

Izabela Zimoch, Anna Szostak

## Ocena skuteczności oczyszczania wody na węglu aktywnym w ZPW „Goczałkowice”

Osiągnięcia naukowe różnych dyscyplin wiedzy przyniosły również postęp w zakresie szerszego poznania problematyki jakości wód i metod ich badania, co jest powodem zastrzeżenia wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia. Każdy konsument oczekuje, aby woda, która stanowi podstawę życia, była nie tylko smaczna, ale przede wszystkim bezpieczna i nie stanowiła potencjalnego zagrożenia dla jego zdrowia. Obecnie w ogólnej produkcji wody do picia w Polsce blisko 44% oczyszczanej wody pochodzi z ujęć powierzchniowych, a 56% z podziemnych [1]. W odniesieniu do ogólnej liczby stacji oczyszczania wody w Polsce zaledwie 13% stanowią zakłady ujmujące wody powierzchniowe. Województwa śląskie, mazowieckie, małopolskie i dolnośląskie to rejony kraju, w których podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę są zasoby powierzchniowe. Udział tych województw w całkowitej ilości ujmowanej wody z ujęć powierzchniowych wynosi blisko 75% i jednocześnie zaopatrują one jedne z największych aglomeracji miejsko-przemysłowych w kraju. Wody powierzchniowe stanowią surowiec charakteryzujący się dużą zmiennością w ciągu roku, narażony na liczne zanieczyszczenia i zdarzenia losowe (susze, powodzie).

Wysoki stopień zanieczyszczenia wód ujmowanych do celów wodociągowych oraz ciągłe zastrzeżenie kryteriów jakości wód przeznaczonych do spożycia [2], powoduje konieczność rozbudowy układów technologicznych oczyszczania wody. Usuwanie prekursorów ubocznych produktów dezynfekcji oraz zmniejszenie wymaganych dawek środków dezynfekcyjnych powoduje, iż ważnym elementem nowoczesnych stacji oczyszczania wody jest proces sorpcji na węglu aktywnym. Dlatego liczne przedsiębiorstwa wodociągowe ponoszą znaczne nakłady finansowe na modernizację układów technologicznych, gwarantujących wysoki efekt oczyszczania wody. Inwestycje te zmniejszają ryzyko, jakie ponoszą przedsiębiorstwa wodociągowe, wynikające z produkcji wody, która nie spełnia obowiązujących wysokich standardów jakościowych.

### Charakterystyka ZPW „Goczałkowice”

Zakład Produkcji Wody (ZPW) „Goczałkowice”, należący obecnie do Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów (GPW), rozpoczął produkcję wody dla aglomeracji śląskiej w 1956 r., w oparciu o zasoby zbiornika „Goczałkowice”. Wówczas został uruchomiony ciąg technologiczny GoCza I o wydajności 150 tys. m<sup>3</sup>/d. Intensywny rozwój przemysłu tego

regionu w latach 1950–1980, a co za tym idzie – rosnący deficyt wody na Śląsku, wymusił radykalną rozbudowę zakładu. Efektem modernizacji przeprowadzonej w latach 1973–1978 było powstanie nowego ciągu technologicznego GoCza II o wydajności 350 tys. m<sup>3</sup>/d wraz z wybudowaniem drugiego ujęcia na Sole ze zbiornika „Czaniec”, a także systemów rurociągów przesyłowych wody surowej i uzdatnionej [3].

Pojawiające się na początku lat 90. ubiegłego stulecia intensywne zakwity glonów w zbiorniku „Goczałkowice” spowodowały konieczność zwiększenia dawki koagulantu aż do 45+50 g/m<sup>3</sup> oraz chloru do dezynfekcji do wartości 4,2 gCl<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Pomimo podejmowania przez GPW starań w celu produkcji wody o jak najlepszej jakości, pojawiały się liczne zastrzeżenia konsumentów dotyczące jej smaku i zapachu. Ponadto świadomość zagrożenia wynikającego z obecności w wodzie substancji toksycznych i kancerogennych, będących ubocznymi produktami metabolizmu sinic i bakterii patogennych, a także konieczność zapewnienia stabilności biologicznej wody przed jej wtłoczeniem do bardzo rozległej i przewymiarowanej sieci dystrybucji, były przyczyną podjęcia decyzji o konieczności kolejnej modernizacji układu oczyszczania wody. Realizację procesu modernizacyjnego, który obejmował wprowadzenie dwustopniowego ozonowania oraz filtrację na złożach granulowanego węgla aktywnego, rozpoczęto pracami projektowymi w 1991 r. i całkowicie zakończono we wrześniu 2004 r.

Obecna produkcja ZPW „Goczałkowice” oparta jest na poborze wody ze zbiorników „Goczałkowice” i „Czaniec”. Rozwiązanie techniczne ujęcia, oparte na zasilaniu z dwóch niezależnych źródeł, stanowi układ produkcji wody, charakteryzujący się dużą niezawodnością funkcjonowania oraz możliwością wyboru surowca o jak najlepszej jakości. Oba ujęcia dają możliwość produkcji wody w ilości 500 tys. m<sup>3</sup>/d. Obecne pozwolenia wodnoprawne umożliwiają pobór wody ze zbiornika „Goczałkowice” w ilości 1,8+5,7 m<sup>3</sup>/s oraz 3,9 m<sup>3</sup>/s ze zbiornika „Czaniec”. Bieżący system pracy stacji bazuje w większym stopniu na surowcu pochodzącym z „Czańca” (60% produkcji dobowej), ze względu na niższe koszty poboru wody (przesył grawitacyjny) i lepszą jakość surowca. W dotychczasowej eksploatacji ujęć odnotowano przypadki oparcia produkcji ZPW jedynie na zasobach wodnych „Goczałkowice”. Zdarzenia te wynikały z gwałtownego pogorszenia jakości wody w zbiorniku „Czaniec” (istotny wzrost mętności wody, np. ok. 3000 NTU wiosną 2002 r.).

Obecny układ technologiczny oczyszczania wody stanowią dwa niezależne ciągi produkcyjne, obejmujące obiekty GoCza I i GoCza II. Na układy te składają się typowe procesy oczyszczania fizycznego i chemicznego, obejmujące ozonowanie wstępne, koagulację oraz filtrację, po których woda za pomocą pompowni międzyobiektowej kierowana jest na wspólne obiekty gwarantujące wysokoefektywne oczyszczanie na drodze ozonowania pośredniego, sorpcji na węglu aktywnym i dezynfekcji.

## Układ GoCza I

Z ujęcia brzegowego na zbiorniku „Goczalkowice” woda tłoczona jest poprzez studnię rozdzielczą do komór wstępnego ozonowania ciągu technologicznego GoCza I. W procesie tym dawka ozonu waha się w granicach  $0,3 \pm 1,5 \text{ gO}_3/\text{m}^3$ , a rozwiązanie techniczne gwarantuje 11-minutowy czas kontaktu wody z ozonem. Ozon dozowany jest przez dwie turbiny rozpraszające o regulowanej wydajności (maks. przepływ powietrza  $337 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Po wstępnym utlenieniu woda kierowana jest na ciąg klasycznej koagulacji objętościowej. Proces koagulacji realizowany jest za pomocą 17% siarczanu glinu (śr. dawka  $10 \pm 25 \text{ g/m}^3$ ) w trzech niezależnych zespołach urządzeń, obejmujących komory szybkiego mieszania komory flokulacji oraz osadniki poziome. Z osadników sklarowana woda doprowadzana jest przez komorę rozdzielczą na filtry pospieszne (24 komory) o powierzchni  $46 \text{ m}^2$  każdy. Prędkość filtracji, przy maksymalnej wydajności stacji, wynosi  $6,5 \text{ m/h}$ . Po procesie filtracji woda dopływa do zbiorników w przepompowni międzyobiektywnej.

## Układ GoCza II

Ciąg technologiczny GoCza II oczyszcza mieszaninę wód ujmowanych ze zbiorników „Goczalkowice” (rurociąg tłoczny) i „Czaniec” (ujęcie lewarowe, rurociąg grawitacyjny). Woda dopływa do czterech komór wstępnego ozonowania umieszczonych w dwóch zbiornikach wyposażonych w turbiny rozpraszające o regulowanej wydajności (przepływ powietrza  $337 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Zadaniem zespołu turbiny jest optymalna dyfuzja powietrza ozonowanego w wodzie. Czas kontaktu wody surowej z ozonem (dawka  $0,5 \pm 1,5 \text{ gO}_3/\text{m}^3$ ) wynosi  $11 \pm 24 \text{ min}$  i kształtowany jest produkcją wody. Po procesie wstępnego ozonowania woda, tak jak w układzie GoCza I, poddawana jest koagulacji, która odbywa się w 8 pulsatorach. Reagenty, siarczan glinu w ilości  $10 \pm 25 \text{ g/m}^3$  i okresowo roztwór polielektrolitu (dawka  $0,05 \text{ g/m}^3$ ), wprowadzane są do rurociągów przed pulsatorami. Optymalna eksploatacja pulsatorów ma miejsce przy prędkości wznoszenia wody około  $0,6 \text{ mm/s}$  i czasie przetrzymania około  $2,5 \text{ godz}$ . Sklarowana woda grawitacyjnie przepływa do układu piaskowych filtrów pospiesznych. W układzie wybudowano osiem segmentów, po pięć komór filtracyjnych w każdym. Powierzchnia złoża filtracyjnego o wysokości  $1,8 \text{ m}$  ( $0,4 \text{ m}$  warstwa podtrzymująca,  $1,4 \text{ m}$  warstwa filtracyjna) wynosi  $44,8 \text{ m}^2$ . Dla nominalnej wydajności stacji i przy wszystkich pracujących komorach prędkość filtracji osiąga  $10 \text{ m/h}$ . Woda z filtrów kierowana jest do zbiorników w przepompowni międzyobiektywnej.

## Obiekty wspólne dla układów GoCz I i GoCza II

Przepompownia międzyobiektywa spełnia trzy zadania:

- tłoczenie wody po procesie filtracji pospiesznej do komór ozonowania pośredniego,
- tłoczenie wody w układzie chłodzenia linii produkcji ozonu,
- tłoczenie wody podczas płukania filtrów z węglem aktywnym.

W procesie ozonowania pośredniego średni czas kontaktu wody z ozonem wynosi  $15 \text{ min}$ , a dawka ozonu zmienia się w zakresie  $0,2 \pm 0,5 \text{ gO}_3/\text{m}^3$ . Woda z komór ozonowania pośredniego grawitacyjnie dopływa dwoma rurociągami o średnicy  $2000 \text{ mm}$  do hali filtrów węglowych, w której znajduje się 16 filtrów o powierzchni  $104 \text{ m}^2$  każdy, zawierających złoża uformowane z granulowanego węgla aktywnego o wysokości  $2 \text{ m}$ . Do wypełnienia komór filtracyjnych zastosowano krajowy węgiel aktywny WG-12 firmy GRYFSKAND (8 filtrów), a także węgiel F300 firmy Chemviron (5 filtrów) oraz firmy Norit (3 filtry). Regulacja pracy filtrów odbywa się

za pomocą regulatorów podciśnieniowych HB, umożliwiających precyzyjny rozdział obciążenia hydraulicznego pomiędzy równoległe pracujące komory filtracyjne. Wydajność regulatora jest sterowana zmiennym podciśnieniem panującym w przestrzeni nad przelewem, wyposażonym w ciągły pomiar wydajności. W efekcie daje to precyzyjniejszą dokładność regulacji, w porównaniu z rozwiązaniami tradycyjnymi. Woda w procesie filtracji przez złoża węglowe przepływa ze średnią prędkością  $6 \pm 8 \text{ m/h}$ , gwarantującą 14-minutowy czas kontakt ze złożem. Następnie woda dopływa grawitacyjnie do zbiorników wody czystej. Przed zbiornikami do wody oczyszczonej wprowadzana jest woda chlorowa, jako środek dezynfekcyjny, w ilości  $0,4 \pm 0,8 \text{ gCl}_2/\text{m}^3$ . Czas kontaktu wody z chlorem wynosi  $30 \text{ min}$ . Po dezynfekcji woda grawitacyjnie dopływa do przepompowni „Paprocany”, skąd tłoczona jest do sieci magistralnej aglomeracji śląskiej [3].

## Badania skuteczności oczyszczania wody

Realizację techniczną modernizacji układu technologicznego, rozpoczętą w 1993 r., przeprowadzono etapowo. Etap I obejmował uruchomienie w maju 1998 r. układu ozonowania wstępnego. W tym samym roku przystąpiono do realizacji II etapu modernizacji, tj. do budowy filtrów węglowych, który realizowany był w dwóch fazach. Przekazanie do eksploatacji układu ozonowania pośredniego oraz pierwszych 8 filtrów miało miejsce na początku 2004 r. Inwestycję całkowicie ukończono we wrześniu 2004 r. poprzez włączenie ostatnich 8 filtrów węgla aktywnego w ciąg technologiczny uzdatniania wody w ZPW „Goczalkowice”.

W celu oceny biologicznej aktywności filtrów węglowych, jak i efektywności technologicznej rozbudowanego ciągu oczyszczania wody, od końca stycznia 2004 r. prowadzono kontrolę laboratoryjną. Analizy laboratoryjne prowadzono zarówno na wodzie po filtrach piaskowych jak i na wodzie dopływającej (po ozonowaniu pośrednim) oraz odpływającej ze złoża filtrów węglowych. Badaniem objęto takie wskaźniki jakości wody, jak temperatura, barwa, mętność, pH, utlenialność, ogólny węgiel organiczny (OWO), absorbancja w UV ( $254 \text{ nm}$ ), a także zawartość tlenu rozpuszczonego, ozonu resztkowego, dwutlenku węgla, glinu, azotu amonowego, azotanów, azotynów i THM. Częstość badań dostosowano do potrzeb wodociągowych (codzienne analizy podstawowych wskaźników i tygodniowe dla pełnego zakresu badań). Ponadto, ze względu na wypełnienie komór różnymi węglami aktywnymi, od czerwca 2004 r. systematyczną kontrolą laboratoryjną (raz w miesiącu) objęto dopływ i odpływ ze wszystkich filtrów węglowych w funkcji czasu pracy złoża od ostatniego płukania (pH, barwa, absorbancja w UV, tlen rozpuszczony, wolny dwutlenek węgla, OWO, ozon pozostały, ogólna liczba bakterii w temp.  $37 \text{ }^\circ\text{C}$  po  $24 \text{ h}$  i w temp.  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  po  $72 \text{ h}$ ).

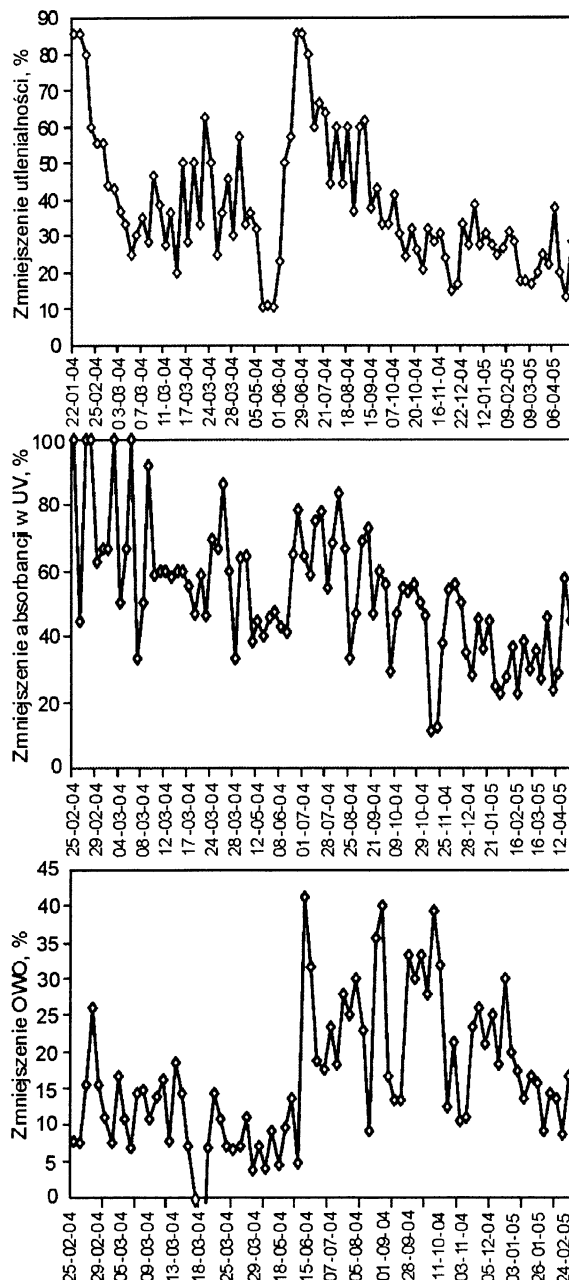
W niniejszym artykule przedstawiono analizy wybranych wskaźników jakości wody, tj. utlenialności, absorbancji w UV ( $254 \text{ nm}$ ) i OWO, przeprowadzonych od stycznia 2004 r. do kwietnia 2005 r. (rys. 2–4).

W ciągu 16 miesięcy prowadzonych badań, utlenialność wody dopływającej na złoża filtrów węglowych mieściła się w zakresie  $0,5 \pm 3,3 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ , natomiast wody oczyszczonej w przedziale  $0,1 \pm 2,5 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ . Podwyższoną utlenialność wody oczyszczonej (ok.  $2 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ) odnotowano w maju 2004 r., tj. w okresie uruchamiania drugiego etapu budowy filtrów węglowych. Prowadzony w tym okresie rozruch inwestycji niewątpliwie zakłócał pracę stacji, a w konsekwencji – wpływał

na obniżenie stopnia zmniejszenia utlenialności wody do zaledwie 10%. Średnia wartość utlenialności wody w odpływie z filtrów węglowych w okresie prowadzonych badań wynosiła  $0,94 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ . Skuteczność procesu wyrażona stopniem zmniejszenia utlenialności wody mieściła się w zakresie  $10+86\%$  (śr.  $38\%$ ). W czasie eksploatacji filtrów węglowych wyróżniono czas (styczeń/luty 2004 r. oraz czerwiec 2004 r.), w którym wysoki stopień zmniejszenia utlenialności ( $80+90\%$ ) świadczył o tym, że zanieczyszczenia w wodzie ozonowanej dopływającej do filtrów były dobrze sorbowane. W pozostałym czasie badań utlenialność wody odpływającej z filtrów węglowych stopniowo wzrastała (rys. 1).

Podobne zależności wystąpiły dla absorbancji w UV oznaczonej dla wody po filtrach węglowych (rys. 1.). Analiza zmian absorbancji w UV w czasie eksploatacji złóż węglowych, tj. od lutego 2004 r. do kwietnia 2005 r., wykazała spadek efektywności pracy układu. W początkowym etapie uruchomienia 8 filtrów węglowych (6 tygodni) efekt ich pracy charakteryzował się wysokim stopniem zmniejszania absorbancji w zakresie  $100+70\%$ . Po całkowitym zakończeniu inwestycji, w czerwcu 2004 r., podobnie jak w wypadku stopnia zmniejszenia utlenialności, odnotowano wzrost efektywności pracy węgla przejawiający się większym stopniem obniżenia absorbancji w UV. Świadczyło to o zdecydowanym udziale sorpcji w pierwszych tygodniach eksploatacji nowych 8 złóż w wysokoefektywnym procesie uzdatniania wody. W okresie prowadzonych badań zmienność absorbancji w UV w wodzie odpływającej z filtrów wahała się w zakresie  $0+2,3$  (śr.  $0,9$ ), przy średniej wartości tego wskaźnika w wodzie po ozonowaniu pośrednim  $1,85$  (zmiennosc  $0,4+4,4$ ). Maksymalną wartość absorbancji w UV na poziomie  $2+3$  w odpływie z filtrów odnotowano na przełomie października i listopada 2004 r. Przyczyną niskiej efektywności pracy złóż węglowych ( $10\%$ ) było niewątpliwie wyłączenie w tym czasie ozonowania pośredniego, a co za tym idzie – nastąpiło zahamowanie przekształcania substancji organicznych w formę bardziej podatną na biodegradację. Analiza zmian wartości absorbancji w UV potwierdza fakt, iż w pierwszym okresie eksploatacji złóż węglowych zdecydowaną rolę odgrywał proces sorpcji, który następnie ustąpił miejsca biologicznemu mechanizmowi oczyszczania wody.

Rozwój błony biologicznej na węglu aktywnym znajduje potwierdzenie w analizie zmian stopnia usunięcia substancji organicznych. Wzrost stopnia usuwania OWO do poziomu  $40\%$  w czasie od lipca do października 1994 r., w porównaniu z porą zimową, w której temperatura wody dopływającej do filtrów była zdecydowanie niższa, może uzasadnić biologiczny charakter pracy złóż węglowych (rys. 1.). W tym czasie wzrost efektywności procesu powodowany był wyższymi temperaturami wody zasilającej złoża ( $16+21 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Ponadto odnotowano wówczas znaczny ubytek tlenu w wodzie odpływającej ( $1+2,5 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ ) i jednoczesny wzrost zawartości wolnego dwutlenku węgla średnio o  $13,4\%$ , w odniesieniu do wody po procesie ozonowania. Zawartość wolnego dwutlenku węgla na przełomie lipca i października 2004 r. w wodzie dopływającej do układu filtrów węglowych wahała się w zakresie  $11,0+23,1 \text{ gCO}_2/\text{m}^3$  (śr.  $15,9 \text{ gCO}_2/\text{m}^3$ ), natomiast w wodzie uzdatnionej po filtrach węglowych w przedziale  $13,2+33,0 \text{ gCO}_2/\text{m}^3$  (śr.  $17,2 \text{ gCO}_2/\text{m}^3$ ). 30 września 2004 r. wystąpił maksymalny wzrost zawartości wolnego dwutlenku węgla w odpływie do  $66\%$  w stosunku do wody zasilającej układ, co odpowiadało jego zawartości  $33 \text{ gCO}_2/\text{m}^3$ . Odnotowano wówczas blisko  $19\%$  stopień zmniejszenia zawartości tlenu rozpuszczonego w odpływie do poziomu  $7,6 \text{ gO}_2/\text{m}^3$ . W tym dniu woda zasilająca układ miała temperaturę  $21,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Powyższe analizy jednoznacznie



Rys. 1. Zmiana stopnia zmniejszenia wskaźników jakości wody

wskazują na obecność mikroorganizmów zasiedlających adsorbent, a co za tym idzie – na udział procesów biologicznych w usuwaniu zanieczyszczeń z wody.

Biosorpcyjną pracę układu filtrów węglowych potwierdziła również analiza charakteru pracy złoża, przeprowadzona za pomocą testu Erhardta, Madsena i Sontheimera (EMS) w czasie od czerwca 2004 r. do kwietnia 2005 r., tj. od momentu eksploatacji złóż, który pozwalał założyć, iż układ został w pełni wpracowany biologicznie. Średnia wartość współczynnika aktywności biomasy ( $S$ ), będącego funkcją zmian utlenialności i zawartości tlenu w złożu węglowym, w okresie badań zmieniała się w zakresie  $0,3+0,65$ , co świadczyło o dominacji procesów biodegradacji w układzie oczyszczania wody.

W celu pełnej oceny charakteru pracy złóż węglowych przeprowadzono analizę zmian wartości liczby jodowej (LJ) w funkcji czasu eksploatacji złoża. Stwierdzono, że podczas 16-miesięcznej pracy kolumn filtracyjnych wypełnionych węglem WG-12 liczba jodowa węgla aktywnego wykazywała

tendencję spadkową. Wartość tego parametru zmniejszyła się o 27,7% w stosunku do wartości początkowej. W drugim ciągu technologicznym węgli aktywnych, eksploatowanych przez 11 miesięcy (od maja 2004 r.), odnotowano spadek liczby jodowej dla węgla F300 na poziomie 16,5% oraz 17% dla węgla typu Norit. W końcowym okresie badań, tj. w kwietniu 2005 r., wartości liczby jodowej kształtowały się średnio na poziomie 830 mg/g, co dla poszczególnych węgli aktywnych stanowiło odpowiednio WG-12 – 72%, F300 i Norit – 83% wartości wskaźnika dla węgla świeżego. Największym spadkiem zdolności sorpcyjnych charakteryzował się węgiel W-12, co można tłumaczyć dłuższym aż o 5 miesięcy czasem eksploatacji. Systematyczny spadek wartości liczby jodowej, przy jednoczesnym wzroście stopnia usuwania OWO, stanowi potwierdzenie przyjętego założenie udziału mikroorganizmów zasiedlających złożę w procesie oczyszczania wody na drodze biologicznego utleniania związków organicznych.

### Podsumowanie

Dokonanie oceny, czy biologiczna aktywność węgla aktywnego została osiągnięta, czy jest stabilna lub też coś ją zakłóca, jest trudne i złożone, szczególnie dla układów pracujących w skali technicznej. Wszelkie nieuniknione zmiany jakości ujmowanej wody w znacznym stopniu wpływają na zmianę aktywności procesów biologicznych przebiegających w złożu węgla aktywnego. Z tego względu niezbędne jest prowadzenie systematycznych badań wartości wskaźników jakości wody dopływającej i odpływającej ze złożów węgla aktywnego, takich jak pH, barwa, mętność, utlenialność, absorbancja w UV (254 nm), OWO, tlen rozpuszczony, dwutlenek węgla oraz wskaźniki bakteriologiczne, pozwalających na ocenę charakteru pracy złoża. Ponadto wskazana jest kontrola pracy węgla aktywnego na podstawie zmian wartości liczby jodowej.

Przeprowadzone badania wykazały, że przeciętny czas rozwój mikroorganizmów na ziarnach węgla w kolumnach filtracyjnych, w którym uzyskano pełną aktywność biologiczną złoża, wahał się w przedziale 2+3 miesięcy. Najdłuższy czas pracowania złoża odnotowano dla układów I etapu inwestycji, oddanego do eksploatacji w styczniu 2004 r. Panujące w tym czasie niskie temperatury wody (śr. 3 °C) w istotny sposób wpłynęły na szybkość rozwoju mikroorganizmów i ich procesy metaboliczne. W filtrach węglowych, które oddano do eksploatacji w maju 2005 r., średni czas rozwoju mikroorganizmów w złożu był o 50% krótszy w odniesieniu do wcześniej uruchomionych filtrów. Analiza ta potwierdziła znany fakt, iż temperatura jest czynnikiem wpływającym na efektywność procesów metabolicznych mikroorganizmów, a co za tym idzie – na stopień usuwania zanieczyszczeń organicznych z wody.

Analizy zmian utlenialności wody (stopień zmniejszenia w pierwszej fazie pracy układu 90+80%), absorbancji w UV (100+70%) oraz OWO (10+15%) w odpływie, w odniesieniu do jakości wody zasilającej układ filtrów węglowych, potwierdziły fakt, iż w początkowym czasie eksploatacji złożów węglowych zdecydowaną rolę w uzdatnianiu wody odgrywał proces sorpcji, który następnie ustępował miejsca biologicznemu mechanizmowi oczyszczania wody. Biosorpcyjną pracę układu filtrów węglowych potwierdziła również analiza charakteru pracy złoża przeprowadzona za pomocą testu EMS, według którego w okresie od czerwca 2004 r. do kwietnia 2005 r. współczynnik S przyjmował wartość w przedziale 0,3+0,65, co świadczyło o dominacji procesów biodegradacji w układzie oczyszczania wody.

Odnotowany w okresie prowadzonych badań systematyczny spadek wartości liczby jodowej, przy jednoczesnym wzroście stopnia usuwania OWO, potwierdził adsorpcyjny mechanizm oczyszczania wody w pierwszym etapie eksploatacji układu, a następnie wzrost udziału mikroorganizmów zasiedlających złożę w procesie oczyszczania wody na drodze biologicznego utleniania związków organicznych.

Wdrożenie układu wysokoefektywnego uzdatniania wody w ZPWP „Goczałkowice” przyniosło wymierne korzyści technologiczne i znaczną poprawę jakości wody włączanej do systemu dystrybucji. W ciągu szesnastomiesięcznej eksploatacji pełnego procesu technologicznego oczyszczania wody, obejmującego procesy ozonowania wstępnego, koagulacji, filtracji, ozonowania pośredniego i sorpcji na złożu węgla aktywnego oraz końcowej dezynfekcji, uzyskano 72% zmniejszenie dawki chloru w procesie dezynfekcji, tj. do około 0,7 gCl<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>. Ponadto ostateczne uruchomienie filtracji na węglu aktywnym pozwoliło na znaczne obniżenie zarówno zawartości chloroformu w wodzie wychodzącej ze stacji (1,2+2,5 mg/m<sup>3</sup>), jak i zmienności jego zawartości w systemie dystrybucji (4+12 mg/m<sup>3</sup> w wodzie dopływającej do zbiorników sieciowych w Mikołowie i Murckach).

### LITERATURA

1. J. JEŻ-WALKOWIAK, M. SOZAŃSKI: Technologie, efekty i modernizacja zakładów uzdatniania wody powierzchniowej. Mat. konf. „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”, PZITS, Poznań 2004, tom I, ss. 131–148.
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. nr 203, poz. 1718.
3. I. ZIMOCH, A. SZOSTAK, A. GAWLIK, M. CZECHOWSKI: Zakład Produkcji Wody Goczałkowice w aspekcie nowych wdrożeń technologicznych. Mat. konf. „Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód”, PZITS, Poznań 2004, tom II, ss. 751–762.

**Zimoch, I., Szostak, A. Assessing the Efficiency of Water Treatment Involving Active Carbon in the Water Treatment Plant Goczałkowice. *Ochrona Środowiska* 2005, Vol. 27, No. 3, pp. 17–20.**

**Abstract:** The water treatment plant Goczałkowice is amongst the largest water producing plants of the Upper Silesian Piping Company Katowice, which supplies high quality water to the population. The unreasonable management of natural water resources in the upper river basin of the Vistula, as well as the ever growing demands made on drinking water quality, triggered a number of initiatives in the early 1990s, which aimed at

upgrading the efficiency of the treatment train applied. The proposed water treatment train (implemented in January 2004) consisted of pre-ozonation, coagulation, sand filtration and ozonation followed by filtration on active carbon beds and disinfection. After 16-month monitoring of the water quality parameters (turbidity, COD, UV absorbance, TOC, dissolved oxygen, bacterial counts) of the influent and effluent stream, the biological activity of the carbon beds was assessed. The effect of the implemented treatment train on the quality of the water produced was analyzed.

**Keywords:** Water treatment, sorption, active carbon.