

Hanna LABIJAK, Julita SZAFRANIAK

*Institut Inżynierii Środowiska
Politechnika Poznańska
Poznań*

PROBLEMY BEZPOŚREDNIEGO UZDATNIANIA WODY Z RZEKI WARTY W ASPEKCIE SEZONOWYCH ZMIAN JEJ BARWY

PROBLEMS OF THE WARTA RIVER DIRECT WATER TREATMENT IN ASPECT OF ITS SEASONAL COLOUR CHANGES

The thesis proves that while designing the surface waters treatment technology, it is necessary to take into consideration its seasonal quality changes. This paper also states that the water treatment station's modernization should be carried out with the use of already existing objects, as they are best suitable for filling the conditions of the defined season. Additionally, authors of the thesis draw attention to the ecological aspects of the management and protection of urban rivers.

1. Wprowadzenie

O trudnościach w uzdatnianiu wód powierzchniowych pozyskiwanych przez zakłady wodociągowe w celach pitnych pisano już wielokrotnie. Teoretyczne rozwiązania systemowego uzdatniania wody w odniesieniu do wód różnej jakości poparte badaniami doświadczalnymi przedstawiono w opracowaniu [1]. W pracujących zakładach wodociągowych zaopatrujących takie aglomeracje jak: warszawska, krakowska, gdańska, szczecińska, łódzka czy wrocławska, które na początku lat 90. ujmowały wody nadmiernie zanieczyszczone, zaobserwowano szereg mankamentów utrudniających właściwą eksploatację układu uzdatniania. Praktycznie żaden z ówczesnych wodociągów przy istniejącym w tamtym czasie układzie technologicznym nie był w stanie wyprodukować wody, która przez cały rok spełniałaby polskie wymagania. Spełnienie wymagań światowych (WHO) było tym bardziej niemożliwe. Zdaniem Z. Łepkowskiego [2] poprawa jakości wód w rzekach i zbiornikach wodnych nie nastąpi szybko. Proces ten, wymagający znacznych środków finansowych, w krajach zachodnich trwał około 20 lat. Jeżeli Polacy mają pić bezpieczną wodę musi nastąpić inwestowanie w budowę nowoczesnych zakładów wodociągowych oraz modernizację i rozbudowę wodociągów już istniejących

przy równoczesnym ograniczaniu zanieczyszczeń dopływających ze wszystkich źródeł do wszystkich bez wyjątku wód powierzchniowych. Szczególnie ważne są te zanieczyszczenia wody np. fenolem i innymi substancjami ropopochodnymi, które mogą być przyczyną kłopotów eksploatacyjnych z udziałem procesu sorpcji. Ogromną rolę spełnia również dobrze zaprojektowane ujęcie np. nurtowe, wyposażone w ciąg urządzeń do cedzenia i mikrofiltracji.

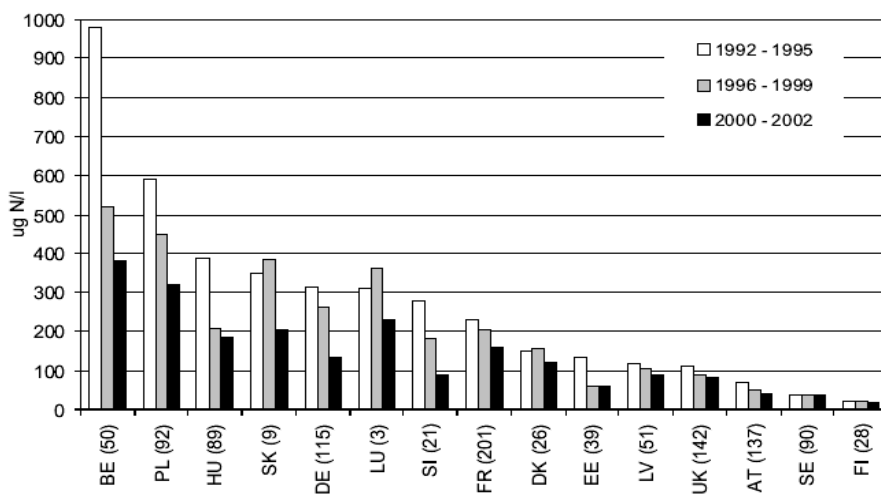
W tej pracy zostaną omówione zagadnienia związane z trudnościami w wyborze odpowiedniego układu technologicznego w celu bezpośredniego uzdatniania wody tak, by mógł on najlepiej uwzględnić specyfikę danej rzeki. Kontrola wskaźników fizycznych jakości wody umożliwiła pierwszą bazową ocenę skuteczności procesu jej uzdatniania. Na obecnym etapie badań uznano za najbardziej dyskusyjny proces odbarwiania wody. Fakt ten wiąże się przede wszystkim z nizinny i meandrującym charakterem samej rzeki przepływającej przez Wielkopolskę wraz z jej licznymi rozlewiskami utrzymującymi się przez znaczną część roku. Stąd daje się zauważyć zmienność zabarwienia wody od barwy żółtej do zielonej. Zmiany te zaobserwowane głównie w miesiącach maj – sierpień, świadczące jednocześnie o obecności w wodzie organizmów planktonowych, muszą być uwzględniane przy doborze metod uzdatniania. Pośrednią ocenę zmian zabarwienia wody można dokonać poprzez zbadanie wskaźnika chlorofilu „a”. W wyniku badań prowadzonych w laboratorium wodociągowym w Poznaniu uzyskano jego wartość maksymalną na poziomie 95 µg/L w okresie przełomu maja i czerwca 1994 roku [3], podczas gdy średnioroczna wartość tego wskaźnika w roku 2001 i w tym samym przekroju rzeki nie przekroczyła 10 µg/L [4]. W 2004 roku maksymalna wartość chlorofilu „a” dla całej Warty wyniosła 240 µg/L i zdarzenie to miało miejsce w miesiącu lipcu; jednak średniorocznie nie przekroczyła 20 µg/L [5]. Inne, pośrednie metody oceny barwy np. absorbancji przy trzech długościach fal światła widzialnego [6], okazały się metodami mniej wyrazistymi w porównaniach będących rezultatami niniejszej pracy. Podobnie, wyniki badania ogólnego węgla organicznego (TOC) nie różnicują zarówno wielkości, jak i rodzaju cząstek żywej i martwej materii organicznej, która okazuje się mieć ważne technologiczne znaczenie. Dlatego niezbędne są pogłębione analizy hydrobiologiczne dla rzeki Warty [7]. Użytecznym kryterium oceny podatności wody rzecznej na odbarwianie, wykorzystane w tej pracy, może stać się filtracyjność wody poddanej przedtem procesowi koagulacji, bez stosowania wstępnych utleniaczy i innych organicznych wspomagaczy.

2. Zmiany jakości wody rzecznej

Poznanie coraz większej liczby elementów zanieczyszczenia wody pobieranej bezpośrednio z rzeki coraz lepiej uzasadnia wybór odpowiedniego sposobu jej uzdatnienia. Nie jest to zagadnienie proste, gdyż jakość wody rzecznej zmienia się zarówno w czasie jak i na długości rzeki.

W wyniku wdrożenia w krajach państw Unii Europejskiej Dyrektywy Rady Europejskiej 91/271/EWG z dnia 21 maja 1991 dotyczącej oczyszczania ścieków komunalnych odnotowano w wielu rzekach starych państw Unii znaczący spadek BZT₅ i amoniaku.

Na tym tle przykładowa średnia zawartość azotu amonowego w polskich rzekach w latach 1992 – 2002 była jedną z najwyższych (rys.1).



Rys.1. Zawartość azotu amonowego w rzekach krajów europejskich w latach 1992–2002. Liczby w nawiasie oznaczają ilość stacji monitoringowych, na których przeprowadzono badania [8]

Fig.1. Ammonium nitrate content in the European rivers in 1992-200. Researches were conducted at the monitoring stations - figures enclosed in brackets signify their number in given European country [8]

Na podstawie danych zaczerpniętych z Głównego Urzędu Statystycznego od roku 1980 do 2005 roku zaobserwowano, że ponad dziesięciokrotnie zmniejszyła się ilość ścieków nieoczyszczonych przemysłowych i komunalnych, odprowadzonych m.in. do wód: od wartości 1977,7 hm³ w 1980 roku do 185,7 hm³ w 2005 roku. Ponadto trzykrotnie w przeciągu tych lat zmniejszyła się ilość ścieków oczyszczanych tylko metodami mechanicznymi. Od roku 1980 ilość ścieków nieoczyszczonych zmniejszyła się dwukrotnie. Na poprawę stanu jakości wód wskazuje fakt obniżenia prawie o połowę ilości zakładów, które nie posiadały oczyszczalni ścieków w ogóle. Również coraz większe nakłady inwestycyjne przeznaczane na rozbudowanie i modernizowanie oczyszczalni ścieków dały w efekcie możliwości odprowadzania do wód ścieków coraz lepiej oczyszczonych.

Województwo wielkopolskie pod względem hydrograficznym w całości należy do dorzecza Odry. Dział wodny II rzędu dzieli je na dwie części: odwadnianą przez system rzeczny Warty (około 88 % obszaru województwa – 26695 km²) oraz odwadnianą przez systemy rzeczne: Baryczy, Krzyckiego Rowu i Obrzycy. Główną rzeką województwa jest Warta, prawy dopływ Odry, trzecia pod względem długości rzeka w Polsce (808 km, z tego 369 km na obszarze Wielkopolski). Jest najważniejszą rzeką przepływającą przez Poznań odcinkiem 15 km. W ramach państwowego monitoringu w Wielkopolsce w latach 2002 – 2006 systematycznie były badane wody powierzchniowe przez Państwową

Inspekcję Ochrony Środowiska oddział w Poznaniu [9]. Oznaczano w nich: parametry fizyczne; wskaźniki tlenowe, w tym ogólny węgiel organiczny; wskaźniki zasolenia; wskaźniki biogenne; metale, w tym ciężkie; bakterie grupy coli i wskaźniki saprobowości wody, w tym chlorofil „a”. Dane te są ogólnie dostępne tylko o charakterze uśrednionym. Do klasyfikacji oceny czystości rzek zastosowano również wskaźniki zanieczyszczeń przemysłowych takich jak: cyjanki wolne, fenole, pestycydy (suma lindanu i dieldryny), substancje powierzchniowo czynne anionowe oraz WWA. Na ich podstawie, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004, rzeka Warta w przekroju wlotowym do miasta Poznania została zaklasyfikowana do wód IV klasy czystości, natomiast poniżej Poznania do wód V klasy, nie nadających się do ujmowania w celach konsumpcyjnych. Wskaźnikiem decydującym o wypadkowej klasie czystości rzeki w roku 2004 była barwa, fenole lotne, metale Zn, Cu, Ni, ChZT-Cr, ChZT-Mn oraz liczba bakterii grupy coli i bakterii coli typu fekalnego [5]. Podstawą dyskwalifikacji rzeki w roku 2001 było miano coli [4].

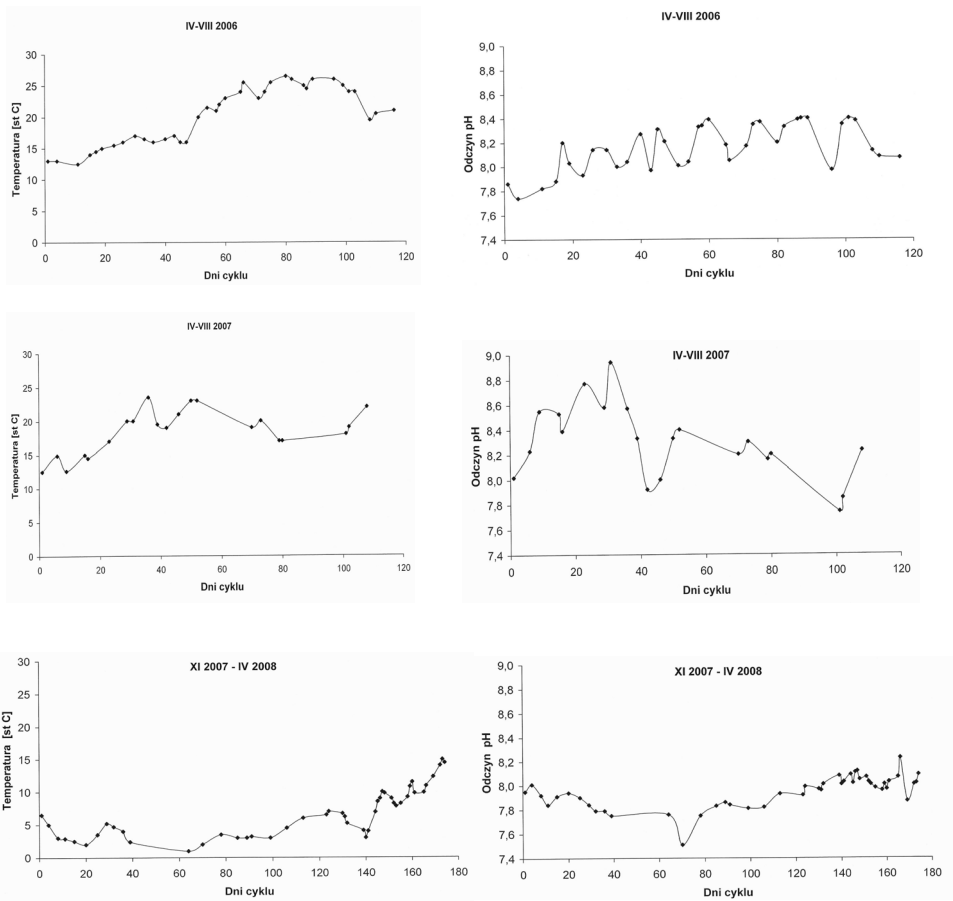
W tabeli 1 pokazano, że wpływ infrastruktury miejskiej mógł być powodem zwiększenia zanieczyszczenia wody w mieście oraz zmiany klasyfikacji rzeki poza miastem. Do zmian jakości wody na obszarze miasta może przyczyniać się zarówno brak stref ochronnych wzdłuż rzeki, jak też istniejące od wielu lat urządzenia i budowle wodne zlokalizowane bezpośrednio przy niej. Systematyczną kontrolą są objęte boczne dopływy do rzeki, również zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych, natomiast zasadniczo nie bada się takich źródeł punktowych jak: ujścia kanałów burzowych, okolice dawno wybudowanych portów i mostów, przybrzeżnych tras komunikacyjnych oraz dzikich zrzutów ścieków. Wskazana byłaby okazjonalna kontrola takich źródeł zanieczyszczenia wody, np. bezpośrednio po opadach deszczu oraz restrykcyjna i uświadamiająca polityka organów sanitarnych i ochrony środowiska naturalnego w związku z nieprawidłową gospodarką na terenach graniczących bezpośrednio z rzeką. Te działania mogą w znaczącym stopniu poprawić proces odnowy wód płynących, które stałyby się bezcennym źródłem zaopatrzenia mieszkańców dużych miast w wodę pitną.

Tab. 1. Urządzenia i budowle wodne dla rzeki Warty na terenie miasta Poznania wg [10]

Tab. 1 Water equipment and devices for the Warta river in Poznań

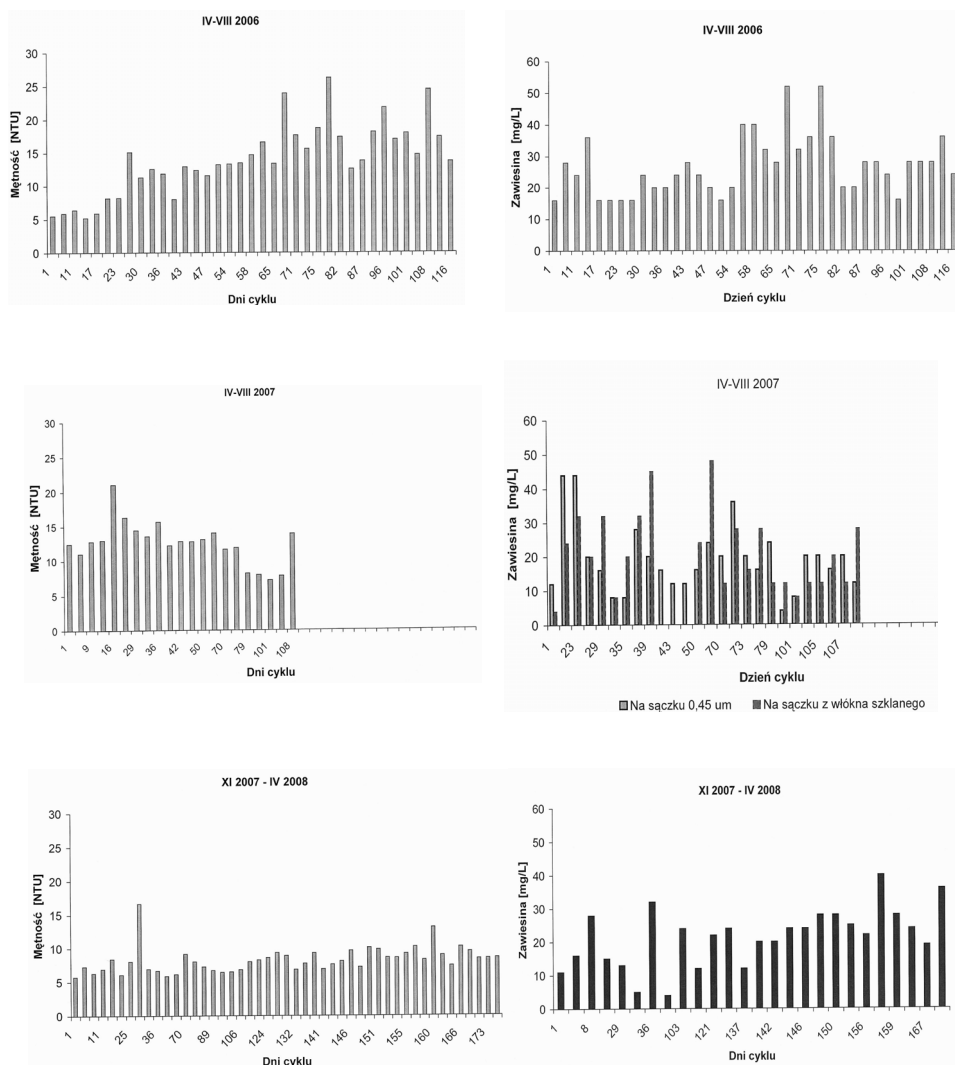
Odcinek rzeki [km]	Brzeg	Urządzenia i budowle wodne, wodowskazy, inne wyszczególnienia	
251,5	L	miasto Luboń	IV klasa czystości wód (2004), przekroczone: barwa, fenole lotne;
251,5	L	Ujście Strumienia Junikowskiego	
251.000 253.000		górną granicą miasta Poznania	
249,5		Most na A2 Staroleka - Marlewo	
248,8	L	Ujęcie wody dla poznańskich wodociągów	przekroczenia kategorii A3 przydatności wody do spożycia (2004): ChZT -Cr
247,63		Most kolejowy w Starolece	
247,6	L	Ujęcie wody dla PKP	
246,95	P	Ujęcie wody Zakł. Stomil	
246,84	P	zrzut ścieków przemysłowych	
246,8	P	zrzut ścieków przemysłowych	
246,67	L	ujście ścieku burzowego	
246,67	P	zrzut ścieków przemysłowych	
246,6	P	zrzut ścieków przemysłowych	
246,52	P	zrzut ścieków przemysłowych	
246,2	P	ujście strugi Obrzyca	
246		Początek Poznańskiego .węzła wod.	Wyniki obserwacji: od 18.03.08 widoczne plamy ropy (po deszczu), 31.03.08 płyną części drzew z wiosennej ściłki, 01.04.08 płyną skupiska szlamu humusowego
246		Most Przemysła I	
244,85	L	ujście kan. burzowego	
244,3	P	stanowisko pomiarowe PP	
244,16		Most Królowej Jadwigi	
244,1	L	ujście kan. burzowego	
243,65		Most Rocha	
243,6		Liminiograf w Poznaniu *0°=49,46;	SNW=162.0;SW=263; WWZ=500,
243,3	P	wlot do Cybińskiego Kan. Ulgi	IV klasa czystości (2004), przekroczone: Zn, Cu, Ni, barwa, ChZT-Cr, ChZT-Mn
242,6		Most Chrobrego	
242	L	port rzeczny i zim.	
241,76	L	pocz. nabrzeże	
241,76		Koniec Poznańskiego węzła wod.	
241,76		Most kolejowy na Garbarach	
241,3	P	Ujęcie wody brzegowe dla EC Garbary	
241	L	ujście rz Bogdanki	
240,3	P	ujście Cybińskiego Kanału Ulgi	
240,22	L	Wodowskaz Poznań	
239,85	P	ujście rz Głowieńki	
239,66		syfon kanalizacyjny	
239,6		Most Lecha	V klasa czystości wód (2004), przekroczenia: liczba bakterii coli t. fekalnego, ChZT - Cr, fenole lotne;
239,5	L	wylot ścieków z LOŚ Poznań	
237,5	P	Ujęcie wody dla Elektrociepłowni Karolin	
237,34		dolna granica Miasta Poznania	przekroczenia kategorii A3 przydatności wody do spożycia (2004): ChZT - Cr, BZT _s , liczba bakterii coli t. kałowego, liczba bakterii grupy coli
237,34		Most Kolejowy - Koziegłowy	
237,25	P	wylot ścieków z COŚ Poznań	
224,8		Most w Bolechowie	

W laboratorium Instytutu Inżynierii Środowiska Politechniki Poznańskiej zostały przeprowadzone badania zmienności tych fizycznych parametrów jakości wody rzecznej na odcinku pomiędzy mostem Królowej Jadwigi a mostem św. Rocha, które mają istotne znaczenie w technologii jej uzdatniania, wykorzystując proces koagulacji i sorpcji, bez wstępnego utlenienia. Na rysunkach 2 i 3 zostały przedstawione zmiany parametrów wody pobieranej bezpośrednio z rzeki w ostatnich trzech latach i w trzech sezonach: wiosna-lato 2006, wiosna-lato 2007, zima 2007/2008 oraz wiosna 2008. Przeprowadzone zostały również obserwacje nadbrzeża oraz powierzchni rzeki wraz z rodzajem zanieczyszczeń pływających na powierzchni wody. Obserwacje te w formie uwag odnotowano w tabeli 1.



Rys.2. Sezonowe zmiany temperatury i pH wody z rzeki Warty w latach 2006 – 2008

Fig. 2. Seasonal pH and temperature changes in the Warta River water in 2006-2008



Rys. 3. Zmiany mętności i zawiesiny wody z rzeki Warty w latach 2006 – 2008

Fig. 3. Turbidity and suspension levels changes in Warta River over the period 2006-2008

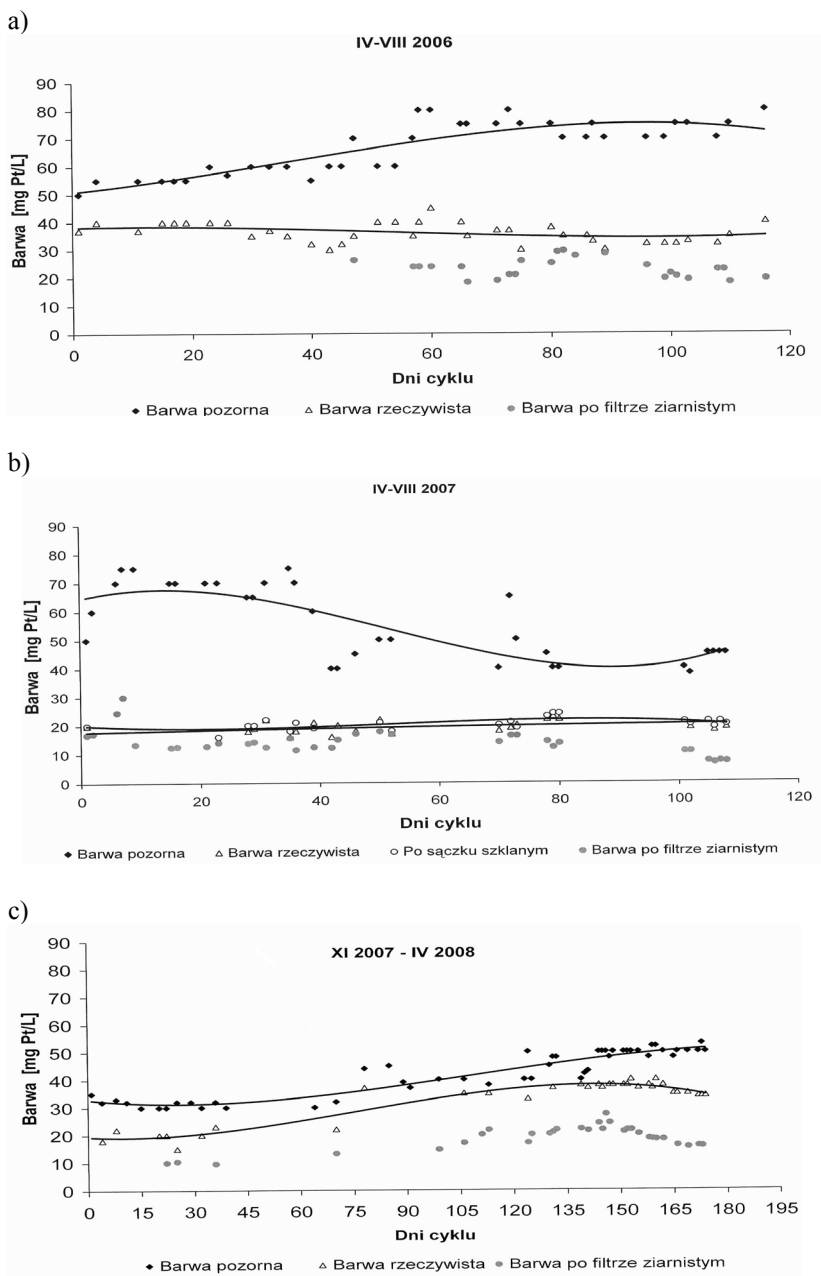
Rysunek 2 przedstawia zmiany temperatury i odczynu pH wody rzecznej; pomiary były wykonywane w miejscu poboru prób przyrządem wielofunkcyjnym CX-551, umożliwiającym automatyczną kompensację temperatury. Temperatura wody zmieniała się od 0 do 26,5°C, natomiast pH od 7,51 do 8,94 we wszystkich cyklach badawczych. Od 24 kwietnia do końca lipca rok 2006 charakteryzował się stopniowym wzrostem temperatury wody od 12,5 do 25°C. Natomiast w roku 2007 maksymalna temperatura

23,5°C wystąpiła pod koniec maja oraz w połowie czerwca, a następnie spadała, by na końcu lipca osiągnąć wartość 17°C. Poza jednym pomiarem zimą 2007/2008 temperatury były dodatnie i zawierały się w granicach 1,0 – 7,2°C. W ostatnim dniu pomiarów 30 kwietnia 2008 roku temperatura osiągnęła wartość 14,9°C. Wyniki pomiarów pH w poszczególnych latach można powiązać ze zmianami temperatury. Zimą uzyskano najniższą wartość pH w granicach 7,5, natomiast najwyższą wartość uzyskano 24 maja 2007 tj. w 31 dniu cyklu. W 2006 roku wartości odczynu pH wody były najbardziej ustabilizowane i zawierały się w zakresie od 7,74 do 8,40.

Rysunek 3 przedstawia zmiany mętności wody i zawiesiny w czasie 3- letnich cykli trwających od 108 do 174 dni. Mętność wody mierzono mętnościomierzem firmy WTW. Wartości mętności zmieniały się w całym okresie badawczym od 5,18 do 26,22 NTU. Obydwa skrajne wartości wystąpiły w roku 2006, najniższą 24 kwietnia, a najwyższą 12 lipca. Zawiesina w roku 2008 oznaczana była według normy PN – EN 872 z grudnia 2002. Metoda ta z zastosowaniem filtracji przez sączki z włókna szklanego została porównana w roku 2007 z zawiesiną zatrzymaną na sączku 0,45 µm. Jak wynika z rysunku różnice były niewielkie. W roku 2006 badano tylko zawiesinę na sączku 0,45 µm. We wszystkich cyklach badawczych zawiesina zmieniała się od wartości 4 do 44 mg/l. Maksymalne wartości 52 mg/l wystąpiły dwukrotnie latem 2006 roku, natomiast 48 mg/l jeden raz w połowie czerwca 2007 roku.

3. Wyniki badań technologicznych

Przedstawione poniżej na rysunku 4 wyniki badań technologicznych pokazują przebieg zmian barwy wody surowej, barwy wody po sączeniu oraz barwy wody po filtracji z zastosowaniem procesu koagulacji. Badania prowadzono w sezonach wiosna – lato 2006 i 2007 oraz zimą 2007/2008 i wiosną 2008. Porównując wyniki barwy wody surowej ze zmianami temperatury wody w rzece wyraźnie widać współzależność tych dwóch parametrów. Tak więc dla temperatury wody od 0 do 7°C barwa wody surowej zmieniała się od 30 do 40 mg Pt/l, dla temperatury od 7 do 15°C zmieniała się od 40 do 50 mg Pt/l, natomiast dla temperatury od 15 do 25°C barwa była najwyższa i zmieniała się w granicach od 50 do 80 mg Pt/l. W tych samych sezonach w latach 2006 – 2008 oznaczano barwę wody po filtracji przez filtr membranowy 0,45 µm z nitratu celulozy (rys. 4a, b i c) oraz przez sączek z włókna szklanego (rys. 4b). Wyniki powyższych badań po sączeniu próbki przez filtr membranowy o porach wielkości 0,45 µm można nazwać zgodnie z normą PN– EN ISO 7887: 2002 barwą rzeczywistą, natomiast wyniki barwy surowej bez sączenia są definiowane w powyższej normie jako barwa pozorną. Zalecaną metodą oznaczania barwy w celu klasyfikacji wód powierzchniowych i podziemnych jest oznaczanie barwy wody po sączku z włókna szklanego. Porównawcze wyniki badania barwy wody po sączeniu, przeprowadzone w roku 2007 [11] pozwalają ocenić te dwa rodzaje wyników jako mało różniące się od siebie i mogące występować zamiennie.



Rys. 4. Zmiany barwy wody surowej, sączonej i po filtrze ziarnistym z udziałem procesu koagulacji w latach 2006-2008

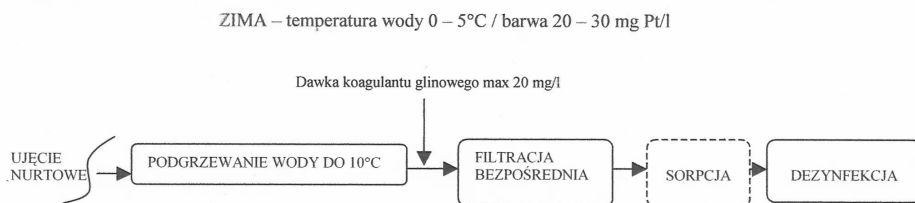
Fig. 4. Changes in raw water colour (strained water and water after using granular filter) with the use of the coagulation process over the period 2006-2008

Na rysunkach 4a, b i c wszystkie punkty odnoszące się do filtracji na złożu średnioziarnistym kwarcowym oraz do filtracji na złożu dwuwarstwowym kwarcowo – węglowym układały się poniżej wartości uzyskanych w wyniku procesu sączenia i mikrofiltracji. Dodawanym reagentem do układu koagulacji objętościowej z przepływowym osadnikiem rurowym był siarczan(VI) glinu(III) 18 – wodny o zawartości 17% Al_2O_3 . Dawki koagulantu były różne od 20 do 120 mg/l produktu technicznego zimą 2007/2008 i wiosną 2008, natomiast latem 2006 i 2007 oraz wiosną 2007 od 40 do 160 mg/l produktu technicznego. W dwóch ostatnich cyklach 2008 roku przeprowadzono korektę wody do pH 6,2. Najniższe wyniki barwy wody uzyskano po filtracji na złożach dwuwarstwowych kwarcowo – węglowych oraz po najniższych dawkach (20 mg/l) zimą, po dawkach 80 do 120 mg/l wiosną oraz po dawce 120 do 160 mg/l latem. Warunki badań technologicznych przeprowadzonych zimą umożliwiały pracę układu w temperaturze około 10°C.

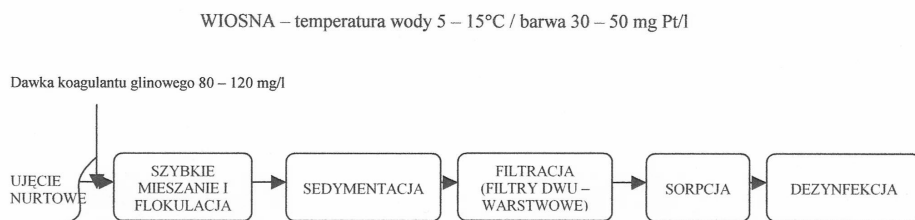
4. Dyskusja wyników

Zimą, osadnik przepływowy praktycznie nie spełniał swojego zadania, dlatego też jego funkcja w układzie technologicznym może być wyeliminowana na korzyść dwuwarstwowego filtru kwarcowo – antracytowego pracującego w układzie bezpośredniej filtracji. Proces sorpcji w tym wypadku jest tylko formą zabezpieczenia. Nie ma również potrzeby stosowania wstępnych utleniaczy. Najważniejszym parametrem uzdatnianej wody jest jej temperatura, która zgodnie z badaniami [12] nie powinna być niższa jak 8°C, ponieważ jest to minimalna temperatura dla przebiegu procesu koagulacji. Wiosną, dobrze sprawdził się schemat koagulacji objętościowej, natomiast latem ze względu na wysoką barwę powinien nastąpić zwiększony udział procesu sorpcji np. przez zagęszczenie osadu w komorze flokulacji. W ten sposób wysoka barwa może zostać zredukowana do około 50% już w trakcie procesu koagulacji, co zostało już wstępnie udowodnione w pracy [13]. Przyszłe scenariusze uzdatniania wody bezpośrednio z Warty, uwzględniające sezonowe zmiany jej jakości, przedstawiono na poniższych schematach (rys.5).

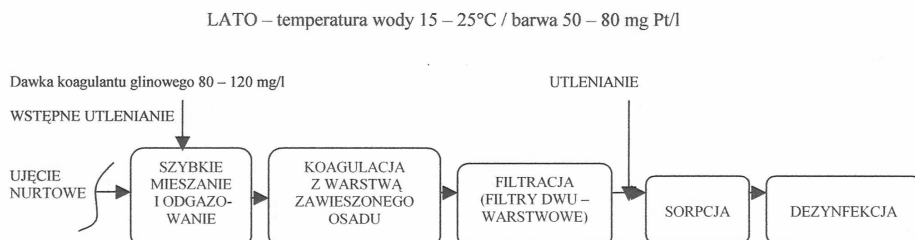
Schemat 1:



Schemat 2:



Schemat 3:



Rys. 5. Najkorzystniejsze schematy uzdatniania wody z Warty dla trzech sezonów: zima – schemat 1, wiosna – schemat 2, lato – schemat 3

Fig. 5. The most favorable schemes for the Warta water treatment for 3 seasons : winter – scheme 1, spring- scheme 2, summer – scheme 3

5. Podsumowanie i wnioski

W przeprowadzonych badaniach wykazano możliwości odbarwiania wody z Warty w klasycznym procesie koagulacji przy udziale koagulantu glinowego w dawkach 20–160 mg/l produktu technicznego. Okresowo uzyskano zadowalające wyniki bez stosowania wstępnego utleniania, a nawet bez procesu sedymentacji, jednak w miarę wzrostu barwy wody zwiększała się rola procesu sorpcji. Optymalizację dawki koagulantu

można uzyskać stosując trzy różne warianty procesu koagulacji, odpowiednie do parametrów sezonowo zmieniającej się jakości wody surowej. Konieczność stosowania silnych utleniaczy może być ograniczona tylko do okresu letniego, a więc do około 1/3 roku. Natomiast w okresie zimowym stosowanie polielektrolitów może być zastąpione zwiększeniem temperatury wody o 5 do 10 °C, stosując np. wymiennik ciepła. Takie podejście do projektowania najłatwiej zrealizować, gdy stacja uzdatniania wody ma być zmodernizowana lub rozbudowana. Wówczas istniejące elementy stacji mogą być wykorzystane np. tylko przez część roku, natomiast nowe elementy stacji mogą już uwzględniać rozwiązania oszczędzające ilość chemikaliów dodawanych do wody.

W wyniku prowadzenia trzyletnich, sezonowych badań uzdatniania wody pobieranej bezpośrednio z rzeki, zostały wyprowadzone następujące wnioski ogólne:

1. Parametry wyjściowe wody rzecznej oraz klasy jej czystości mogą ulegać zmianie nie tylko w okresie kilku lat, ale też duże zmiany mogą zachodzić w różnych sezonach jednego roku. Dotychczasowe schematy technologiczne projektowane według najostrzejszych kryteriów są rozwiązaniami dyskusyjnymi.
2. Efektywna technologia uzdatniania wód powierzchniowych powinna zawierać elementy dopasowujące ją do sezonowych zmian jakości wody – szczególnie w aspekcie usuwania barwy.
3. Do ważnych zadań proekologicznej powinna należeć polityka oszczędnej aplikacji różnych chemikaliów dodawanych do wody, a szczególnie związków organicznych.
4. Wybór odpowiedniego typu ujęcia wraz z wstępną obróbką wody pozwala zmniejszyć ładunek zanieczyszczeń w wodzie surowej.
5. Wysokoefektywnym procesom uzdatniania wody powinny towarzyszyć działania profilaktyczne prowadzące do poprawy wody rzecznej, a szczególnie:
 - zmniejszenie zanieczyszczeń ropopochodnych przez odpowiednią kontrolę wytypowanych punktów do poboru prób wody i specjalną konstrukcję kanałów burzowych, uniemożliwiających dopływ produktów lżejszych od wody,
 - kontrole działań gospodarczych w strefie nadbrzeżnej rzeki, w tym zieleni miejskiej,
 - kontrole dzikich zrzutów ścieków pod kątem metali ciężkich,
 - działania uświadamiające i propagandowe, wynikające z faktu niewłaściwego wykorzystywania terenów nadbrzeżnych do celów rekreacyjnych.

Bibliografia

- [1] Sozański M.M., Huck P.M. *Badania doświadczalne w rozwoju technologii uzdatniania wody*. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 42, Lublin 2007
- [2] Łepkowski Z. *Trudności w uzdatnianiu nadmiernie zanieczyszczonych wód powierzchniowych*. *Ochrona środowiska*, nr 4(51), 1993
- [3] Jółkowska D. *Wieloletnie zmiany wybranych parametrów fizyczno – chemicznych i biologicznych rzeki Warty zasilającej ujęcie wody pitnej na Dębinie w Poznaniu*. Praca magisterska pod kierunkiem M. Michałkiewicza, Politechnika Poznańska, Poznań 2003

- [4] Inspekcja Ochrony Środowiska. *Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2001*. WIOŚ w Poznaniu, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań, 2002
- [5] Kipigroch K., Hoffman Sz. *Ocena czystości rzeki Warty na podstawie danych z monitoringu wód powierzchniowych. Cz.1*, Inżynieria i Ochrona Środowiska, Częstochowa, 2006, t. 9, nr 3, s. 331-341
- [6] PN-EN ISO 7887: 2002. Jakość wody. Badanie i oznaczanie barwy
- [7] Kasprzyk K. *Potrzeba hydrobiologicznych badań Warty. Konferencja Naukowa UAM w Poznaniu „Wody powierzchniowe Poznania. Problemy wodne obszarów miejskich”*, Wyd. Sorus, Poznań 1995, s. 377-383
- [8] Inspekcja Ochrony Środowiska. *Stan środowiska w Polsce na tle celów i priorytetów Unii Europejskiej*. Raport wskaźnikowy, Warszawa 2005
- [9] www.poznan.pios.gov.pl/
- [10] <http://kanaly.info>
- [11] Ryś D. *Sezonowe badania efektywności usuwania barwy z wód powierzchniowych metodą koagulacji*. Praca magisterska pod kierunkiem H. Labijak, Politechnika Poznańska, Poznań 2007
- [12] Gumińska J. *Wpływ temperatury na skuteczność uzdatniania wód górskich w procesie koagulacji*. Ochrona środowiska, nr 1 (84), str. 27-32, 2002
- [13] Labijak H., Pika M. *Badania porównawcze metod separacji zawiesin z wody rzeki Warty*. Praca w druku

