

**Mirosława SROKA, Anna OLEJNIK**

*Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji  
w m.st. w Warszawie S.A*

## **BADANIA PILOTOWE JAKO PODSTAWOWY ELEMENT KONCEPCJI MODERNIZACJI UKŁADÓW TECHNOLOGICZNYCH W WODOCIĄGACH WARSZAWSKICH**

**A PILOT STUDY AS BASIC ELEMENT OF THE CONCEPT OF  
MODERNIZATION OF TREATMENT TECHNOLOGY IN THE WARSAW  
WATERWORKS**

*In the paper concerns researches within last years for modernization of water treatment processes in the particular waterworks of the Municipal Water Supply and Wastewater Company Warsaw City. Presently research works of water quality improvement are carried out in pilot stations built in three water treatment plant: Central Waterworks and Praga Waterworks taking water from Vistula and Northern Waterworks taking water from Zegrzynski lake*

### **1. Wprowadzenie**

W ostatnich latach zużycie wody w aglomeracji warszawskiej wykazuje stałą tendencję spadkową (rys. 1). Zapotrzebowanie wody przez miasto Warszawę wraz z aglomeracjami ościennymi w 1998 roku było na poziomie 505, 0 tysiąca m<sup>3</sup> na dobę. W 2006 roku średnia produkcja wody wszystkich zakładów układu centralnego (Zakład Wodociągu Centralnego, Zakład Wodociągu Praskiego, Zakład Wodociągu Północnego) wraz z mniejszymi stacjami uzdatniania wody podziemnej (SUW Radość i SUW Falenica) wyniosła ponad 399,8 tysiąca m<sup>3</sup> na dobę. W 2007 roku (dane z 11 miesięcy tego roku ) średnia dobową produkcja wody wynosi ponad 396,7 tysiąca m<sup>3</sup> na dobę (uwzględniając zaopatrzenie w wodę również dzielnicę Wesoła) - tabela 1.

Poprawa jakości wody do spożycia dostarczanej mieszkańcom stała się priorytetowym zadaniem dla Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie S.A. Podkreślić należy, że układy technologiczne stacji uzdatniania nie są jeszcze rozwiązaniami optymalnymi, ale woda spełnia wymagania określone polskim prawem (aktualnie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia Dz.U. Nr 61 poz.417). Oczekiwane uzyskanie poprawy jakości

wody możliwe będzie po wprowadzeniu nowych procesów uzdatniania, co wymaga modernizacji i rozbudowy aktualnie eksploatowanych urządzeń. Potrzeba uzupełnienia układów technologicznych w poszczególnych Zakładach wynika również z pełnego niezależnienia się od zmian hydrologicznych i jakościowych wody w źródłach – Wiśle i Zalewie Zegrzyńskim. Realizując te założenia, w każdym z zakładów uzdatniania zbudowano stacje pilotowe odwzorowujące warianty przyszłych układów technologicznych.

Badania na stacjach pilotowych również w przeszłości były stosowane do ustalania optymalnych procesów i parametrów technologicznych nowo projektowanych czy modernizowanych urządzeń. Można tu podać jako przykład nieistniejącą już stację przy zaporze w Dębie nad Zalewem Zegrzyńskim, która pracowała dla potrzeb projektowych Zakładu Wodociągu Północnego [1]. W wyniku realizacji wieloletniego cyklu badawczego zaproponowano technologię uzdatniania wody dla I etapu budowy Zakładu Wodociągu Północnego oraz dokonano wyboru urządzeń dla uzdatniania wody. Następnie stacja pilotowa zaczęła spełniać funkcję stacji pilotującej budowanego Zakładu Wodociągu Północnego do czasu uruchomienia tego obiektu oraz stacji badań ułankowo – technicznych do wybranych tematów II etapu budowy tego wodociągu.

## 2. Badania technologiczne na stacjach pilotowych w Wodociągach Warszawskich

### 2.1. Zakład Wodociągu Centralnego

Stacja pilotowa w Zakładzie Wodociągu Centralnego została zbudowana w czerwcu 1999 roku dla prowadzenia badań w skali ułankowo-technicznej pod kątem przyszłej modernizacji II ciągu technologicznego tego Zakładu. Pierwszy cykl badań od czerwca 1999 r. do sierpnia 2000 r. został wykonany przez firmę ELIMP. W ramach tych badań testowano różne sekwencje jednostkowych procesów uzdatniania wody i na podstawie przeprowadzonych badań firma ELIMP zaproponowała następujący schemat technologiczny modernizacji II ciągu technologicznego Zakładu Wodociągu Centralnego [3]:

- koagulacja z flotacją ciśnieniową (70% całkowitej dawki siarczanu glinu);
- ozonowanie wstępne ( czas kontaktu 6 minut, dawka ozonu do 1,6 g/m<sup>3</sup>);
- koagulacja i sedymentacja w pulsatorze( 30% całkowitej dawki siarczanu glinu);
- filtracja pospieszna na złożach piaskowych lub antracytowo-piaskowych ( prędkość filtracji do 6m/h);
- ozonowanie pośrednie ( czas kontaktu 10 minut , dawki ozonu do 1,6 g/m<sup>3</sup>);
- sorpcja na granulowanym węglu aktywnym ( czas kontaktu 24 minuty);

Od sierpnia 2000 r. badania prowadzone są przez Zakład Wodociągu Centralnego i zostały ukierunkowane na optymalizację zaproponowanego układu uzdatniania. Dotychczas zrealizowano następujące badania:

- badania porównawcze trzech różnych gatunków granulowanego węgla aktywnych (czerwiec 1999 r. - lipiec 2004r. );
- badania skuteczności koagulantów z grupy polichlorków glinu (PAC) (wrzesień 2000 r. – luty 2001 r.);

- badania nad usuwaniem manganu metoda wstępnego utleniania wody nadmanganianem potasu (marzec - maj 2001 r.);
- badania skuteczności koagulacji/ flotacji ciśnieniowej zastosowanej jako wstępny proces oczyszczania wody poprzedzający koagulację w pulsatorze lub w sekwencji z ozonowaniem wstępnym (czerwiec- sierpień 2001 r. oraz marzec-kwiecień 2002 r.);
- badania nad wpływem wydłużenia czasu kontaktu na filtrach węglowych na efektywność ich pracy przy utrzymaniu 10-minutowego czasu kontaktu w procesie ozonowania pośredniego (wrzesień 2000 r.- luty 2001 r.);
- badania nad zastosowaniem dozowania kwasu fosforowego w procesie ozonowania pośredniego sprzężonego z sorpcją na węglu aktywnym ( czerwiec – sierpień 2001 r.);
- badania nad skutecznością zaawansowanego procesu utleniania metoda peroxone ( $O_3+H_2O_2$ ) i wydłużeniem czasu ozonowania ( styczeń – marzec 2002 r.);
- badania nad wpływem ozonowania wody infiltracyjnej po sedymentacji i filtracji pospiesznej na efektywność pracy filtrów powolnych wraz z uściśleniem wymaganych dawek ozonu ( maj-lipiec 2002 r. oraz luty 2003 r.);
- badania skuteczności procesu koagulacji w pulsatorze oraz w układzie z flotacji pod kątem zwiększenia stopnia usunięcia materii organicznej z wody infiltracyjnej przed procesem ozonowania ( sierpień – listopad 2002 r., oraz marzec-październik 2003 r.);
- badania nad wpływem wydłużenia czasu utleniania pośredniego w metodzie peroxone ( $O_3+H_2O_2$ ) na efektywność pracy filtrów węglowych (kwiecień - maj 2003 r.);
- badania nad wpływem skali ułamkowo – technicznej na uzyskiwane efekty badanych procesów uzdatniania wody (listopad – grudzień 2003 r.);
- badania skuteczności procesów utleniania pośredniego(ozonowanie oraz metody peroxone ) i filtracji węglowej w usuwaniu nieprzyjemnych zapachów ( styczeń 2004 r.);
- badania nad wpływem wielkości obciążenia pulsatora na efekty procesu koagulacji w warunkach niskich temperatur ( styczeń – marzec 2004 r.);
- badania skuteczności flokulantu Magnafloc LT 25 jako środka wspomagającego koagulację wody siarczanem glinu w pulsatorze ( marzec- lipiec 2004 r. oraz październik 2004 r. – marzec 2005 r.);

Badania technologiczne prowadzone aktualnie w układach badawczych stacji pilotowej:

- badania porównawcze czterech różnych gatunków granulowanych węgla aktywnych (od października 2004 r.);
- badania nad minimalizowaniem tworzenia bromianów powstających na skutek utleniania bromków w procesie ozonowania pośredniego (od kwietnia 2005 r.);
- badania nad zastosowaniem nadmanganianu potasu do wstępnego utleniania wody przed procesem koagulacji (od lutego 2007 r.);
- badania bakteriologiczne wody uzdatnionej w modelowych układach technologicznych (od września 2005 r.);
- badania nad powstawaniem broomorganicznych ubocznych produktów ozonowania analizowanych na podstawie trihalometanów ( od stycznia 2007 r.);
- badania nad tworzeniem chlorynów i chloranów w wyniku dezynfekcji wody po filtrach węglowych przy użyciu  $ClO_2$  ( od stycznia 2007 r.)

Badania planowane do realizacji w najbliższej przyszłości :

- badania wpływu metod ograniczenia tworzenia bromianów na efektywność pracy filtrów węglowych;
- badania nad agresywnością wody po filtrach węglowych;
- badania nad zastosowaniem procesów membranowych do usuwania chlorków.

## 2.2. Zakład Wodociągu Praskiego

Pierwsze próby badań nad rozbudową istniejącego układu technologicznego miały miejsce w latach 70-tych ubiegłego wieku. Następnie badania kontynuowano w latach 90-tych na ówczesnej stacji pilotowej Zakładu. Celem i głównym kryterium oceny badań, rozpoczętych w 1995 r., było ustalenie przyszłej technologii z założeniem, że do dezynfekcji byłby stosowany tylko  $\text{ClO}_2$  w dawkach do  $0,4 \text{ g/m}^3$ . Jako alternatywę dla ozonowania pośredniego, zastosowano napowietrzanie lub natlenianie. Do badań wytypowano trzy gatunki granulowanych węgla aktywnych i wstępnie przyjęto 12-minutowy czas kontaktu z wodą.

Wynikiem pierwszego roku badań było ustalenie następujących propozycji rozszerzenia istniejącej technologii [3]:

- ozonowanie pośrednie z czasem kontaktu 10-12 minut z ograniczoną dawką  $\text{O}_3$  do  $2 \text{ g/m}^3$  (z powodu tworzenia się bromianów), przy stężeniu ozonu resztkowego w wodzie  $0,10\text{-}0,15 \text{ mg/l}$
- sorpcja przez granulowany węgiel aktywny z czasem kontaktu minimum 17 minut;
- dezynfekcja  $\text{ClO}_2$  dawką około  $0,4 \text{ g/m}^3$ , z wyjątkiem okresu letniego, dla którego określono dawkę około  $0,5 \text{ g/m}^3$ ;

Następnie badania zostały ukierunkowane na sprawdzenie i optymalizację wstępnie wytypowanej technologii poprzez [3]:

- badania nad intensyfikacją procesu ozonowania;
- badania nad ozonowaniem recyrkulacyjnym (podawanie do 50% filtratu po złożach węglowych do odrębnej kolumny ozonowania i zwracanie jej na te złoża);
- badania nad dozowaniem  $\text{H}_2\text{O}_2$  w procesach ozonowania pośredniego i ozonowania recyrkulacyjnego (przed, w środku lub po kolumnach) dla ograniczenia tworzenia się bromianów oraz poprawy efektu usuwania związków organicznych;
- badania nad wydłużeniem do 34 minut czasu kontaktu wody ze złożem węglowym;
- badania nad wyborem gatunku granulowanego węgla aktywnego;
- badania nad określeniem długości okresów między regeneracyjnymi;

Badania wykazały skuteczność układu ozon i granulowany węgiel aktywny. Podstawowym parametrem warunkującym uzyskanie optymalnego efektu, przy konieczności ograniczenia dawki ozonu, jest wydłużony czas kontaktu wody na złożu węglowym do 34 minut. Dozowanie nadtlenu wodoru oraz zastosowanie ozonowania jako procesu wstępnego nie dało oczekiwanych efektów. Te same badania wskazały jednoznacznie na potrzebę przywrócenia procesu napowietrzania do układu technologicznego Zakładu Wodociągu Praskiego. W 2000 r. stacja pilotowa została zdemontowana.

W latach 2005-2006 zrealizowano następujące badania:

- badania nad koagulacją powierzchniową wody infiltracyjnej (od października 2005r. do stycznia 2006r.)
- badania nad zastosowaniem procesu MIE<sup>®</sup>X Resin (Magnetic Ion Exchange – proces polegający na zastosowaniu selektywnych żywic jonowymiennych) (kwiecień – lipiec 2005 r.)
- badania nad usuwaniem zapachu (geosminy i metylo-izo- borneolu) po zastosowaniu procesu MIE<sup>®</sup>X Resin oraz procesu skojarzonego MIE<sup>®</sup>X Resin i pylistego węgla aktywnego (październik - listopad 2005 r.)

Badania kontynuowano po wybudowaniu nowej stacji pilotowej w marcu 2006 r. Urządzenia stacji modelowej zasilane są wodą po filtrach pospiesznych z technicznego układu uzdatniania. Badania technologiczne prowadzone aktualnie w układzie badawczym stacji pilotowej:

- badania porównawcze trzech różnych granulowanych węgla aktywnym (od marca 2006 r.);
  - badania porównawcze jakości wody z zastosowaniem lub bez procesu ozonowania pośredniego przed granulowanym węglem aktywnym (od marca 2006 r.);
  - badania nad ograniczeniem tworzenia bromianów po procesie ozonowania pośredniego
- Badania planowane do realizacji w najbliższej przyszłości:
- badania nad tworzeniem chlorynów i chloranów w wyniku dezynfekcji wody po filtrach węglowych przy użyciu  $\text{ClO}_2$ ;
  - badania nad zastosowaniem procesów membranowych do usuwania chlorków.

### 2.3. Zakład Wodociągu Północnego

Stacja pilotowa w Zakładzie Wodociągu Północnego została uruchomiona w październiku 1989 i jest wyposażona w urządzenia odzwierciedlające w skali ułamkowo-technicznej pełny, docelowy układ technologiczny tego zakładu. Stacja modelową składającą się z trzech niezależnych ciągów, pełni rolę zarówno badawczą, jak też pilotującą proces uzdatniania wody w skali technicznej. Dotychczas zrealizowano następujące badania:

- próby z zastosowaniem koagulantów PBSA i PIX ( luty 1991 r.);
- pierwsze eksperymenty z zastosowaniem granulowanego węgla aktywnego (marzec 1991 r.);
- próby z zastosowaniem zakwaszania kwasem siarkowym jako procesu wspomagającego proces koagulacji (luty-marzec 1991 r.);
- badania porównawcze z zastosowaniem koagulantów glinowego i żelazowego (kwiecień- sierpień 1991 r. oraz luty-kwiecień 1994 r.);
- próby technologiczne z zastosowaniem kilku granulowanych węgla aktywnych (lipiec 1991r. – luty 1992 r.);
- próby technologiczne filtrów dwuwarstwowych (lipiec 1991 r.);
- badania porównawcze czterech różnych gatunków granulowanych węgla aktywnych (kwiecień 1992 r.- grudzień 1993 r.);
- badania technologiczne procesu ozonowania wstępnego przy udziale firmy ELIMP (czerwiec- listopad 1993 r.);
- badania nad sprawdzeniem efektów technologicznych po zastosowaniu koagulanta Rofloc (sierpień 1993 r.-styczeń 1994 r.);
- eksperymenty z zastosowaniem polielektrolitów do wspomagania procesu koagulacji (marzec-wrzesień 1994 r.);
- badania porównawcze trzech różnych gatunków węgla aktywnych prowadzone przez firmę ELIMP ( październik 1994 r. – luty 1996 r.), a następnie kontynuacja tych badań przez Zakład Wodociągu Północnego ( marzec 1996 r. –wrzesień 2002 r.);
- próby z prowadzeniem procesów wstępnej koagulacji, flokulacji i flotacji ciśnieniowej na stacji flotacji wypożyczonej z wodociągów w Turku (maj-grudzień 1994 r.);
- badania flotacji ciśnieniowej prowadzone z firmą PURAC (maj 1995r.-sierpień 1996 r.)
- badania z prowadzeniem procesu koagulacji kontaktowej w filtrze piaskowym jako proces koagulacji  $\text{II}^0$  ( sierpień- wrzesień 1995 r.);
- badania z zastosowaniem flotacji ciśnieniowej w pełnym układzie technologicznym Stacji Pilotowej (sierpień 1996 r.-maj 1997 r.);

- badania procesu koagulacji przy zastosowaniu różnych koagulantów m.in. spolimeryzowanych koagulantów glinowych, glinowo-żelazowych, żelazowych (styczeń 1998 r.- luty 2000 r.);
- badania flotacji ciśnieniowej oraz badania koagulacji dwustopniowej w układzie flotacja ciśnieniowa- koagulacja w pulsatorze z użyciem koagulantu SK-39 (maj 1998r.);
- badania filtracji powolnej na filtrze piaskowym (wrzesień 1998 r. – marzec 2001 r.);
- badania nad zastosowaniem różnych flokulantów do wspomaganie procesu koagulacji (grudzień 1998 r. - styczeń 1999r. oraz styczeń 2002 r. – grudzień 2004 r.);
- badania technologiczne flotacji ciśnieniowej we współpracy z firmą PURAC (kwiecień 1999 r. – grudzień 2000 r.) a następnie kontynuacja badań prowadzona przez Zakład Wodociągu Północnego (maj-październik 2001r.);
- badania technologiczne koagulacji I<sup>0</sup> przy optymalizacji pH kwasem siarkowym (październik-listopad 2001 r.);
- badania granulowanego węgla aktywnego WG-12 firmy GRYFSCAND (kwiecień 2002r. – maj 2003 r.);
- badania filtracji dwuwarstwowej tj. złoża piaskowe z antracytem (grudzień 2002 r.- grudzień 2006 r.);
- badania technologiczne flotacji ciśnieniowej zastosowanej po I<sup>0</sup> koagulacji (sierpień 2002 r.-styczeń 2003 r. oraz wrzesień 2003 r.);
- badania technologiczne na kontenerowej stacji firmy AWAS ( lipiec 2004 r.);
- badania procesu Actiflo prowadzone we współpracy z firmą VEOLIA (luty-marzec 2005 r. oraz czerwiec-lipiec 2005 r.);
- badania flotacji ciśnieniowej prowadzone równoległe do badań procesu Actiflo prowadzone przez Zakład Wodociągu Północnego (luty-marzec 2005 r.) oraz prowadzone we współpracy z firmą VEOLIA równoległe do badań procesu Actiflo (marzec-maj 2005 r. oraz czerwiec-lipiec 2005 r.);
- badania technologiczne mikrosit Hydrotech przy współpracy z firmą VEOLIA (maj 2005 r.);
- badania procesu koagulacji przy zastosowaniu różnych koagulantów glinowych (luty-marzec 2006 r., czerwiec-lipiec 2006 r. oraz styczeń-marzec 2007 r.);
- badania z zastosowaniem procesu flotacji ciśnieniowej w okresie zakwitnięcia fitoplanktonu (kwiecień-maj 2006 r.);
- badania z zastosowaniem procesu flotacji ciśnieniowej w okresie pogorszenia jakości wody surowej (wrzesień - październik 2006 r.)

Dotychczasowe badania przeprowadzone na stacji pilotowej pozwoliły na wprowadzenie wielu zmian w technologii uzdatniania wody w Zakładzie Wodociągu Północnego [3]:

- wyeliminowanie chloru i zastąpienie go ozonem we wstępnym procesie utleniania;
- wprowadzenie sezonowo koagulantu produkowanego na bazie soli żelaza, pozwalającego w niektórych okresach na lepsze usuwanie zanieczyszczeń organicznych (obecnie nie stosowany z powodu małej stabilności procesu);
- budowę filtrów węglowych, pozwalających na lepsze efekty uzdatniania wody oraz znaczne polepszenie jej walorów smakowych;
- podjęcie decyzji o wprowadzeniu wstępnej koagulacji z flotacją ciśnieniową jako procesu redukującego związki organiczne przed wstępnym ozonowaniem oraz wpływającego na poprawę jakości wody uzdatnionej;

Badania technologiczne prowadzone aktualnie w układzie badawczym stacji pilotowej:

- badania na ciągu technologicznym pilotującym pracę układu technicznego SUW (prowadzone na bieżąco);
- badania optymalizujące proces koagulacji w pulsatorach (prowadzone na bieżąco);
- badania porównawcze czterech różnych granulowanych węgla aktywnym (od lipca 2007 r.);

Badania planowane do realizacji w najbliższej przyszłości:

- badania nad zastosowaniem procesów membranowych do usuwania związków organicznych;
- badania procesu filtracji pospiesznej na złożach wielowarstwowych ;
- badania efektywności sorpcyjnych różnych gatunków granulowanego węgla aktywnego w mikrokolumnach (badania realizowane we współpracy z Politechniką Łódzką).

### **3. Kierunki rozwoju technologii uzdatniania wody w Wodociągach Warszawskich**

Na podstawie wieloletnich badań przeprowadzonych na stacjach pilotowych w 1994 roku został wykonany i przyjęty do realizacji w Miejskim Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie S.A. „Program Poprawy Jakości Wody”. Program ten aktualizowany w latach 1995 - 1996 oraz w latach następnych przewidywał realizację następujących zadań [2] :

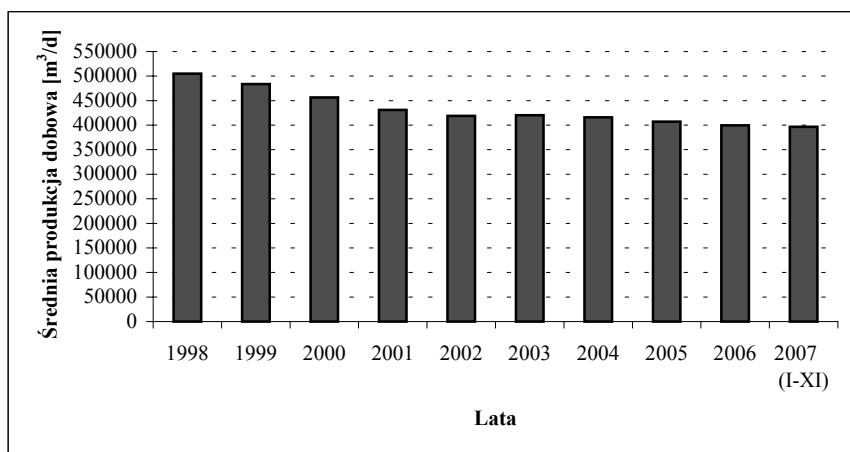
- zmianę sposobu ujmowania wody powierzchniowej z rzeki Wisły poprzez zwiększenie ilości ujęć infiltracyjnych – w Zakładzie Wodociągu Centralnego (zadanie zakończone);
- wprowadzenie węgla aktywnego do komór filtrów powolnych – w Zakładzie Wodociągu Centralnego (zadanie zakończone);
- wprowadzenie sorpcji na granulowanym węglu aktywnym wraz z ozonowaniem pośrednim we wszystkich Zakładach produkujących wodę dla Warszawy (zadanie do wykonania);
- zamianę środka do dezynfekcji wody z chloru na dwutlenek chloru we wszystkich Zakładach (zadanie częściowo zrealizowane, obecnie dezynfekcja w Zakładzie Wodociągu Centralnego prowadzona jest dwutlenkiem chloru, natomiast w Zakładzie Wodociągu Praskiego i Zakładzie Wodociągu Północnego mieszaniną chloru i dwutlenku chloru);
- modernizację i optymalizację procesów technologicznych obecnie stosowanych (zadanie sukcesywnie realizowane);
- modernizację istniejących obiektów w poszczególnych Zakładach w zakresie wynikającym z potrzeb Programu Poprawy Jakości Wody (zadanie sukcesywnie realizowane);  
Dodatkowo Program Poprawy Jakości Wody został rozszerzony o następujące zagadnienia [2]:
- wprowadzenie monitoringu procesów produkcyjnych w systemie ciągłym (we wszystkich Zakładach – zadanie częściowo zrealizowane);
- modernizację układu mieszania reagentów (w Zakładzie Wodociągu Północnego – zadanie wykonane);
- modernizację instalacji węgla pylistego (w Zakładzie Wodociągu Północnego - zadanie wykonane);
- kompleksową modernizację SUW Radość i SUW Falenica umożliwiającą pełną automatykę procesów technologicznych i dystrybucji wody (zadanie wykonane) ;

- wprowadzenie biomonitoringu na rybach w ujęciach wody z Wisły dla Zakładu Wodociągu Centralnego, dla Zakładu Wodociągu Praskiego oraz w ujęciu wody z Zalewu Żegrzyńskiego dla Zakładu Wodociągu Północnego oraz w SUW Radość i SUW Falenica (nowe zadanie);

Generalnym założeniem technologicznym przyszłych inwestycji jest odstąpienie od stosowania chloru, a więc zastosowanie ozonu do utleniania wstępnego, a procesie dezynfekcji dążenie do zastąpienia chloru dwutlenkiem chloru. Ponadto w celu obniżenia zawartości materii organicznej w wodzie uzdatnionej planowane jest zastosowanie procesu ozonowania pośredniego oraz sorpcji na granulowanym węglu aktywnym, jak również zastosowanie procesu flotacji ciśnieniowej. Potwierdzeniem tych zamierzeń były wieloletnie badania prowadzone na stacjach pilotowych poszczególnych Zakładów. Powyższe badania określiły i wskazały podstawowe, jednostkowe parametry procesowe, pozwoliły zdefiniować i określić efekty technologiczne. Wszystkie wyżej wymienione zamierzenia inwestycyjno-modernizacyjne zapewnią dostosowanie jakości uzdatnianej wody do wymogów i standardów Unii Europejskiej.

Bardzo ważną rzeczą, którą należy tu podkreślić jest fakt, że konsekwencją w realizacji poszczególnych zadań ujętych w Programie Poprawy Jakości Wody oraz wspomniane wyżej badania pilotowe pozwoliły Miejskiemu Przedsiębiorstwu Wodociągów i Kanalizacji w m.st. Warszawie S.A. płynnie przechodzić przez stale zmieniające się wymogi prawne dotyczące między innymi jakości wyprodukowanej wody.

Stacje pilotowe pozwalają, więc na prowadzenie wielokierunkowych badań, mających na celu doskonalenie i optymalizację procesów uzdatniania oraz sprawdzanie przydatności nowych reagentów, nowatorskich technik i procesów technologicznych. Jak już wspomniano w niniejszym artykule, prowadzenie modernizacji procesów technologicznych uzdatniania wody, a tym bardziej wprowadzanie nowych technologii musi być pozytywnym wynikiem wieloletnich badań, prowadzonych na stacjach pilotowych. Należy tu podkreślić, iż badań tych nie można przyspieszyć lub z nich zrezygnować, ponieważ taki nierozważny sposób postępowania mógłby doprowadzić do podejmowania błędnych decyzji, których skutkiem może być nieefektywność procesów i marnotrawstwo środków finansowych. Jak już wspomniano w naszej Spółce planuje się wykonywanie dalszych badań w tym również badań nad zastosowaniem nowoczesnych procesów np. zastosowaniem technik membranowych w tym ultra i nanofiltracji.



Rys. 1. Średnia dobową produkcją wody przez wodociągi warszawskie w poszczególnych latach



Tab. 1. Produkcja wody przez poszczególne Zakłady w latach 1998-2007 (wartości średnie i maksymalne roczne)

Rok		Zakład Wodociągu Centralnego	Zakład Wodociągu Praskiego	Zakład Wodociągu Północnego	SUW Radość	SUW Falenica	Wesoła*
		m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d
1998	średnia	272856	95363	133189	2342	1240	
	maksymalna	342900	128700	166000	4600	3770	
1999	średnia	260545	93418	126441	1890	1473	
	maksymalna	341100	155600	155000	2730	3627	
2000	średnia	261226	53271	138396	1626	1803	
	maksymalna	353000	84300	167000	4523	3684	
2001	średnia	247600	49477	130104	1885	1826	
	maksymalna	292600	81000	154000	3965	3680	
2002	średnia	240905	53884	120436	1779	2013	
	maksymalna	293200	82500	144000	2914	3792	
2003	średnia	239778	59515	117027	2071	1948	
	maksymalna	280900	87800	143000	3570	3976	
2004	średnia	251119	55392	105402	2247	1707	
	maksymalna	317900	114600	151000	3730	2900	
2005	średnia	236328	65266	101200	2638	1823	
	maksymalna	307552	83163	120000	5086	3310	
2006	średnia	225557	66301	103479	2558	1866	
	maksymalna	283077	89340	134000	5260	4129	
2007 (za okres od 01stycznia do 30 listopada)	średnia	212656	75158	100997	2418	1711	3754
	maksymalna	248542	101078	126000	4663	2936	9999

## Bibliografia

- [1] Buraczewski G, Stefańczyk J. Stacja pilotująca metodą badań dla dużych inwestycji wodociągowych, GWiTS, nr 9 Tom LII, ss.271-273
- [2] Zaleska B. Technologie uzdatniania wody stosowane w Wodociągach Warszawskich wynikające z realizacji „Programu poprawy jakości wody”. *III Ogólnopolska Konferencja Naukowo-Techniczna . Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody Szczyrk 2005r.* ss. 400-410
- [3] Rypina A., Kulągowska R., Mossakowska A., Kulesza M. Uzdatnianie wód powierzchniowej w aspekcie badań na stacjach modelowych – wybrane zagadnienia. *IV Międzynarodowa Konferencja „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód” Poznań 2000,* ss. 531-543

