

\* Mikro i nano pęcherzyki  
w nowoczesnym  
przetwórstwie mleka

**Andrzej Mróz dr inż.**

[andrzej.mroz@finebubble.pl](mailto:andrzej.mroz@finebubble.pl)

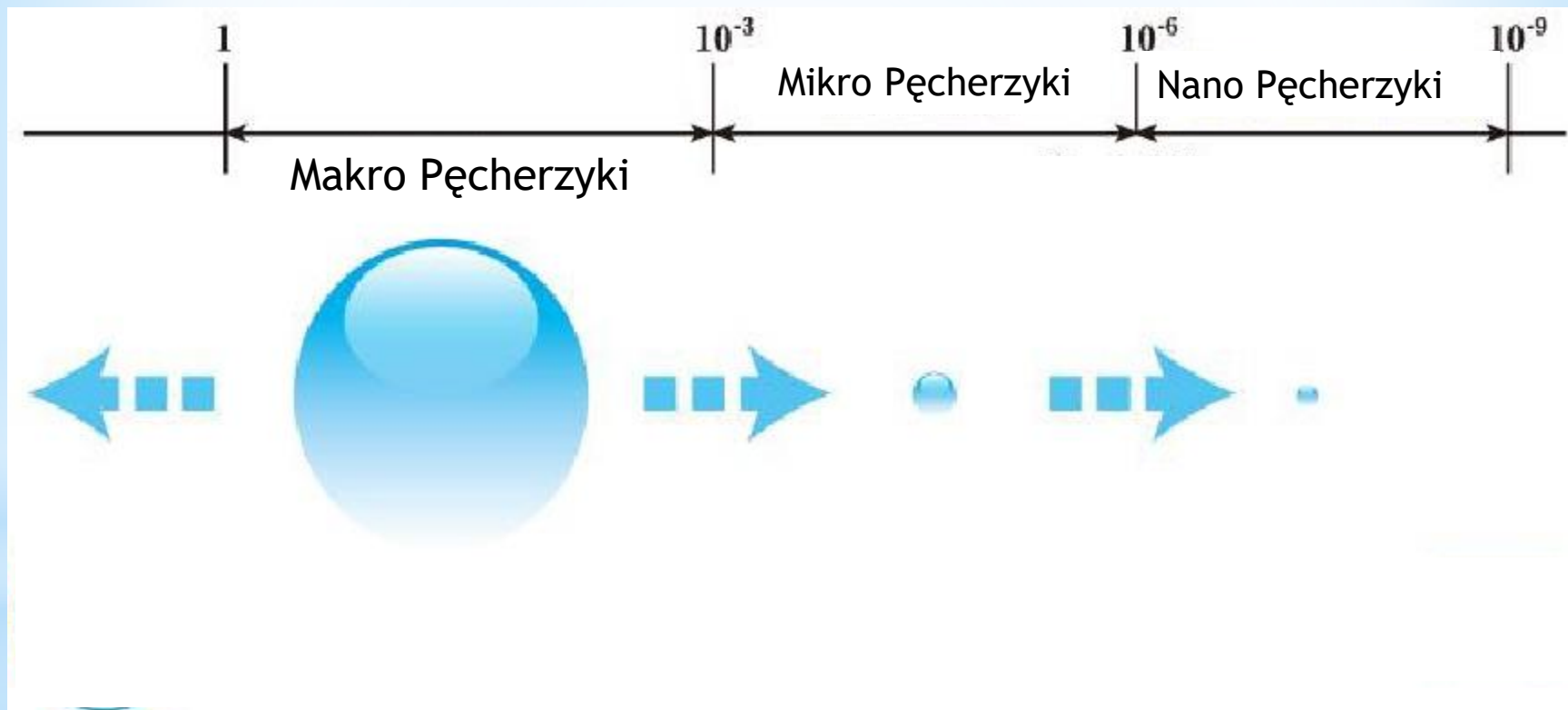


**FINE  
BUBBLE  
TECHNOLOGIES**

# \* CO NAJBARDZIEJ PODWYŻSZA KOSZTY PRODUKCJI MLECZARSKIEJ?

1. **Koszty energii** - wiele bardzo energochłonnych operacji jednostkowych - filtracja przy użyciu membran, zagęszczanie w wyparkach, suszenie w suszarniach rozpyłowych i podobnych,
2. **Koszty wody** - duże zużycie wody od 1,4 do 10 litrów/litr mleka,
3. **Koszt oczyszczania ścieków** - wysokie koszty natleniania ścieków,
4. **Konieczna eliminacja emisji odorów** - biofiltry, dezodoryzacja
5. **Koszty środków chemicznych** - CIP, uzdatnianie wody, układy chłodnicze i wymienniki, oczyszczanie ścieków

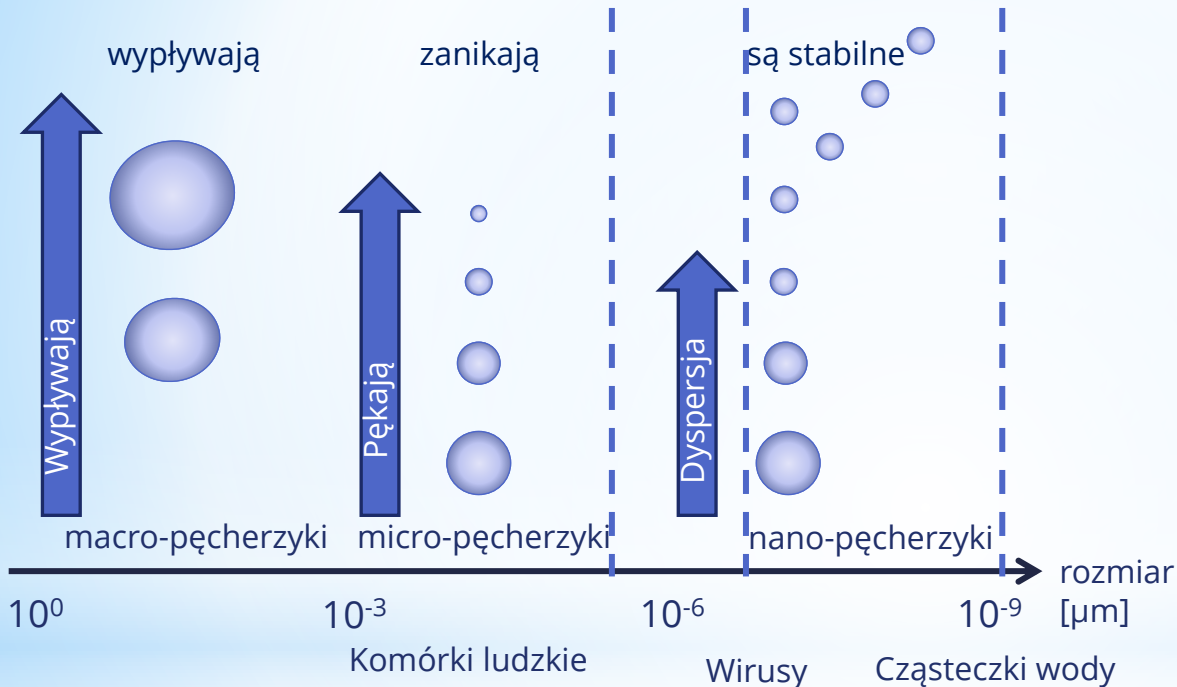
# \* ROZWIĄZANIE: MNB



**MNB** mniejsze niż 40 mikrometrów pękają

Pękają, ale się nie rozpuszczają (stają się stabilnymi Nano Pęcherzykami)

# \* Mikro- Nano- Pęcherzyki (MNB)



## Nano-Pęcherzyki NB

- Nie wypływają na powierzchnię, pozostają stabilne miesiącami
- Ciśnienie w pęcherzyku 60nm wynosi: ~50 bar

## Pękanie

- Energia kinetyczna pękających cząsteczek wody jest równa temperaturze powierzchni słońca: **4.500 - 5.500 °C**
- Powstają Rodniki Hydroksylowe (OH\*), jeden z najsilniejszych utleniaczy
- Pękanie NB generuje fale ultradźwiękowe.

## Praktyczne wykorzystanie zjawiska

### Dezynfekcja

- Wnętrza szpitali i wyposażenie
- Mięso w produkcji żywności

### Penetracja przez pory do tkanek

- Usuwanie pestycydów z owoców i warzyw

### Czyszczenie powierzchni, szczególnie na poziomie cząsteczkowym

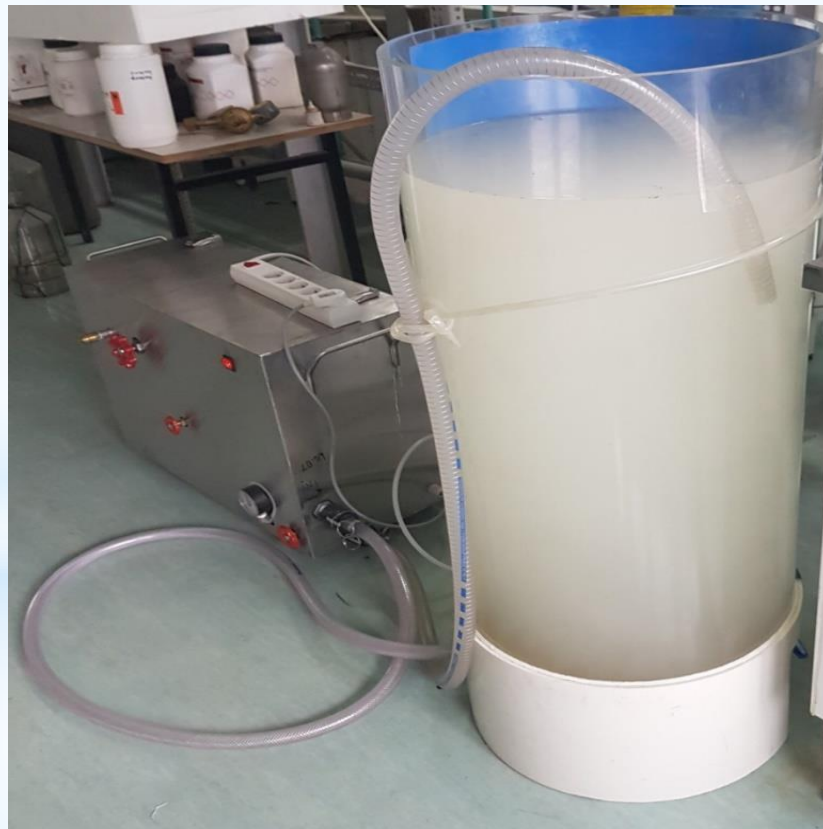
- Czyszczenie elementów satelitów (optyka, solarne baterie, ...) przed wylotem w kosmos

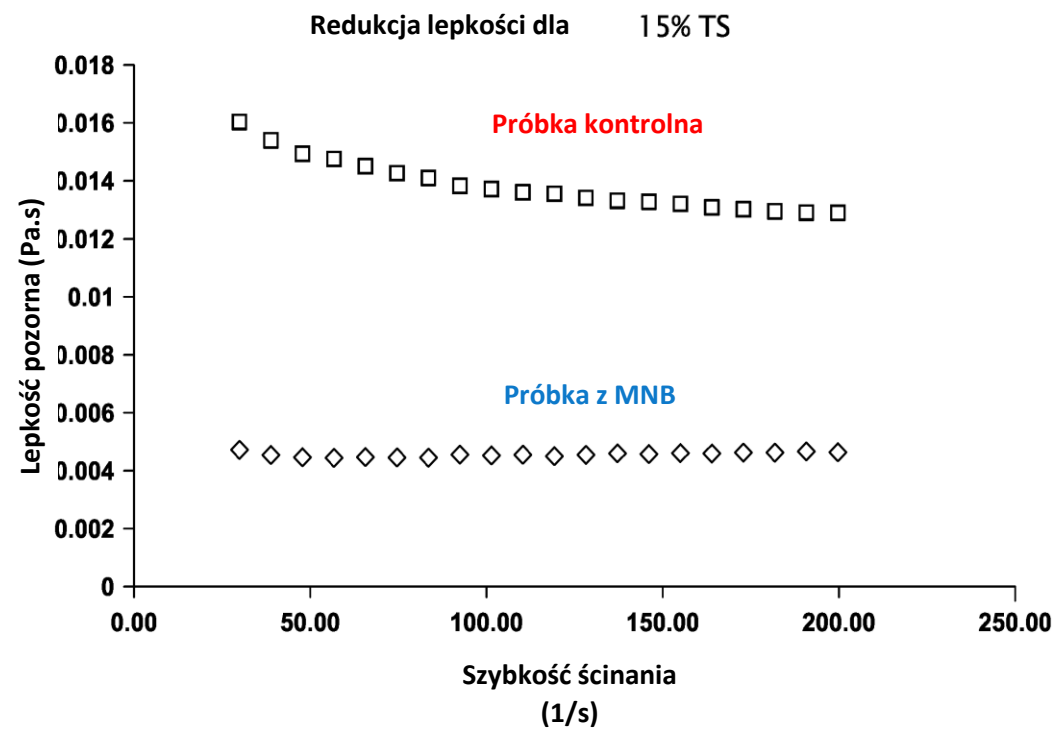
### Usuwanie zawiesin i zanieczyszczeń rozpuszczonych ze ścieków np. olejów, oczyszczanie ścieków

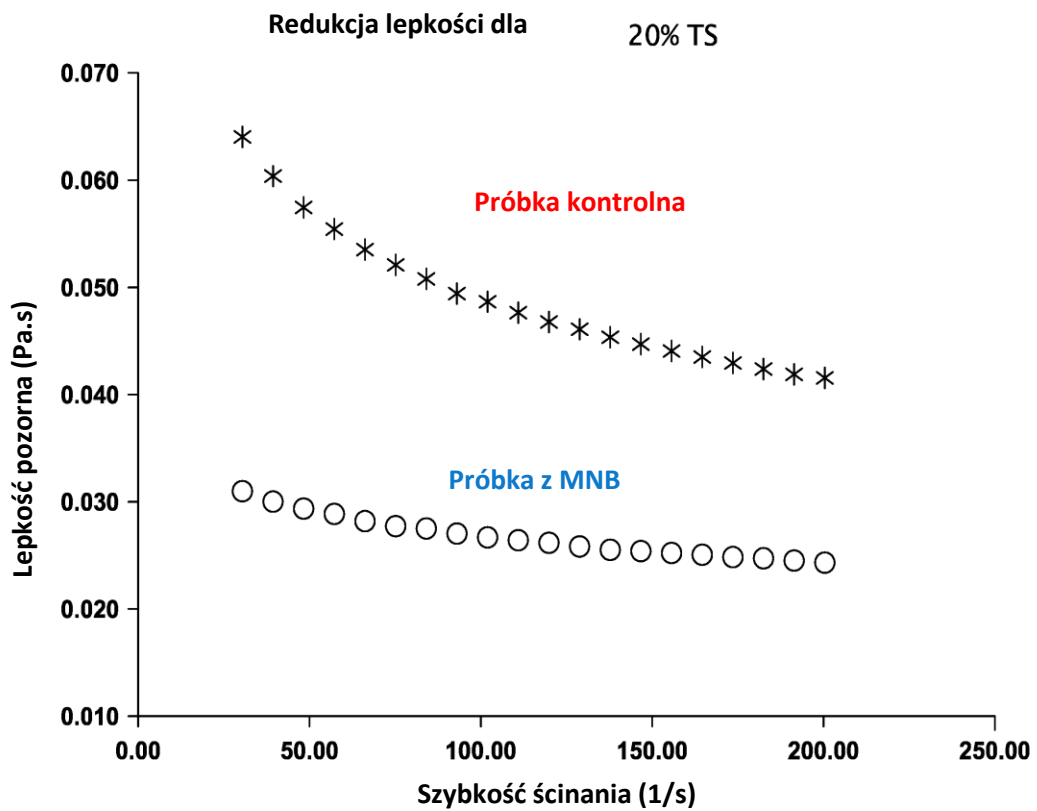
-

**1. Koszty energii** - wiele bardzo energochłonnych operacji jednostkowych - filtracja przy użyciu membran, zagęszczanie w wyparkach, suszenie w suszarniach rozpyłowych i podobnych,

# \* AGREGAT **KTM** DO WYTWARZANIA DYSPERSJI Z MIKRO- i NANO-PĘCHERZYKAMI

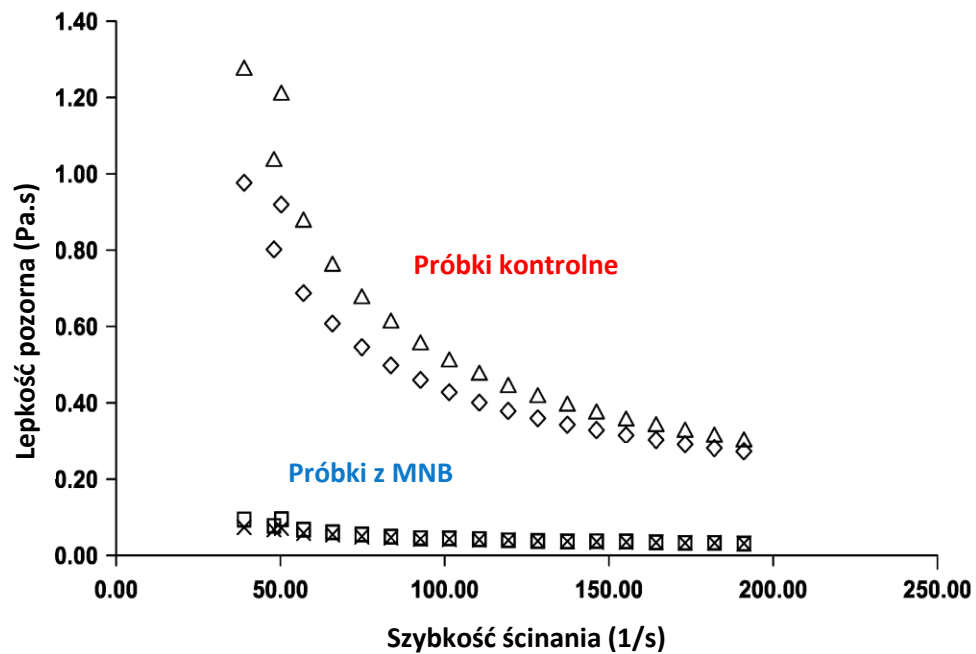




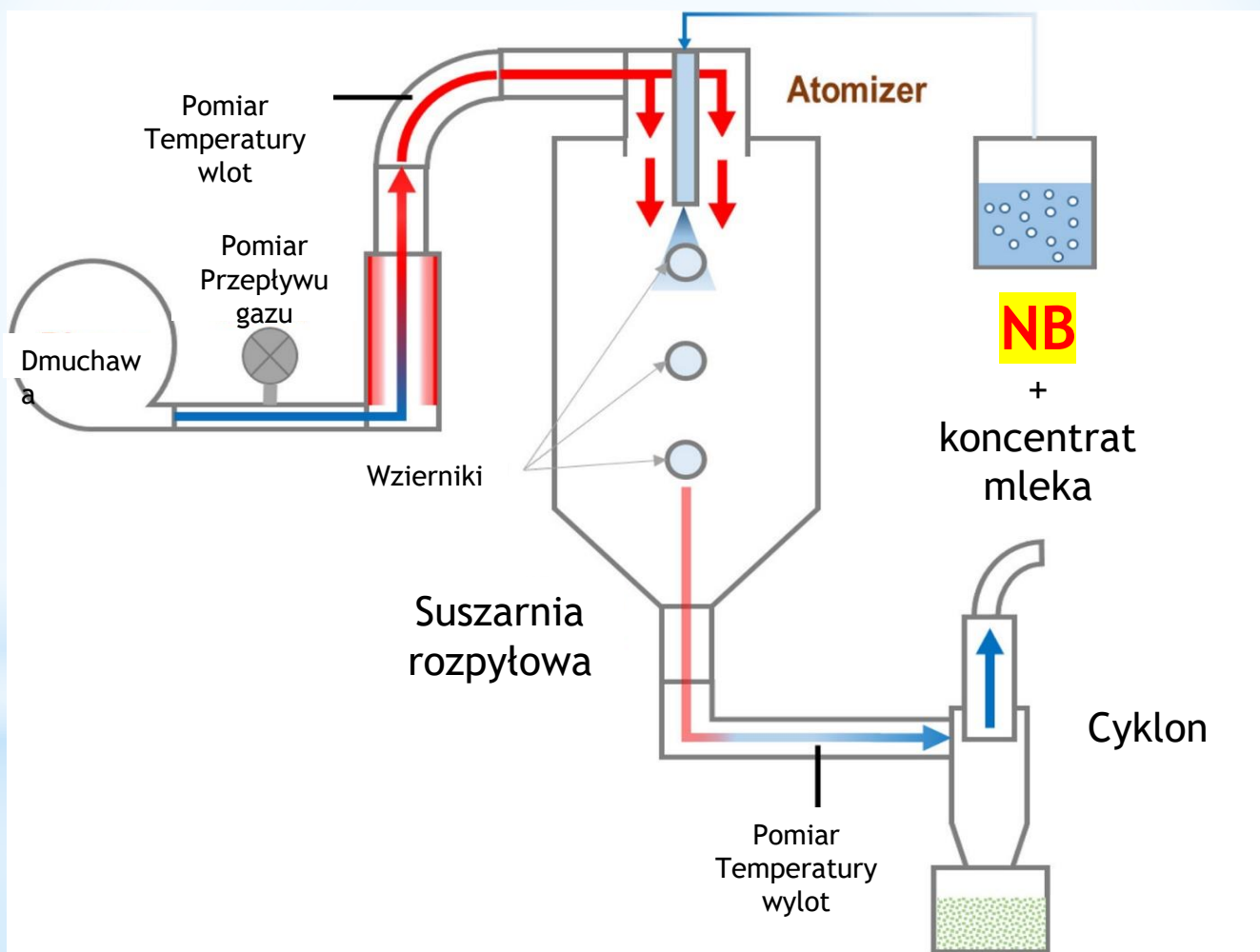




Skondensowane mleko (54% TS)

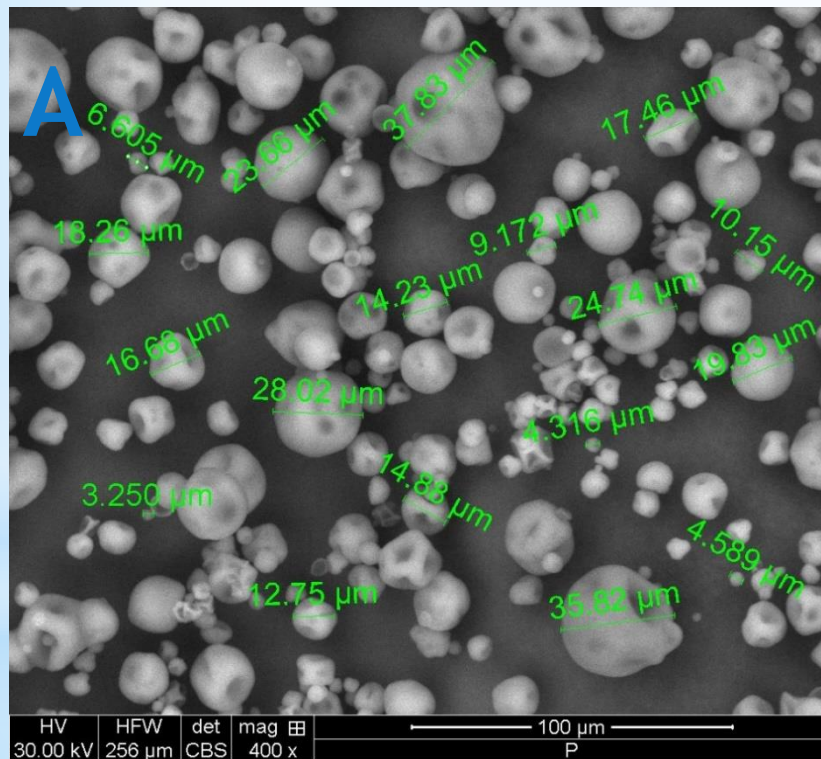


# \* SUSZARNIA ROZPYŁOWA Z NANO-PĘCHERZYKAMI

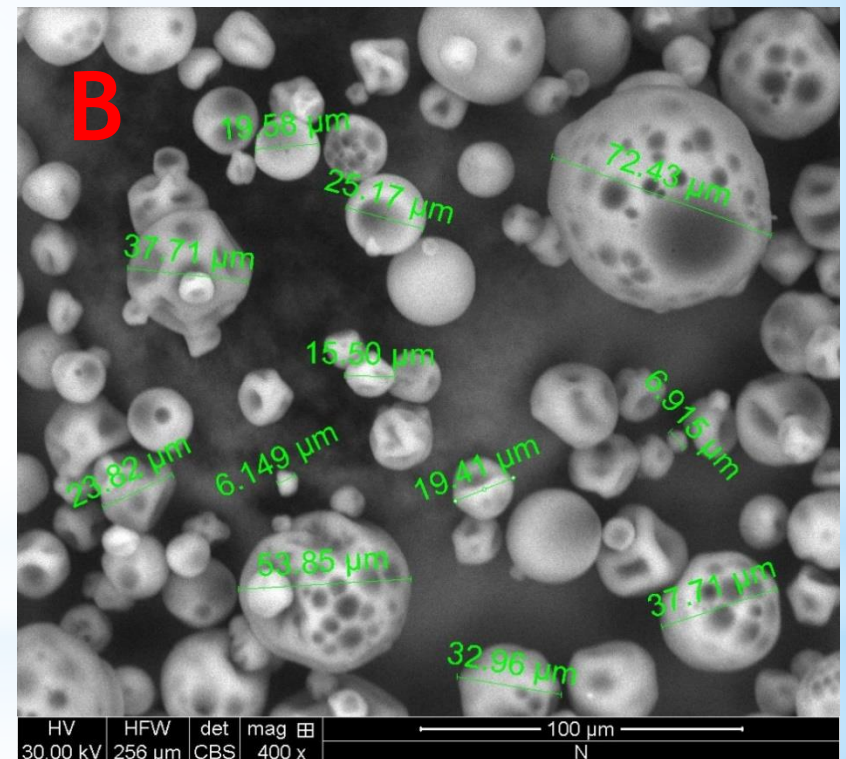


Suszenie przy użyciu MNB wytwarzanych przez pompę KTM (bez kawitacji)

# A - próbka kontrolna



# B - z NB powietrza

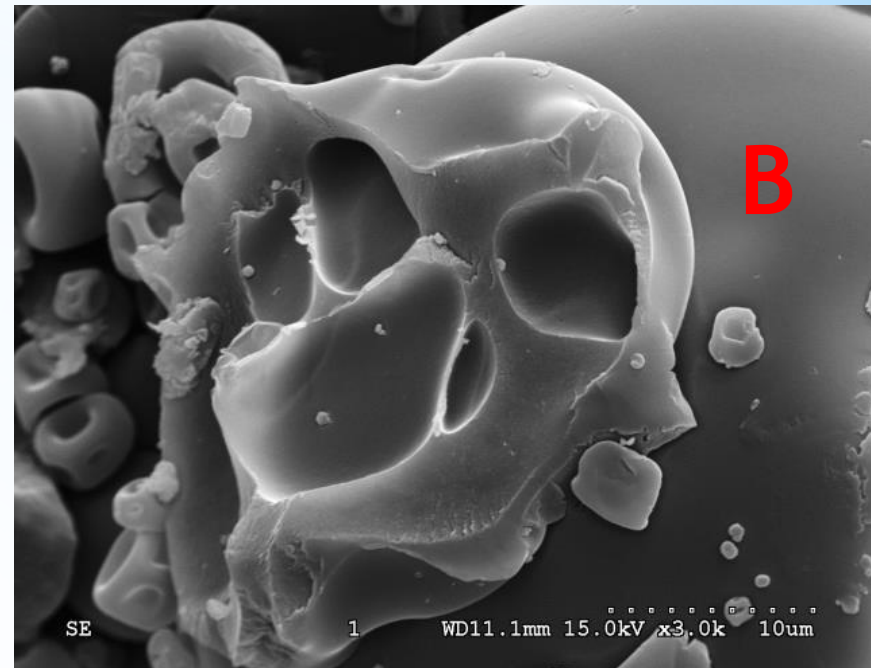
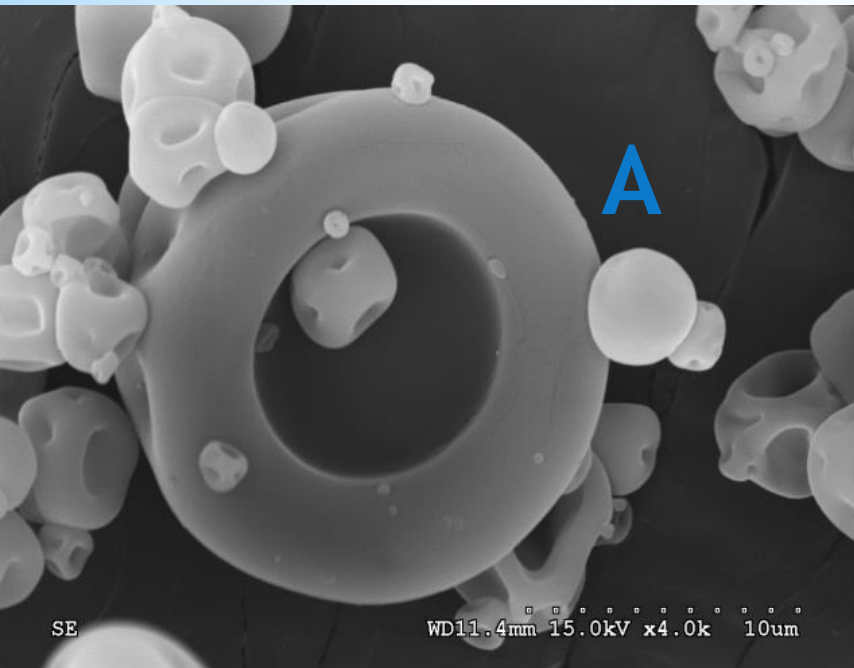


# \* AGREGAT UFB DUAL DO WYTWARZANIA DYSPERSJI Z MIKRO- i NANO-PĘCHERZYKAMI



Najnowsze generatory NB bez zasilania prądem i gazem

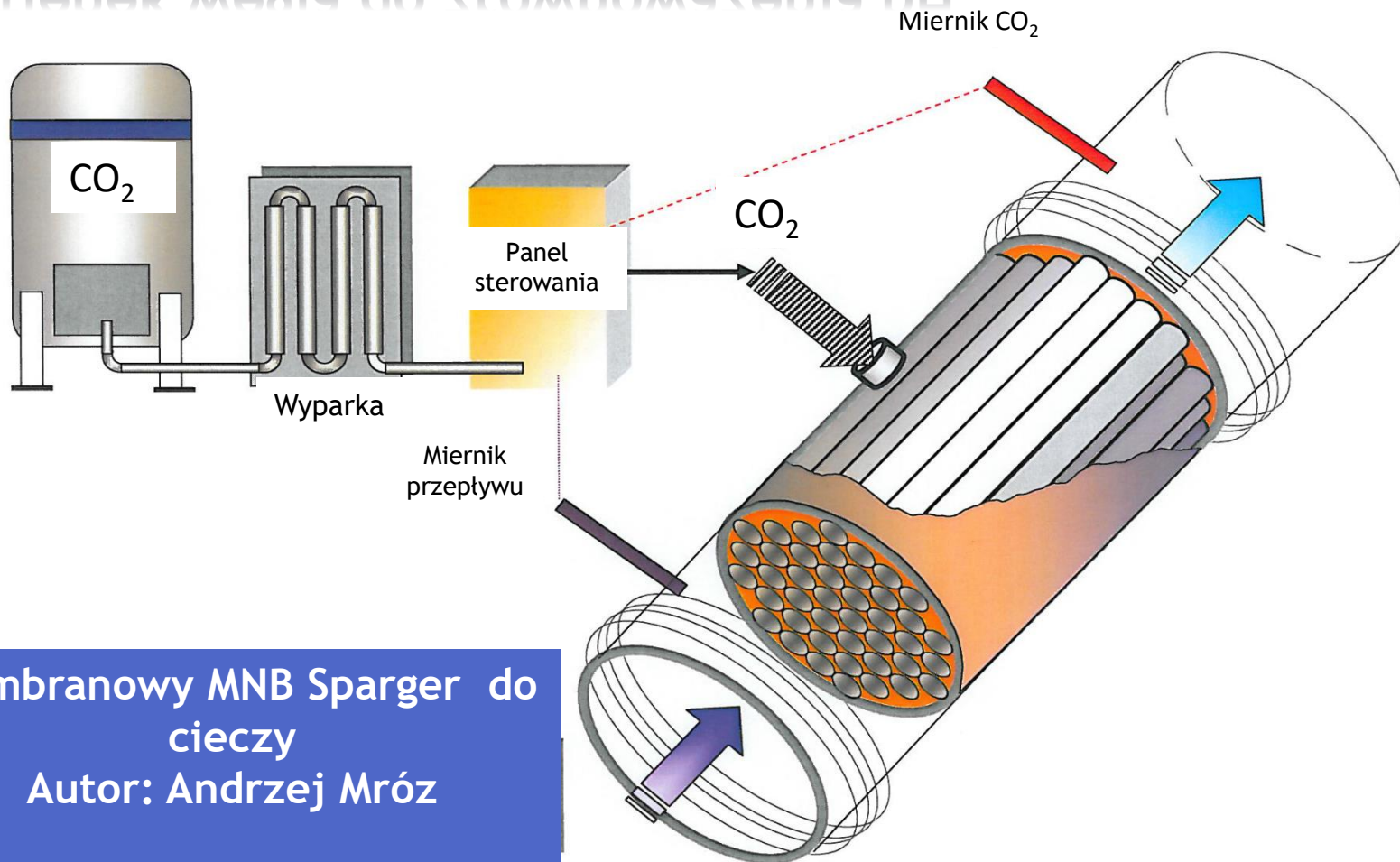
## Suszenie przy użyciu NB wytwarzanych metodą kawitacji akustycznej



Typowe obrazy ze skaningowej mikroskopii elektronowej rozdrobionych, suszonych rozpyłowo cząstek koncentratu białka mleka w proszku: kontrolne **A** i koncentraty białek mleka w proszku poddane działaniu NB **B**

# PIERWSZY POLSKI GENERATOR MIKRO-NANO-PĘCHERZYKÓW Z 1995 r.

## Dwutlenek węgla do zrównoważenia pH



Membranowy MNB Sparger do ciecży  
Autor: Andrzej Mróz

Ten sam system może być użyty do wprowadzania tlenu, dwutlenku węgla, azotu, wodoru, metanu

**Dzięki wyższemu stężeniu i niższej lepkości można obniżyć koszty produkcji związane z przetwarzaniem mleka w proszku i innych przetworów mlecznych.**

**Zastosowanie mikro i nanopęcherzyków ma również wpływ na przygotowanie białka mleka w proszku poprzez suszenie rozpyłowe płynnego produktu mlecznego. Wprowadzenie pęcherzyków tworzy materiał proszkowy, który ma korzystniejsze właściwości rozpuszczalności.**

**Dzięki zmniejszonej lepkości poprawia również wydajność i efektywność urządzenia do suszenia rozpyłowego.**

Spadek lepkości netto o **65%** przy obróbce MNB w porównaniu z roztworem kontrolnym może pomóc w **zmniejszeniu zanieczyszczenia wymienników ciepła, poprawie wymiany ciepła podczas parowania i zmniejszeniu blokowania dysz suszenia rozpyłowego,** zapewniając jednocześnie stałą produkcję wysokiej jakości proszków MPC.

**Znacznie niższa gęstość nasypowa, lepsza hydrofilowość**



**1. Koszt oczyszczania ścieków** -  
wysokie koszty natleniania  
ścieków,

# \* DYFUZORY DROBNOPEŁCZYKOWE?



# \* AERATOR „AQUABLASTER”



# \* PROBLEMY Z DYFUZORAMI DROBNOPEŁCZERZYKOWYMI

① Natlenienie ścieku (DO) maleje już po pół roku ze względu na zdtawienie przepływu powietrza,

② Dyfuzory rurowe są stosunkowo tanie, ale koszty wymiany i konserwacji są bardzo wysokie,

③ Wymiana dyfuzorów wymaga zatrzymania produkcji

① Aeratory "Aquablaster" utrzymują tę samą sprawność przez ponad 10 lat,

② Koszty inwestycyjne aeratorów "Aquablaster" są wyższe, ale koszty eksploatacyjne są bardzo niskie.

**Pay-back < 2 lat**

③ Ponad 10 lat bez konserwacji i opróżniania bioreaktora. **Rekord w mleczarni 30 lat !**

# \* PRZYKŁAD MODERNIZACJI INSTALACJI W MLECZARNI



Dyfuzory rurowe:  
Ilość: 304  
Wydajność: 40m<sup>3</sup>/min  
(131.5l/min/dyfuzor)



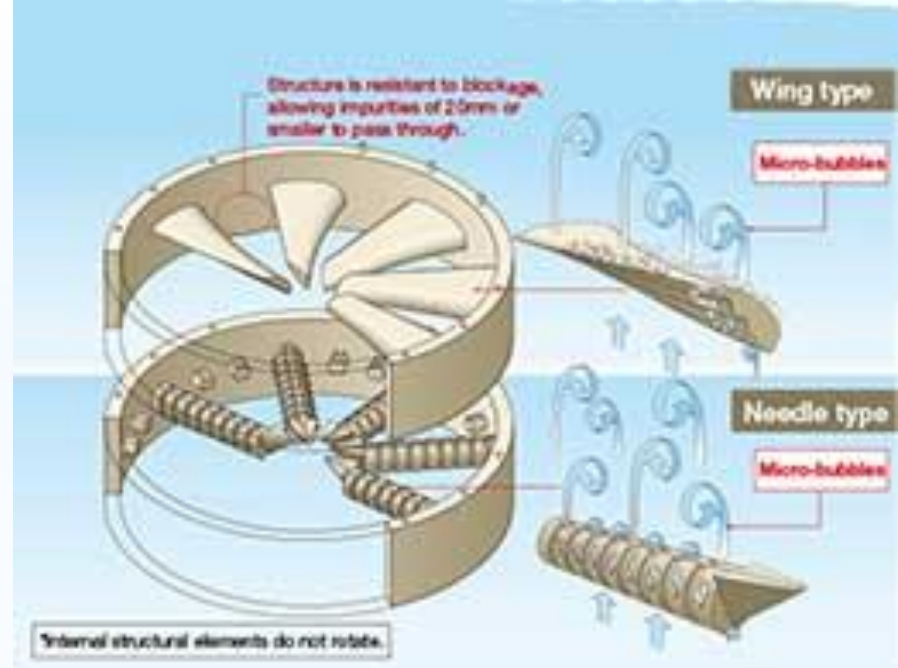
Aerator "Aquablaster" :  
Ilość: 54  
Wydajność: 40m<sup>3</sup>/min  
(740,7l/min/aerator)

# \* PROBLEMY Z DYFUZORAMI DROBNOPEŁCZERZYKOWYMI

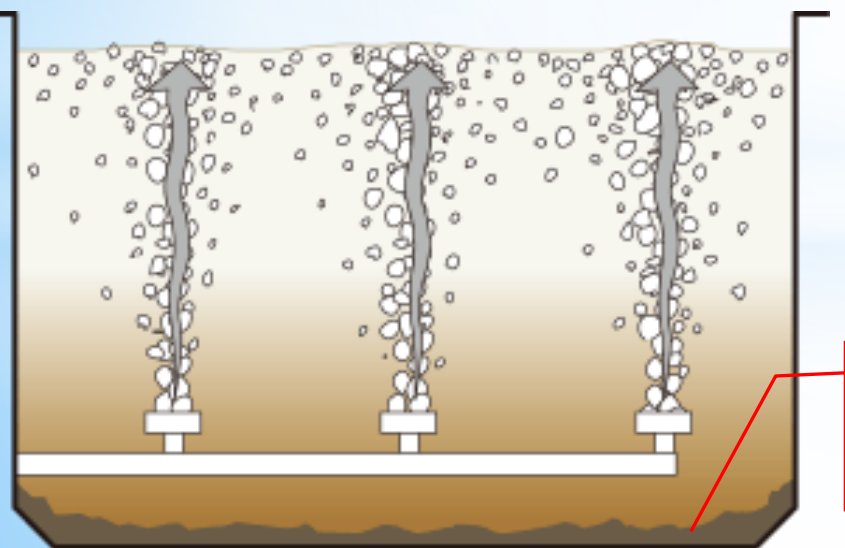
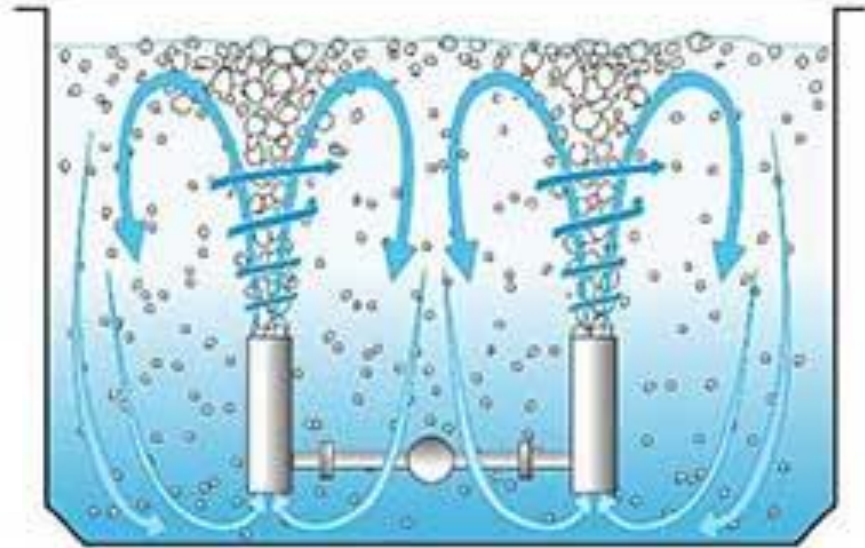
- ① Niskie natlenienie. Współczynnik Alfa poniżej 0,35
- ② Częsta wymiana dyfuzorów ze względu na zatykanie
- ③ Niestabilna praca dyfuzorów. Zarastanie osadem dennym
- ④ Odory siarkowodoru, merkaptanów, itp.

- ① Wysokie natlenienie – współczynnik Alfa wzrósł z 0.35→0.72
- ② "Aquablaster" nie blokuje się: Prędkość podnoszenia 30.1m/s,
- ③ Utrzymanie sprawności natleniania przez "Aquablaster" ponad 10 lat
- ④ Całkowita eliminacja odorów, Zastosowanie "Aquablaster" rozwiązało problem kompleksowo.

# \* PORÓWNANIE \* MIESZANIA W BIOREAKTORZE



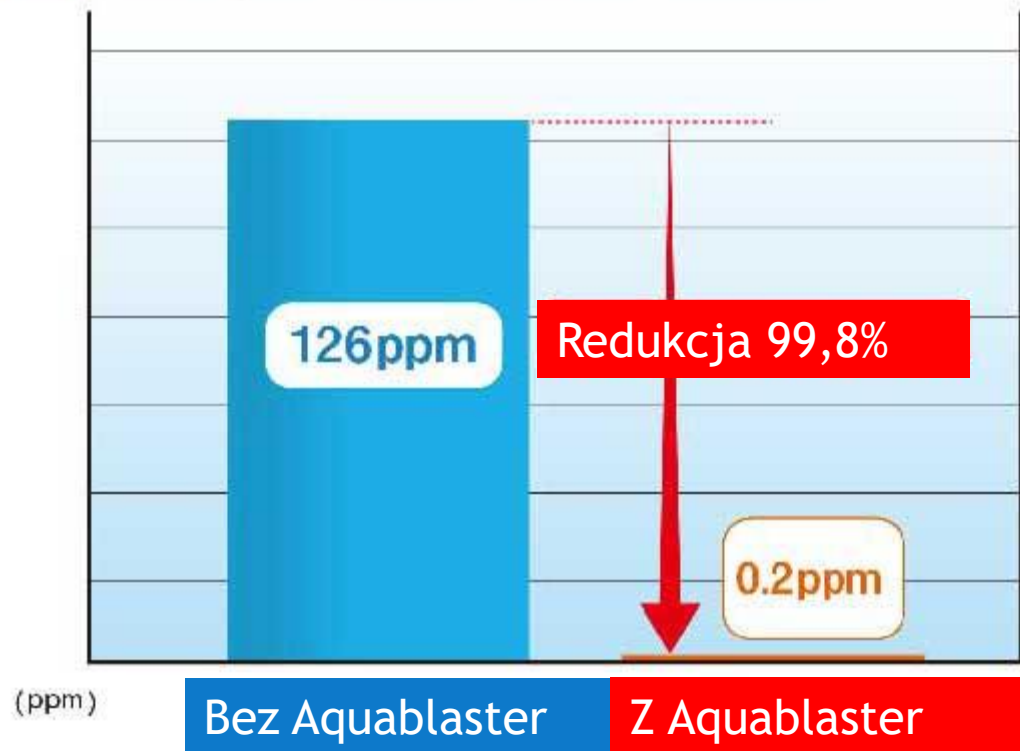
Microscopic air bubbles spread over in the entire tank.



Osad denny!

# \* REDUKCJA ODORÓW

## KONCENTRACJA SIARKOWODORU





# 1. Eliminacja emisji odorów - biofiltry, dezodoryzacja?

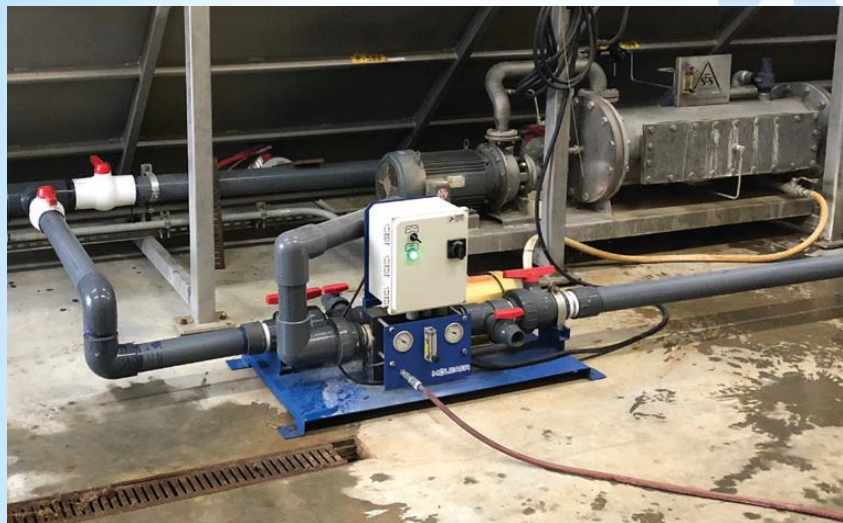


Agregat NanoBubble: od 5 do 2 500 m<sup>3</sup>/h

Powierzchnia: kontener 10 stopowy

Długość życia: +7 lat

# \* MODERNIZACJA FLOTATORA KROFTA MOLEAER<sup>®</sup> ADVANCING NANOBUBBLE TECHNOLOGY



Flotator KROFTA  
Typ agregatu: 200 XTB  
Zainstalowano: Kwiecień 2018

### **Korzyści:**

Redukcja BZT5 - 89.6%  
Redukcja Zaw. Og. - 99.7%  
Wydajność: 708 m<sup>3</sup>/d  
Wydajność DAF: 38 m<sup>3</sup>/godz.  
Redukcja odorów: 98,7%



Czas montażu agregatu 200 XTB – 2 godziny  
**Redukcja zużycia energii z 275 kWh/d do  
91 kWh/d – oszczędność \$6,000/rok.**

# Oczyszczalnia Lynetten Dania

## 1.100.000 RLM

**MOLEAER**  
ADVANCING NANOBUBBLE TECHNOLOGY



## Instalacja NBG

Generator nanopęcherzyków

- 2 agregaty NBG6
- Pompy 540 m<sup>3</sup>/h
- Montaż w kontenerze 10-stopowym

Lokalizacja:

- Zbiornik ścieków po wstępnym  
oczyszczaniu

\*Dziękuję za uwagę  
[www.finebubble.pl](http://www.finebubble.pl)