

Anna NOWACKA¹

Maria WŁODARCZYK-MAKUŁA²

Damian PANASIUK³

ANALIZA ILOŚCIOWO-JAKOŚCIOWA WODY POBIERANEJ DO UZDATNIANIA ZE ZBIORNIKA GOCZAŁKOWICE W LATACH 1990-2013

Zbiornik Goczałkowicki jest zbiornikiem zaporowym zlokalizowanym na rzece Mała Wisła w regionie wodnym Małej Wisły. Do podstawowych funkcji omawianego zbiornika należą: zaopatrzenie w wodę mieszkańców województwa śląskiego oraz ochrona przeciwpowodziowa. Dodatkowymi funkcjami zbiornika są: wyrównanie przepływów w okresie suszy, ochrona przyrody oraz rekreacja. Woda poddawana uzdatnianiu w ZUW Goczałkowice pochodzi z dwóch niezależnych źródeł zasilania, jakie stanowią zbiornik Goczałkowice oraz zbiornik Czaniec. Woda pobierana ze zbiornika Goczałkowice jest przesyłana do układu technologicznego GO-CZA I, natomiast mieszanina strumieni wody ze zbiorników Goczałkowice i Czaniec zasila ciąg GO-CZA II. W niniejszej pracy przeanalizowano wartości wybranych wskaźników jakości wody pobieranej ze zbiornika Goczałkowice, takich jak pH, temperatura, barwa rzeczywista i mętność, w celu porównania zmian tych wskaźników na przestrzeni 24 lat (1990-2013). Analiza danych z monitoringu wód zbiornika wykazała, że w ostatnich kilku latach wskaźniki jakości wody były na ustalonym poziomie. We wcześniejszym okresie odnotowywano wprawdzie wahania wartości tych wskaźników, ale występowały one incydentalnie. Można zatem stwierdzić, że podwyższone wartości tych wskaźników były związane ze zwiększoną ilością opadów atmosferycznych, które wystąpiły na badanym obszarze i wraz ze spływem powierzchniowym mogły wnieść do zbiornika znaczne ilości zawieszin. Monitorowanie wskaźników jakości wody ze zbiornika Goczałkowice umożliwia odpowiedni dobór parametrów procesowych w trakcie uzdatniania. Jednocześnie wpływa na wzrost poziomu bezpieczeństwa i niezawodności całego systemu zaopatrzenia w wodę.

Słowa kluczowe: jakość wody, barwa rzeczywista, mętność, pH, temperatura

¹ Autor do korespondencji/corresponding author: Anna Nowacka, Politechnika Częstochowska, ul. Brzeźnicka 60a, 42-200 Częstochowa, anowacka@is.pcz.czyst.pl

² Maria Włodarczyk-Makuła, Politechnika Częstochowska

³ Damian Panasiuk, Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

1. Wprowadzenie

Wodociąg Górnośląskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów S.A w Katowicach (GPW S. A.) jest największym w Polsce i jednym z nielicznych w Europie kompleksem grupowego zaopatrzenia w wodę. Z wodociągu korzystają mieszkańcy w 66 gminach województwa śląskiego i w 3 gminach województwa małopolskiego (łącznie około 3,4 mln mieszkańców). Zakład Uzdatniania Wody (ZUW) Goczałkowice jest jednym z zakładów należących do GPW S.A. Do uzdatniania jest pobierana woda z dwóch niezależnych źródeł zasilania: ze zbiornika Goczałkowice na Małej Wiśle (ok. 1/3 wody) oraz ze zbiornika Czaniec na rzece Sole (2/3 wody) [4]. Udział ZUW Goczałkowice w przygotowaniu wody przeznaczonej do spożycia w GPW wynosi 45% [7]. W ZUW Goczałkowice jest uzdatniana woda w kompleksie obiektów składających się z dwóch ciągów technologicznych [3]:

- GO-CZA I – ciąg uruchomiony w 1956 r. (modernizacja w 2004 r.) o wydajności 150 tys. m³/d,
- GO-CZA II – ciąg otwarty w 1979 r. (modernizacja w 2004 r.) o wydajności 350 tys. m³/d.

Obecnie dobową zdolność produkcyjną zakładu wynosi 380 tys. m³ wody, lecz aktualnie ilość wody uzdatnianej mieści się w przedziale 150-200 tys. m³. W ciągu technologicznym GO-CZA I jest wykorzystywana woda ze zbiornika Goczałkowice, w GO-CZA II natomiast mieszanina wód z dwóch zbiorników: Goczałkowice i Czaniec.

Z punktu widzenia systemu zaopatrzenia w wodę do spożycia niezwykle istotna jest jakość i ilość wody kierowanej do odbiorców [14]. Jednym ze sposobów podnoszenia bezpieczeństwa systemu zaopatrzenia w wodę jest systematyczny monitoring jakości wody, zarówno surowej przeznaczonej do uzdatniania, jak i uzdatnionej. To właśnie jakość wody należy do głównych parametrów w zakresie spełnienia przez system zaopatrzenia w wodę narzuconych mu zadań. Ponadto odpowiednio prowadzony monitoring ujmowanej wody umożliwia kontrolowanie i prawidłowe prowadzenie procesów uzdatniania, a w przypadku sytuacji incydentalnych (duże stężenia zanieczyszczeń) pozwala na ich wykrycie i podjęcie odpowiednich działań zmniejszających ryzyko obniżenia bezpieczeństwa całego systemu [9]. Zbiornik Goczałkowicki jest zbiornikiem zaporowym zlokalizowanym na rzece Mała Wisła w regionie wodnym Małej Wisły, w obszarze administrowanym przez RZGW w Gliwicach. Zlewnia zbiornika mająca powierzchnię 523,1 km² [15] x 530 km² [1] należy do trzech scalonych części wód powierzchniowych (SCWP) [8]:

- MW0101 – Wisła od źródeł do ujścia Bładnicy,
- MW0102 – Wisła od ujścia Bładnicy do zbiornika Goczałkowice wraz z Bładnicą,
- MW0103 – Wisła od zbiornika Goczałkowice do ujścia rzeki Białej wraz ze zbiornikiem.

Zbiornik ten jest zlokalizowany na terenie obszaru NATURA 2000. Jest również obszarem specjalnej ochrony ptaków nazwanym Doliną Górnej Wisły. Do podstawowych funkcji omawianego zbiornika należą: zaopatrzenie w wodę mieszkańców województwa śląskiego oraz ochrona przeciwpowodziowa. Do innych zadań zbiornika zalicza się m.in. wyrównanie przepływów w okresie suszy, ochrona przyrody oraz rekreacja.

W wyniku kompleksowego podejścia do zagadnienia zaopatrzenia w wodę w regionie, jakie podjęto w 2004 r., określono istotne problemy gospodarki wodnej (IPGW) w SCWP obejmujących zlewnię zbiornika [5]. W wyniku przeglądu IPGW w zlewni pilotowej Górna Wisła [12] wskazano zagadnienia do rozwiązania i podejmowania odpowiednich działań w następującym zakresie [8]:

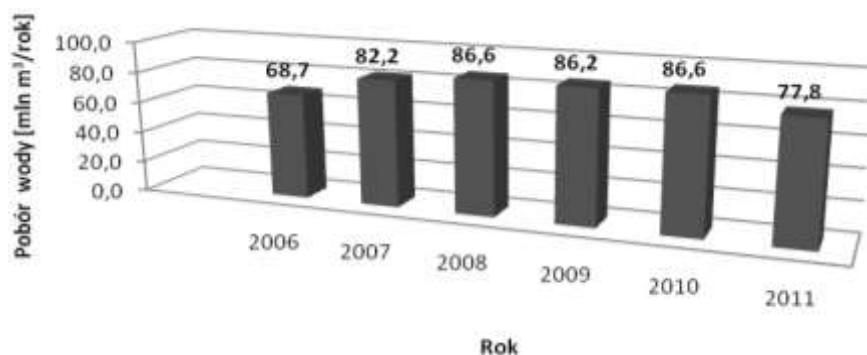
- zapewnienie poboru wód powierzchniowych dla zaopatrzenia ludności i przemysłu,
- niezabezpieczone składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych,
- zagrożenie powodziowe,
- zanieczyszczenia pochodzące ze źródeł rolniczych,
- odprowadzanie wód wykorzystywanych do hodowli ryb (stawy rybne),
- odprowadzanie nieoczyszczonych ścieków komunalnych,
- odprowadzanie przez zakłady górnicze wysoko zasolonych wód z odwodnienia kopalń,
- zmiany hydromorfologiczne i hydrogeologiczne,
- odprowadzanie nieoczyszczonych ścieków przemysłowych.

2. Pobór wody przez ZUW Goczałkowice w latach 2006-2011

Jak wspomniano wcześniej, woda poddawana uzdatnianiu w ZUW Goczałkowice pochodzi z dwóch niezależnych źródeł zasilania, jakie stanowią zbiornik Goczałkowice oraz zbiornik Czaniec [4]. Całkowity roczny pobór wody z obu źródeł zasilania w ostatnich latach przekraczał zazwyczaj 80 mln m³/rok. Najmniejszą ilość pobranej wody odnotowano w 2006 r. (69 mln m³ wody w ciągu 11 miesięcy, ok. 75 mln m³ w ciągu całego roku). W kolejnych latach do 2010 r. odnotowano stopniowy wzrost poboru aż do 86,6 mln m³. W 2011 roku natomiast odnotowano spadek ilości pobieranej wody o prawie 10 mln m³ (rys. 1.).

W tabeli 1. przedstawiono udział zbiornika Goczałkowice w całkowitym poborze wody poddawanej uzdatnianiu w ZUW Goczałkowice. Roczny pobór wody ze zbiornika Goczałkowice wahał się w granicach 34-51 mln m³ (średnio 39,9 mln m³) w latach 2006-2011. Jak już wspomniano, maksymalny pobór odnotowano w 2010 r., a minimalny w 2006. W ujęciu miesięcznym maksymalny pobór ze zbiornika Goczałkowice odnotowano w czerwcu 2010 r. (8,9 mln m³ wody), a minimalny w marcu 2011 (1,0 mln m³). Średnio 49% wody pobieranej przez ZUW Goczałkowice pochodziła ze zbiornika Goczałkowice. Natomiast w 2010 r. udział ten sięgał 59% [6]. Roczny pobór wody ze zbiornika Czaniec

był zazwyczaj wyższy od poboru ze zbiornika Goczałkowice. Jednak w analizowanych latach dwukrotnie wystąpiła sytuacja odwrotna (roczny pobór wody ze zbiornika Goczałkowice był wyższy niż ze zbiornika Czaniec). Niewielka różnica wystąpiła w 2007 r., ale w 2010 ilość wody pochodzącej ze zbiornika na Małej Wiśle była znacznie większa niż ze zbiornika na Sole. Wtedy pobór wody z Goczałkowic przewyższał pobór z Czania aż przez pięć miesięcy. Miało to związek przede wszystkim z powodzią, która wystąpiła w maju i czerwcu 2010 r. – nie pobierano wówczas wody ze zbiornika Czaniec (w maju przez 15 dni i w czerwcu przez 28 dni (powódzie i zmętnienie wody w Sole), we wrześniu przez 29 dni, a w październiku przez 7 dni).



dane dla 2006 r. dotyczą 11 miesięcy – bez stycznia 2006 r.

Rys. 1. Roczny pobór wody przez ZUW Goczałkowice w latach 2006-2011, na podstawie [6]

Fig. 1. The annual water consumption by WTP Goczałkowice in the years 2006-2011, based on [6]

Tabela 1. Udział zbiornika Goczałkowice w całkowitym poborze ZUW Goczałkowice, na podstawie [6]

Table 1. The participation of Goczałkowice reservoir in total consumption of WTP Goczałkowice, based on [6]

Rok	Pobór wody [mln m ³]			Udział zbiornika Goczałkowice [%]
	zbiornik Goczałkowice	zbiornik Czaniec	pobór całkowity	
2006	31,4*	37,3*	68,7*	45,7
	34,2**	40,7**	74,9**	
2007	42,2	40,0	82,2	51,3
2008	40,5	46,1	86,6	46,8
2009	38,6	47,6	86,2	44,8
2010	50,8	35,8	86,6	58,7
2011	36,1	41,8	77,8	46,3
Średnia**	39,9	41,4	81,4	48,9

* dane dla 11 miesięcy, ** dane ekstrapolowane dla 12 miesięcy

3. Punkt poboru próbek wody

W ZUW Goczałkowice są prowadzone regularne analizy wskaźników jakości wody. Jak już wspomniano, woda pobierana ze zbiornika Goczałkowice jest przesyłana do układu technologicznego GO-CZA I, natomiast mieszanina wody ze zbiorników Goczałkowice i Czaniec zasila ciąg GO-CZA II. Najbliżej ujęcia wody znajduje się punkt U (rys. 2.). Jakość wody w tym miejscu zbiornika odpowiada jakości ujmowanej wody surowej opisywanej w dalszej części publikacji.

Na podstawie wymagań określonych w rozporządzeniu wprowadzonym w 2002 r. [11] stan ekologiczny zbiornika na stanowisku oznaczonym punktem U w latach 2000, 2002-2003 i 2005 był uznawany jako zły, w latach 2001 i 2004 zaś jako słaby. Wartości wskaźników fizyko-chemicznych odpowiadały w większości wartościom dla co najmniej dobrego stanu [5, 13]. Doniesienia literaturowe wskazują, że w latach 1994-2003 w omawianym punkcie kontrolnym (oznaczonym jako U) w około 34% próbek odnotowano przekroczenia wartości dopuszczalnych dla wody nadającej się do zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia [10] lub sklasyfikowano do kategorii A3. Zaledwie 3% prób spełniało wymagania dla kategorii A1. Biorąc pod uwagę wskaźniki mikrobiologiczne, 62% prób spełniało kryteria dla kategorii A2. Wskaźnikami, które wpływały na obniżenie kategorii jakości wody w analizowanym punkcie pomiarowym, były: indeks fenolowy, stężenie manganu oraz $ChZT_{Cr}$. Podobne wyniki uzyskano w latach 2006-2008 [2].



Rys. 2. Lokalizacja punktu kontrolno-pomiarowego położonego najbliżej ujęcia wody dla ZUW Goczałkowice

Fig. 2. The location of control and measurement point nearest to water intake for the WTP Goczałkowice

W punkcie 4. przedstawiono wyniki analiz jakościowych wody, dokonano porównania wartości wybranych wskaźników oraz określono zmiany jakości wody w zbiorniku Goczałkowice (w pobliżu ujęcia wody dla ZUW Goczałkowice) w latach 1990-2013.

4. Jakość wody pobieranej na ujęciu Goczałkowice w latach 1990-2013

Korzystając z dostępnych danych, w niniejszej pracy porównano wyniki otrzymane od 10 stycznia 1990 r. do 3 grudnia 2013. Na przestrzeni tego okresu badania były wykonywane w odstępach miesięcznych. W analizie pomiarów jakości wody surowej pochodzącej ze zbiornika Goczałkowice szczególną uwagę zwrócono na takie wskaźniki, jak: pH, temperatura wody, barwa rzeczywista i mętność. Mętność do 2002 r. była podawana w jednostkach SiO_2/dm^3 . Od 24 grudnia 2002 r. za wartość dopuszczalną został uznany poziom 1 NTU. W polskim prawodawstwie przyjmuje się, że 1 $\text{mg SiO}_2/\text{dm}^3$ odpowiada 1 NTU, dlatego na wykresach we wszystkich okresach jako jednostkę przyjęto NTU.

Obróbkę statystyczną przedstawionych wyników wykonano poprzez wyznaczenie podstawowych miar zmienności, takich jak: rozstęp, wariancja, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności. Wyniki tych obliczeń przedstawiono w tab. 2.

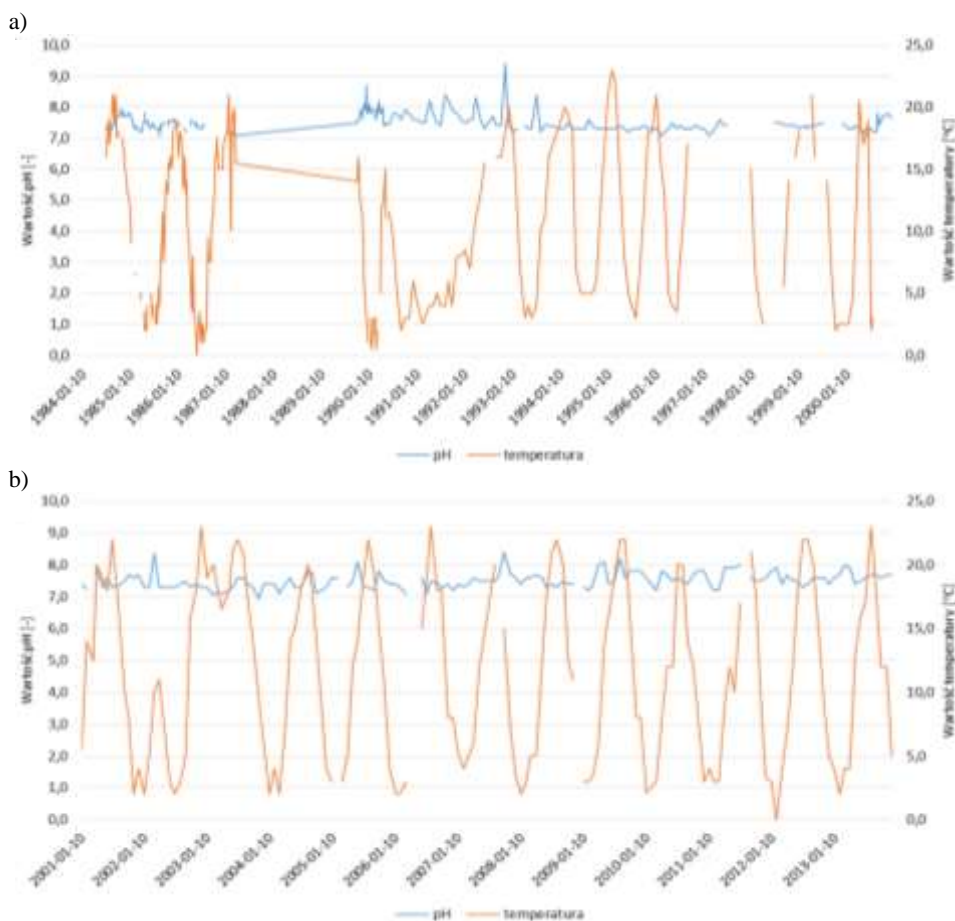
Tabela 2. Podstawowe wartości statystyczne dla pH, temperatury, barwy rzeczywistej i mętności w wodzie pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w latach 1990-2013

Table 2. The basic statistical values for pH, temperature, turbidity and true colour of water taken from the Goczałkowice reservoir in the years 1990-2013

Parametry	Woda pobierana ze zbiornika Goczałkowice			
	pH	temperatura	barwa rzeczywista	mętność
Kompletność serii [%]	98,2	98,2	97,5	98,4
Wartość minimalna	6,9	1,0	5,0	1,0
Wartość maksymalna	9,4	24,0	65,0	38,0
Rozstęp	2,5	24,0	60,0	37,0
Odchylenie standardowe	0,3	6,8	9,3	5,1
Współczynnik zmienności	0,04	0,64	0,44	0,54

Zmiany wartości pH i temperatury

Wartość pH w przypadku wody pobieranej ze zbiornika Goczałkowice i kierowanej do uzdatniania w pierwszym ciągu technologicznym na przestrzeni analizowanych lat mieściła się w zakresie 6,9-9,4. Wartość tego wskaźnika była porównywalna w całym analizowanym okresie (rys. 3). Wzrost odczynu odnotowano jedynie incydentalnie w listopadzie 1992 r. (wartość 9,4).



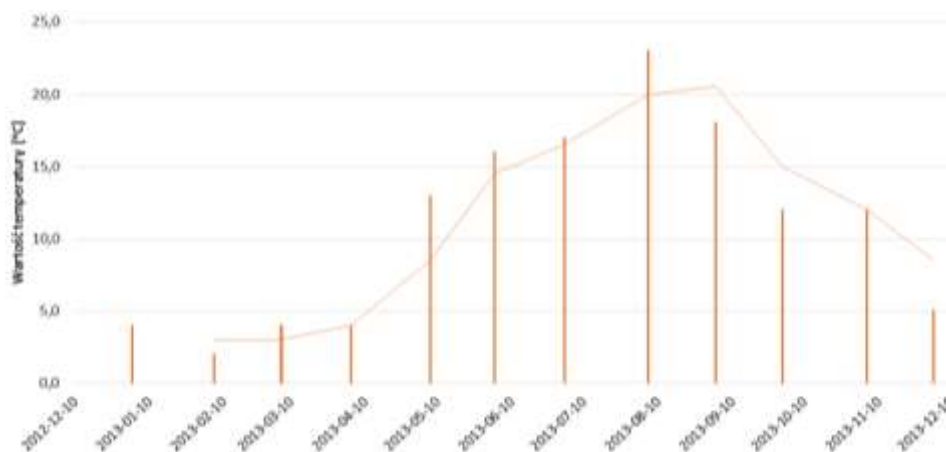
Rys. 3. Zmiany wartości pH i temperatury w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w latach: a) 1990-2000, b) 2001-2013

Fig. 3. The changes of pH and temperature in the raw water taken from the Goczałkowice reservoir in years: a) 1990-2000, b) 2001-2013

Temperatura wody poddawanej uzdatnianiu jest ściśle związana ze zmianą pór roku, co przedstawiono na rys. 3a, b. Sezonowa zmienność temperatury ma także wpływ na zmiany wartości fizykochemicznych wskaźników jakości wody. Na rysunku 4. zaprezentowano także zmiany wartości temperatury w ciągu wybranego roku (2013) w celu przedstawienia zmienności tego parametru w trakcie roku. Linia ciągła przedstawia linię trendu wyznaczoną na podstawie średniej ruchomej z uwzględnieniem dwóch okresów.

Biorąc pod uwagę wartości dopuszczalne analizowanych wskaźników określone w rozporządzeniu z 2002 r. (nadal obowiązującym) [11], w przypadku pH

w całym analizowanym okresie (również przed datą wejścia w życie rozporządzenia) woda przy ujęciu dla ZUW Goczałkowice jest zaliczana do kategorii A1.



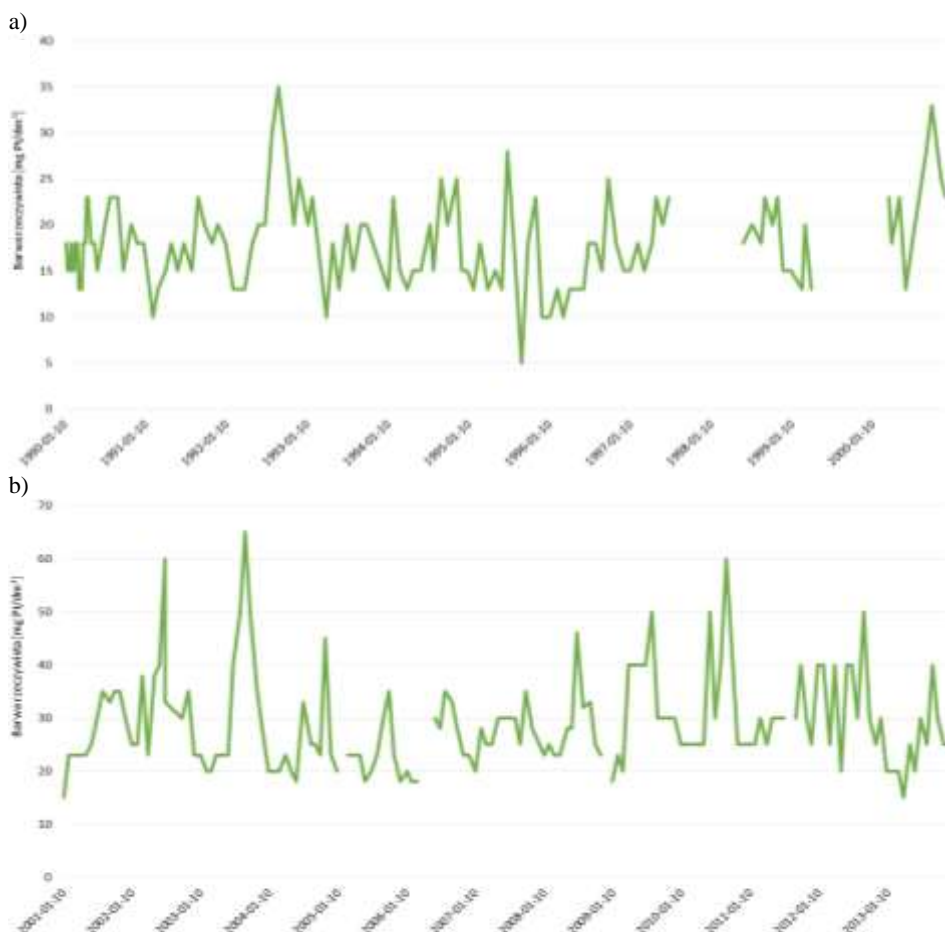
Rys. 4. Zmiany wartości temperatury w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w 2013 r.

Fig. 4. The changes of temperature in the raw water taken from the Goczałkowice reservoir in 2013 year

Zmiany wartości barwy rzeczywistej

Na podstawie analizy danych z lat 1990-2013 można zauważyć wzrost od 2000 r. wartości barwy rzeczywistej w wodzie kierowanej do uzdatniania w ZUW Goczałkowice. Do 2000 roku (poza kilkoma wyjątkami) wartość barwy rzeczywistej nie przekraczała 35 mg Pt/dm^3 . Znacznie podwyższone wartości barwy rzeczywistej (sięgające 60 mg Pt/dm^3) odnotowano w okresie letnim 2002 r. Wzrost ten należy wiązać z powodzią, która wystąpiła w sierpniu 2002 r. (nie tylko w tym rejonie Polski, lecz także w innych krajach Europy Środkowo-Wschodniej). Wysokie wartości barwy odnotowano także we wrześniu 2003 r. (65 mg Pt/dm^3) oraz wrześniu 2013 (60 mg Pt/dm^3). Również we wrześniu 2012 i 2013 r. odnotowano podwyższone wartości w porównaniu z pozostałymi miesiącami tych lat (rys. 5.).

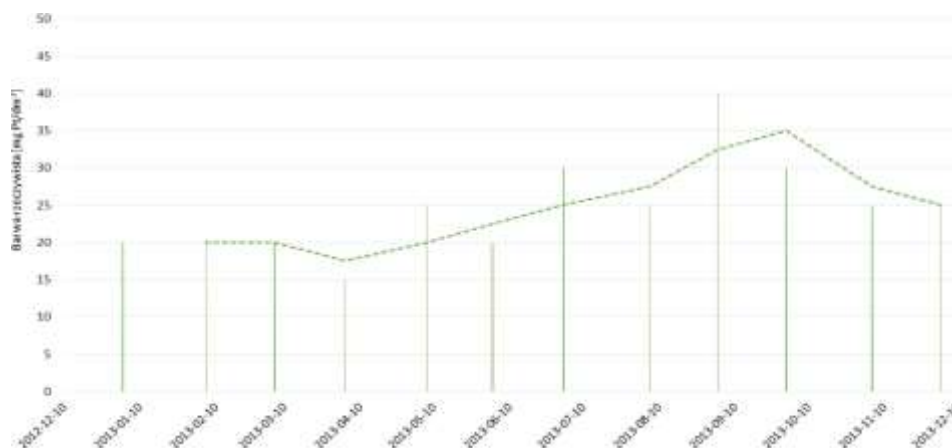
Na rysunku 6. przedstawiono zmiany wartości barwy rzeczywistej w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w 2013 r. Największą zawartość zanieczyszczeń wpływających na barwę wody odnotowano we wrześniu, najniższą zaś w kwietniu.



Rys. 5. Zmiany wartości barwy rzeczywistej w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w latach: a) 1990-2000, b) 2001-2013

Fig. 5. The changes of true colour in the raw water taken from the Goczałkowice reservoir in years: a) 1990-2000, b) 2001-2013

Pod względem barwy 56% próbek pobranych w całym analizowanym okresie może zostać zakwalifikowanych do kategorii A2, natomiast 44% do kategorii A1. W przypadku barwy rzeczywistej stwierdzono stosunkowo duży wzrost wartości tego wskaźnika od 2000 r. w porównaniu z latami 90. XX w. (wartość średnia dla barwy: lata 90. – 18 mg Pt/dm³, lata 2000-2013 – 29 mg Pt/dm³).

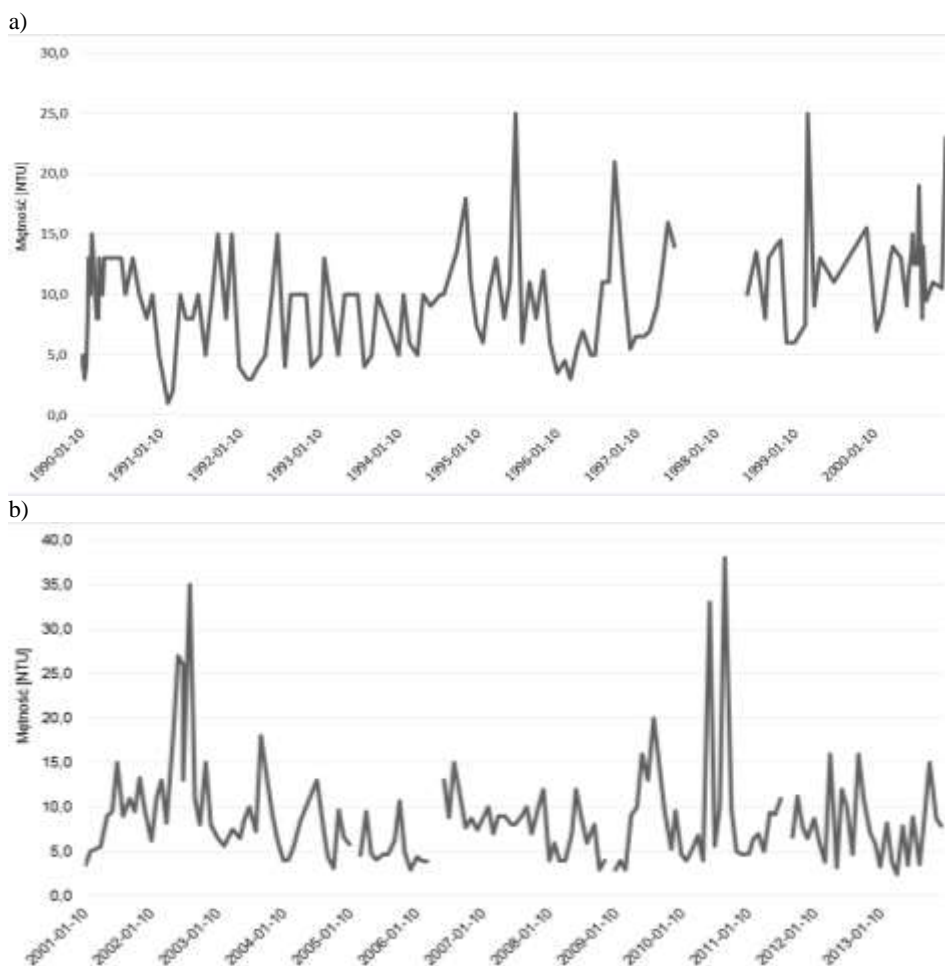


Rys. 6. Zmiany wartości barwy rzeczywistej w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w 2013 r.

Fig. 6. The changes of true colour in the raw water taken from the Goczałkowice reservoir in 2013 year

Zmiany wartości mętności

Analiza parametru mętności wody pobieranej do uzdatniania ze zbiornika Goczałkowice wskazuje, że w latach 1990-2000 wartość tego wskaźnika wahała się w przedziale 1-25 NTU (rys. 7.). Podwyższone wartości (15 NTU) odnotowano w lutym 1990 r. W latach 90. widoczne było pogorszenie stanu wody surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice. W latach 1990-1993 wartość mętności w sezonie letnim wahała się w przedziale 4-15 NTU. W latach 1994-1997 wartość maksymalna została zaobserwowana w lipcu 1995 r. (25 NTU). Również czerwiec i lipiec 1997 r. były miesiącami o podwyższonej mętności (odpowiednio 16 i 14 NTU), na co – podobnie jak w przypadku barwy – miała wpływ odnotowana w tym okresie powódź. Największy problem z mętnością wody surowej poddawanej uzdatnianiu w ciągu technologicznym GO-CZA I wystąpił w 2002 r., kiedy w sezonie letnim wartość parametru była bardzo wysoka i utrzymywała się w granicach 25-35 NTU. Przewyższało to znacznie poziom tego wskaźnika w poprzednich okresach. Wyjaśnienie przyczyn tego zjawiska tkwi w znacznym spadku poziomu zwierciadła wody spowodowanym remontem zapory, który w tym okresie prowadzono. Potwierdzeniem tej tezy jest poprawa jakości wody w odniesieniu do mętności, jaką odnotowano po 2002 r., czyli po usunięciu osadów nagromadzonych na dnie zbiornika. Ilość zalegającego tam materiału (głównie roślinnego) oceniono na ok. 20 tys. ton.



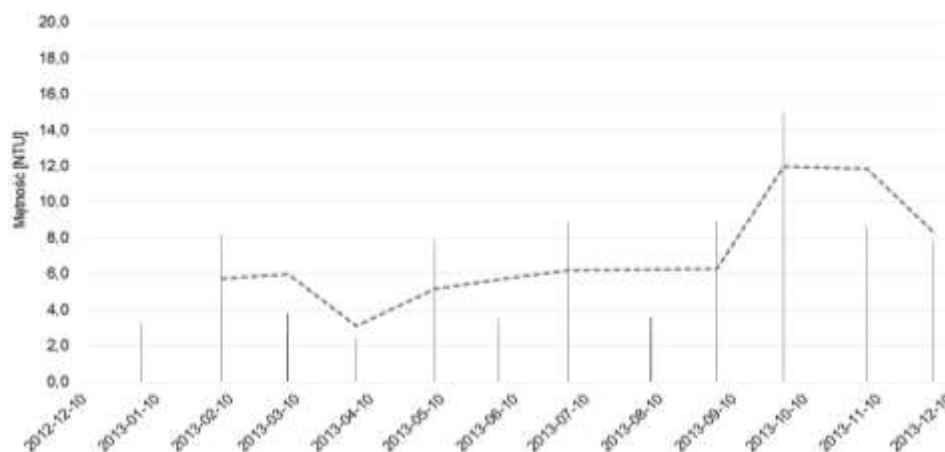
Rys. 7. Zmiany wartości mętności w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w latach: a) 1990-2000, b) 2001-2013

Fig. 7. The changes of turbidity in the raw water taken from the Goczałkowice reservoir in years: a) 1990-2000, b) 2001-2013

Na rysunku 8., podobnie jak w przypadku temperatury i barwy rzeczywistej, przedstawiono zmiany wartości mętności w 2013 r. w celu zobrazowania sezonowej zmienności jakości wody. Podobnie jak w przypadku barwy rzeczywistej, najwyższą wartość mętności odnotowano w październiku, najniższą zaś w kwietniu.

Znacznie podwyższone wartości mętności oznaczano między czerwcem a wrześniem 2010 r., na co bezpośredni wpływ miała powódź w maju 2010 r. W 2013 roku obecność substancji wpływających na mętność wody była na względnie stałym, nieprzekraczającym 15 NTU poziomie. W odniesieniu do

mętności w aktualnym akcie prawnym nie wyznaczono wartości dopuszczalnych ani zalecanych dla poszczególnych kategorii jakości wody.



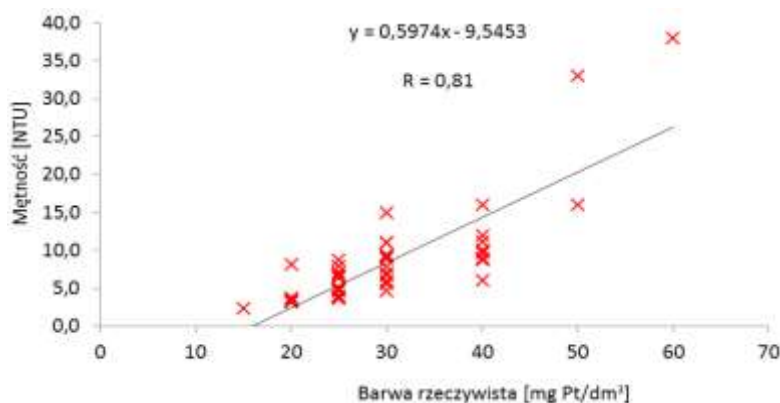
Rys. 8. Zmiany wartości mętności w wodzie surowej pobieranej ze zbiornika Goczałkowice w 2013 r.

Fig. 8. The changes of turbidity in the raw water taken from the Goczałkowice reservoir in 2013 year

Na podstawie analizowanych wskaźników jakości wody można stwierdzić, że woda surowa pobierana ze zbiornika Goczałkowice w omawianym okresie mogła być zaliczana do kategorii A1 bądź A2. Należała więc od II do III klasy czystości wody. Taka klasyfikacja umożliwia dobór odpowiednich procesów uzdatniania wody. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. [10] przy takiej jakości woda wymaga typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania wstępnego, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji oraz dezynfekcji (chlorowania końcowego). Należy jednak pamiętać, że przy doborze procesów uzdatniania i ich parametrów technologicznych uwzględnia się znacznie szerszy zakres wskaźników zarówno fizykochemicznych, jak i mikrobiologicznych. Dlatego też, analizując układ technologiczny pracujący w ZUW Goczałkowice, można wnioskować, że jest on tak zaprojektowany, aby zapewnić wystarczającą efektywność uzdatniania wody klasyfikowanej do kategorii A3, a więc wody wymagającej wysoko sprawnego oczyszczania fizycznego i chemicznego.

Dla wskaźników jakości wody, tj. temperatury i barwy rzeczywistej, temperatury i mętności, a także barwy rzeczywistej i mętności, wyznaczono zależność między tymi parametrami (wykorzystano dane z lat 2010-2013 jako okres, w którym wyniki są w 100% kompletne). Widoczną zależność liniową uzyskano dla ostatniej pary wskaźników: barwy rzeczywistej i mętności, dla których współczynnik determinacji wyniósł 0,81. Dla pozostałych dwóch par wskaźni-

ków: temperatury i barwy rzeczywistej oraz temperatury i mętności, otrzymano słabą zależność liniową, współczynniki determinacji wynosiły odpowiednio 0,38 i 0,21. Zależność między barwą rzeczywistą a mętnością została przedstawiona na rys. 9.



Rys. 9. Zależność między barwą rzeczywistą a mętnością (dane z lat 2010-2013)

Fig. 9. Dependency between: true colour and turbidity (data from years 2010-2013)

5. Podsumowanie

Na podstawie dostępnych danych z monitoringu wody pobieranej ze zbiornika Goczałkowice i następnie wprowadzanej od zakładu uzdatniania wody w czasie 24 lat (1990-2013) można stwierdzić, że:

- od 2010 r. odnotowuje się tendencję spadkową w ilości wody pobieranej ze zbiornika Goczałkowice do uzdatniania w ZUW,
- jakość wody oceniano systematycznie pod względem wybranych czterech wskaźników, takich jak: pH, temperatura, barwa rzeczywista i mętność,
- odnotowano stosunkowo duże wahania wartości pH wody pobieranej ze zbiornika w pobliżu ujęcia dla ZUW Goczałkowice (od 6,9 do 9,4),
- temperatura wody w okresie 24 lat przyjmowała wartości w granicach od 1,0 do 24°C, co było naturalnie związane ze zmianami pór roku,
- zawartość substancji wpływających na barwę rzeczywistą wody oraz mętność były bardzo zróżnicowane i wahały się w zakresie odpowiednio od 5 do 65 mg Pt/dm³ oraz od 1 do 38 NTU.

Analiza danych z monitoringu wód zbiornika wykazała, że w ostatnich kilku latach wskaźniki jakości wody, takie jak: barwa rzeczywista, mętność, były na ustalonym względnie stałym poziomie. We wcześniejszym okresie odnotowywano wprowadzenie wahań wartości tych wskaźników, ale występowały one

incydentalnie. Można zatem stwierdzić, że podwyższone wartości tych wskaźników były związane ze zwiększoną ilością opadów atmosferycznych, które wystąpiły na badanym obszarze i wraz ze spływem powierzchniowym mogły wnieść do zbiornika znaczne ilości zawiesin.

Monitorowanie wskaźników jakości wody pobieranej ze zbiornika Goczałkowice umożliwia odpowiedni dobór parametrów procesowych w trakcie uzdatniania. Jednocześnie wpływa na wzrost poziomu bezpieczeństwa i niezawodności całego systemu zaopatrzenia w wodę.

Pracę wykonano w ramach projektu „Zintegrowany system wspomagający zarządzaniem i ochroną zbiornika zaporowego” (ZiZOZap, POIG 01.01.02-24-078/09), współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i dotacji celowej MNiSW.

Pracę zrealizowano w ramach badań BS/MN-401-307/14. Anna Nowacka jest stypendystką projektu „DoktoRIS – program stypendialny na rzecz innowacyjnego Śląska”.

Literatura

- [1] Absalon D., Matysik M., Ruman M.: Charakterystyka zlewni zbiornika zaporowego w Goczałkowicach. „Zarządzanie zbiornikami zaporowymi w świetle Ramowej Dyrektywy Wodnej”, Sosnowiec 14. lipca 2010.
- [2] Bojarski A., Gręplowska Z., Nachlik E.: Zbiornik Goczałkowice. Analiza przyczynowo-skutkowa DPSIR procesów i zjawisk istotnych z punktu widzenia zarządzania zbiornikiem zaporowym. Monografia 420, seria: Inżynieria Środowiska, Kraków 2012.
- [3] Hebliński J.: 50 lat tradycji i nowoczesności. GPW S.A., ZUW Goczałkowice, Goczałkowice 2006.
- [4] Nowacka A., Włodarczyk-Makuła M., Panasiuk D.: Charakterystyka wybranych parametrów jakości wody zasilającej ZUW Goczałkowice. Inżynieria i Ochrona Środowiska, nr 14(4), 2011, s. 385-396.
- [5] Panasiuk D., Król K.: Gospodarka w zlewni zbiornika Goczałkowice. Raport ZIZOZAP, Katowice 2011.
- [6] Panasiuk D., Nowacka A.: Pobór a produkcja wody pitnej przez ZUW Goczałkowice. Raport ZIZOZAP, Katowice 2012.
- [7] Panasiuk D., Nowacka A.: System zaopatrzenia w wodę oraz technologie uzdatniania wody ze zbiornika Goczałkowice. Raport ZIZOZAP, Katowice 2011.
- [8] Panasiuk D., Nowacka A., Głodek A.: Część ekonomiczna systemu zarządzania zbiornikiem Goczałkowice. Raport końcowy z prac NILU Polska, ZIZOZAP. Częstochowa 2013.
- [9] Rak J.: Bezpieczeństwo i niezawodność systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę (SZZW), [w:] Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, t. II, Z. Dymaczewski, J. Jeż-Walkowiak (red.). Poznań 2012, s. 145-169.
- [10] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (Dz.U. 2002 Nr 204, poz. 1728).

- [11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz.U. 2008. Nr 162, poz. 1008).
- [12] RZGW Gliwice i RZGW Kraków. Przegląd istotnych problemów gospodarki wodnej w zlewni pilotowej Górna Wisła. Gliwice-Kraków 2005.
- [13] Sformułowanie w warunkach korzystania z wód regionu wodnego ograniczeń w korzystaniu z wód jezior lub zbiorników oraz w użytkowaniu ich zlewni. Małopolska Grupa Geodezyjno-Projektowa i Instytut Ochrony Środowiska, Kraków-Warszawa 2010.
- [14] Wieczysty A., Rak J.: Niezawodność systemów zaopatrzenia w wodę w aspekcie wymagań jakościowych. Ochrona Środowiska, nr 1(56), 1995, s. 5-10.
- [15] Zbiornik Goczalkowicki – Ujście Wisły i Bajerki. Natura 2000. Standardowy Formularz Danych, SDF 2009.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF WATER INTENDED TO TREATMENT FROM GOCZALKOWICE RESERVOIR IN THE YEARS 1990-2013

S u m m a r y

Goczalkowice dam reservoir is located on the Little Vistula river in the water region of the Little Vistula river. The primary functions of discussed reservoir include: water supplying of the Silesian region inhabitants and flood control. The additional functions of Goczalkowice reservoir are: flow compensation during the drought, nature conservation and recreation. Water subjected to treatment in the WTP Goczalkowice is derived from two independent sources: Goczalkowice reservoir and reservoir Czaniec. In selected WTP regular analysis of water quality indicators are conducted. Water taken from the reservoir Goczalkowice is transferred to the technological system GO-CZA I. In the other hand a mixture of water streams from reservoirs Goczalkowice and Czaniec is supplying to a system GO-CZA II. In this article the values of selected quality indicators (pH, temperature, turbidity and true colour) of water derived from the Goczalkowice reservoir were analyzed. The aim of this study was to compare the values of these indicators throughout 24 years (1990-2013). Analysis of data from the water monitoring of reservoir has revealed that in the past few years, water quality indicators were at a predetermined level. In the earlier period were recorded fluctuations in the value of these indicators, but they occurred incidentally. It can therefore be concluded that the increased values of these indicators were associated with increased amounts of atmospheric rainfall on investigated area. The runoff could bring to reservoir a significant amount of suspensions. Monitoring of water quality indicators, increases safety and reliability of the entire system of water supply.

Keywords: water quality, true colour, turbidity, pH, temperature

Przesłano do redakcji: 03.01.2015 r.

Przyjęto do druku: 28.03.2015 r.

DOI: 10.7862/rb.2015.22

