

ROLA KONFERENCJI NAUKOWYCH I TECHNICZNYCH W KONTAKTACH MIĘDZY PRZEMYSŁEM I JEDNOSTKAMI NAUKOWYMI

stawowym celem konferencji (sympozjów) krajowych jest integracja środowiska naukowego oraz przedstawicieli przemysłu zainteresowanych efektami działalności badawczej przez stworzenie wspólnej formy do wymiany doświadczeń w zakresie prowadzonych badań oraz efektów technologicznych ich zacji w skali przemysłowej. Środowiska naukowe powinny być źródłem informacji o trendach w rozwoju technologii i prowadzonych badaniach w skali światowej w zakresie określonej tematyki naukowej lub technologicznej, natomiast przedstawiciele przemysłu na bazie własnych obserwacji i doświadczeń powinni przedstawiać problemy technologiczne, na jakie napotykają podczas swojej pracy. Spotkania obydwu grup w konferencjach mogą zaowocować ściślejszą współpracą między nimi, np. przy realizacji wspólnych badań naukowych” oraz projektów technologicznych, opracowaniach typu publikacji, konsultacjach itd.

woim krótkim wystąpieniu chciałby podkreślić znaczenie wykorzystywania instalacji pilotowych, w szczególności mobilnych, do implementacji nowych technologii na przykładzie ozonowania.

Instalacja pilotowa (*pilot plant*) jest z założenia odpowiednikiem w małej skali instalacji o skali docelowej (miejscowej lub przemysłowej). Powinna być wyposażona w szeroką gamę wymiennych komponentów o małej skali, np. do celów: wentylacji, ozonowania, koagulacji, filtracji, naświetlania UV, dozowania chemikaliów (np. H_2O_2) itp., umożliwiającą przeprowadzanie testów nad efektywnością różnych metod (procesów) usuwania zanieczyszczeń z wody lub ścieków. W badaniach testowych sprawdza się różne warianty konfiguracji składowych procesów technologicznych i ustala rozwiązania najkorzystniejsze z punktu widzenia efektywności usuwania (mikro)zanieczyszczeń.

Względem małej skali takich instalacji można zminimalizować koszty badań związane z doбором metod (procesów) oraz ich parametrów gwarantujących odpowiednią skuteczność usuwania (mikro)zanieczyszczeń. Badania w skali pilotowej są zwykle poprzedzone badaniami prowadzonymi w skali laboratoryjnej (*batch scale*). Jednym z dogodnych rozwiązań instalacji pilotowych jest ich **mobilna forma**. Umożliwia ona wykonywanie testów w dowolnych miejscach, np. poboru wody surowej, oraz prowadzenie testów w różnych porach roku, co ma szczególne znaczenie w sytuacji zmiennych obciążeń zanieczyszczeniami.

Yi Zhang et al. (2016): A pilot plant study using conventional and advanced water treatment processes: Evaluating the efficiency of indicator compounds representative of pharmaceuticals and personal care products. *Water Research* 100: 85-96.

Instalacja pilotowa o wydajności 13,63 m³/h

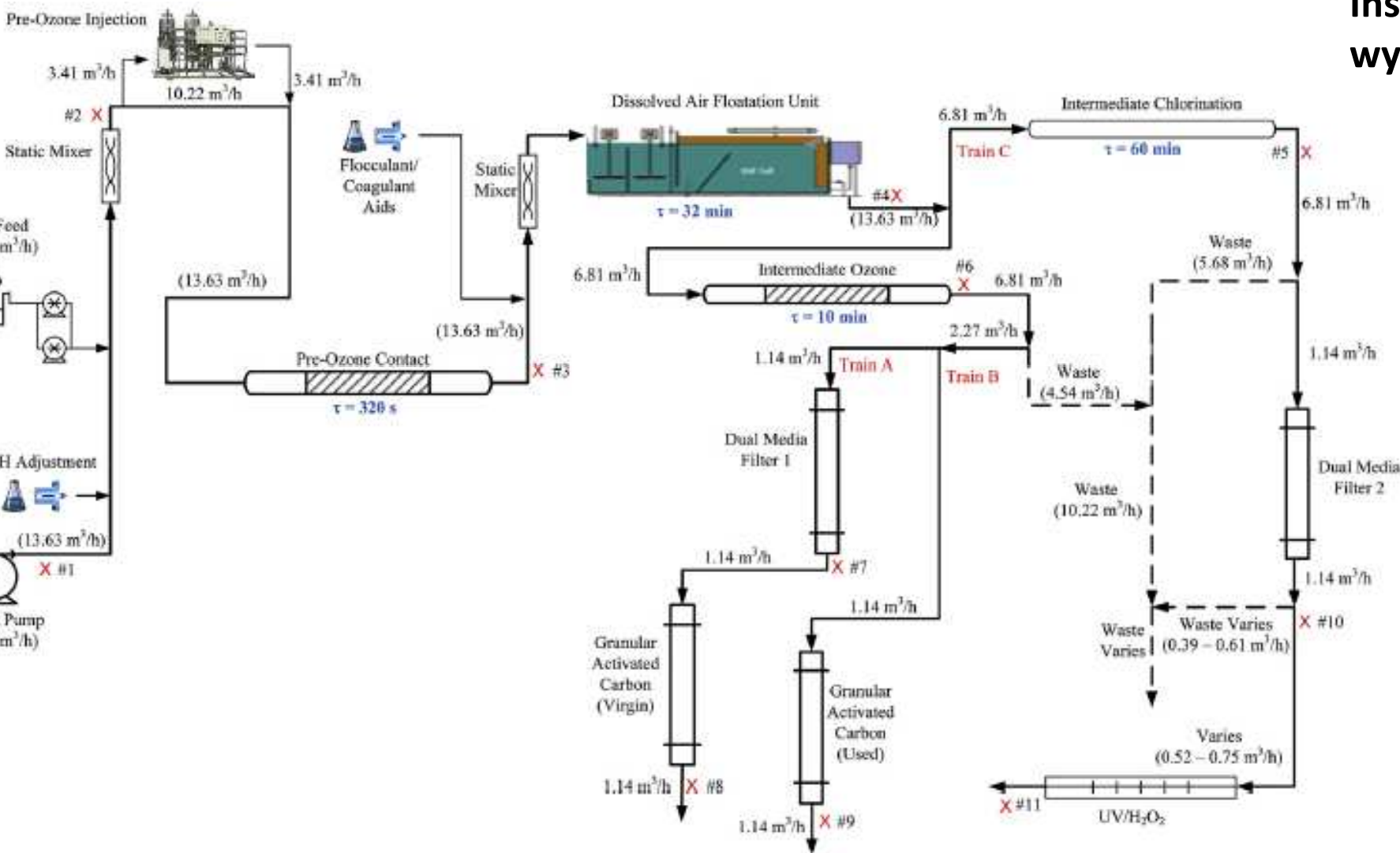


Fig. 1. Pilot plant schematic, process alternatives, and sampling locations (X).

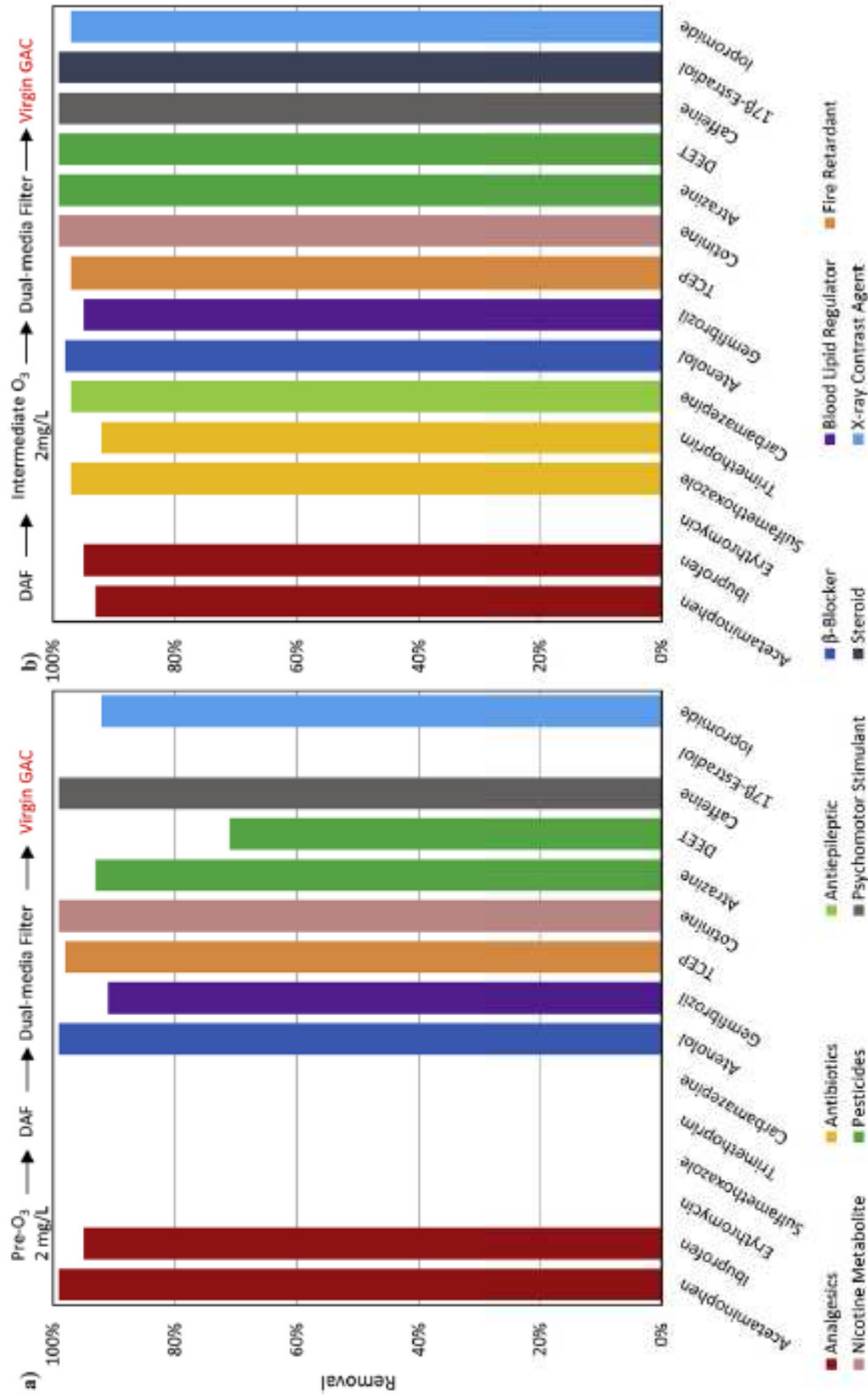


Fig. 5. Comparison of the removal efficiency through GAC that was preceded by pre-ozonation and DAF or DAF and intermediate ozonation. The flowchart on the top of each figure illustrates the sequence of processes prior to virgin GAC (i.e., pre-ozonation and intermediate ozonation). Indicator compounds that are not shown on this figure: a) erythromycin, sulfamethoxazole, and carbamazepine were observed with no removal; trimethoprim and 17β-estradiol were not detected in the influent of the virgin GAC filter; b) erythromycin was not detected in the influent of the virgin GAC filter.

większy stopień usuwania mikrozanieczyszczeń uzyskano dla następujących układów:

• a następnie ozonowanie pośrednie, filtracja na filtrze dwuwarstwowym, świeży GAC;

• ozonowanie wstępne a następnie DAF, filtracja na filtrze dwuwarstwowym, świeży GAC;

• UV (wraz z albo ozonowaniem wstępnym lub pośrednim) a następnie filtracja na filtrze dwuwarstwowym, świeży GAC, układ UV/H₂O₂.

Wyniki badań wykazały znaczące sprawności usuwania mikrozanieczyszczeń przez świeży GAC (poprzedzony procesem DAF oraz ozonowaniem pośrednim) a następnie układem UV/H₂O₂ o intensywności 700 mJ/l, zapewniając usunięcie ze skutecznością > 90% dla ponad 12 związków chemicznych.

Warto zauważyć spadek skuteczności usuwania PPCP, gdy filtrację na świeżym GAC poprzedzało ozonowanie wstępne oraz proces DAF. Ozonowanie pośrednie okazało się bardziej efektywne niż ozonowanie wstępne. Wyniki sugerują na istotne znaczenie tego procesu dla usuwania PPCP następującego po usuwaniu NOM. Efektywność usuwania związków za pomocą ozonowania są funkcją szybkości ich reakcji z ozonem (k_{O3}). W przypadku związków o niskich wartościach stałej szybkości reakcji z ozonem ($k_{O3} < 10 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$) konieczny jest dostatek wodoru do reaktora. Spośród badanych 15 związków chemicznych TCEP oraz kotynina były najbardziej odporne na degradację. Wprawdzie układ UV/H₂O₂ o podwyższonej intensywności naświetlania (700 mJ/l) okazał się wystarczający do usuwania PPCP, zapotrzebowanie energii znacznie przekraczało wartości stosowane w praktyce.

• zynfekcji.

ment trains that achieved the greatest removals involved:

followed by intermediate ozonation, dual media filtration, and virgin GAC;

ozonation followed by DAF, dual media filtration, and virgin GAC;

(with either pre- or intermediate oxidation) followed by dual media filtration and UV/H₂O₂.

s revealed significant removal efficiencies for virgin GAC (preceded by DAF and intermediate ozonation)

O₂ with an intensity of 700 mJ/cm², where more than 12 of the compounds were removed by greater than

ed PPCP removals were observed with virgin GAC preceded by pre-ozonation and DAF. Intermediate

tion was more effective than using pre-ozonation, demonstrating the importance of this process targeted

after treatment of natural organic matter. Removal efficiencies of indicator compounds through ozonation

ound to be a function of the O₃ rate constants (kO₃). For compounds with low O₃ rate constants (kO₃ < 10⁴ L/mol·s),

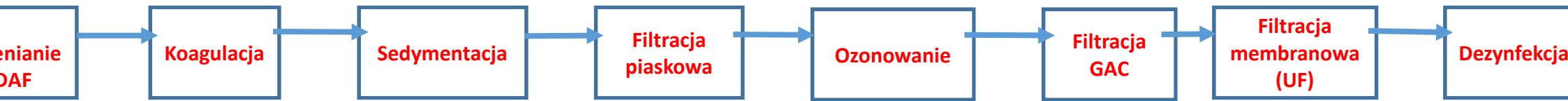
, H₂O₂ addition in the O₃ reactor was required. Of the 15 indicator compounds, tri(2-chloroethyl) phosph

and cotinine were observed to be the most recalcitrant. Although UV/H₂O₂ with elevated intensity (700 mJ/cm²)

was effective for PPCP removals, energy requirements far exceed intensities applied for disinfection

ang Fan et al. (2014): Performance of an integrated process combining ozonation with ceramic membrane filtration for advanced treatment of drinking water. *Desalination*, 335, 47-54.

Typowy schemat blokowy uzdatniania wody powierzchniowej zawierającej mikrozanieczyszczenia



Integrowany schemat blokowy uzdatniania wody



Mikrozanieczyszczenia wody powierzchniowej:

Wzrost twardości

Zakwity

Bakterie

Odory

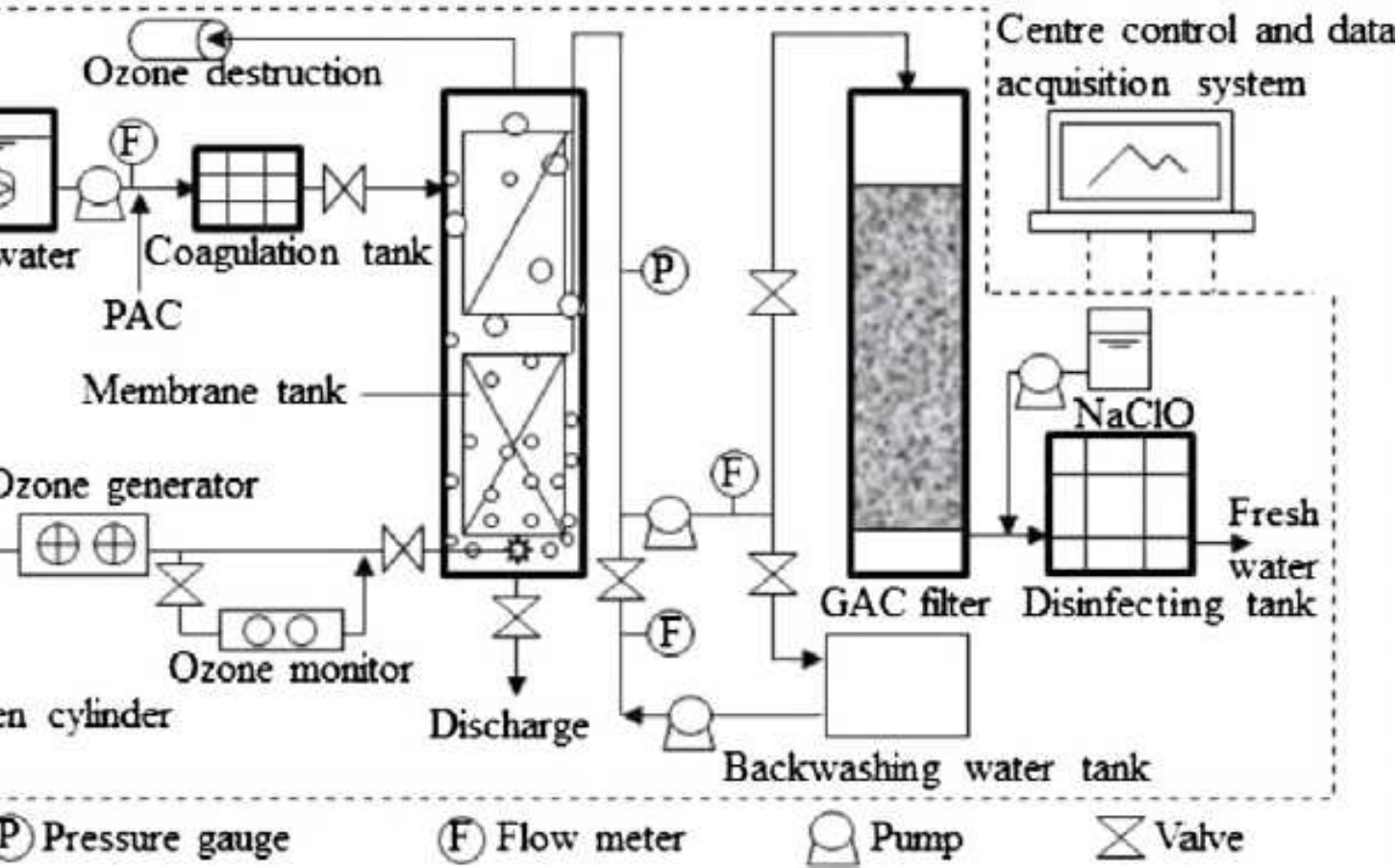
Łączki organiczne

EDCs (endocrine disrupting compounds)

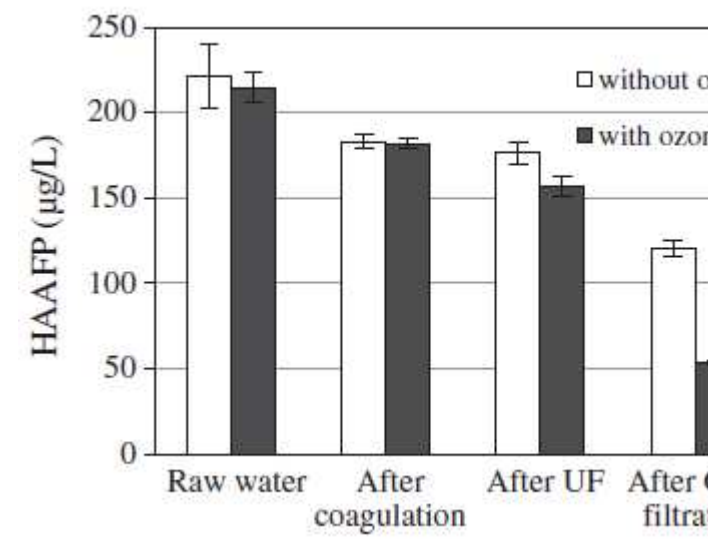
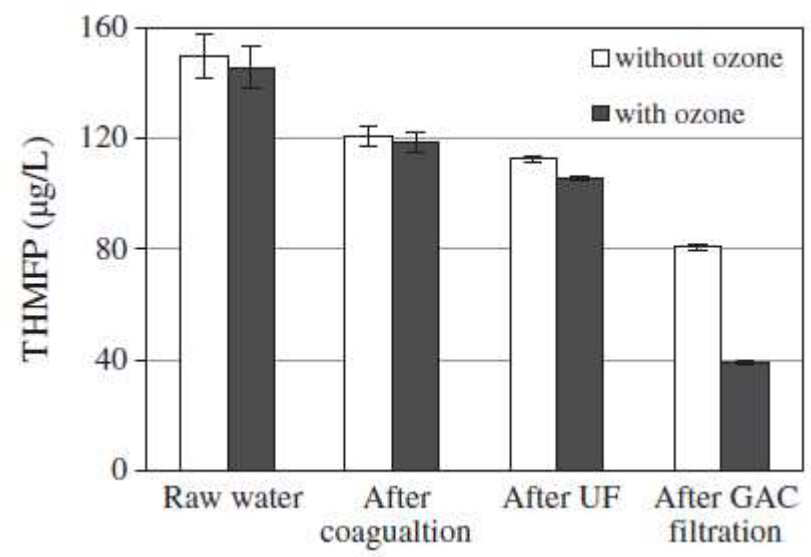
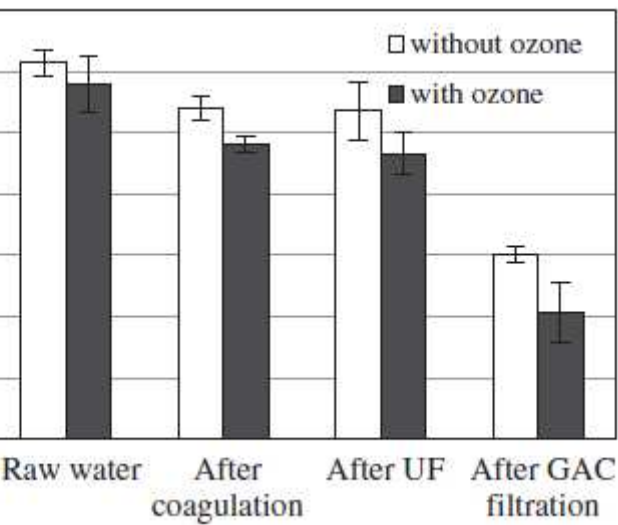
Amoniak

PPCPs (pharmaceutical & personal care products)

Instalacja pilotowa o wydajności 120 m³/h



Schematic representation of the pilot-scale hybrid process for drinking water treatment.



Removal of DBPFP during treatments with or without ozonation

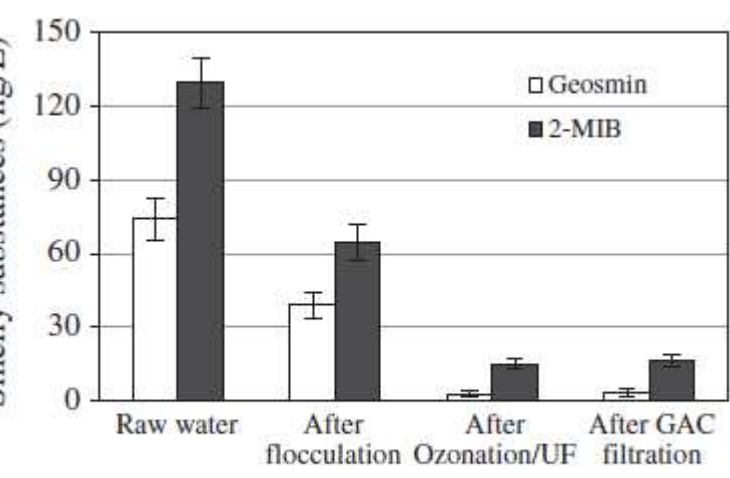


Fig. 6. Removal of geosmin and 2-MIB during treatment processes.

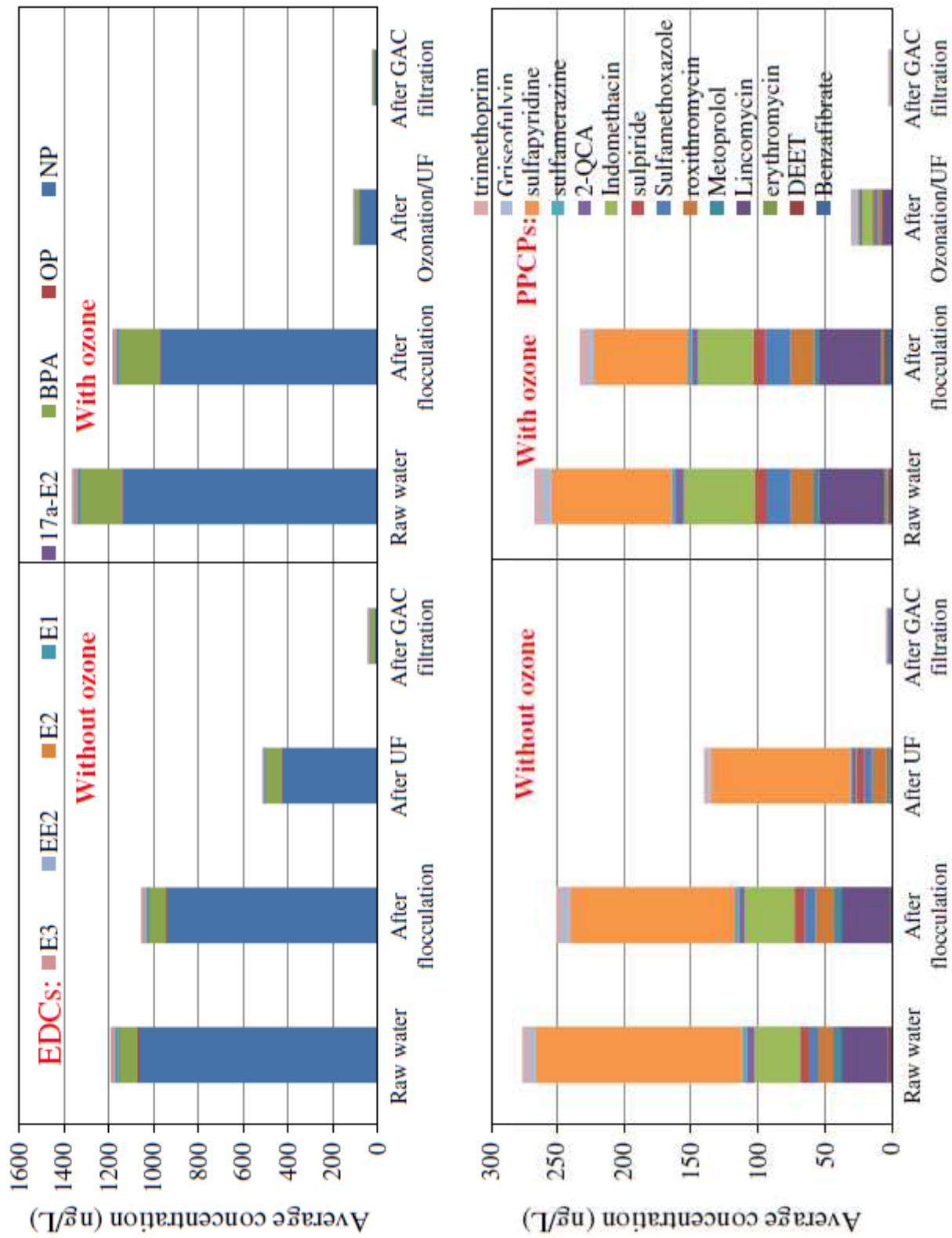


Fig. 7. The variation of EDC and PPCP concentration during treatment processes.

azano, iż hybrydowy proces, w którym połączono koagulację, ultrafiltrację na membranowych filtrach ceramicznych oraz filtrację GAC w pełni pozwala na usuwanie mikrozanieczyszczeń z wody powierzchniowej. Dzięki efektywności można usunąć cały szereg zanieczyszczeń: mętność (99%), liczbę cząstek (99,9%), bakterie (100%), DOC (64%), THMFP (73%), HAAFP (75%), amoniak (98%), geosmina (96%), 2-MIB (88%), 1,2-DICP (98%), PPCP (98%). Integracja ozonowania z membraną ceramiczną odgrywa krytyczną rolę przy zwiększaniu efektywności usuwania wielu zanieczyszczeń oraz zapobiega blokowaniu membrany. Utrzymywanie dawki ozonu w granicach 2-5 mg/L pozwala na poszerzenie zakresu TMP (transmembrane pressure) poniżej 20 kPa. Koszt energii wynosi 0,51 kW/m³. Można przyjąć, że proponowany hybrydowy proces opisany w publikacji ma istotne znaczenie przy modernizacji konwencjonalnych instalacji do uzdatniania wody w krajach rozwijających się z uwagi na zdolność do usuwania mikrozanieczyszczeń obecnych w wodach powierzchniowych.

Hybrid process combining coagulation, ozonation, ceramic membrane ultra-filtration and GAC filtration has been demonstrated to have full capability to deal with the micro-polluted surface water. A variety of contaminants can be removed effectively including turbidity (99%), particle counts (99.9%), Coliform bacteria (99%), DOC (64%), THMFPS (73%), HAAFPs (75%), ammonia (98%), geosmin (96%), 2-MIB (88%), EDCs (98%) (98%). The integration of ozonation with ceramic membrane has been demonstrated to play a critical role to enhance the removal efficiencies of multiple contaminants and to alleviate membrane fouling. Maintaining an ozone dosage at 2–5 mg/L can get ultrafiltration working circle extended under low TMP of 20 kPa. The energy consumption is 0.51 kW/m³. It is believed that the hybrid process developed in this paper is of great practical significance for the modern upgrading of conventional water treatment plants in developing countries to deal with micro-polluted surface water.

Yan et al. (2010): THMs precursor removal by an integrated process of ozonation and biological granular activated carbon for typical Northern China water. *Separation and Purification Technology* 72, 263–268.

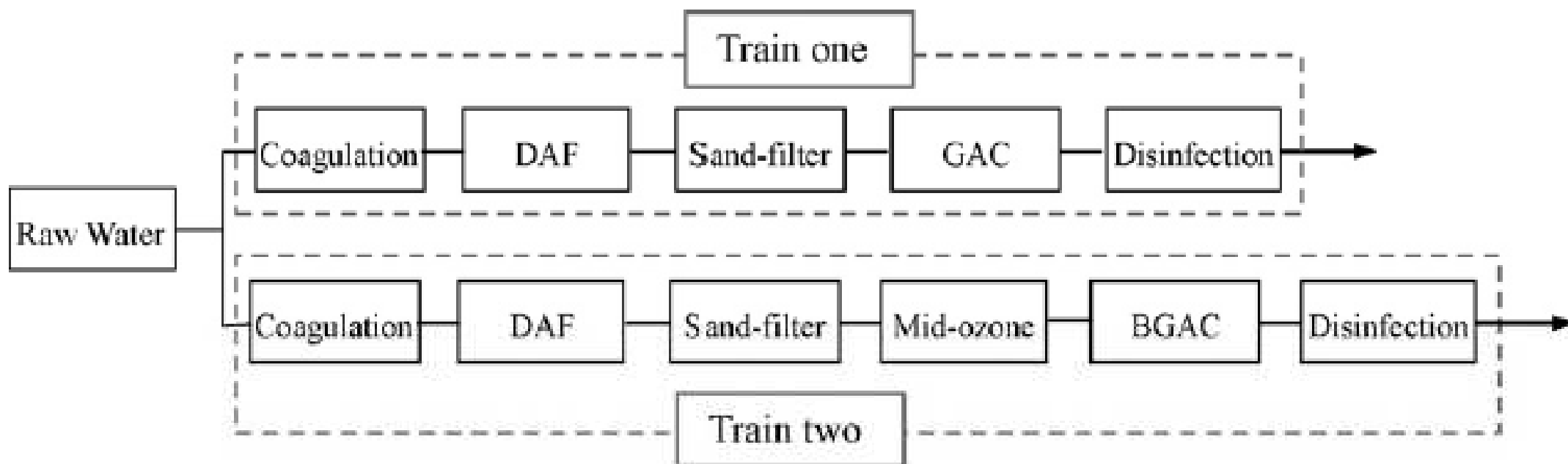
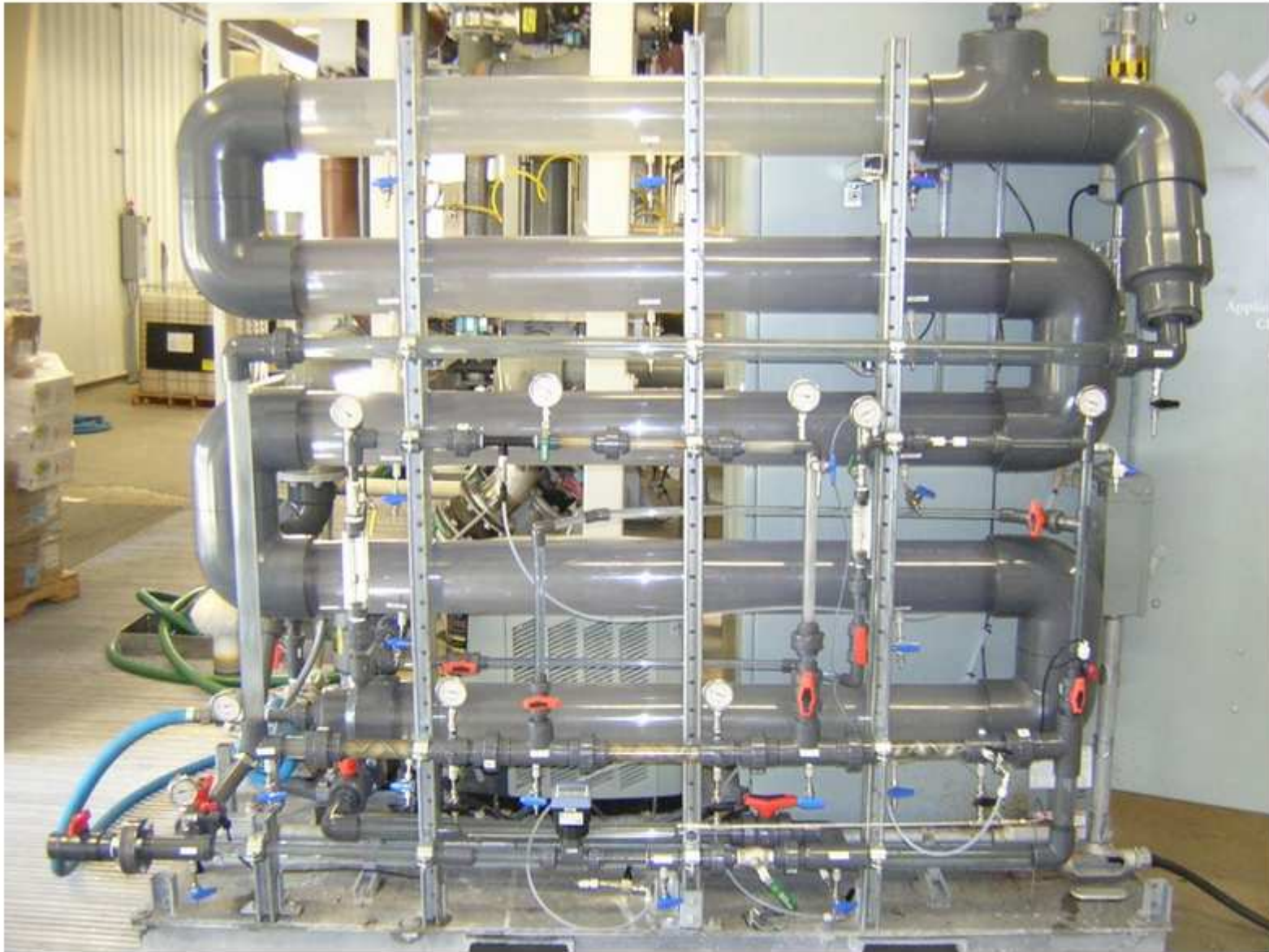


Fig. 1. The schematic of pilot-scale tests.

Pilot Unit



Pilot Unit

