z porywania. Wynik ich stosowania jest zróżnicowany i zależy od przypadku. Nie ustalono dotychczas żadnej przejrzystej najlepszej dostępnej techniki BAT, jednak kładzie się nacisk na analizę biotopu, w związku z tym, że sukces i porażka zależą w dużym stopniu od behawiorystycznych aspektów gatunku oraz od odpowiedniego zaprojektowania i umiejscowienia wlotu.

- **Redukcja emisji substancji chemicznych do wody**

Zgodnie z filozofią najlepszych dostępnych technik BAT zastosowanie potencjalnych technik w celu redukcji emisji do środowiska wodnego powinno być rozpatrzone w następującej kolejności:

1. dobór konfiguracji systemu chłodzenia z niższym poziomem emisji do wody powierzchniowej,
2. zastosowanie materiałów bardziej odpornych na korozję dla wyposażenia chłodniczego,
3. zapobieganie i redukcja przecieków substancji procesowych do obiegu chłodzącego,
4. zastosowanie alternatywnego (nie chemicznego) uzdatniania wody chłodzącej,
5. odpowiedni dobór dodatków do wody chłodzącej w celu zredukowania negatywnego wpływu na środowisko naturalne, i
6. zoptymalizowane zastosowanie (monitoring i dozowanie) dodatków do wody chłodzącej.

Najlepsze dostępne techniki BAT zmniejszają potrzebę uzdatniania wody chłodzącej poprzez redukcję występowania zanieczyszczeń oraz korozji, co jest osiągalne poprzez zaprojektowanie właściwej konstrukcji. W systemach jednoprzeciściowych odpowiednia konstrukcja ma za zadanie uniknięcie stref stagnacyjnych oraz turbulencji, jak również utrzymanie minimalnej prędkości wody (0,8 [m/s] dla wymienników ciepła, 1,5 [m/s] dla skraplaczy).

Za najlepsze dostępne techniki BAT uważa się właściwe dobranie materiału dla systemów jednoprzeciściowych w wysoce korozyjnym środowisku, z wykorzystaniem tytanu (Ti) lub stali nierdzewnej wysokiej jakości, bądź materiałów o podobnej jakości, gdzie środowisko redukujące ograniczyłoby zastosowanie tytanu (Ti).

W systemach recyrkulacyjnych, najlepszą dostępną techniką BAT stosowaną jako dodatek do metod przewidzianych w założeniach projektowych jest identyfikacja stężeń stosowanych cykli oraz korozyjności substancji procesowej w celu umożliwienia doboru materiałów o odpowiedniej odporności na korozję.

Dla chłodni kominowych najlepszą możliwą techniką BAT jest zastosowanie odpowiednich rodzajów wypełnienia w odniesieniu do jakości wody (zawartość ciał stałych), spodziewanego poziomu zanieczyszczeń, temperatury oraz odporności na erozję, a także dobór materiałów budowlanych, które nie wymagają konserwacji chemicznej.

Koncepcja VCI (inhibitora korozji lotnej) stosowana przez przemysł chemiczny ma na celu zminimalizowanie ryzyka dla środowiska wodnego w przypadku przecieku substancji procesowych. Koncepcja ta łączy poziom oddziaływania substancji przetwórczej na środowisko z wymaganą konfiguracją chłodzenia i wymogami dotyczącymi monitorowania. Przy wyższym potencjalnym ryzyku dla środowiska w przypadku przecieku koncepcja ta prowadzi do zastosowania ulepszonej antykorozyjności, konstrukcji z chłodzeniem pośrednim oraz stale podwyższanego poziomu monitorowania wody chłodniczej.

- **Redukcja emisji poprzez zoptymalizowane uzdatnianie wody chłodniczej**

Optymalizacja zastosowania utleniających biocydów w systemach jednoprzeciściowych bazuje na odpowiedniej synchronizacji i częstotliwości dozowania biocydów. Za najlepsze dostępne techniki BAT uważa się ograniczenie stosowania biocydów poprzez dozowanie celowe w połączeniu z monitorowaniem aktywności gatunków powodujących makrozanieczyszczenia (np. poruszanie się omułków w zaworach) oraz stosowanie odpowiedniego czasu przebywania wody chłodniczej w systemie. Dla systemów, przy których różne strumienie chłodzące są wymieszane na wylocie, najlepszą dostępną techniką jest chlorowanie przemienne, które może zredukować nawet kolejne stężenia wolnych utleniaczy w wodzie odprowadzanej. Mówiąc ogólnie, przerywane oczyszczanie systemów jednoprzeciściowych wystarczy, aby zapobiec zanieczyszczeniu. W zależności od gatunku i temperatury wody (ponad 10-12°C), ciągle oczyszczanie na niskich poziomach może okazać się konieczne.

Dla wody morskiej poziomy najlepszych dostępnych technik BAT dla wolnych osadzających się utleniaczy (FRO) w wodzie odprowadzanej różnią się, w zależności od zastosowanych reżimów dozowania (przerywane i ciągle) oraz poziomów stężenia dawek, a także

konfiguracji systemów chłodzenia. Wahają się one od  $\leq 0,1$  [mg/l] do 0,5 [mg/l], przy średniej dobowej wartości 0,2 [mg/l].

Bardzo ważnym elementem przy wdrażaniu podejścia do uzdatniania wody opartego na najlepszych dostępnych technikach BAT (w szczególności dla systemów recyrkulacyjnych stosujących biocydy nieutleniające) jest podejmowanie świadomych decyzji odnośnie zastosowanego reżimu uzdatniania wody oraz sposobu, w jaki reżim taki powinien być kontrolowany i monitorowany. Dobór odpowiedniego reżimu jest złożonym procesem, przy którym należy wziąć pod uwagę szereg czynników lokalnych i odnoszących się do konkretnego zakładu. Należy również odnieść te czynniki do właściwości samych dodatków przeznaczonych do uzdatniania oraz do ilości i kombinacji, w jakich dodatki te są stosowane.

W celu wsparcia procesu decyzyjnego dotyczącego doboru najlepszych dostępnych technik BAT dla dodatków do wody chłodzącej na poziomie lokalnym, dokument BREF stara się dostarczyć organom lokalnym odpowiedzialnym za wydanie pozwolenia IPPC zarysu metodologii przeprowadzania właściwej oceny.

Dyrektywa 98/8/WE dotycząca biocydów reguluje wprowadzanie biocydów na rynek europejski i traktuje biocydy używane w systemach chłodzenia jako oddzielną kategorię. Jak wskazuje wymiana informacji, w niektórych państwach członkowskich istnieją konkretne reżimy oceny dotyczące zastosowania dodatków do wody chłodzącej.

Dyskusja będąca częścią wymiany informacji zaowocowała stworzeniem dwóch koncepcji dotyczących dodatków do wody chłodzącej, które mogą zostać wykorzystane przez organy wydające pozwolenie jako narzędzie uzupełniające:

1. Lustracyjne narzędzie oceny oparte na istniejących conceptach, które pozwala na proste, względne porównanie dodatków do wody chłodzącej, w kontekście ich potencjalnego wpływu na środowisko wodne (Ocena Wyjściowa, załącznik VIII.1).
2. Ocena odnosząca się do konkretnego zakładu i dotycząca spodziewanego wpływu biocydów odprowadzanych do wody przyjmującej, w świetle wyników dyrektywy o Biocydach I, przy wykorzystaniu metodologii w celu ustanowienia Środowiskowych Standardów Jakości (EQS) przyszłej ramowej dyrektywy o Wodzie jako elementów kluczowych (Lokalna Ocena Biocydów, załącznik VIII.2).

Ocena Wyjściowa może być traktowana jako metoda porównania wpływu na środowisko kilku alternatywnych dodatków do wody chłodzącej w sytuacji, gdy Lokalna Ocena Biocydów stanowi kryterium stosowane przy doborze polityki zgodnej z BAT dla biocydów w szczególności ( $PEC/PNEC < 1$ ). Zastosowanie metodologii oceny lokalnej jako narzędzia stosowanego przy kontrolowaniu emisji przemysłowych jest już powszechną praktyką.

- **Redukcja emisji do atmosfery**

Redukcja negatywnego wpływu emisji do atmosfery, stanowiących rezultat eksploatacji chłodni kominowej, jest powiązana z optymalizacją kondycjonowania wody chłodzącej w celu redukcji stężeń w kropłach. W sytuacji, gdy osad jest głównym mechanizmem przenośnym, za najlepszą dostępną technikę BAT uważa się zastosowanie eliminatorów osadu, które pozwalają na osiągnięcie poziomu niższego niż 0,01% i odnoszącego się do współczynnika przepływu recyrkulacyjnego utraconego jako osad.

- **Redukcja hałasu**

Główny środek zapobiegawczy polega na zastosowaniu sprzętu o niskim poziomie hałasu. Związane z tym poziomy redukcji wynoszą do 5 [dB(A)].

Drugorzędne środki zapobiegawcze przy wlocie i wylocie mechanicznych chłodni kominowych pozwoliły na osiągnięcie poziomów redukcji o współczynniku 15 [dB(A)] bądź większym. Należy zauważyć, że redukcja hałasu, szczególnie przy zastosowaniu środków

drugorzędnych, może prowadzić do spadku ciśnienia, co wymaga dodatkowego nakładu energii w celu zniwelowania strat.

- **Redukcja ryzyka przecieku i ryzyka mikrobiologicznego**

Najlepsze dostępne techniki BAT to: zapobieganie przeciekom poprzez odpowiednie projektowanie konstrukcji; poprzez eksploatację w ramach limitów projektowych oraz poprzez regularne inspekcje systemu chłodzenia.

Za najlepszą dostępną technikę BAT uważa się zastosowanie bezpiecznej koncepcji inhibitora korozji lotnej VCI, szczególnie dla przemysłu chemicznego, jak wspomniano powyżej w odniesieniu do redukcji emisji do wody.

Nie można w pełni zapobiec występowaniu *Legionella pneumophila* w systemach chłodzenia. Za najlepsze dostępne techniki BAT uważa się zastosowanie następujących środków:

- unikanie stref stagnacyjnych i utrzymanie odpowiedniej prędkości wody,
- zoptymalizowanie uzdatniania wody chłodzącej w celu redukcji zanieczyszczeń, wzrostu i rozprzestrzeniania się glonów i pełzaków,
- okresowe czyszczenie basenu chłodni kominowej oraz
- zredukowanie podatności operatorów na uszkodzenia dróg oddechowych poprzez dostarczenie środków ochrony przed hałasem i osłon na twarz przed wejściem do obsługiwanej jednostki, bądź przy ciśnieniowym czyszczeniu kominów.

## 5. Rozróżnienie pomiędzy nowymi i istniejącymi systemami

Wszelkie kluczowe wnioski dotyczące najlepszych dostępnych technik BAT mogą być zastosowane dla nowych systemów. W przypadku, gdy najlepsze dostępne techniki BAT wymagają zmian technologicznych stosowanie tych technik można ograniczyć do istniejących systemów chłodzenia. W przypadku małych, seryjnie produkowanych chłodni kominowych zmiana technologiczna jest uważana za wykonalną zarówno z technicznego jak i ekonomicznego punktu widzenia. Zmiany technologiczne dla dużych systemów są przeważnie kosztowne i wymagają złożonej oceny technicznej i ekonomicznej obejmującej wiele czynników. W niektórych przypadkach możliwe jest dokonanie względnie małych adaptacji takich dużych systemów, np. zmiany części wyposażenia. Dla bardziej złożonych zmian technologicznych koniecznym może okazać się szczegółowe rozpatrzenie i ocena efektów środowiskowych i kosztów.

Ogólnie mówiąc, najlepsze dostępne techniki BAT dla istniejących i nowych systemów są podobne w sytuacji, gdy uwaga jest skoncentrowana na redukcji negatywnego wpływu eksploatacji systemów na środowisko naturalne. Odnosi się to do:

- optymalizacji uzdatniania wody chłodzącej poprzez kontrolowane dozowanie i dobór dodatków do wody chłodzącej, z ukierunkowaniem tych czynności na redukcję negatywnego wpływu na środowisko,
- regularnej konserwacji wyposażenia oraz
- monitorowania parametrów eksploatacyjnych takich jak: współczynnik korozji powierzchni wymiennika ciepła, skład chemiczny wody chłodzącej oraz stopień zanieczyszczenia i przeciekania.

Przykłady technik uważanych za najlepsze dostępne techniki BAT dla istniejących systemów chłodzenia:

- zastosowanie odpowiedniego wypełnienia w celu zniwelowania zanieczyszczeń,
- zastąpienie sprzętu rotacyjnego urządzeniami o niskiej emisji hałasu,
- zapobieganie przeciekom poprzez monitorowanie przewodów rurowych wymiennika ciepła,
- oczyszczanie ścieków przy użyciu filtrów biologicznych za pomocą strumienia bocznego,

- ulepszenie jakości wody przeznaczonej do uzupełniania obiegów oraz
- celowe dozowanie w systemach jednoprzeciowych.

## 6. Wnioski i zalecenia dla potrzeb dalszych działań

Niniejszy dokument referencyjny BREF spotkał się z dużym poparciem ze strony Technicznej Grupy Roboczej (TWG). Dokonanie oceny oraz zidentyfikowanie najlepszych dostępnych technik dla procesu chłodzenia przemysłowego uważa się za zadanie złożone oraz odnoszące się w sposób szczegółowy do konkretnego procesu i lokalizacji. Ponadto jest to proces obejmujący szereg aspektów technicznych i kosztowych. Niemniej jednak koncepcja ogólnych najlepszych dostępnych technik BAT dla systemów chłodzenia, w oparciu o ogólną Przedmowa do dokumentu referencyjnego BAT oraz o wstęp odnoszący się do najlepszych dostępnych technik BAT w rozdziale 4, cieszy się wyraźnym powodzeniem.

Proces wymiany informacji ujawnił szereg kwestii wymagających dalszych nakładów pracy po dokonaniu przeglądu niniejszego dokumentu referencyjnego BREF. Lokalna ocena uzdatniania wody chłodniczej będzie wymagać dalszych badań dotyczących tego, w jaki sposób rozpatrzeć wszystkie istotne czynniki i chemiczne właściwości odnoszące się do danej lokalizacji. Równocześnie jednak istnieje duże zapotrzebowanie na przejrzyste wytyczne i procedury robocze. Inne obszary zainteresowań, które wymagałyby dodatkowej pracy, to alternatywne techniki uzdatniania wody chłodniczej, minimalizacja ryzyka mikrobiologicznego oraz znaczenie emisji do atmosfery.

Weryfikacji dokonał:

Andrzej Sokulski

*Prezes Sekcji Chłodnictwa i Klimatyzacji*

*Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polski*

