

Wojciech STANIASZEK, Alicja STĘPNIEWSKA,
Ryszard WASIAK

INSTAL WARSZAWA S.A.

STACJA PILOTOWA DO BADANIA USUWANIA ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH Z WODY DO PICIA ZA POMOCĄ ŻYWICY JONOWYMIENNEJ

PILOT STATION FOR TOC REMOVAL TESTS IN THE ION EXCHANGE PROCESS

The paper presents the possibilities of the pilot station implemented in the drinking water treatment plant (DWTP) in Płock. The research has been conducted in order to examine usefulness of applied ion-exchange resin in the process of removal organic matter from drinking water.

1. Wprowadzenie

Usuwanie materii organicznej z wody, szczególnie z wody powierzchniowej wciąż jest poważnym problemem na wielu stacjach uzdatniania wody.

Zbyt duża zawartość związków organicznych skutkuje:

- zwiększonym zapotrzebowaniem na chlor, a co za tym idzie powstawaniem produktów ubocznych chlorowania,
- zanikaniem chloru w sieci wodociągowej oraz możliwością wtórnych zakażeń w sieci,
- koniecznością stosowania większych dawek ozonu (w układach z ozonowaniem),
- skróceniem efektywnego czasu pracy węgla aktywnego (jeśli jest używany).

Obecność węgla organicznego w wodzie ma zasadniczy wpływ na powstawanie THM-ów (szczególnie w przypadku używania do dezynfekcji chloru) czy chloranów i chloranów (szczególnie w przypadku stosowania do dezynfekcji dwutlenku chloru) [1].

Problem stał się szczególnie palący po roku 2007 kiedy to weszło w życie Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z dnia 6 kwietnia 2007 r.) gdzie ustalono jednoznaczny limit 5 mg/dm³ dla OWO. Przedsiębiorstwa wodociągowe stanęły przed koniecznością dostosowania technologii do wymagań rozporządzenia.

Rozporządzenie zostało w 2010r. zmodyfikowane na aktualnie obowiązujący, enigmatyczny zapis: „ogólny węgiel organiczny – bez nieprawidłowych zmian” lecz oczywiście problem nie zniknął.

W tym mniej więcej czasie wzrosło zainteresowanie stosowaniem do usuwania węgla organicznego żywic jonowymiennych. Metoda znana od lat lecz w wodociągach komunalnych nie używana lub używana bardzo rzadko [2], [3].

Przyczyną takiego stanu rzeczy jest najpewniej:

- obawa co do kosztów eksploatacji takiej technologii,
- duża różnorodność składu materii organicznej a przez to niepewność rezultatów,
- brak jednoznacznych wytycznych co do miejsca usytuowania procesu wymiany jonowej w ciągu technologicznym a tym samym trudność w określeniu nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych.

2. Opis stacji pilotowej

W ramach projektu badawczego realizowanego w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka działanie 1.4-4.1 firma Instal Warszawa S.A. zbudowała stację pilotową do badań nad zastosowaniem żywic jonowymiennych do usuwania materii organicznej z wody pitnej.

Stację zbudowano na terenie SUW spółki „Wodociągi Płockie”.

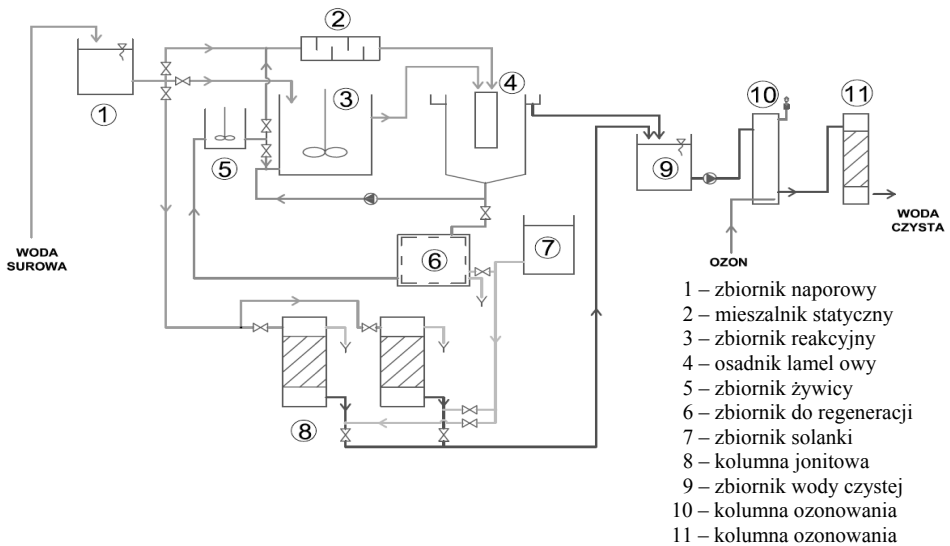
Założeniem dla budowy takiego modelu była jego uniwersalność – możliwość prowadzenia badań w różnych układach z zastosowaniem różnego rodzaju żywic i parametrów technologicznych.

Zasada procesu jest dość dobrze znana i polega na wykorzystaniu faktu, że większość materii organicznej zawartej w wodzie to kwasy humusowe i fulwowe z ujemnie spolaryzowaną resztą kwasową. Wykorzystanie anionitu – żywicy o zdolności usuwania jonów ujemnych powoduje usuwanie tychże kwasów z wody, a żywica może być zregenerowana i ponownie użyta.

Omawiana stacja składa się z następujących zasadniczych elementów:

- zbiornika naporowego,
- trzech równoległych układów wymiany jonowej:
 - z mieszalnikiem statycznym,
 - z mieszalnikiem i osadnikiem,
 - z kolumnami jonowymiennymi,
- układu do regeneracji żywicy,
- układu do regeneracji solanki,
- zbiornika wody czystej,
- ewentualnie innych elementów odtwarzających procesy technologiczne np.: ozonowania czy filtra węglowego.

Schemat technologiczny stacji zastosowanej na SUW w Płocku przedstawiono na rysunku nr 1.



Rys. 1. Schemat technologiczny stacji pilotowej zastosowanej na SUW w Płocku

Fig. 1. Process diagram of pilot plant implemented in the DWTP in Plock

Podstawowe parametry technologiczne stacji zestawiono w poniższej tabeli:

Tab. 1. Podstawowe parametry technologiczne stacji pilotowej

Tab. 1. Basic technological parameters of the pilot station

Parametr	Wartość
Wydajność	0,5-2,0 m ³ /h
Czas kontaktu w mieszalniku	20,0 – 5,0 min
Prędkość unoszenia w osadniku	1,0 mm/s
Stężenie ozonu w fazie gazowej	20 g/m ³
Czas kontaktu w kolumnie ozonowania	60 - 20 min
Prędkość filtracji na filtrze węglowym	5 - 15 m/h
Roztwór regenerujący	10% NaCl +2%NaOH
Częstotliwość regeneracji	72 h
Stężenie zawiesiny żywicy w mieszalniku	20 – 70 dm ³ /m ³
Ilość żywicy poddawana regeneracji	0,3 – 1,0 dm ³ /h

3. Możliwości stacji pilotowej

Na istniejącej stacji pilotowej, wprost lub po niewielkich modyfikacjach, istnieje możliwość badania i optymalnego doboru następujących parametrów:

- dla układu z kolumnami jonitowymi:
 - roboczego natężenia przepływu,
 - długości cyklu filtracyjnego,
 - warunków regeneracji (szybkie płukanie, wolne płukanie, czas kontaktu),
- dla układu z mieszalnikami:
 - dawek żywicy,
 - czasów kontaktu,
 - zapotrzebowania mocy na mieszanie,
 - konstrukcji osadnika,
- dla wszystkich układów:
 - strat żywicy,
 - zużycia roztworów regeneracyjnych,
 - warunków regeneracji roztworów używanych do regeneracji żywicy.

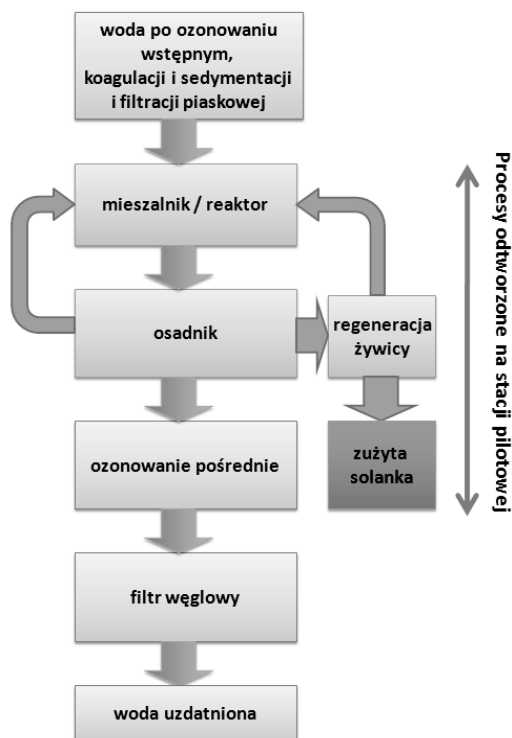
Ostatecznym rezultatem badań na stacji pilotowej są oczywiście założenia do projektu w skali technicznej i oszacowanie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.

4. Wyniki badań

Na SUW w Płocku, gdzie uzdatniana jest woda powierzchniowa z Wisły, w roku 2011/2012 prowadzono badania z wykorzystaniem opisanej stacji.

Stacja była uzupełniona o elementy odtwarzające schemat technologiczny SUW w Płocku czyli ozonowanie i filtracje na węglu aktywnym.

Stacja zasilana była wodą po filtrze piaskowym. Miejsce usytuowania procesu w ciągu technologicznym przedstawiono na rys. nr 2.



Rys.2. Przykład umiejscowienia wymiany jonowej w ciągu technologicznym

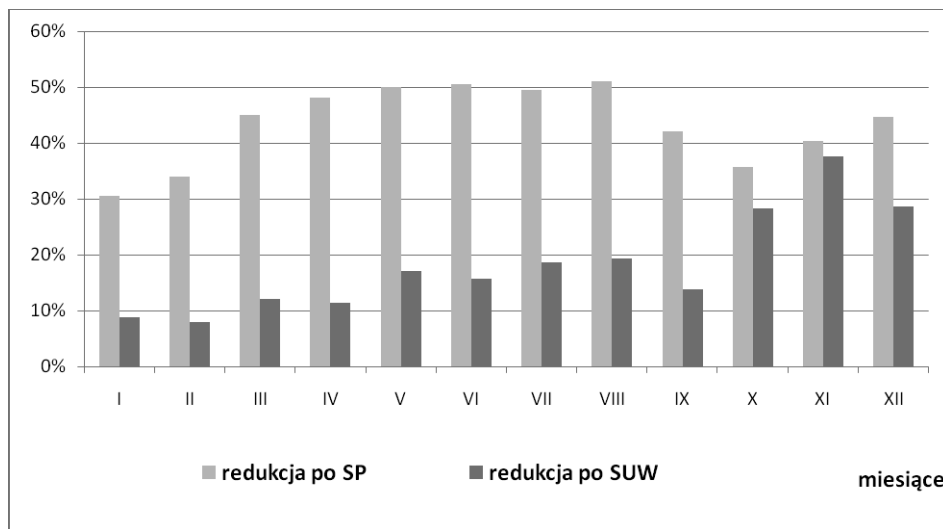
Fig. 2. Example of situating of Ion Exchange process in the process diagram

Na rysunkach nr 3 do 6 przedstawione zostały wyniki otrzymane w trakcie badań na stacji pilotowej w 2011 roku. Na wykresach przedstawiono uśrednione wyniki miesięczne.

Na wykresach nr 3 i nr 5 porównano dane otrzymane na stacji pilotowej z wynikami ze stacji w skali technicznej. Z porównania wynika, że na stacji pilotowej, w której zastosowano dodatkowo wymianę jonową, osiągnęto redukcje zdecydowanie większe (30-50%) niż w skali technicznej (10-35%).

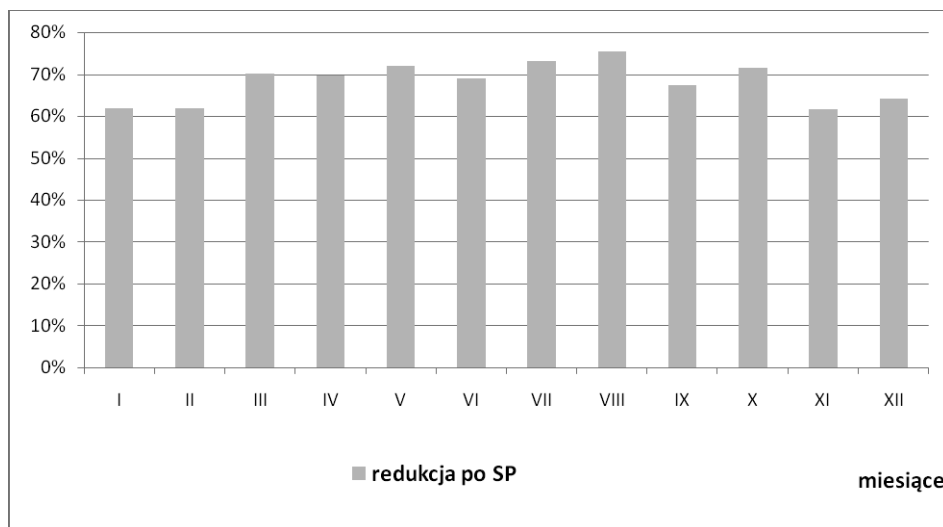
Na wykresie nr 4 przedstawiono stopień redukcji osiągnięty tylko na stacji pilotowej, ze stacji technicznej brak jest danych do porównań, niemniej redukcje osiągnięte w skali pilotowej są znaczące (60-75%).

Porównywano także potencjał tworzenia chlorynów i chloranów w wodzie uzdatnianej w ciągu technicznym i na stacji pilotowej (wykres nr 6). Różnica ujawnia się wyraźnie po 24 h od zachlorowania (za pomocą dwutlenku chloru) i przy chlorze wolnym pozostałym na poziomie 0,5 mg/l.



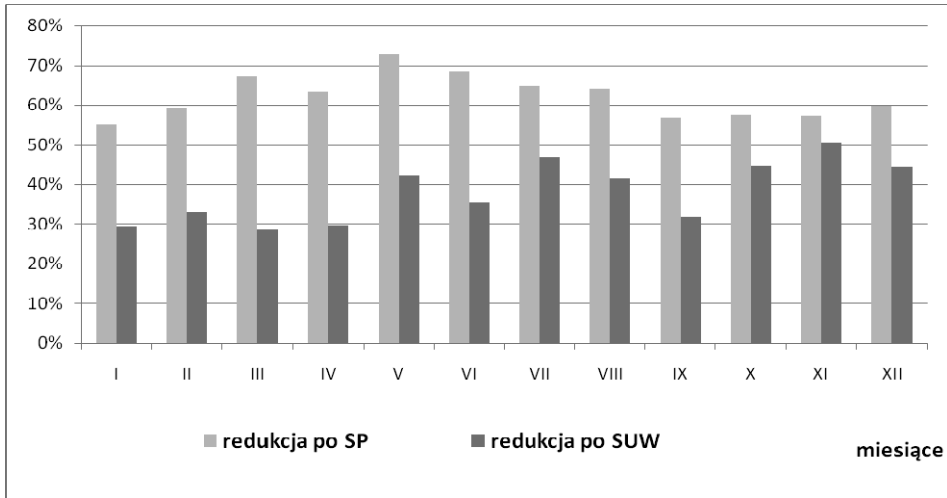
Rys.3. Redukcja OWO na stacji pilotowej i w ciągu technicznym SUW - wartości średnie miesięczne 2011 r.

Fig. 3. TOC removal in the pilot station and in the DWTP - average monthly values (2011)



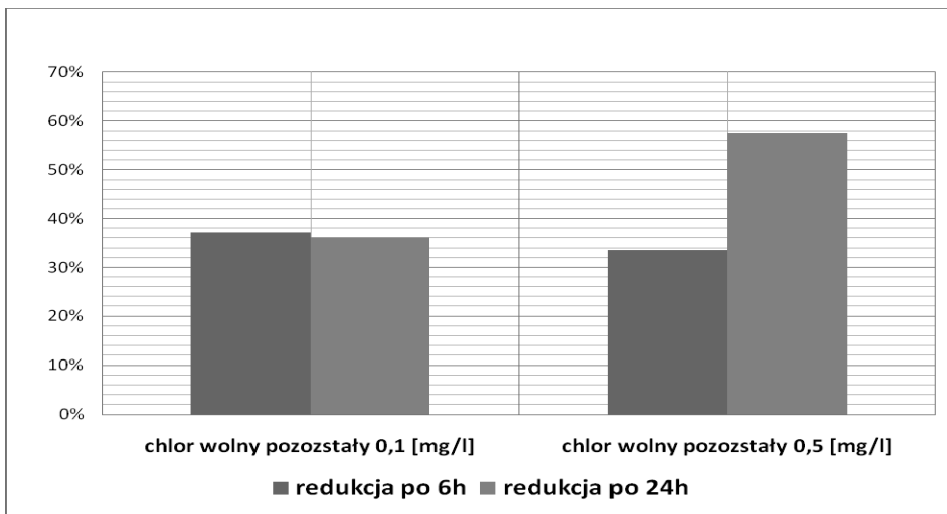
Rys.4. Redukcja absorancji UV_{254nm} na stacji pilotowej i w ciągu technicznym SUW - wartości średnie miesięczne 2011 r.

Fig. 4. UV_{254nm} removal in the pilot station and in the DWTP - average monthly values (2011)



Rys.5. Redukcja utlenialności na stacji pilotowej i w ciągu technicznym SUW - wartości średnie miesięczne 2011 r.

Fig. 5. COD (as KMnO_4) removal in the pilot station and in the DWTP - average monthly values (2011)



Rys. 6. Redukcja chlorynów i chloranów na stacji pilotowej i w ciągu technicznym SUW - wartości średnie miesięczne 2011 r.

Fig. 6. Chlorites and chlorates removal in the pilot station and in the DWTP - average monthly values (2011)

5. Wnioski

Podsumowując można stwierdzić:

- wymiana jonowa jest bardzo skutecznym sposobem usuwania z wody węgla organicznego i z powodzeniem może uzupełniać istniejące na stacjach uzdatniania procesy technologiczne;
- najpewniejszym (stosunkowo mało kosztownym) sposobem do oceny skuteczności procesu, dla danych warunków są badania pilotowe, pozwalające określić parametry technologiczne i ekonomiczne;
- uniwersalność założeń i konstrukcji opisywanej stacji pilotowej stwarza możliwość badań i określenia parametrów procesu w każdych warunkach;

Praca powstała przy współpracy pracowników Wydziału Produkcji Wody i Laboratorium spółki „Wodociągi Płockie”

Bibliografia

- [1] Sozański, M.M., Procesy naturalne w rozwoju technologii uzdatniania wody (TUV). *Gaz, woda i technika sanitarna*, 2012, (3) 110-116
- [2] Anderson, C., Maier W.J., The removal of Organic Matter from Water Supplies by Ion Exchange. *University of Minnesota*, 1977
- [3] Pawłowski, L., Hefty, J. M., Metody jonitowe w uzdatniania wody i oczyszczaniu ścieków. *Nowa technika w inżynierii sanitarnej – Wodociągi i Kanalizacja*, 1978, (9)
- [4] Drikas, M., Natural Organic Matter in Drinking Water Problems and Solutions. *CRC for Water and Treatment occasional*, paper 6, 2003