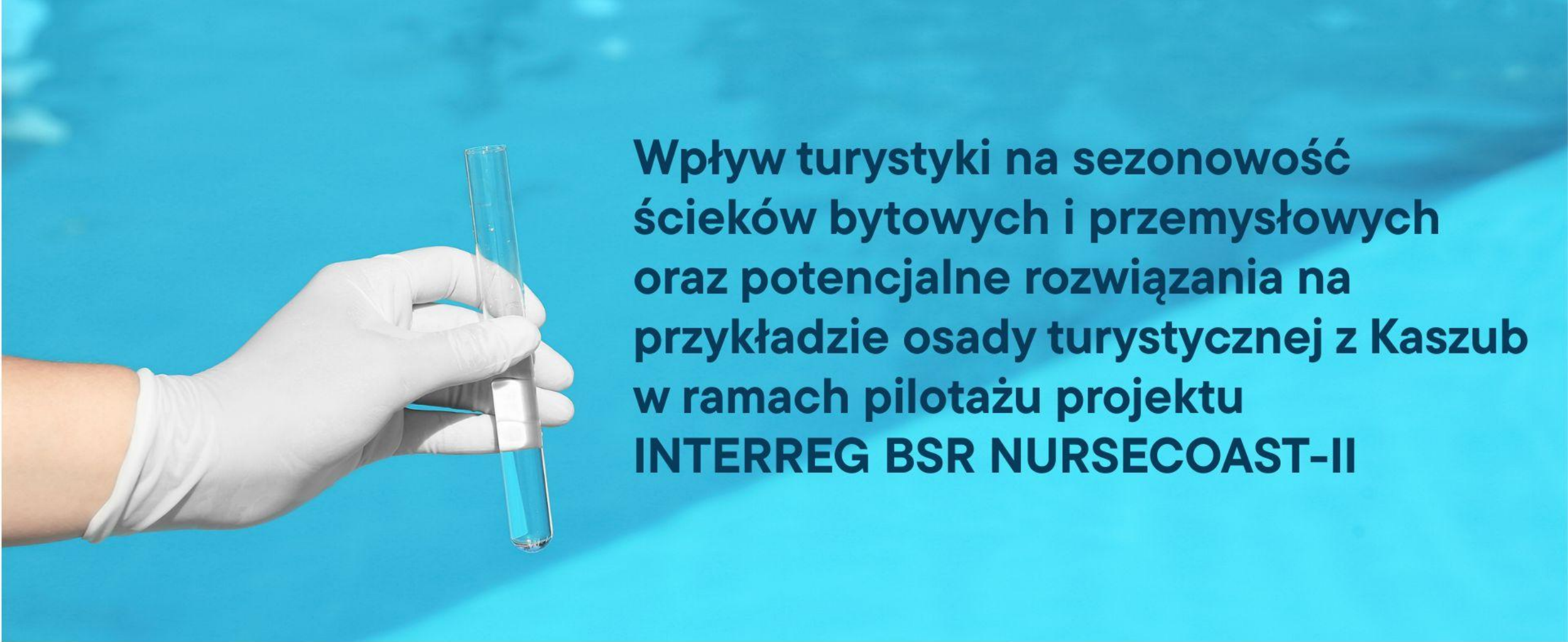




Wpływ turystyki na sezonowość ścieków bytowych i przemysłowych oraz potencjalne rozwiązania na przykładzie osady turystycznej z Kaszub w ramach pilotażu projektu **INTERREG BSR NURSECOAST-II**

Lesław Świerczek, Instytut Maszyn Przepływowych PAN
Beata Szatkowska, Dot-Eko

Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

ReNutriWater

Wpływ turystyki na sezonowość ścieków bytowych i przemysłowych oraz potencjalne rozwiązania na przykładzie osady turystycznej z Kaszub w ramach pilotażu projektu INTERREG BSR NURSECOAST-II

mgr inż. Lesław Świerczek

Pracownia urządzeń ekoenergetyki i gospodarki cyrkularnej

Instytut Maszyn Przepływowych, Polska Akademia Nauk

Projekt Nursecoast – II i oczyszczalnia ścieków

Projekt **NURSECOAST-II** to międzynarodowa inicjatywa realizowana w latach 2023–2025, której celem jest **poprawa jakości wód** przybrzeżnych Morza Bałtyckiego poprzez dostosowanie systemów oczyszczania ścieków w miejscowościach turystycznych do **sezonowych wzrostów obciążenia**.

- Poprawa procesu oczyszczania ścieków,
- Odporność na wysokie sezonowe obciążenie ściekami,
- Podniesienie zawartości tlenu rozpuszczonego w komorze,
- Redukcja nieprzyjemnych odorów,
- Wsparcie złoża hydrofitowego.



1



2



3



4



5



Agenda

1. Czym są nanopęcherze gazu?
2. Główne metody wytwarzania
3. Charakterystyka układu - analityka
4. Zastosowanie w technologii oczyszczania ścieków
5. Prace prowadzone w zakresie wykorzystania nanopęcherzy tlenu

1



2



3



4



5



Agenda

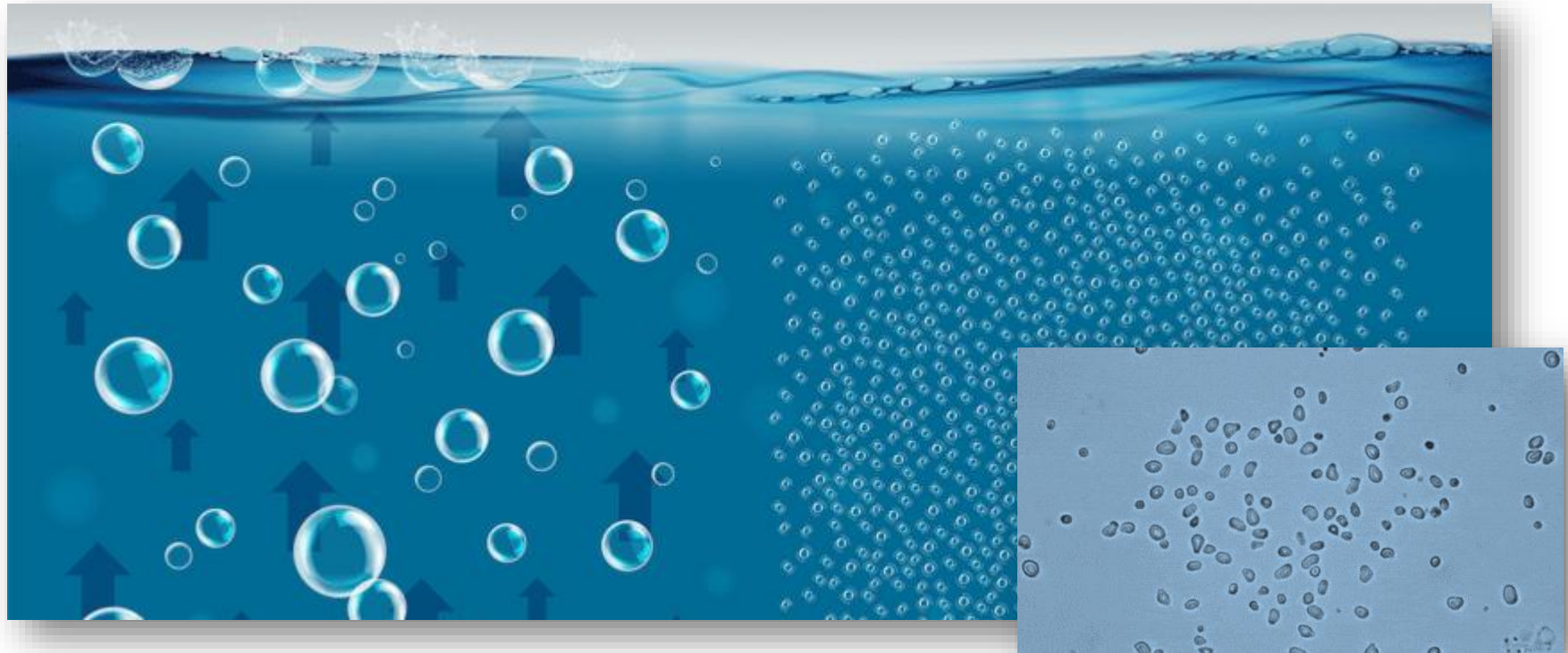
1. Czym są nanopęcherze gazu?
2. Główne metody wytwarzania
3. Charakterystyka układu - analityka
4. Zastosowanie w technologii oczyszczania ścieków
5. Prace prowadzone w zakresie wykorzystania nanopęcherzy tlenu



Czym są nanopęcherze gazu?

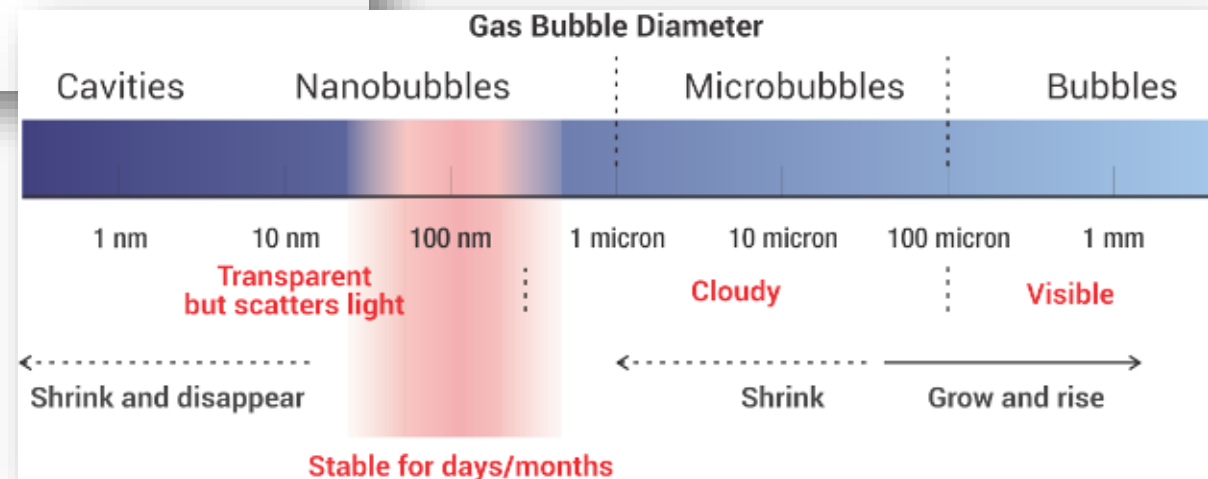
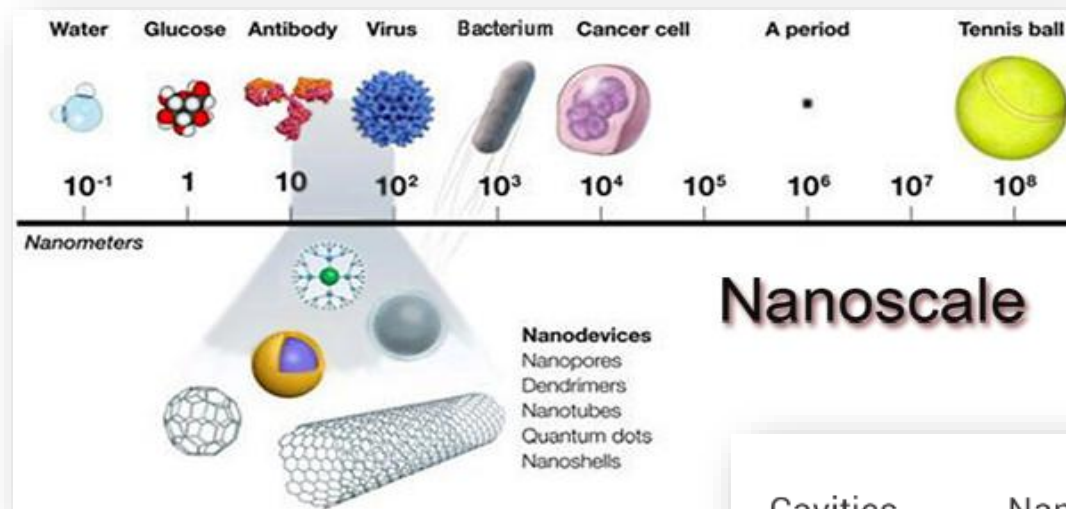
Ogólna definicja:

Nanopęcherze gazu (ang. bulk nanobubbles) to trwałe i stabilnie zawieszone w roztworach wodnych przestrzenie zawierające gaz.



Czym są nanopecherze gazu?

Dyspersja koloidalna gazu w cieczy



A vertical strip on the left side of the slide shows an underwater scene with green, fuzzy algae or coral-like structures.

Czym są nanopęcherze gazu?

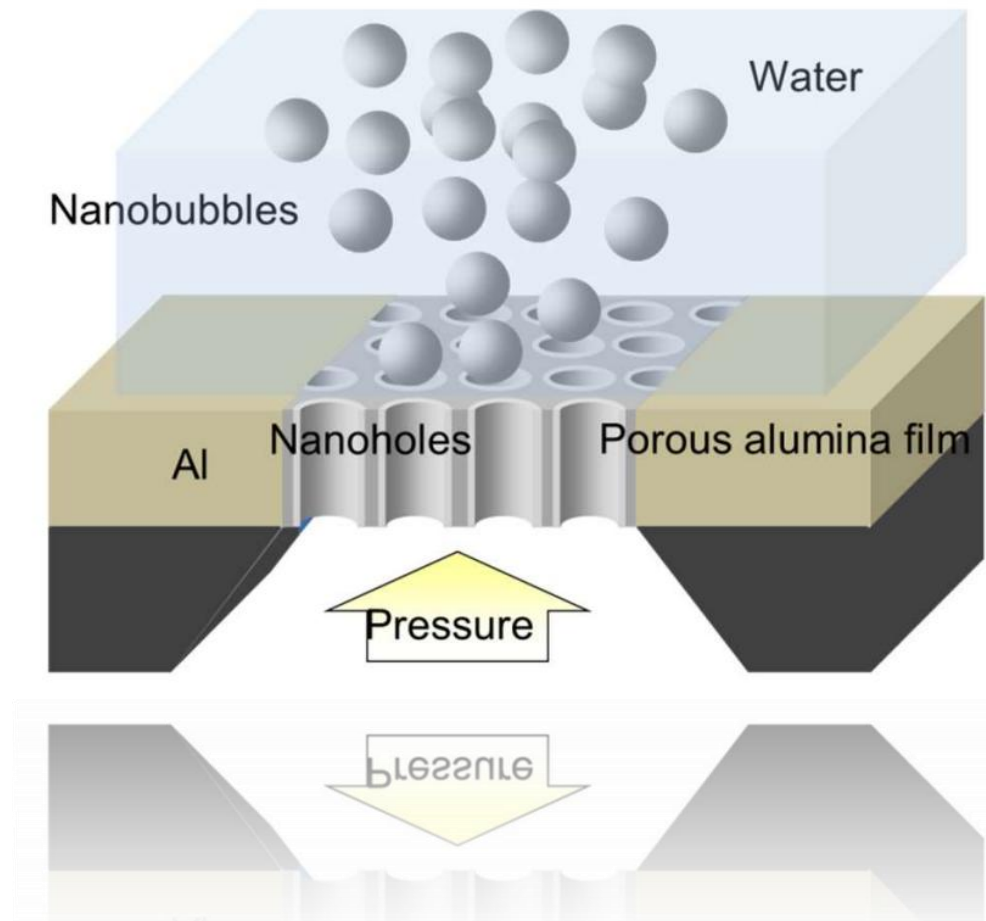
Własności nanopęcherzy

- Pęcherze o średnicy 40 – 300 nm wykazują stabilność nawet przez kilka tygodni,
- Niewidoczne pod mikroskopem, rozpraszają światło,
- Na skutek dyfuzji gazu ustala się równowaga pomiędzy mniejszymi a większymi pęcherzami gazu,
- Duża powierzchnia właściwa w stosunku do średnicy i ogromne ciśnienie wewnątrz pęcherza: w pęcherzu o średnicy 50 nm panuje ciśnienie 5,8 MPa,
- Na skutek zapadania się mogą generować energię cieplną i wolne rodniki.



Główne metody wytwarzania

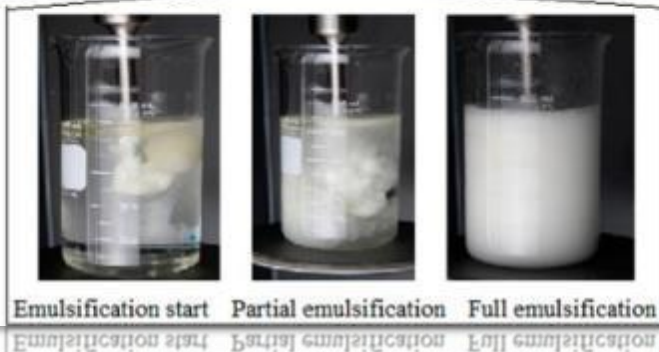
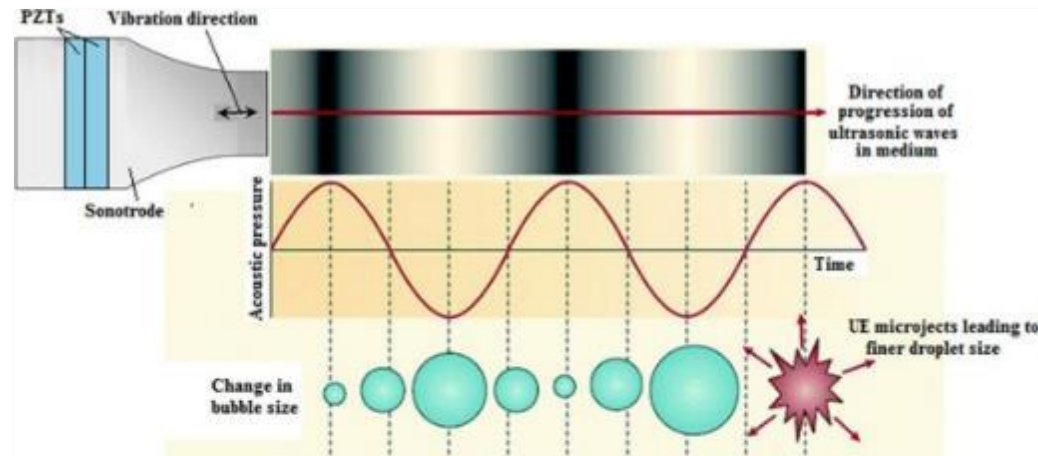
Techniki membranowe:



Gaz tłoczony jest przez porowatą membranę. Dzięki odpowiedniej średnicy porów możliwe jest produkowanie jednakowych pęcherzy o określonej średnicy.

Główne metody wytwarzania

Ultrasonikacja

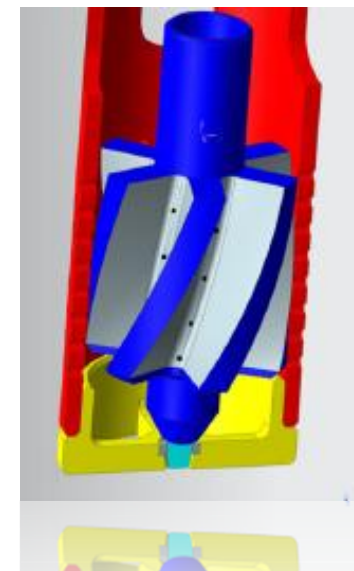
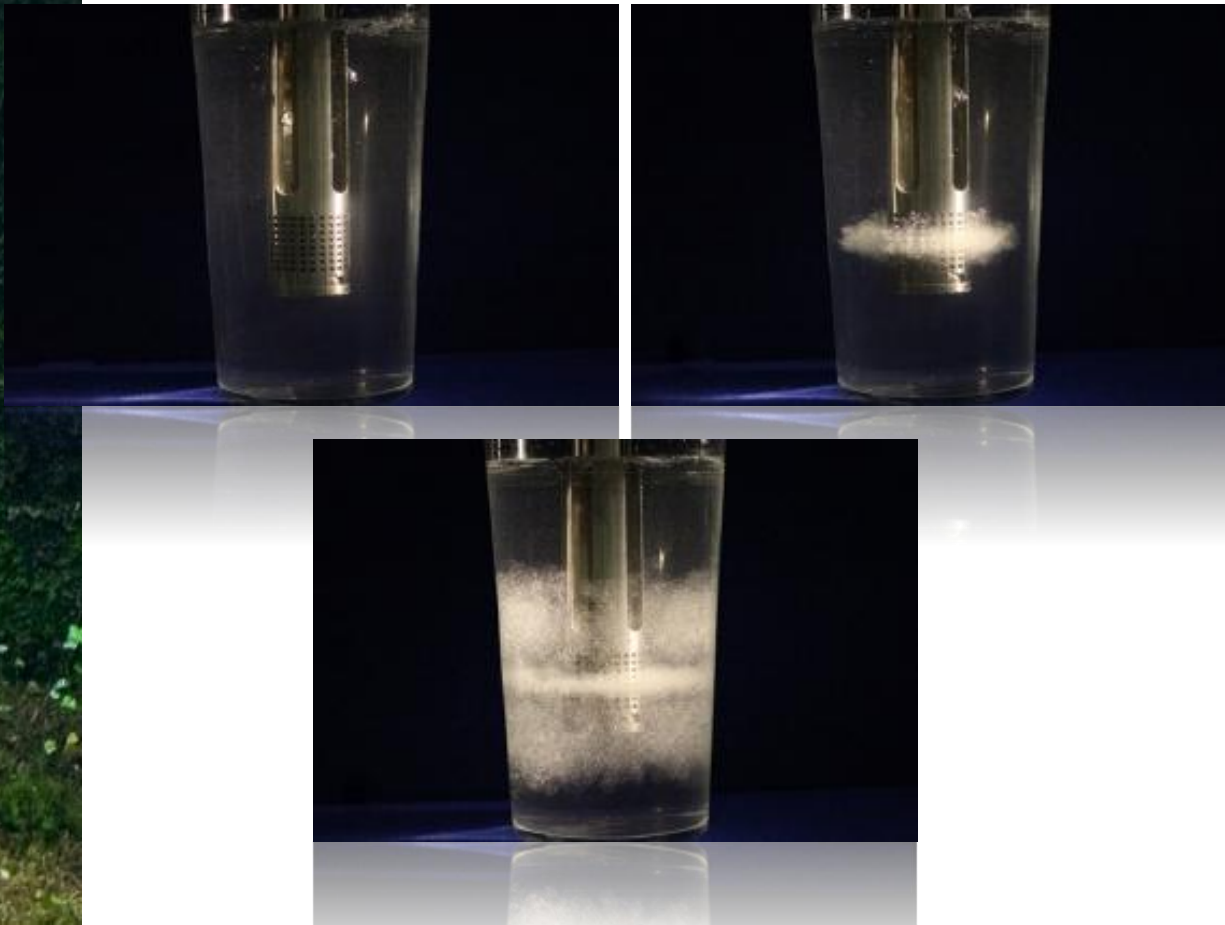


Gaz jest wprowadzany do cieczy, a następnie ultradźwięki generowane przez sonikator powodują tworzenie się mikropęcherzy, które mogą ulec dalszej redukcji do nanopęcherzy.

Główne metody wytwarzania

Techniki mechaniczne:

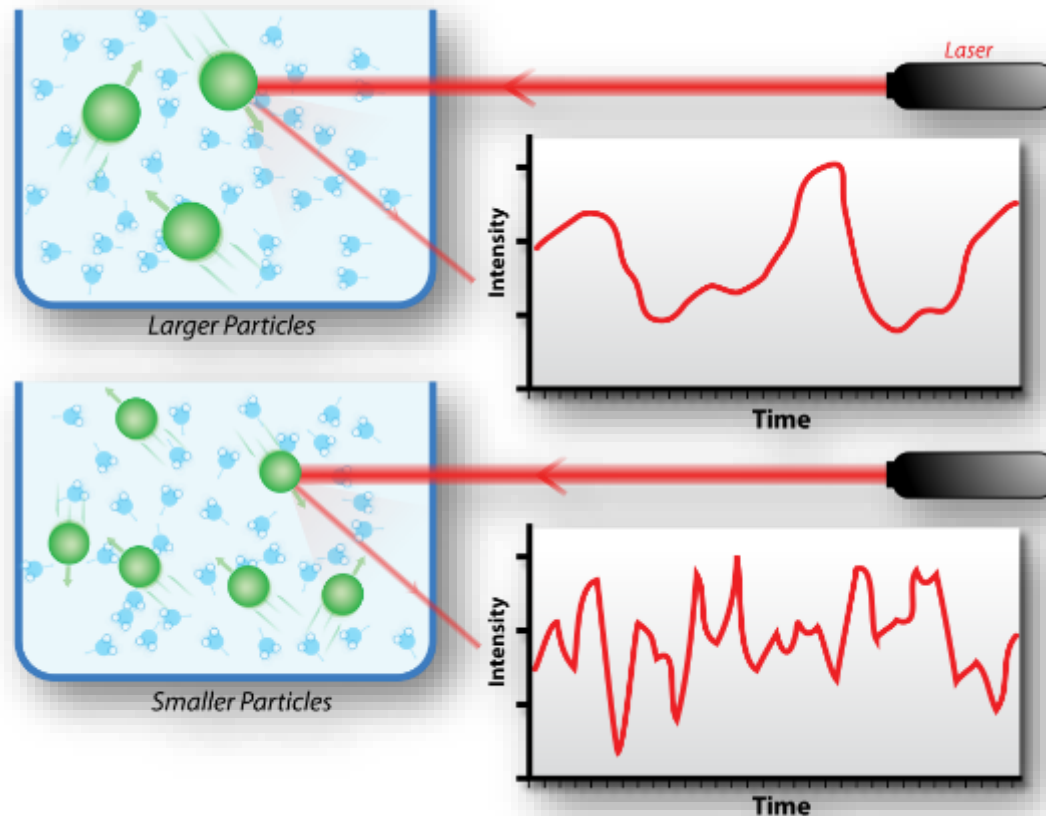
Na gaz wprowadzony w przestrzeń pomiędzy wirnikiem i statorem działają siły ścinające, które „rozrywają” duże pęcherze gazu na mniejsze.





Charakterystyka układu - analityka

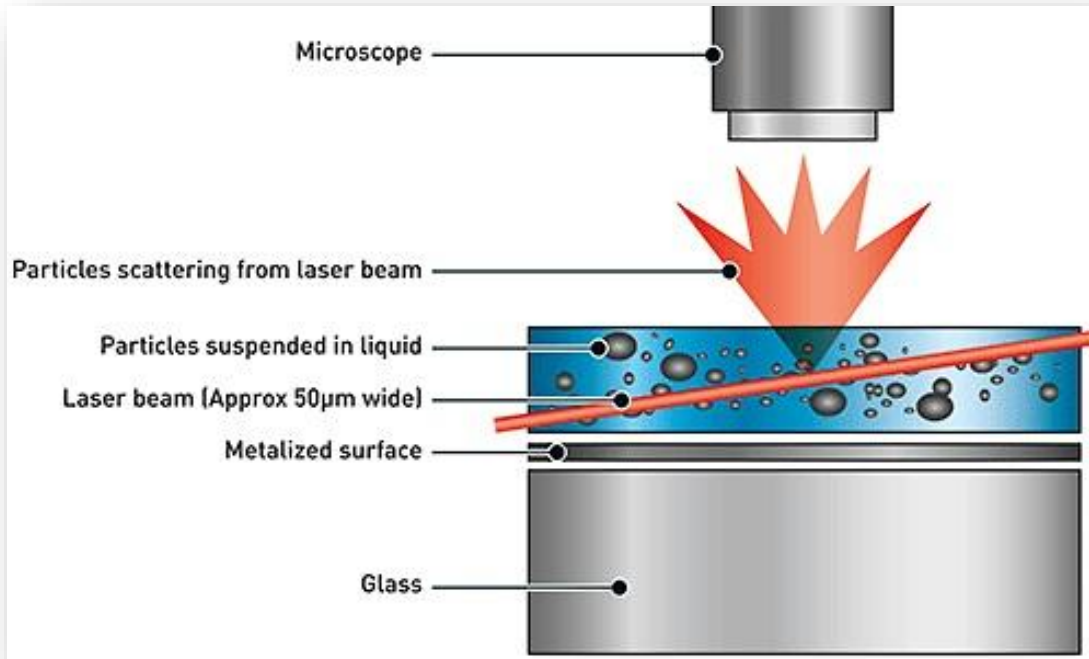
Dynamiczne rozpraszanie światła



Dynamic Light Scattering (DLS) to technika wykorzystywana do pomiaru wielkości cząstek w zawiesinie poprzez analizę rozpraszania światła wywołanego ich ruchami Browna.

Charakterystyka układu - analityka

Analiza śledzenia nanocząstek

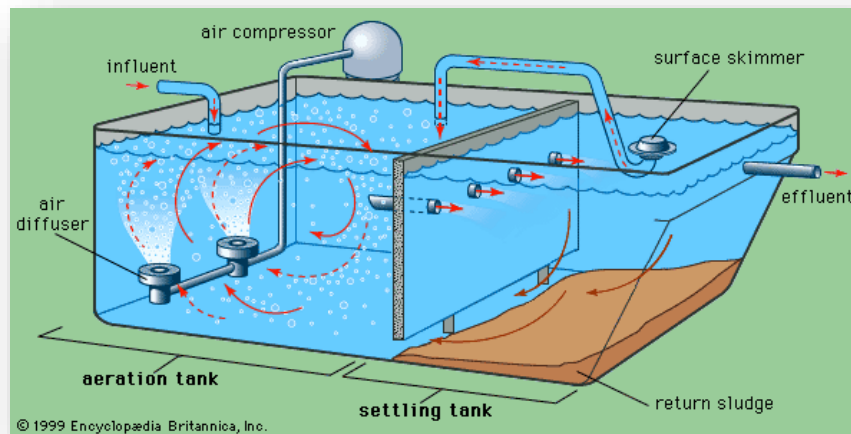


Nanoparticle Tracking Analysis (NTA) mierzy wielkość i stężenie nanocząstek poprzez śledzenie ich ruchu poprzez naświetlanie laserem. Kamera rejestruje ruch cząstek, co wykorzystywane jest do obliczenia ich wielkości.



Zastosowanie nanopecherzy w oczyszczaniu ścieków

Konwencjonalne napowietrzanie w oczyszczalni ścieków:



- Wysokie zużycie energii
- Wynoszenie odorów i aerozoli
- Duże rozmiary komór napowietrzania
- Duże natężenie przepływu powietrza
- Niecałkowita mineralizacja materii organicznej
- Leki, substancje toksyczne

Zastosowanie nanopęcherzy w oczyszczaniu ścieków

Napowietrzanie z wykorzystaniem nanopęcherzy



- Niższe zużycie energii do produkcji nanopęcherzy
- Ograniczenie emisji odorów
- Całkowite wysycenie gazem komory aerobowej
- Bardziej wydajna mineralizacja olejów, tłuszczów, smarów, celulozy
- Skuteczna degradacja złożonych substancji organicznych

Zastosowanie nanopęcherzy w oczyszczaniu ścieków

Wyzwania związane z zastosowaniem nanopęcherzyków w technologii oczyszczania ścieków:

- Wyższe koszty instalacji w porównaniu do tradycyjnych metod dostarczania powietrza,
- Możliwość wystąpienia wtórnych zanieczyszczeń,
- Trudność w monitorowaniu zawartość nanopęcherzy,
- Wyzwania technologiczne np. konieczność zapewnienia dodatkowego mieszania,
- Dobór odpowiedniej metody generowania nanopęcherzy

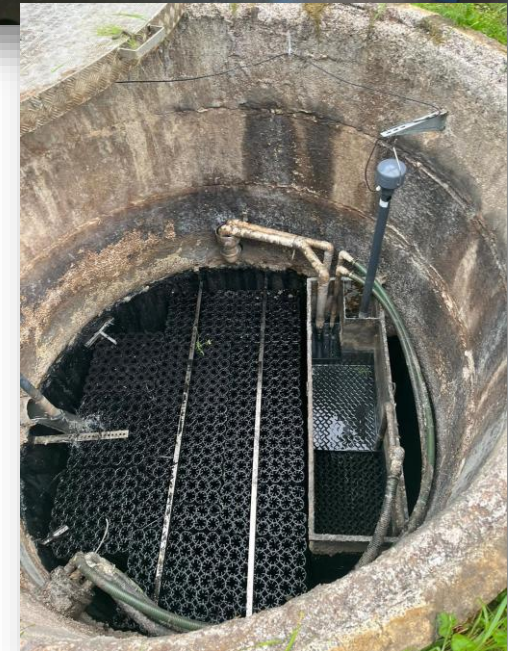
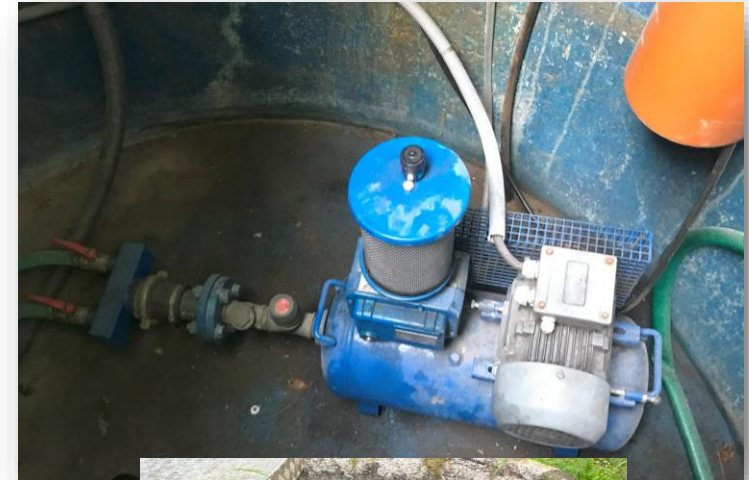




Badania prowadzone w ramach Nursecoast-II

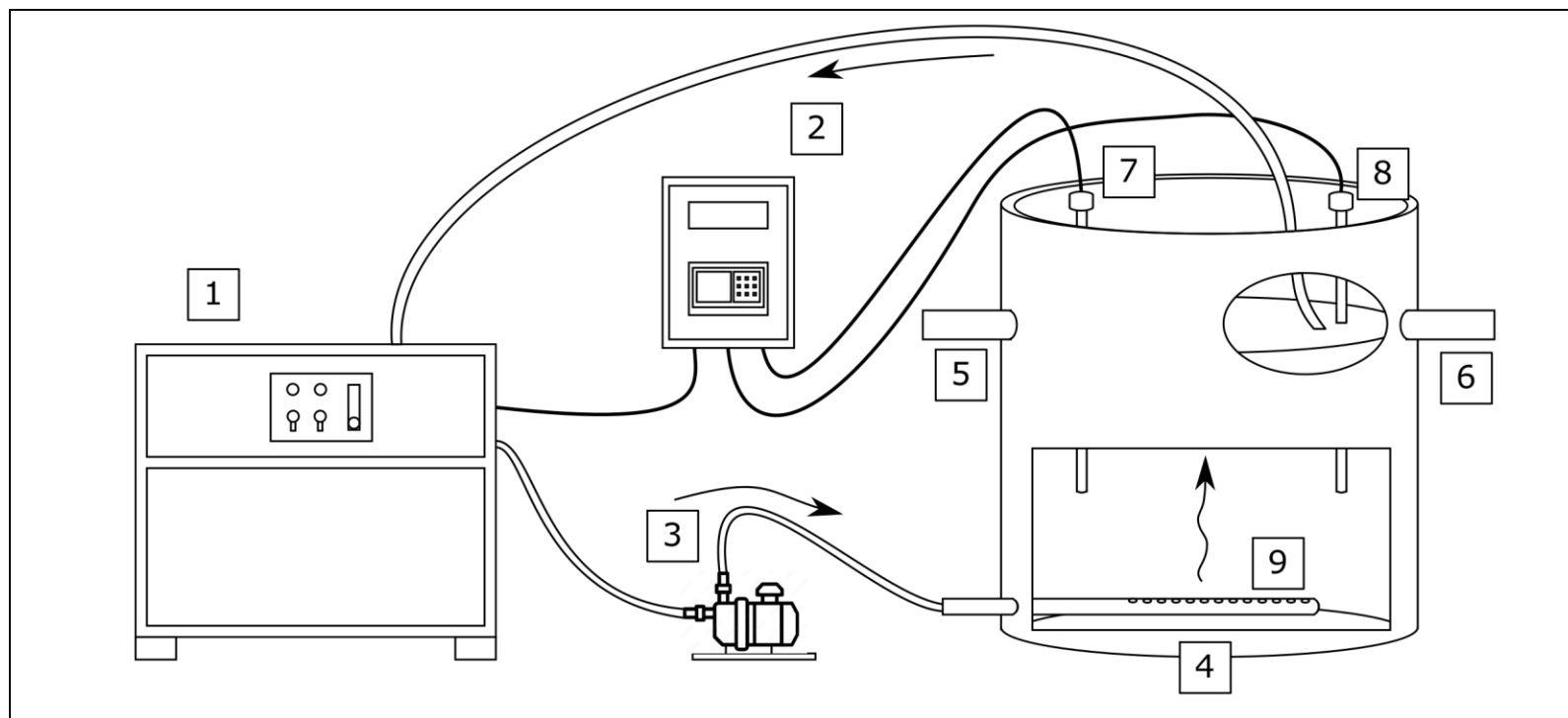
Oryginalny system napowietrzania

- Przeznaczony dla 75 RLM (równoważna liczba mieszkańców),
- Praca w trybie ciągłym,
- Dwuetapowe oczyszczanie:
 - **Oczyszczanie mechaniczne** (sedymentacja i flotacja w osadniku wstępnym)
 - **Oczyszczanie biologiczne** (reaktor ze złożem biologicznym – biofilm)
- Napowietrzanie zapewniane przez tradycyjną dmuchawę,
- Nadmierny osad kierowany powietrzem do zbiornika wstępnego.



Badania prowadzone w ramach Nursecoast-II

Wdrożenie systemu nanonatleniania w oczyszczalni



- (1) – generator nanopęcherzyków, (2) – urządzenie do monitoringu i kontroli, (3) – pompa recyrkulacyjna, (4) – bioreaktor, (5) – dopływ ścieków, (6) – odpływ ścieków, (7) – sonda pH, potencjału redoks i tlenu rozpuszczonego, (8) – sonda potencjału redoks, (9) – rury napowietrzające.

Badania prowadzone w ramach Nursecoast-II

Wdrożenie systemu nanonatleniania w oczyszczalni



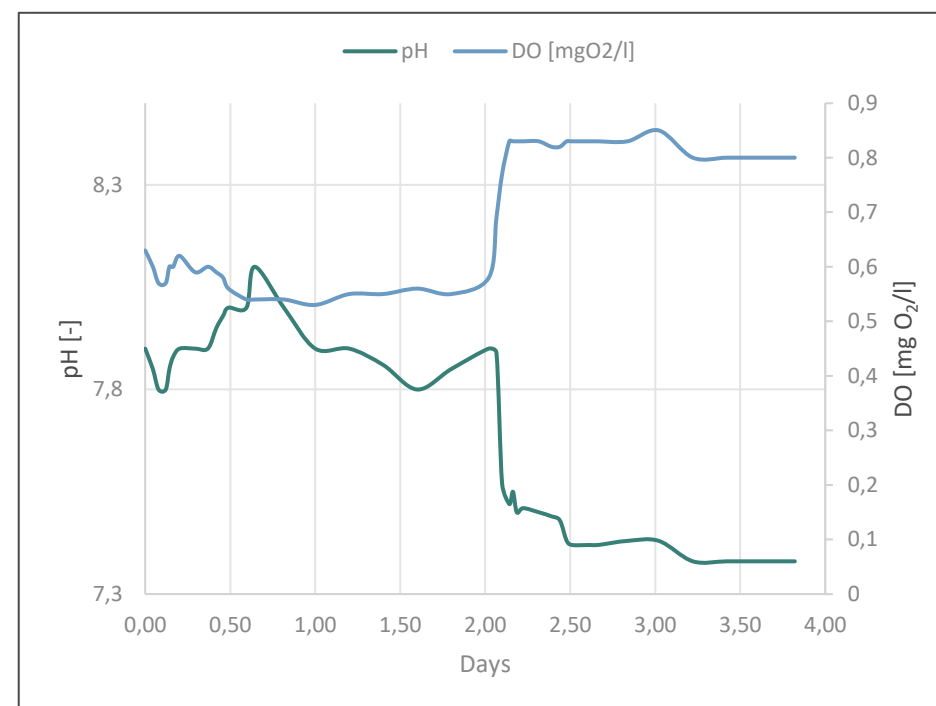
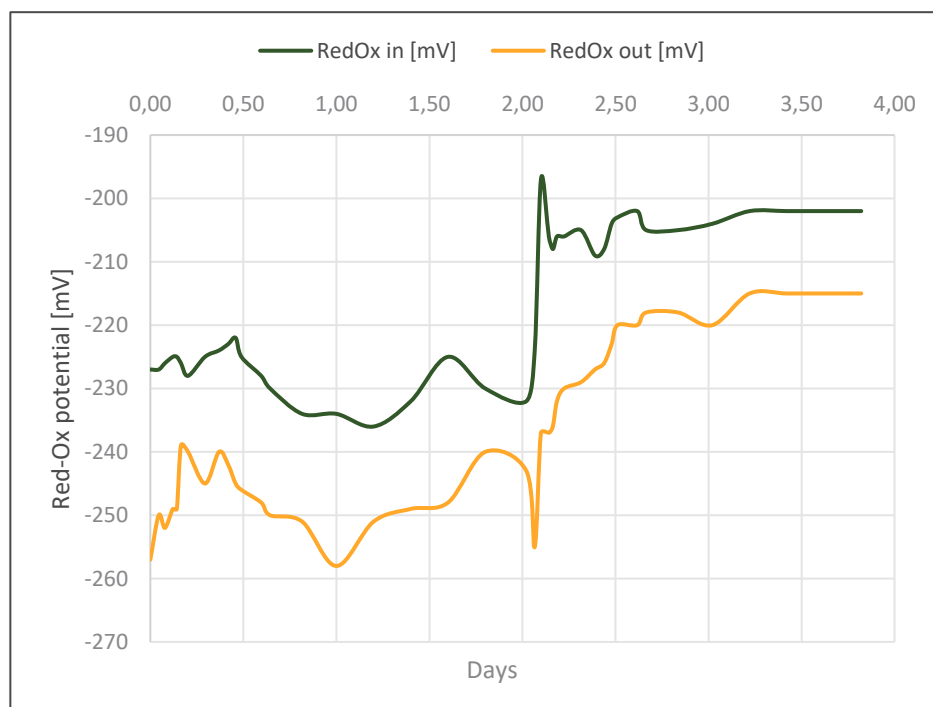
Badania prowadzone w ramach Nursecoast-II

Wdrożenie systemu nanonatleniania w oczyszczalni



Badania prowadzone w ramach Nursecoast-II

Wpływ nanopęcherzy tlenu na parametry ścieków



Badania prowadzone w ramach Nursecoast-II

Jakie problemy napotkano?

Wyzwania:

- Ograniczone mieszanie osadu na skutek powolnego wznoszenia się mikropęcherzy,
- Potencjalne pogorszenie wydajności oczyszczania,
- Czy nanopęcherze mogą być wykorzystane jako medium napowietrzające?

Jak można je rozwiązać?

Proponowane rozwiązania:

- Wprowadzenie nanopęcherzy do osadnika wstępnego,
- Implementacja dodatkowego mieszadła w komorze napowietrzania,
- Połączenie obu systemów w celu efektywniejszego wznoszenia osadu.



Interreg
Baltic Sea Region



Co-funded by
the European Union



SUSTAINABLE WATERS

NURSECOAST-II

Dziękuję za uwagę

mgr inż. Lesław Świerczek

*Pracownia urządzeń ekoenergetyki
i gospodarki cyrkularnej.*

*Instytut Maszyn Przepływowych
Polska Akademia Nauk.*

