



ZDECENTRALIZOWANE UZDATNIANIE WODY:

## ZMNIJSZ RYZYKO ZANIECZYSZCZENIA BIOLOGICZNEGO W WIEŻACH CHŁODNICZYCH

Z KONTROLĄ UZDATNIANIA WODY I ODMULANIA



**ZREDUKUJ  
WYDATKI  
OPERACYJNE**



**ZMINIMALIZUJ  
ZANIECZYSZCZENIE  
BIOLOGICZNE**



**OSZCZĘDZAJ  
WODĘ**

**GRUNDFOS iSOLUTIONS**



Poniższa biała księga opisuje wyzwania związane z wodą, przed którymi stoją takie branże jak przemysł spożywczy, farmaceutyczny, chemiczny, itp. Dokument skupia się na niezawodnej metodzie uzdatniania wody w wieżach chłodniczych, która w połączeniu z optymalizacją procesu odmulania stanowi największą szansę na poprawę efektywności wykorzystania wody.

Przedstawiając spostrzeżenia i fakty oraz dane liczbowe dotyczące pracy wieży chłodniczej, w dokumencie omówiono również, w jaki sposób usługi związane z procesem uzdatniania wody mogą pomóc w rozwiązaniu potrzeb klientów.

Przygotował: Marco Witte, Uzdatnianie wody przemysłowej, Grundfos.

### Spis treści

Typowe wyzwania związane z wodą przemysłową ...	2
Ponowne wykorzystanie wody jako rozwiązanie.....	2
Przykład: Kontrola powstawania warstw biologicznych	2
Sprawdzone rozwiązania do dezynfekcji .....	3
Dane techniczne zastosowanego rozwiązania. ....	4
Chemiczne przygotowanie wody dla wież chłodniczych .....	4
Precyzyjne dozowanie środków chemicznych w wieżach chłodniczych .....	4
Kontrolowanie odmulania .....	4
System dezynfekcji firmy Grundfos zapewnia niezawodne i bezpieczne działanie .....	5

Globalny niedobór wody dotyka coraz większej liczby krajów na całym świecie, zmuszając różne gałęzie przemysłu do głębszego zastanowienia się, w jaki sposób można ograniczyć jego skutki. Woda jest szeroko stosowana w różnych gałęziach przemysłu jako bezpośredni składnik produktów lub podstawowych procesów, np. w procesach mycia i czyszczenia. Ponadto sektor dostarczania mediów coraz częściej skupia się na aplikacjach związanych z regulacją temperatury.

Przemysłowe wieże chłodnicze mają specjalne potrzeby i wymagania dotyczące wody, z której korzystają. Ich eksploatacja może prowadzić do wysokiego zużycia wody słodkiej i wywierać dodatkowo, negatywny wpływ na sytuację wodną w danej społeczności.

Jeżeli woda nie spełnia wymagań w zakresie parametrów chemicznych i biologicznych, eksploatacja może być kosztowna, praca nieefektywna, a w przypadku wysokiego zanieczyszczenia biologicznego nawet niebezpieczna.

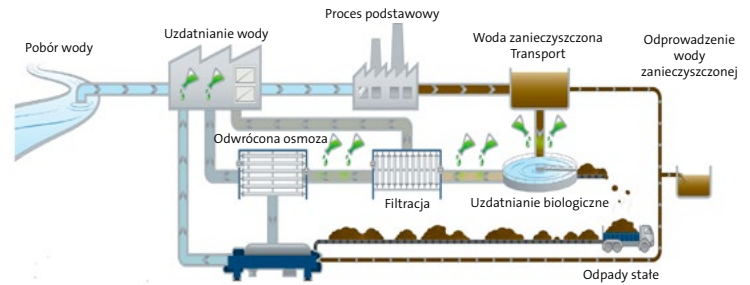
### Typowe wyzwania związane z wodą przemysłową

Według UE niedobór wody dotyka około 11% populacji Europy. Może się to wydawać niską liczbą, ale w regionie Morza Śródziemnego już 20% ludzi żyje w ciągłej sytuacji niedoboru wody. Liczba ta może wzrosnąć do 50% w okresie letnim<sup>1</sup>. To tylko jeden z przykładów efektu niedoboru wody, a na całym świecie można znaleźć wiele innych.

Segment przemysłowy stanowi dużą część tego problemu. Przewiduje się, że zapotrzebowanie na wodę w przemyśle wytwórczym wzrośnie o 400% do 2050 r.<sup>2</sup>, ponieważ wiele gałęzi przemysłu wykorzystuje duże ilości wody. W tym kontekście segment obsługi wody przemysłowej musi znaleźć sposoby na odejście od jednorazowego jej wykorzystania i przejście na zrównoważone metody gospodarowania wodą.

Na rynkach przemysłowych woda odgrywa ważną rolę jako: rozpuszczalnik, ciecz chłodząca, ciecz do mycia i czyszczenia, oraz jest wykorzystywana w wielu innych zastosowaniach. Za każdym razem, gdy używamy wody, zmieniamy również jej zawartość, a więc jej jakość. W wielu krajach władze zmuszają przedsiębiorstwa produkcyjne do wdrażania zdecentralizowanego systemu uzdatniania wody, z minimalnym zrzutem cieczy (MLD) lub zerowym zrzutem cieczy (ZLD).

Ma to na celu nie tylko zmniejszenie zużycia wody ze źródeł konwencjonalnych, ale także zmniejszenie obciążenia komunalnych oczyszczalni ścieków i uniknięcie zanieczyszczenia obiegu wody substancjami przemysłowymi. Ogólny obieg zużycia wody i zerowego zrzutu cieczy przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Obieg wody przemysłowej

### Ponowne wykorzystanie wody jako rozwiązanie

Aby zmniejszyć zanieczyszczenie i zużycie wody, wiele firm skłania się ku ponownemu wykorzystaniu wody. Ponowne wykorzystanie wody ma miejsce wtedy, gdy zużyta woda jest oczyszczana do jakości, która umożliwia jej ponowne wprowadzenie do obiegu wody w zakładzie. Ponowne wykorzystanie wody w procesach podstawowych nie jest jeszcze doskonałe, ale widzimy coraz większą liczbę firm wykorzystujących wodę po procesach uzdatniania metodami mechanicznymi, chemicznymi lub biologicznymi.

Przykładem jest ponowne wykorzystanie wody do kontroli temperatury w wieżach chłodniczych. Takie instalacje zużywają duże ilości wody we wszystkich gałęziach przemysłu i wymagają mniejszych inwestycji kapitałowych niż uzdatnianie wody dla procesów podstawowych. Rodzaj zanieczyszczeń i procesy uzdatniania wody różnią się w zależności od sektora przemysłu.

Ze względu na pierwotne zanieczyszczenia ryzyko ponownego powstawania warstw biologicznych jest niezwykle duże w przypadku ponownego użycia wody, nawet jeśli cały proces jest ściśle kontrolowany. Z tego powodu uzdatnianie wody odgrywa ważną rolę w kontekście ponownego użycia wody.

### Przykład: Kontrola powstawania warstw biologicznych

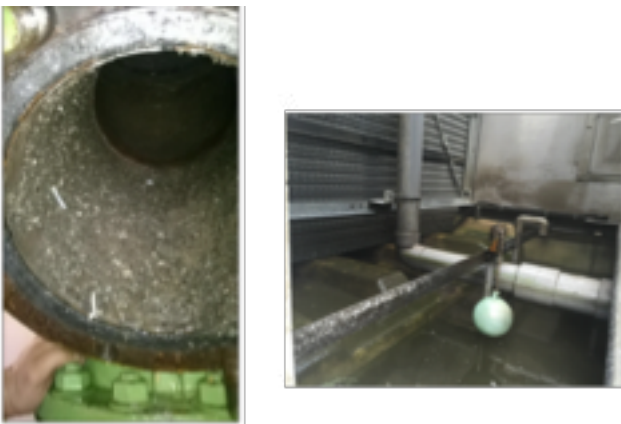
Jako przykład weźmiemy pod uwagę wieżę chłodniczą zakładu przemysłowego w Singapurze. Wieża chłodnicza pracująca w układzie otwartym jest zamontowana na dachu budynku przemysłowego. Do instalacji przedostają się piasek, kurz i zanieczyszczenia z powietrza, które odrywają się z rozpylanej wody i osadzają w zbiorniku wody chłodzącej, co prowadzi do powstawania niepożądanych osadów.

W budynku znajdują się obiekty biurowe i produkcyjne w których pracuje około 200 osób. Instalacja znajduje się w rejonie gdzie średnia temperatura zewnętrzna wynosi 25–30°C. Budynek wymaga stałej klimatyzacji, więc system musi zapewnić chłodzenie 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu. Instalacja składa się z dwóch wież i dwóch agregatów chłodniczych o przepływie 26 l/s. Jakość wody jest utrzymywana tylko przy użyciu systemu UV działającego na obiegu.

Wieża chłodnicza jest ręcznie czyszczona w miesięcznych odstępach czasu przez personel obsługowy, co wykorzystuje cenne zasoby ludzkie. Woda jest wymieniana w cyklach dwutygodniowych, co prowadzi do wysokiego zużycia wody świeżej przy rosnących taryfach za odprowadzane ścieki.

Cały system jest skonfigurowany na działanie w trybie praca/gotowość.

Po trzech latach zaobserwowano warstwę biofilmu oraz spadek całkowitej sprawności, co zwiększyło zapotrzebowanie na utrzymanie i prace z tym związane (rysunek 2). W rezultacie stwierdzono, że zamontowany na obejściu system UV na nie zapewnia żadnego efektu dezynfekcji.



Rysunek 2: Warstwa biofilmu w rurach i w zbiorniku wieży chłodniczej

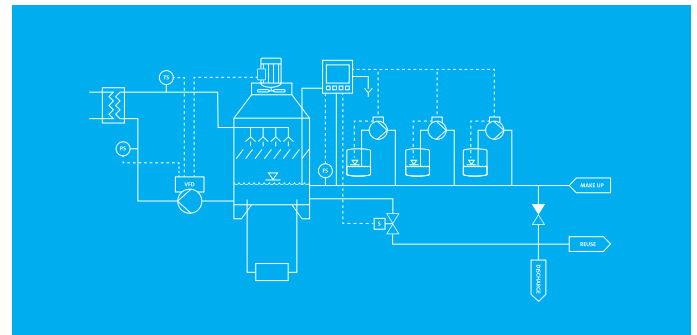
### Sprawdzone systemy dezynfekcji

Jednym ze sposobów rozwiązania problemu z zanieczyszczeniem biologicznym i usunięcia istniejącego biofilmu jest zastosowanie do dezynfekcji generatora Oxiperm Pro wytwarzającego dwutlenek chloru zamiast zamontowanego systemu UV. Dwutlenek chloru ( $\text{ClO}_2$ ) to sprawdzona metoda usuwania zanieczyszczenia biologicznego w wieżach chłodniczych. Pozwala to również na zwiększenie odstępów czasowych pomiędzy kolejnymi czyszczeniami, które są wykonywane ręcznie przez pracowników zakładu. Dodatkowo firma Grundfos proponuje cyfrowe pompy dozujące do dozowania antyskalantów i korekty wartości pH.

Wszystkie trzy substancje chemiczne są monitorowane przez system pomiarowy, który mierzy stężenie dwutlenku chloru, wartość pH i przewodność w obiegu recyrkulacyjnym. Zamiast ciągłego dozowania stosuje się metodę dozowania szokowego. Liczba dawek dziennych jest mnożona przez cztery. Jednakże, stężenie w wodzie jest mierzone w sposób ciągły online, a cztery dawki są dozowane tylko wtedy, gdy stężenie  $\text{ClO}_2$  spadnie poniżej pewnego poziomu.

Ta metoda ma na celu maksymalne zmniejszenie stosowania dwutlenku chloru. Ogólny schemat procesu uzdatniania można zobaczyć na rysunku 3. Zadaniem nowego układu jest zmniejszenie strat energii spowodowanych przez biofilm, zmniejszenie zapotrzebowanie na środki chemiczne oraz skrócenie czasu pracy związanej z czyszczeniem. Rozwiązanie powinno również zapewnić oszczędności w zużyciu wody, ponieważ eliminuje konieczność wymiany całej wody w wieży co dwa tygodnie.

Instalacja powinna być utrzymywana w czystości, aby zapobiegać zanieczyszczeniu mikrobiologicznemu tak długo, jak to możliwe. W celu usunięcia zanieczyszczeń z instalacji przed uruchomieniem zostało wykonane końcowe ręczne czyszczenie. Punkt dozowania znajduje się na rurociągu zasilającym wody chłodzącej. Pomiar dwutlenku chloru odbywa się na rurociągu odprowadzającym wody chłodzącej.



Rysunek 3: Ogólny schemat układu uzdatniania przemysłowej wieży chłodniczej



## Dane techniczne rozwiązania:

### Przygotowanie chemiczne wody dla wież chłodniczych

Generator Oxiperm Pro wytwarza roztwór dwutlenku chloru o stężeniu maks. 2 g/l i wydajności maks. 60 g/h. Opis systemu patrz tabela 1:

Tabela 1 Specyfikacja systemu

#### Parametry doboru

26 l/h	Przepływ wody chłodzącej
96,3 m <sup>3</sup> /h	Przepływ wody chłodzącej
0,5 ppm	Stężenie ClO <sub>2</sub> wymagane podczas pracy
46,8 g/h	Oczekiwana maks. wydajność ClO <sub>2</sub>

#### Wybrany system

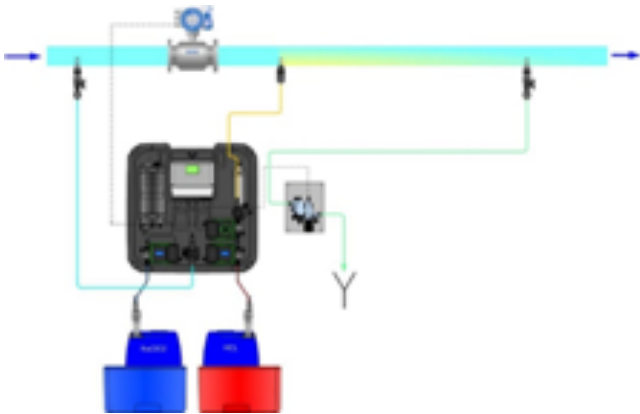
60 g/h	Oxiperm Pro 60
2 g/l	[ClO <sub>2</sub> ]
60 l/h	Wydajność dozowania

#### Metoda dezynfekcji

4 n/dzień	Liczba dawek dziennie
2 h	Czas pracy na dawkę
46,8 l	Wymagana objętość na dawkę
4 h	Okres czasu między dawkami (godziny)
120 l	Zdolność produkcyjna między dawkami (od zakończenia pierwszej dawki do rozpoczęcia drugiej dawki)

#### Zużycie środków chemicznych

187,2 l	Dzienne zużycie roztworu ClO <sub>2</sub>
374,4 g	Dzienne zużycie ClO <sub>2</sub>
11,5 l	Dzienne zużycie NaClO <sub>2</sub> (EN 938) 7,5%
10,2 l	Dzienne zużycie HCl (EN 939) 9%



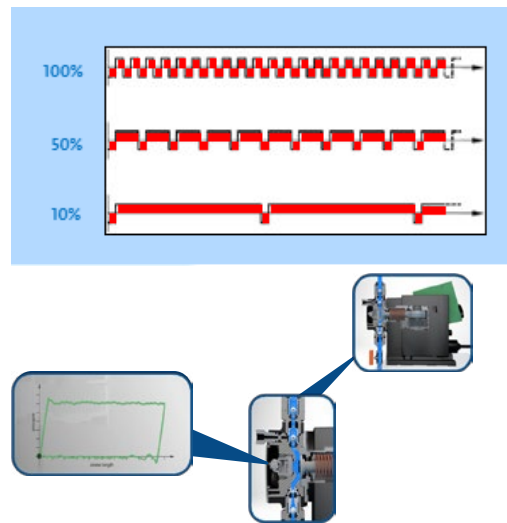
Rysunek 4: Schemat systemu dezynfekcji z możliwością pomiaru przepływu i zużycia środków chemicznych

Do kontroli dozowania zamontowano system pomiarowo-sterujący. Cały system jest podłączony do modułu BMS lub SCADA w celu dostarczenia dokumentacji i informacji.

## Precyzyjne dozowanie środków chemicznych w wieżach chłodniczych

Uzdatnianie wody w wieży chłodniczej wymaga niezwykle dokładnego dozowania środków chemicznych. Pozwala to na utrzymanie właściwej jakości wody i wysokiej wydajności całkowitej. Przedłuża to również okres użytkowania zasobu. Nowoczesne cyfrowe pompy dozujące zamontowane w systemach dostarczanych przez firmę Grundfos zapewniają precyzyjne dozowanie środków chemicznych.<sup>3</sup>

Poniższy wykres pokazuje optymalną kontrolę dozowania zapewnioną dzięki zastosowaniu silnika krokowego, nawet przy małych wydajnościach.



Rysunek 5: Funkcja FlowControl i wykresy indykatorowe

Zintegrowana funkcja pomiaru wydajności (FCM) kontroluje wydajność dozowania. Może również przekazywać informacje zwrotne o rzeczywistej wartości przepływu w porównaniu z wartością zadaną. Ponadto typoszereg pomp SMART Digital zapewnia łatwą integrację z instalacją. Prosty w obsłudze wyświetlacz z menu tekstowym zapewnia dostęp do informacji na temat statusu pompy i ułatwia operatorom systemu codzienną pracę.

Komunikacja między pompą a elementami instalacji nie stanowi już żadnego problemu. Podłączenie modułu E-Box umożliwia komunikację na wiele różnych sposobów z nadrzędnym sterownikiem PLC. Dzięki temu operatorzy i pracownicy zajmujący się konserwacją mogą w dowolnym momencie skorzystać z informacji o wszelkich zakłóceniach mających wpływ na pracę całej instalacji.

## Kontrola procesu odmulania

Jak wspomniano powyżej, istnieje wysokie ryzyko rozmnażania się materii biologicznej po kolejnych etapach uzdatniania w procesie ponownego użycia wody. Może to prowadzić do korozji, powstawania osadów i kamienia, co z kolei powoduje korozję, zatykanie się i obniżenie ogólnej wydajności wieży chłodniczej.

Prawidłowe procesy uzdatniania wody zasilającej, w połączeniu z dodanymi środkami chemicznymi do jej kondycjonowania w obiegu wody chłodzącej wieży chłodniczej, mogą zmniejszyć negatywny wpływ powstawania osadów i warstw biologicznych. Jednak po pewnym czasie stężenie zanieczyszczeń jest zbyt duże, co powoduje duży wzrost kosztów eksploatacji.

Gdy stężenie osiągnie określony poziom (który zależy od konstrukcji wieży chłodniczej), należy usunąć wszystkie osady i cząstki stałe (tzw. proces odmulania) i dodać świeżą wodą (wodą uzupełniającą), aby zapewnić prawidłową pracę całej instalacji. Termin „cykle stężenia” (COC) określa zależność pomiędzy stężeniem łącznej ilości rozpuszczonych substancji stałych (TDS) w wodzie chłodzącej i TDS w wodzie uzupełniającej. Jest to jeden z kluczowych parametrów kontroli wydajności wieży chłodniczej.

Na przykład, gdy stężenie substancji stałych w wodzie chłodzącej podwoiło się w stosunku do stężenia w wodzie uzupełniającej, wartość COC wynosi 2. COC o wyższej wartości zapewnia mniejsze zużycie wody.

Bezpośredni pomiar TDS jest trudny w praktyce – zamiast tego można wykorzystać pomiar wartości pośredniej, tj. przewodności elektrycznej (EC).

Do pomiaru można wykorzystać urządzenie kontrolno-pomiarowe DID firmy Grundfos, które składa się z dwóch czujników przewodności (jednego dla wody uzupełniającej i jednego dla wody chłodzącej) oraz jednostki sterującej (CU 382) Urządzenie będzie w sposób ciągły mierzyć przewodność, zapewniając stałą kontrolę zmieniających się właściwości wody lub ryzyka korozji związanego ze wzrostem stężenia soli w obiegu wieży chłodniczej. Pozwala to na kontrolowanie cykli COC wieży chłodniczej w dowolnym momencie, bez konieczności czekania na wyniki laboratoryjne lub pomiary ręczne.

Aby kontrolować wartości graniczne dla przewodności wody w obiegu chłodzącym, sterownik może albo wysłać sygnał przez magistralę Fieldbus do sterownika zewnętrznego, albo przez wbudowany łącznik przekaźnika stykowego sterować zaworem odmulania. Zapewnia to automatyczne odprowadzenie wody o wysokim stężeniu substancji stałych, bez konieczności angażowania personelu technicznego.

### **System dezynfekcji firmy Grundfos zapewnia niezawodne i bezpieczne działanie**

Opisana powyżej metoda dezynfekcji zapewnia właścicielowi i operatorom budynku bezpieczną eksploatację i niezawodną pracę instalacji chłodzenia. Rozwiązanie to pozwala obniżyć koszty operacyjne poprzez

zmniejszenie zużycia środków chemicznych, optymalizację procesów i efektywności energetycznej oraz obniżenie kosztów obsługi. Dodatkowo pomoże zmniejszyć zużycie wody i liczby roboczogodzin związanych z czyszczeniem instalacji i raportowaniem .

Firma Grundfos opracowała aplikację ułatwiającą zarządzanie środkami chemicznymi w aplikacjach dozujących. Zarządzanie niebezpiecznymi substancjami chemicznymi, raportowanie, rejestracja i nadzór nie będą już stanowiły problemu dla użytkowników wież chłodniczych. Wszystkie komponenty działają doskonale samodzielnie, ale dzięki aplikacji do zarządzania środkami chemicznymi można dodać kolejny stopień bezpieczeństwa, zapewniając jednocześnie zgodność z przepisami.

Przygotowanie środków chemicznych na miejscu w połączeniu z technologią cyfrowego dozowania oraz urządzeniami pomiarowymi i sterującymi zapewnia bezpieczne i niezawodne działanie instalacji. W przypadku dostawców środków chemicznych i producentów systemów dozujących lub firm eksploatujących rozwiązanie to pomaga zabezpieczyć obsługę środków chemicznych i działanie całego systemu chłodzenia.

Wymagany jest długoterminowy monitoring, aby uzyskać pełne informacje o korzyściach płynących z instalacji. Jednakże na podstawie opisanego tutaj przykładu można zauważyć następujące korzyści:

- Znaczne zmniejszenie ryzyka powstawania zanieczyszczeń biologicznych
- Znaczne zmniejszenie zagrożeń dla zdrowia spowodowanych legionellą i obsługą środków chemicznych
- Oszczędność kosztów związanych z oczyszczaniem wody dzięki optymalizacji procesów

Aby uzyskać więcej informacji na temat tego, w jaki sposób firma Grundfos może pomóc zmniejszyć ryzyko powstawania zanieczyszczeń biologicznych w wieżach chłodniczych, skontaktuj się z nami.

### **Źródła:**

- 1: EC. Water Reuse. Background and policy context UN - Water and Jobs
- 2: OECD. OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction. OECD Publishing, Paris. 2012
- 3 University of Applied Sciences, Weihenstephan Triesdorf, Institute of food technology. „How good is the Grundfos SMART Digital DDA FCM really

