



HENNLICH

FID-TECH



DLA PRODUKCJI NAPOJÓW  
napoje.hennlich.pl

## Ochrona membran RO

### Prefiltracja jako klucz do efektywności

Prefiltracja membran RO to kluczowy element każdego systemu odwróconej osmozy. Właściwie dobrane filtry wstępne chronią membrany, wydłużają ich żywotność i optymalizują koszty eksploatacji całego systemu.

### SDI - Silt Density Index i jego znaczenie

Silt Density Index (SDI) według ASTM D4189-82 to empiryczny test mierzący potencjał fouling membran NF/RO przez drobne cząstki zawieszone, bakterie i związki organiczne.

### Jak wykonuje się test SDI?

#### Procedura testu:

1. Pomiar czasu filtracji stałej objętości wody
2. Przez standardową membranę 0,45  $\mu\text{m}$
3. Przy stałym ciśnieniu 30 psi (2,07 bar)
4. Pomiary: początkowy, po 5, 10 i 15 minutach
5.  $\text{SDI}_{15}$  = stosunek % zatkania po 15 minutach



### Znaczenie wartości SDI

#### Wymagania producentów membran:

- »  $\text{SDI}_{15} < 5,0$  - wymaganie podstawowe
- »  $\text{SDI}_{15} < 3,0$  - zalecane dla optymalnej pracy
- »  $\text{SDI}_{15} < 1,0$  - najwyższa jakość feedu

#### Konsekwencje wysokiego SDI:

- » Szybkie fouling membran
- » Spadek wydajności systemu
- » Częste czyszczenia CIP
- » Skrócona żywotność membran



HENNLICH

FID-TECH



DLA PRODUKCJI NAPOJÓW

[napoje.hennlich.pl](http://napoje.hennlich.pl)

## Mechanizmy fouling membran RO

Fouling to proces akumulacji zanieczyszczeń na powierzchni membrany, prowadzący do spadku wydajności i jakości permeatu.

1

### Fouling cząstkowy/koloidalny

Cząstki > 0,1  $\mu\text{m}$

Piasek, muł, tlenki żelaza

Kontrola: prefiltracja mechaniczna

2

### Fouling biologiczny

Bakterie, algi, biofilm

Produkty metaboliczne

Kontrola: chlorowanie, UV

3

### Fouling organiczny

Kwasy humusowe, fulwowe

Substancje naturalne i syntetyczne

Kontrola: węgiel aktywny, utlenianie

4

### Scaling (osadzanie)

$\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$

Przekroczenie granic rozpuszczalności

Kontrola: antyskalant, pH adjustment

## Systemy prefiltracji - schematy i dobór filtrów

Skuteczna prefiltracja RO wymaga wielobarierowego podejścia dostosowanego do jakości wody źródłowej.

### Schemat systemu RO/DI dla przemysłu

#### Typowy układ prefiltracji:

1. Woda surowa → Filtracja cząstek
2. Resin Trap Filter
3. Carbon Fines Trap
4. RO Prefilter → Odwrócona osmoza
5. Zbiornik czystej wody
6. Dejonizacja Mixed Bed

**HENNLICH****FID-TECH**DLA PRODUKCJI NAPOJÓW  
[napoje.hennlich.pl](http://napoje.hennlich.pl)

## Produkty Graver dla pre-RO

| Produkt     | Zakres $\mu\text{m}$ | Zastosowanie                | Kluczowe cechy                           |
|-------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| MBC         | 1–5                  | Standardowy pre-RO          | Nominally rated melt blown               |
| CMBF        | 1–5                  | Branża spożywcza i napojowa | Cylindryczny, NSF 61                     |
| High Flow   | 1–5                  | Duże przepływy              | 85 m <sup>3</sup> /h, mniejszy footprint |
| Crystal MBF | 1–10                 | SDI reduction               | Konstrukcja wielostrefowa                |

### Przewagi Graver w pre-RO

- » Konstrukcja wielostrefowa - równomierny rozkład zanieczyszczeń
- » Konsystencja produktu - powtarzalne wyniki
- » Certyfikacja NSF 61 - bezpieczny kontakt z wodą pitną
- » Opcje High Flow - rewolucyjne rozwiązanie dla dużych instalacji

### Przewagi Graver w pre-RO

Seria High Flow stanowi przełom w technologii prefiltracji RO, oferując przepływy do 85 m<sup>3</sup>/h w pojedynczym elemencie przy znacznie mniejszej zajętości.

- » Rozmiary: 1" x 60" element
- » Przepływ: do 85 m<sup>3</sup>/h
- » Porównanie: 26 x 40" PLT vs 36 x 40" Depth
- » Certyfikacja NSF/ANSI Standard 61

**HENNLICH****FID-TECH**DLA PRODUKCJI NAPOJÓW  
[napoje.hennlich.pl](http://napoje.hennlich.pl)

### Korzyści High Flow vs filtry konwencjonalne

| Parametr          | High Flow 60" | Konwencjonalne |
|-------------------|---------------|----------------|
| Footprint obudowy | 12" średnica  | 25" średnica   |
| Przepływ          | 85 m3/h       | 35 – 45 m3/h   |
| Ilość elementów   | 1 element     | 25+ elementów  |
| Czas wymiany      | 10-15 minut   | 2-4 godziny    |
| Koszt wymiany     | \$425         | \$800-1100     |

### Optymalizacja kosztów eksploatacji systemów RO

Właściwa prefiltracja RO to inwestycja, która zwraca się poprzez wydłużenie żywotności membran i redukcję kosztów operacyjnych.

### Struktura kosztów systemu RO

- » Membrany RO: 40-50% kosztów eksploatacyjnych
- » Energia: 20-30%
- » Prefiltracja: 10-15%
- » Chemikalia CIP: 8-12%
- » Serwis i maintenance: 5-10%

**HENNLICH****FID-TECH**DLA PRODUKCJI NAPOJÓW  
napoje.hennlich.pl

## ROI prefiltracji wysokiej jakości

### Przykład kalkulacji:

- » Standardowa prefiltracja: €2000/rok
- » Premium prefiltracja (High Flow): €3500/rok
- » Oszczędności na membranach: €8000/rok
- » Oszczędności na energii: €2000/rok
- » ROI:  $(10000-1500)/1500 = 567\%$  rocznie

## Wskaźniki monitoringu

### Kluczowe parametry do śledzenia:

- » SDI feedu - ciągły monitoring
- » Normalized permeate flow - trend w czasie
- » Transmembrane pressure - wzrost wskazuje fouling
- » Salt rejection - spadek wskazuje uszkodzenie

## Aplikacje prefiltracji RO według branży

| Branża               | Zastosowanie    | Wyzwania                      | Rozwiązanie Graver   |
|----------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|
| Spożywcza i napojowa | Woda procesowa  | Wysokie wymagania sanitarne   | CMBF NSF 61          |
| Farmaceutyki         | Woda WFI        | Bardzo niskie SDI             | Crystal MBF + QMA    |
| Elektronika          | Systemy UPW     | Zanieczyszczenia submikronowe | High Flow + membrane |
| Energetyka           | Woda kotłowa    | Duże przepływy                | seria High Flow      |
| Petrochemia          | Woda procesowa  | Agresywne środowisko          | seria PMC/PME        |
| Dializa              | Woda uzdatniona | Kontrona endotoksyn           | CMBF + ZTEC          |



HENNLICH

FID-TECH



DLA PRODUKCJI NAPOJÓW  
napoje.hennlich.pl

## Case studies i praktyczne rozwiązania

### Case Study 1: Modernizacja systemu RO w elektrowni

**Klient:** Elektrownia węglowa, 2000 m<sup>3</sup>/h wody demineralizowanej

**Problem:** Częsty fouling membran, wysokie koszty eksploatacji

- » SDI feedu: 8-12 (znacznie powyżej normy)
- » Nieadekwatna prefiltracja
- » Brak kontroli biologicznej

#### Rozwiązanie:

- » Instalacja systemu High Flow 20µm + 5µm
- » Dodanie UV dla kontroli biologicznej
- » Optymalizacja dozowania antyskalant

### Case Study 2: Wieże chłodnicze - filtracja side stream

**Aplikacja:** Wieże chłodnicze w zakładzie chemicznym

#### Wyzwania:

- » Bardzo wysokie przepływy
- » Wysokie stężenie zanieczyszczeń
- » Ograniczona przestrzeń
- » Rozwój biofilmu

#### Rozwiązanie High Flow:

- » 2 obudowy High Flow 60"
- » 115 m<sup>3</sup>/h side stream
- » Progresywne stepping: 100µm → 20µm → 5µm

### Rezultaty po 12 miesiącach:

- » SDI zmniejszone do 2-3
- » Żywotność membran wydłużona z 2 do 5 lat
- » Redukcja kosztów eksploatacji o 45%

### Korzyści:

- » 60% redukcja footprint vs filtry workowe
- » 30-60% redukcja kosztów wymiany
- » Znacznie krótszy czas wymiany (10-15 min)