

Waldemar SAWINIAK¹, Barbara KOTLARCZYK²,
Katarzyna NADOLSKA²

¹Inżynierii Wody i Ścieków
Politechnika Śląska,

²Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów S.A.

PROBLEMY Z UZDATNIANIEM WODY NA FILTRACH KONTAKTOWYCH W ASPEKCIE ZMIENNOŚCI JAKOŚCI WODY UJMOWANEJ DO PRODUKCJI ZE ZBIORNIKA CZANIEC W LATACH 2009-2011R

PROBLEMS WITH WATER TREATMENT IN CONTACT FILTERS IN
TERMS OF QUALITY VARIABILITY OF WATER COLLECTED FROM
RESERVOIR CZANIEC IN THE YEARS 2009-2011

Extreme weather, observed in recent years, often adversely affect the processes of water purification in existing treatment plants. Such technological problems are noted in the WTP Czaniec, which is supplied with water from the reservoir Czaniec. In this station for 40 years treatment technology is based on contact filtration with aluminum sulphate.

Raw water periodically reveals very high turbidity and color, as a result of intense rainfall and snow melting in the catchment of the Sola river. This causes even breakage in the operation of WTP Czaniec. Another problem was the appearance of increased amounts of manganese in raw water, which also resulted in the need to stop the operation of the Czaniec WTP.

The research made in laboratory and industrial scale has shown that the use of potassium permanganate in conjunction with coagulation by aluminum sulphate allows for the efficient purification of water (up to the required parameters [1]).

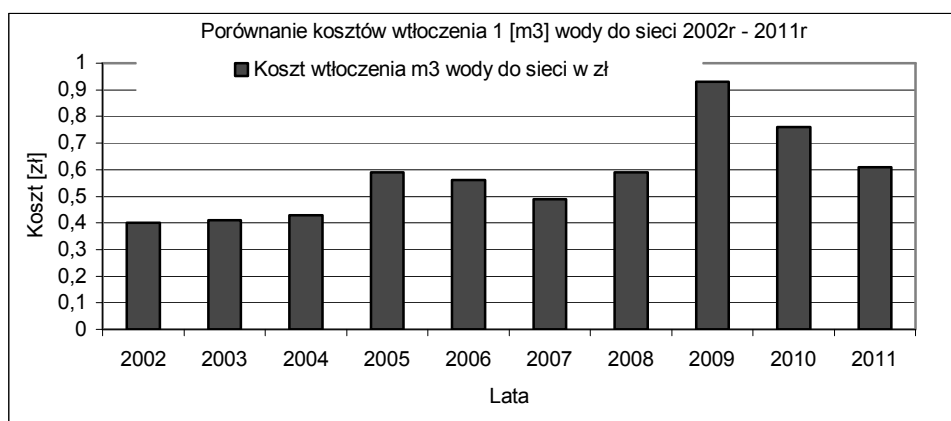
The need to improve technological processes also results from the fact that water from the WTP Czaniec is relatively cheap if compared to other ten stations in GPW S.A. Katowice.

1. Wprowadzenie

Skuteczne oczyszczanie wody powierzchniowej metodą filtracji kontaktowej coraz częściej zależy od znacznie zmieniających się warunków pogodowych. Obserwowane w ostatnich latach intensywne opady deszczu powodują znaczne zwiększanie mętności i barwy pobieranej wody. W czasie ekstremalnie wysokich stężeń barwy i mętności

koagulacja tych zanieczyszczeń w filtrach kontaktowych powoduje trudności technologiczne i ekonomiczne. Nadmierne obciążenie filtrów kontaktowych zawiesiną pochodzącą z wody surowej i dodawanego koagulantu powoduje znaczne skrócenie cykli filtracyjnych. Powoduje to duże użycie wody do płukania filtrów, nawet w takim stopniu, że racjonalnym rozwiązaniem jest wyłączanie stacji z eksploatacji. Stacja Czaniec pobiera wodę ze zbiornika retencyjnego co powoduje, że zwiększona mętność utrzymuje się dłużej niż w rzece Soła. Oprócz zwiększonej barwy i mętności w pobieranej wodzie okresowo występuje mangan w ilościach znacznie przekraczających dopuszczalne wartości. Stosowany proces koagulacji siarczanem glinu nie mógł być skuteczny dla równoczesnego usuwania barwy, mętności i manganu. W takiej sytuacji konieczne było przeprowadzenie dodatkowych badań zmierzających do poprawy efektów uzdatniania w istniejących filtrach kontaktowych oraz próby określenia alternatywnej technologii. Praktyka wodociągowa wykazuje, że nie wystarczy uzdatnić wodę do parametrów podanych w obowiązującym Rozporządzeniu [1], lecz należy zapewnić stabilność chemiczną i biologiczną wody przesyłanej rurociągami. Wybudowane przed wieloma latami stacje uzdatniania wody i zastosowane wtedy technologie oczyszczania ujmowanych wód nie zawsze mogą spełnić obecne wymagania jakościowe.

Okresowa progresja intensywnych, nagłych zmian jakości wody w zbiorniku czanieckim, w odniesieniu głównie do mętności, barwy i wielkości zawiesiny, w ostatnich latach przybrała na sile. Następstwem tych zjawisk jest ciągły wzrost reagentów stosowanych w procesie uzdatniania wody oraz ilości wody czystej wykorzystywanej w procesie płukania filtrów, a co za tym idzie i ilości wykorzystywanej przez zakład energii elektrycznej. Pomimo ciągłego wzrostu kosztów eksploatacji SUW Czaniec, koszt produkcji 1m^3 wody i tak pozostaje na najniższym poziomie w odniesieniu do innych zakładów GPW S.A., pracujących w oparciu o wody powierzchniowe (rys 1).



Rys. 1. Koszty produkcji wody w latach 2002 – 2011

Fig. 1. Cost of water production in the years 2002 – 2011

2. Stacja Uzdatniania Wody (SUW) Czaniec

Technologia uzdatniania wody polega na filtracji kontaktowej (koagulacja w złożu filtracyjnym siarczanem glinu) oraz dezynfekcji chlorem gazowym. Filtry kontaktowe składają się z 64 komór o powierzchni 46 m² każda, które zgrupowane są w 4 segmentach po 16 komór. Komory są bliźniacze z główną rynną przelewową w środku. Wysokość złoża piasku filtracyjnego wynosi 220cm, podkład żwirowy 35cm. Prędkość filtracji wynosi ok. 5 m/h. Filtry kontaktowe płukane są wodą chlorowaną z intensywnością 12 l/m²/s w czasie 8 – 12 min w zależności od zanieczyszczenia złoża, czas wpracowania złoża filtracyjnego po płukaniu wynosi ok. 20 – 60 min. Długość filterocyklu waha się w zależności od jakości wody od 8 – 72 h, średnio 32 h. Obecnie pracuje 21 komór filtracyjnych na dwóch segmentach (A i B), dwa pozostałe segmenty (C i D), w skład których wchodzi 32 komory filtracyjne, zostały całkowicie wyłączone z produkcji i przygotowane do remontu.

Woda przefiltrowana odpływa grawitacyjnie do czterech zbiorników wody czystej o pojemności sumarycznej 10 000 m³. W zbiornikach następuje półgodzinny kontakt wody z chlorem doprowadzanym w formie wody chlorowej z budynku chlorowni. Chlorownia została włączona do eksploatacji w kwietniu 2001r. i wyposażona jest w nowoczesną technologię do chlorowania wody. Nie jest uciążliwa w obsłudze, zawiera nowoczesną instalację neutralizacji chloru oraz wszelkie niezbędne zabezpieczenia ludzi i otoczenia przed niekontrolowaną emisją chloru. Sterowanie i kontrola pracy urządzeń odbywa się automatycznie z możliwością sterowania ręcznego z dyspozytorni, przylegającej do pomieszczenia wag oraz pomieszczenia chloratorów. Dzięki tej inwestycji mamy możliwość kontroli chlorowania w każdym z czterech zbiorników przy zastosowaniu nowej instalacji, doprowadzającej do każdego ze zbiorników wodę chlorową.

Woda uzdatniona ze zbiorników wody czystej wpływa do rurociągu żelbetowego ϕ 1500 mm Kobiernice – Urbanowice o długości 32,4 km, różnica wysokości na trasie wynosi 51m, co umożliwi przeprowadzenie grawitacyjnie tym rurociągiem ok. 2,5 m³/s wody [2].

2.1. Jakość wody surowej

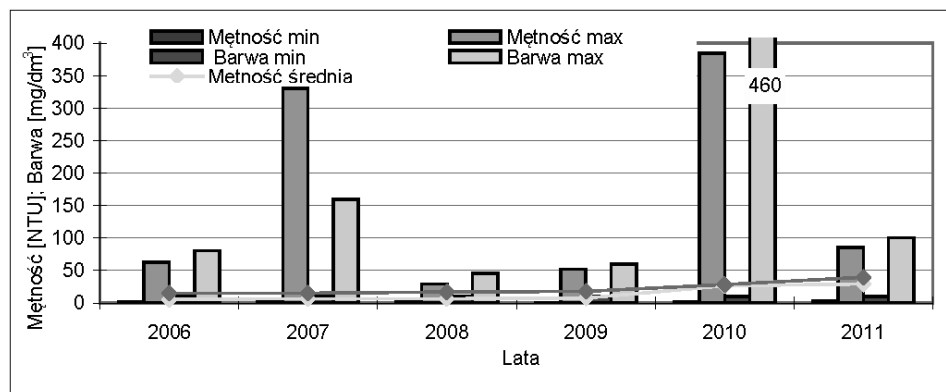
Źródłem wody surowej ujmowanej dla potrzeb SUW jest zbiornik Czaniec. Woda surowa dla SUW Czaniec w Kobiernicach kwalifikuje się do tzw. grupy wód górskich. Analiza parametrów wody surowej wykazuje, iż jakość wody ujmowanej do produkcji jest stosunkowo dobra przez większą część roku. Jedynie po gwałtownych opadach atmosferycznych lub podczas roztopów śniegu, jakość wody w kaskadzie rzeki Soły pogarsza się gwałtownie. Wynika to ze zwiększonych zrzutów wody ze Zbiornika Porąbka (położonego powyżej ujęcia). Dodatkowo na jakość pobieranej wody wpływają lokalne potoki. Zmiany jakości wody surowej w latach 2009 i 2011 ilustrują rysunki 2 do 6 oraz tabela 1.

Tab. 1. Średnie roczne wartości wybranych parametrów wody surowej na stacji SUW Czaniec w latach 2009-2011

Tab. 1. Average annual values of selected parameters of raw water at the WTP Czaniec in 2009-2011

Oznaczenia	Jednostki	2009	2010	2011
Mętność	NTU	1,0-53,0	2,2-385	2,7-85
Barwa	mg/dm ³ Pt	10-60	10-460	10-100
Odczyn pH		6,7-8,7	6,7-7,8	7,0-7,8
Glin	mg/dm ³ Al	0,00-0,23	0,00-0,19	0,00-0,18
Mangan	mg/dm ³ Mn	0,02-0,74	0,02-0,41	0,03-0,42
Absorbancja	254 cm ⁻¹	0,183- 0,813	0,095-1,154	0,215-0,820
Absorbancja	272 cm ⁻¹	0, 137-0,630	0,055-1,045	0,180-0,725

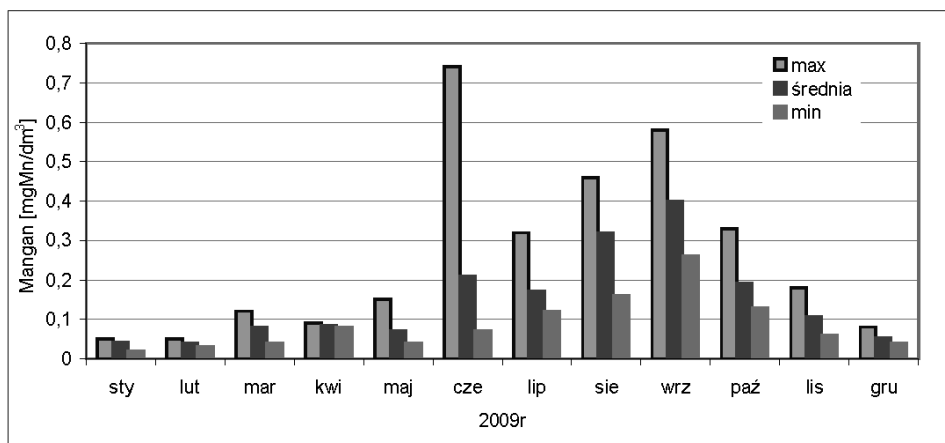
W przypadkach, gdy mętność wody surowej zbliża się do 30 – 50 NTU, wykonywany jest monitoring kaskady rzeki Soły oraz potoków Małej i Wielkiej Puszczy, na którego podstawie dokonywana jest wstępna ocena, a następnie decyzja o ewentualnym zatrzymaniu stacji.



Rys.2. Zmienność mętności i barwy w wodzie surowej w latach 2006-2011

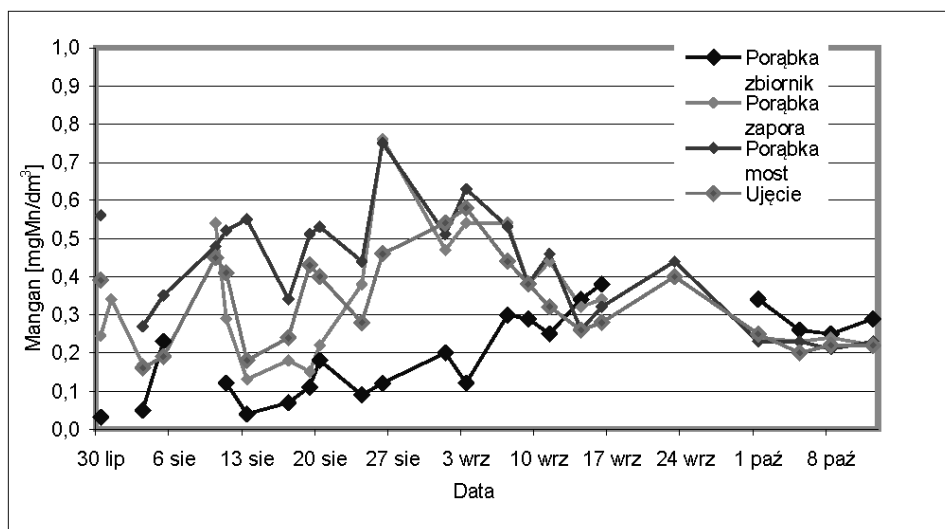
Fig. 2. Turbidity and color variation in Raw water in the period 2006-2011

Analizując wyniki wody surowej możemy zauważyć, że w ciągu trzech lat postoje stacji były spowodowane podwyższoną mętnością i barwą (powodzie) oraz niespodziewanym wystąpieniem wysokich wartości manganu nawet do 0,74 mg Mn/dm³ (2009 r. – rys 3).



Rys. 3. Zmienność zawartości manganu w 2009r.

Fig. 3. Variation of manganese concentration in 2009

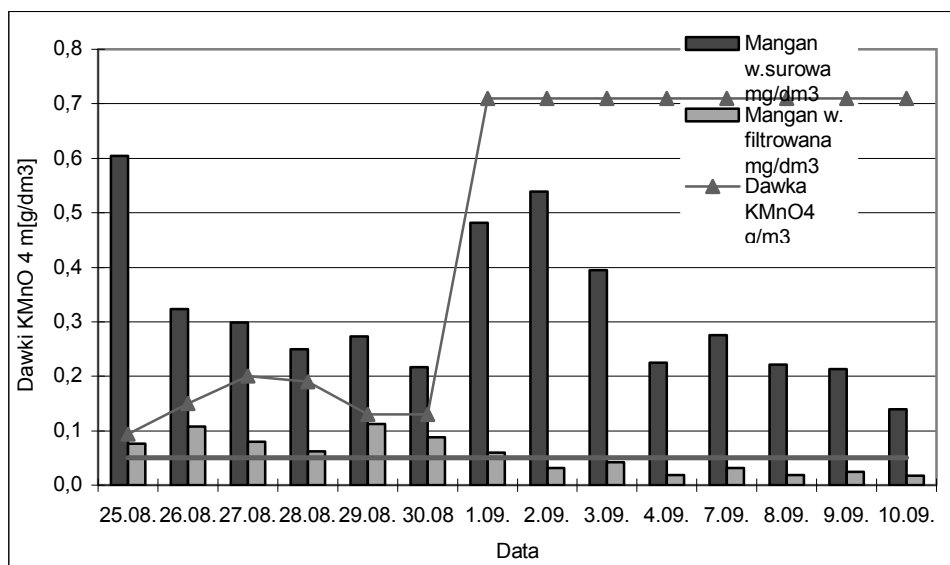


Rys. 4. Zmiany stężenia manganu przed ujęciem w czasie postoju stacji w 2009r.

Fig. 4. Changes in the concentration of manganese before water intake at standstill of the station in 2009.

Korzystając z doświadczeń innych stacji wodociągowych jak i literatury [3] uznano, że dla usuwania manganu racjonalnym rozwiązaniem będzie zastosowanie nadmanganianu potasu.

W związku z tym przed wprowadzeniem tego reagenta do eksploatacji stacji wykonano badania na dwóch filtrach technicznych o wydajności 300 m³/h. Podczas takich testów ustalano potrzebne dawki nadmanganianu potasu. Nadmanganian potasu wprowadzano do rurociągu wody surowej, do którego również dodawano koagulant. Analizując wyniki uzyskane podczas próby technicznej zauważono, iż przy różnych wartościach manganu 0,140 – 0,605 mgMn/dm³ w wodzie surowej najlepsze wyniki uzyskiwano przy dawce 0,7 mg KMnO₄/dm³. Wyniki spełniały warunki, jakim powinna odpowiadać woda przeznaczona do spożycia przez ludzi [1] i mieściły się w przedziale 0,017 – 0,043 mgMn/dm³. Dawki z zakresu 0,09 – 0,20 KMnO₄ okazały się nieskuteczne, co obrazuje rys. 5.



Rys. 5. Usuwanie manganu podczas próby technicznej przy różnych dawkach nadmanganianu potasu w okresie od 25.08.2009r. – 10.09.2009r.

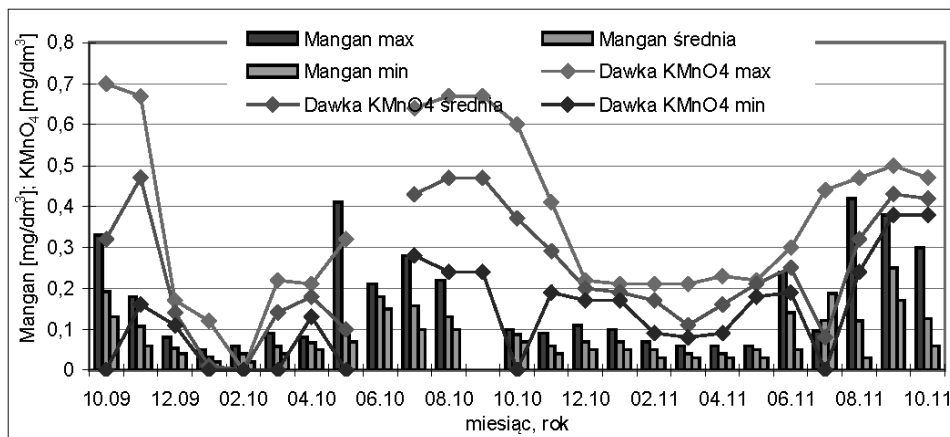
Fig. 5 Removal of manganese during the technical tests at different doses of potassium permanganate in the period 25.08.2009r. – 10.09.2009r.

Po pomyślnie przeprowadzonej próbie technicznej zdecydowano o wprowadzeniu nadmanganianu potasu do procesu technologicznego stacji. Po roku, tj. od października 2009r. do października 2010r. podczas eksploatacji stacji zawartość manganu w wodzie uzdatnionej nie przekroczyła wartości 0,05 mgMn/dm³ jakiej powinna odpowiadać woda przeznaczona do spożycia przez ludzi [1]. Związki manganu w wodzie surowej w okresie wprowadzenia do technologii nadmanganianu potasu kształtowały się w granicach 0,02 – 0,41 mgMn/dm³.

Roztwór KMnO₄ przygotowujący jest w budynku koagulacji w dwóch kadziach o pojemności 24 m³ i dawkowany za pomocą pompy dozującej firmy Braun-Lübbe. Doprowadzany jest do rurociągu wody surowej, wpływającej na filtry podobnie jak roztwór siarczanu glinu. Cały proces utlenienia manganu i koagulacji wody surowej zachodzi w filtrach kontaktowych.

Najwyższe wartości manganu w wodzie surowej zaobserwowano, podobnie jak w 2009r., w miesiącach letnich, a zdecydowanie niższe w pozostałym okresie czasu. Nadmanganian potasu był stosowany w procesie uzdatniania wody w sposób ciągły, co pozwoliło w utrzymaniu wskaźnika Mn wody uzdatnionej zgodnie z obowiązującymi normami. Dawki utleniacza wprowadzane do wody surowej kształtowały się w granicach 0,0 – 0,7 mgKMnO₄/dm³ [4].

Rysunek 6 przedstawia zawartość manganu i stosowane dawki KMnO₄ mg/dm³ podczas pracy stacji w okresie trzech lat od wprowadzenia do technologii uzdatniania tego reagenta.



Rys. 6. Porównanie stężenia manganu w wodzie surowej i stosowanych dawek KMnO₄ od października 2009 r. do października 2011 r.

Fig. 6. Comparison of the concentration of manganese in raw water and the doses of KMnO₄ since October 2009 until October 2011

2.2. Badania prowadzone nad modernizacją SUW Czaniec

Od 2001 roku prowadzone są badania w skali laboratoryjnej oraz półtechnicznej w celu wyłonienia optymalnych reagentów oraz urządzeń do wyznaczenia kierunku planowanej modernizacji stacji. Zakres badań obejmował ustalenia zakresu remontu konstrukcji budowlanej 32 komór filtracyjnych z wymianą istniejącego systemu drenażowego. Ponadto, w celu optymalizacji procesu płukania złóż filtracyjnych zaproponowano wprowadzenie systemu płukania powietrzem przez około 4 minuty, następnie powietrzem i wodą (4 minuty) oraz wodą przez okres 4 minut. Dodatkowo prowadzono też badania nad zmianą systemu koagulacji, obejmującą zastąpienie obecnie stosowanego siarczanu glinu na wstępnie zhydrolizowanego w postaci wodnego roztworu chlorowodoru glinu. Prowadzono też badania nad zastosowaniem wkładki węglowej w filtrach kontaktowych w celu określenia skuteczności usuwania związków organicznych zawartych w wodzie [5,6,7].

W 2011r w okresie od 24 marca do 8 kwietnia 2011 roku na SUW badania z użyciem filtra DynaSand (użyto do badań filtra doświadczalnego) i prowadzono badania porównawcze z pracującym na stacji filtrem kontaktowym. Mętność wody surowej kształtowała się w przeważającym okresie badań w granicach 2,74 – 6,33 NTU.

Przeprowadzone badania potwierdziły wysoką sprawność filtrów DynaSand w uzdatnianiu wód powierzchniowych na drodze filtracji kontaktowej, w tym przede wszystkim wysoką stabilność procesu oczyszczania wody w wyniku regulacji szybkości płukania złoża, co umożliwia utrzymanie stężenia zawiesin na piasku filtracyjnym na stałym i niezależnym od zmiennych ilości zawiesin w wodzie surowej poziomie (co jest szczególnie istotne w uzdatnianiu wód górskich) oraz brak przerw w eksploatacji filtra na płukanie złoża filtracyjnego.

Filtr DynaSand pracował z wyższą o ok. 40% prędkością filtracji niż filtry eksploatowane w SUW, uzyskując porównywalną jakość filtratu. W całym okresie badawczym najniższa odnotowana mętność wody po filtrze kontaktowym pracującym na stacji wyniosła 0,09 NTU przy prędkości filtracji 4,3 – 5,0 m/h, zaś najniższa odnotowana mętność filtratu z filtra DynaSand wyniosła 0,07 NTU przy prędkości filtracji 7,85 m/h [8].



Rys.7. Zdjęcie stacji pilotowej

Fig. 7. Photo of the pilot station

3. Podsumowanie

Analizując pracę stacji można zauważyć, iż rok 2009 był dla SUW Czaniec rokiem szczególnie niekorzystnym pod kątem ekonomicznym. Na wyższe koszty wtlóczenia 1m^3 wody do sieci magistralnej w okresie całego roku miały wpływ dwa postoje stacji o łącznej liczbie 117 dni, co stanowi 1/3 roku. Wprowadzenie do technologii SUW Czaniec nadmanganianu potasu zapobiegło postojom stacji spowodowanych dużymi stężeniami manganu w wodzie pobieranej do produkcji. Wysokie wartości mętności i barwy surowej w dalszym ciągu są przyczyną wyłączeń stacji z eksploatacji, czego przykładem mogą być lata 2010 i 2011 gdzie dwie powodzie w maju i wrześniu 2010r. były przyczyną postoju stacji trwających w sumie 85 dni, natomiast w 2011r. SUW Czaniec też nie ominęła przymusowa przerwa w produkcji w miesiącu lipcu trwająca 24 dni, czego przyczyną były wysokie wartości mętności i barwy wody surowej. Pomimo ciągłego wzrostu kosztów eksploatacji SUW Czaniec, koszt produkcji 1m^3 wody i tak pozostaje na najniższym poziomie w odniesieniu do innych zakładów GPW S.A. pracujących w oparciu o wody powierzchniowe.

Bibliografia

- [1] *Rozporządzenie Ministra Zdrowia w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 72 poz. 466 z 20 04 2010r.)*
- [2] Dokumentacja technologiczna SUW Czaniec – *instrukcje obsługi stacji, materiały archiwalne*
- [3] Kowal, A.L., Świdorska–Bróż, M. *Oczyszczanie wody. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005*
- [4] Sawiniak, W., Kotlarczyk, B., Nadolska, K. Skuteczność usuwania związków manganu z wody powierzchniowej w złożu filtrów kontaktowych. *Ochrona Środowiska 3/2011 (ss. 59–61)*
- [5] Zimoch, I., Sawiniak, W., Kotlarczyk, B., Nadolska, K. Doświadczenia technologiczne pracy SUW Czaniec w Kobiernicach w okresie 40-letniej eksploatacji stacji. *Mat. Konf. Aktualne zagadnienia w uzdatnianiu i dystrybucji wody, Szczyrk 2011*
- [6] Zimoch I. *et al.* Uwarunkowania techniczne pracy SUW Czaniec w Kobiernicach w okresie 35 – letniej eksploatacji stacji. *Instal 2006 nr12 (267), ss. 49-53*
- [7] Sawiniak W., Kolarczyk B., Czechowski M., Matusiak M., Nadolska K. Badanie skuteczności usuwania związków organicznych w filtrach kontaktowych z warstwą węgla aktywnego. *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, Wielkopolski Oddział PZITS, Kołobrzeg 2010*
- [8] AWP NORDIC PRODUCTS Sp. z o.o. „Program badań pilotowych filtra DynaSand w SUW Kobiernice”, 2011r.

