

*Jan Pawełek, Małgorzata Spytek*

## **SUBSTANCJE BIOGENNE W DOPŁYWACH ZBIORNIKA DOBCZYCKIEGO**

### **Streszczenie**

W pracy przedstawiono wyniki badań nad zawartością związków azotu i fosforu w wodach dopływów Zbiornika Dobczyckiego w okresie lipiec – grudzień 2003 roku. Okres ten charakteryzował się niskimi opadami i został zaliczony do tzw. suszy hydrologicznej. Badania wykonano na ujściu w pięciu bezpośrednich dopływach zbiornika: Ratanica, Brzezówka, Dębnik, Wolnica i Trzemeśnianka oraz w rzece Raby w przekroju Osieczany. Uzyskane wyniki badań z sześciu przekrojów pomiarowych były podstawą do klasyfikacji wód. Badane bezpośrednie dopływy zbiornika Dobczyckiego w zakresie stężenia azotu i fosforu nie stanowiły poważnego Zagrożenia dla jakości wód Zbiornika w drugiej połowie 2003 roku. Były one umiarkowanie zasobne w związki azotu, a znacznie bogatsze w związki fosforu. Wody badanych potoków, opierając się na wartościach stężeń azotu w formie azotu amonowego, azotu azotanowego i azotu azotynowego według Rozporządzenia z 1991 można zakwalifikować do pierwszej klasy czystości. Natomiast według opracowanej oceny w oparciu o nowe rozporządzenie również do I klasy z wyjątkiem Ratanicy i Trzemeśnianki, ze względu na zawartość azotynów. W przypadku wód rzeki Raby, ocena jakości jest znacznie gorsza, bowiem w zakresie azotu amonowego i azotanowego mieści się ona w klasie III i I, natomiast zawartość azotu azotynowego kwalifikuje ją jako poza klasową. W świetle nowego rozporządzenia ocena ta jest bardziej zróżnicowana, bowiem w zależności od analizowanej formy azotu jest to klasa V, I i III odpowiednio dla amoniaku, azotanów i azotynów. W wodzie rzeki Raby stwierdzono najniższe stężenie fosforanów wynoszące  $0,017 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w listopadzie, natomiast najwyższe w sierpniu –  $0,892 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wody rzeki Raby ze względu na  $\text{PO}_4$  wg Rozporządzenia z 1991 r. zaliczono do II klasy, a wg nowego rozporządzenia z 2004 r. do III klasy.

**Słowa kluczowe:** Zbiornik Dobczycki, dopływy, stężenie, azot, fosfor

## WPROWADZENIE

Jakość wód w ciekach powierzchniowych jest kształtowana zarówno przez czynniki naturalne jak i antropogeniczne. Czynnikiem wpływającym w wysokim stopniu na jakość wód odprowadzanych ze zlewni jest jej zagospodarowanie [Sarna, Jarząbek 1998]. Przeprowadzone badania jakości wody a następnie analiza wyników w pierwszej połowie lat 80. w ciekach: Ratanica, Brzezówka, Dębnik i Wolnica, które później po powstaniu Zbiornika Dobczyckiego stały się jego bezpośrednimi dopływami wskazują, iż potoki: Ratanica, Brzezówka i Dębnik, to dopływy czyste, natomiast Wolnica to dopływ o znacznej koncentracji biogenów [Mazurkiewicz 1988]. W drugiej połowie lat 80. opracowano wskaźniki zagrożenia jakości wód w tych ciekach przez rolnictwo. Wykazano, że w Ratanicy występuje niewielkie zagrożenie ze strony rolnictwa, a w Wolnicy duże, natomiast w przypadku Brzezówki i Dębnika zagrożenie to jest średnie [Kurek i in. 1993].

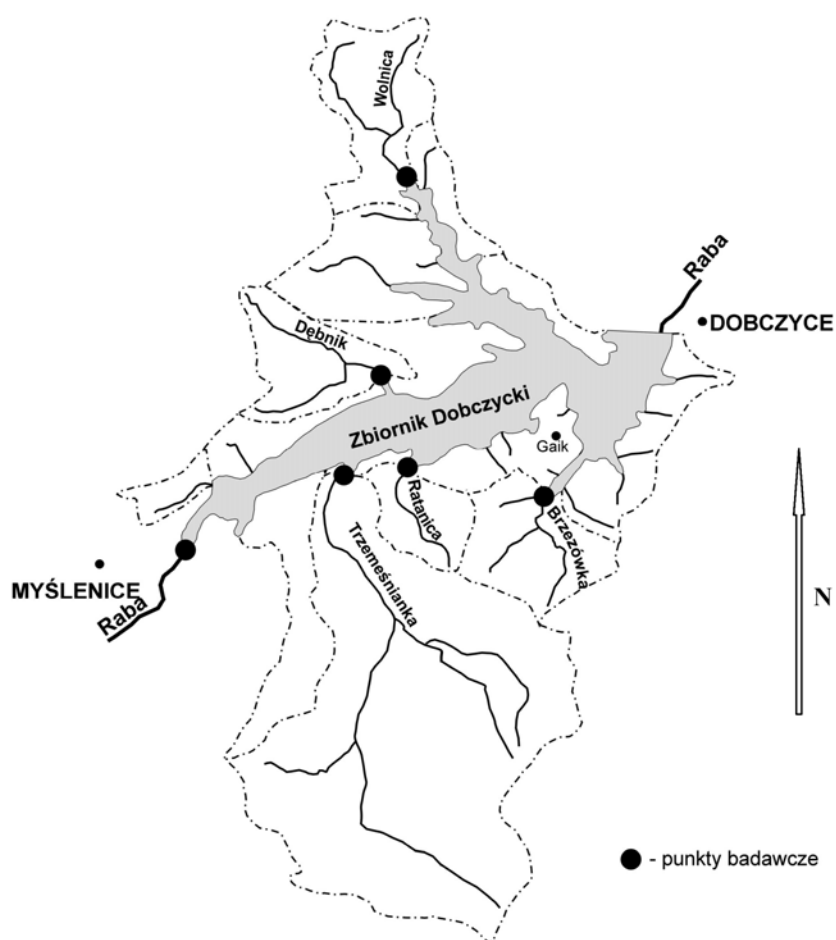
Jakość wód Brzezówki, Ratanicy, Trzemeśnianki oraz Dębnika i Wolnicy ma istotne znaczenie ze względu na to, iż dopływają do Zbiornika Dobczyckiego. Zbiornik ten jest bowiem głównym źródłem zaopatrzenia w wodę mieszkańców Krakowa. Zakład Uzdatniania Wody (ZUW) „Raba” w Dobczycach pokrywa ok. 56% ogólnego zapotrzebowania na wodę w mieście [Bochnia 2001]. Szczególne zagrożenie dla jakości wody ujmowanej ze Zbiornika Dobczyckiego wynika z możliwości występowania procesu eutrofizacji, który jest determinowany zawartością w wodzie związków biogenych, głównie azotu i fosforu, wnoszonych do zbiornika przez rzekę Rabę i wymienione bezpośrednio jego dopływy.

Celem pracy jest określenie stężeń związków azotu i fosforu w wodzie dopływów Zbiornika Dobczyckiego. Związki te stymulują proces eutrofizacji, co przy wykorzystaniu wód zbiornika do celów wodociągowych odgrywa istotną rolę. Przeprowadzone badania i ich analiza obejmują zarówno lewostronne bezpośrednio dopływy, jak i prawostronne oraz rzekę Rabę w przekroju Osieczany. Dokonano także klasyfikacji dopływających wód w świetle warunków stawianych w odpowiednich rozporządzeniach [Rozporządzenie... 1991; Rozporządzenie... 2002; Rozporządzenie... 2004].

## MATERIAŁ I METODY

Podstawą do analizy były badania wybranych wskaźników jakości wody prowadzone w okresie od lipca do grudnia 2003 roku. Okres ten jest szczególnie interesujący bowiem wtedy wystąpiła susza

hydrologiczna. Próbkę wody pobierano raz w miesiącu z potoków: Brzezówka, Ratanica, Trzemesznianka, Dębnik i Wolnica, natomiast z Raby z częstotliwością dwa razy w miesiącu. Punkty poboru wody zostały zlokalizowane przy dopływie do Zbiornika Dobczyckiego. Na rysunku 1 przedstawiono bezpośrednie dopływy zbiornika i lokalizację punktów poboru wody. Oznaczano w nich formy azotu mineralnego oraz fosforany. Analizy wykonywano w laboratorium ZUW „Raba” w Dobczycach za pomocą spektrofotometru Hach Dr 4000 wg Hermanowicza i współautorów [1999].



**Rysunek 1.** Zlewnie bezpośrednich dopływów Zbiornika Dobczyckiego oraz punkty badawcze  
**Figure 1.** Catchment of Dobczyce reservoir's inflows and monitoring points

Amoniak oznaczano metodą bezpośredniej nessleryzacji, azotany metodą kolorymetryczną z kwasem fenolodwusulfonowym, a azotyny z kwasem sulfanilowym oraz z L-naftyloaminą. Ortofosforany oznaczono metodą molibdenową z chlorkiem cynawym jako reduktorem.

Ocenę jakości wody przeprowadzono na podstawie trzystopniowej klasyfikacji wód powierzchniowych, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 1991 r, w sprawie klasyfikacji wód [Rozporządzenie... 1991], a także na podstawie projektu nowego w tym zakresie rozporządzenia [Rozporządzenie... 2004] oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2002 roku, w sprawie wymagań jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia [Rozporządzenie... 2002]. Nowy projekt rozporządzenia w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych transponuje do prawa krajowego wiele regulacji zawartych w aktach prawnych Unii Europejskiej. W ramach projektu rozporządzenia wprowadzono pięć klas jakości wód powierzchniowych, które są powiązane z kategoriami jakości wody określonymi w rozporządzeniu z 2002 roku w następujący sposób:

- klasa I – wody o bardzo dobrej jakości - kategoria A1,
- klasa II – wody dobrej jakości – kategoria A2,
- klasa III – wody zadowalającej jakości – kategoria A2,
- klasa IV – wody niezadowalającej jakości – kategoria A3,
- klasa V – wody złej jakości – wody złej jakości.

Wartości wskaźników jakości wody, na podstawie których jest ona zaliczana do odpowiedniej klasy, podane w wymienionych aktach prawnych i obejmujące analizowane wskaźniki przedstawiono w tabeli 1.

#### **CHARAKTERYSTYKA BADANEJ ZLEWNI**

Zlewnie prawostronnych dopływów zbiornika – Brzezówki, Ratanicy i Trzemeśnianki położone są na Pogórzu Wiśnickim, natomiast zlewnie dopływów lewostronnych – Dębника i Wolnicy na Pogórzu Wielickim.

**Tabela 1.** Wartości wybranych wskaźników jakości wody będących podstawą klasyfikowania wód [Rozporządzenie... 1991; Rozporządzenie... 2004]  
**Table 1.** Values of selected indicators a water quality, were basis qualify of water [Decree... 1991; Decree... 2004]

Wskaźnik	Jednostka	Najwyższa wartość wskaźnika dla klasy czystości wody				
		I	II	III		
Według rozporządzenia z 5.11.1991 roku						
azot amonowy	mgN-NH <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	1,0 i poniżej	3,0 i poniżej	6,0 i poniżej		
azot azotanowy	mgN-NO <sub>3</sub> · dm <sup>-3</sup>	5 i poniżej	7,0 i poniżej	15,0 i poniżej		
azot azotynowy	mgN-NO <sub>2</sub> · dm <sup>-3</sup>	0,02 i poniżej	0,03 i poniżej	0,06 i poniżej		
fosforany	mgPO <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	0,2 i poniżej	0,5 i poniżej	1,0 i poniżej		
Według projektu rozporządzenia z 10.02.2004 roku						
Wskaźnik	Jednostka	I	II	III	IV	V
amoniak	mgNH <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	0,5	1	2	4	>4
azotany	mgNO <sub>3</sub> · dm <sup>-3</sup>	5	15	25	50	>50
azotyny	mgNO <sub>2</sub> · dm <sup>-3</sup>	0,03	0,1	0,5	1	>1,0
fosforany	mgPO <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	0,2	0,4	0,7	1	>1,0

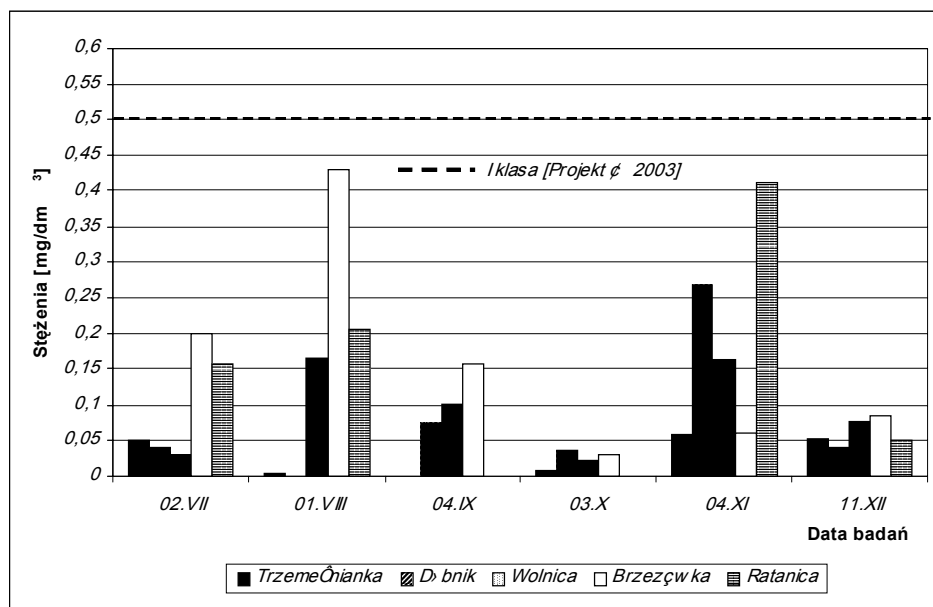
W zlewniach Pogórza Wielickiego dominuje typ rzeźby pogórzy średnich, a w pewnych fragmentach także pogórzy wysokich o bardzo stromych stokach i głębiej wciętych dolinach. W zlewni Wolnicy przeważają gleby pylaste i pylasto-ilaste należące do typu gleb płowych. Występują również, zwłaszcza w zlewni Dębnika, piaski gliniaste należące do typu gleb bielcowych i gliny średnie należące do typu gleb brunatnych kwaśnych. Zlewnia Brzezówka w większości zbudowana jest z piasków gliniastych lekkich, natomiast wśród gleb Ratanicy dominują gliny średnie. W dolinach badanych zlewni występują mady, zwykle o dosyć ciężkim składzie granulometrycznym. Zróżnicowanie ukształtowania terenu oraz warunków geologicznych i glebowych znajduje odbicie w strukturze użytkowania ziemi. W zlewniach prawostronnych przeważają lasy, natomiast w zlewniach lewostronnych grunty orne [Mrozek i in. 1993].

Wielkość powierzchni zlewni badanych dopływów jest zróżnicowana. Materek [2000] podaje, że największym z prawobrzeżnych dopływów jest Trzemeśnianka (29,1 km<sup>2</sup>), natomiast dwa pozostałe Brzezówka i Ratanica są znacznie mniejsze (4,2 i 1,6 km<sup>2</sup>). W przypadku dopływów lewej strony zlewnia potoku Wolnica (15,5 km<sup>2</sup>) jest czterokrotnie większa od zlewni Dębnika (3,9 km<sup>2</sup>).

Charakterystyka Raby powyżej Zbiornika Dobczyckiego jest przedmiotem wielu innych opracowań, np. Kurka czy Pawlik-Dobrowolskiego [Kurek i in. 1993; Pawlik-Dobrowolski 1993], stąd w niniejszej pracy nie będzie przedstawiana.

## WYNIKI BADAŃ I ICH ANALIZA

**Stężenie związków azotu.** Analizując stężenia azotu amonowego w poszczególnych dopływach, który jest formą azotu łatwo przyswajalną przez autotrofy i stanowi podstawowe źródło dla rozwoju fitoplanktonu, należy stwierdzić, że w przypadku bezpośrednich dopływów zbiornika najwyższe stężenia zanotowano w potoku Brzezówka oraz w Ratanicy. Mimo podwyższonych wartości notowane stężenia mieściły się w I klasie czystości (rys. 2) zarówno wg rozporządzenia z 1991 roku (tab. 2), jak i nowego rozporządzenia (tab. 3). Znacznie gorsza sytuacja zaistniała w wodach rzeki Raby, bowiem w świetle wymagań wymienionych rozporządzeń jej wodę zaliczono do III i V klasy.



**Rysunek 2.** Stężenia azotu amonowego w analizowanych dopływach bezpośrednich do Zbiornika Dobczyckiego w roku 2003

**Figure 2.** Concentrations of ammonium nitrogen in the Dobczyce reservoir's direct inflows in 2003 year

Uwzględniając wyniki badań dotyczące azotu azotanowego, który jest formą azotu nie związaną przez kompleks sorpcyjny gleb i dlatego łatwo ulegający wymyciu [Wojkowski 1997], można stwierdzić, że odnotowano niskie jego stężenia. W drugiej połowie 2003 roku na obszarze zlewni Zbiornika Dobczyckiego wystąpiła susza hydrologiczna, spowodowana niskim opadami atmosferycznymi. Według klasyfikacji Kaczorowskiej czerwiec, sierpień i listopad to miesiące bardzo suche, a pozostałe uznano za przeciętne [Krzanowski i in. 2004]. W latach o małej ilości opadów ilość azotu dostającego się do gleby jest niższa niż w latach o dużej ilości opadów [Mazur 1991]. Efektem suszy są niskie stężenia azotu azotanowego i azotanów w wodach badanych potoków. Zarówno wg Rozporządzenia z 1991 r. jak i nowego Rozp. z 2004 r. wody bezpośrednich dopływów zbiornika zaliczono do I klasy. Na uwagę zasługuje potok Ratanica o zalesionej zlewni. W wodach wspomnianego ciekę obserwuje się podwyższone wartości stężeń azotanów w stosunku do innych potoków. Może to wskazywać na intensywniejsze wykorzystanie azotanów przez rośliny uprawne niż przez florę leśną [Pulikowski 2004]. Przyczyną również znacznej zawartości azotanów w odpływach ze zlewni zalesionych są procesy biochemiczne intensywnie zachodzące w ściółce [Pawlik-Dobrowolski i in. 1993]. W świetle badań z lat 80. Ratanica uznana była za najczystszy dopływ zbiornika [Pawlik-Dobrowolski 1993]. W wodach rzeki Raby najmniejsze stężenie azotanów zanotowano w sierpniu, a najwyższe o wartości 10 mg/dm<sup>3</sup> w badanym okresie odnotowano w lipcu. Wody rzeki Raby ze względu na stężenie azotanów w świetle Rozporządzenia z 1991 r. zaliczono do I klasy, a wg nowego Rozporządzenia z 2004 r. również do I klasy.

Azot azotynowy to forma azotu będąca ogniwem procesów nityfikacji i denityfikacji i jest to produkt pośredni między amoniakiem a azotanami. Wody badanych potoków wg obydwu rozporządzeń odnośnie do azotu azotynowego zaliczane są do I i II klasy, natomiast wody rzeki Raby do III klasy (tab. 2 i 3).

Reasumując, można stwierdzić, że uzyskane wyniki wskazują, że wody badanych potoków, opierając się na wartościach stężeń azotu w formie azotu amonowego, azotu azotanowego i azotu azotynowego według Rozporządzenia z 1991 [Rozporządzenie... 1991] można zakwalifikować do pierwszej klasy czystości. Natomiast według opracowanej oceny na podstawie projektu rozporządzenia [Rozporządzenie... 2004] wody badanych potoków zaliczono również do I klasy z wyjątkiem Ratanicy i Trzemeśniarki, ze względu na zawartość azotynów.

**Tabela 2.** Ocena jakości wody dopływów Zbiornika Dobczyckiego ze względu na zawartość biogenów wg klasyfikacji wód z 1991 roku [Rozporządzenie... 1991]

**Table 2.** Assessment a water quality the Dobczyce reservoir's inflows concerning to nutrients, according to water classification of 1991 year [Decree... 1991]

Potok Wskaźnik	Klasyfikacja jakości wody						Ocena
	2 VII 2003	1 VIII 2003	4 IX 2003	3 X 2003	4 XI 2003	11 XII 2003	
Trzemeśnianka							
N-NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	I	II	I	I	I	I	II klasa
Ratanica							
N-NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	II	I	I	II	II	II	II klasa
Brzezówka							
N-NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	II	I	I	II	II	III	III klasa
Dębnik							
N-NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	non	I	I	I	II	II	non
Wolnica							
N-NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
N-NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	I	II	I	I	I	I	II klasa
Raba	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
N-NH <sub>4</sub>	II, II	I, III	II, III	II, II	II, II	II, II	III klasa
N-NO <sub>3</sub>	I, II	I, I	I, I	I, I	I, I	I, I	I klasa
N-NO <sub>2</sub>	III, I	I, III	non, non	II, non	III, III	III, II	non
PO <sub>4</sub>	II, II	III, II	I, II	I, I	I, I	I, II	II klasa



**Tabela 3.** Ocena jakości wody dopływów Zbiornika Dobczyckiego ze względu na zawartość biogenów wg projektu rozporządzenia z dnia 11.02. 2004 r. [Rozporządzenie... 2004]

**Table 3.** Assessment a water quality the Dobczyce reservoir's inflows concerning to nutrients, according to proposal decree of 11.02.2004 [Decree... 2004]

Potok Wskaź- nik	Klasyfikacja jakości wody						Ocena
	2 VII 2003	1 VIII 2003	4 IX 2003	3 X 2003	4 XI 2003	11 XII 2003	
Trzemeśnianka							
NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>2</sub>	I	II	I	I	I	I	II klasa
PO <sub>4</sub>	I	II	I	I	I	I	II klasa
Ratanica							
NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	II	I	II klasa
PO <sub>4</sub>	III	I	I	II	II	II	III klasa
Brzezówka							
NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	III	I	I	II	III	III	III klasa
Dębnik							
NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	V	I	I	I	II	II	V klasa
Wolnica							
NH <sub>4</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>3</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
NO <sub>2</sub>	I	I	I	I	I	I	I klasa
PO <sub>4</sub>	I	II	I	I	I	I	II klasa
Raba	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
NH <sub>4</sub>	IV, IV	III, V	IV, V	IV, IV	III, IV	III, IV	V klasa
NO <sub>3</sub>	I, II	I, I	I	I, I	I, I	I, I	I klasa
NO <sub>2</sub>	III, III	II, III	III, III	III, II	II, II	II, I	III klasa
PO <sub>4</sub>	III, II	IV, II	I, II	I, I	I, I	I, II	III klasa

Odmierna sytuacja zaistniała w przypadku wód rzeki Raby, której ocena jakości jest znacznie gorsza, bowiem w zakresie azotu amonowego i azotanowego mieści się w klasie III, natomiast zawartość azotu azotynowego kwalifikuje ją jako pozaklasową. W przypadku projektu rozporządzenia ocena ta jest bardziej zróżnicowana, bowiem w zależności od analizowanej formy azotu jest to klasa V, II i III odpowiednio dla amoniaku, azotanów i azotynów.

**Stężenie związków fosforu.** Fosforany w wodach powierzchniowych pochodzą z rozpuszczania minerałów, erozji gleb, dopływu ścieków, spływów powierzchniowych i opadów atmosferycznych. Fosforany w wodach bezpośrednich dopływów Zbiornika Dobczyckiego pochodzą głównie z nawożenia pól uprawnych oraz ze ścieków [Mazurkiewicz-Boroń 2000]. Znaczącym zagrożeniem w bezpośredniej zlewni Zbiornika Dobczyckiego są gospodarstwa położone w dolinach z uwagi na niewłaściwe przechowywanie fekaliów i odchodów zwierzęcych. Bardzo często szamba są nieuszczelne lub celowo pozbawiane dna. Powoduje to, że gromadzone w nich nieczystości przenikają do wód gruntowych a wraz z nimi do pobliskich cieków. W konsekwencji zwiększają dopływ związków fosforowych i azotowych do Zbiornika Dobczyckiego [Strzelecka 2004].

Najniższe stężenia fosforanów w wodach badanych potoków zanotowano we wrześniu i październiku, a największe w lipcu, listopadzie i grudniu. W badanym okresie stężenia fosforanów nie przekraczały  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wyjątkiem był potok Dębik (rys. 3) w lipcu, kiedy to średnie stężenie wyniosło  $1,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  (tab. 4). Przypadek ten możemy uznać za incydentalny i spowodowany niekontrolowanym zrzutem ścieków do wód analizowanego potoku. Odnosząc uzyskane wyniki badań do stosowanej wcześniej klasyfikacji wód należy zaliczyć je do II, III klasy wg Rozporządzenia z 1991 r. (tab. 2), a wg nowego rozporządzenia do II, III i V klasy (tab. 3).

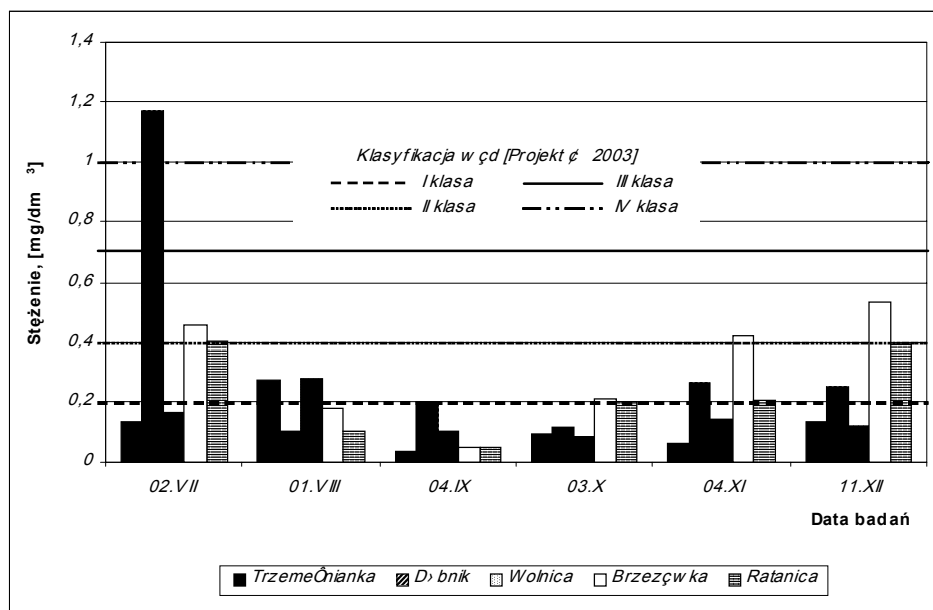
Analizując wodę rzeki Raby, stwierdzono najniższe stężenie fosforanów wynoszące  $0,017 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w listopadzie, natomiast najwyższe w sierpniu  $0,892 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wody rzeki Raby ze względu na  $\text{PO}_4$  wg Rozporządzenia z 1991 r. zaliczono do II klasy, a wg nowego rozporządzenia z 2004 r. do III klasy (tab. 3).

Najwyższe stwierdzone stężenia fosforanów w dopływach do zbiornika Dobczyckiego w badanym okresie zestawiono w tabeli 4.

**Tabela 4.** Maksymalne stężenia fosforanów w dopływach do Zbiornika Dobczyckiego w okresie VII-XII 2003 roku [badania własne]  
**Table 4.** Maximum concentrations of phosphates in the Dobczyce reservoir's inflows in period VII-XII 2003 [own studies]

Dopływ	Maksymalne stężenie [mg · dm <sup>-3</sup> ]	Procentowy udział w dopływie [%]
Trzemeśnianka	0,276	3,19
Wolnica	0,279	0,80
Brzezówka	0,536	0,62
Dębnik	1,170	0,48
Bratanica	0,402	0,31
Raba	0,892	88,63
Razem		94,03*

\* - pozostałe 5,97% jako uzupełnienie do 100% stanowi: zlewnia bezpośrednia, opad atmosferyczny i inne pozostałe potoki



**Rysunek 3.** Stężenia fosforanów w analizowanych dopływach bezpośrednich do Zbiornika Dobczyckiego w roku 2003

**Figure 3.** Concentrations of phosphates in the Dobczyce reservoir's direct inflows in 2003 year

**Kategorie jakości wody.** Dopływająca woda do Zbiornika Dobczyckiego jest z niego ujmowana w celu zaopatrzenia mieszkańców Krakowa. Niezależnie od zmian jakości wody w zbiorniku i jej oceny w świetle wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia, interesująca może być także ocena w tym aspekcie wód zasilających zbiornik. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 roku dotyczące tych kryteriów podaje trzy kategorie jakości wody, w zależności od wartości granicznych wskaźników jakości wody, które z uwagi na ich zanieczyszczenie muszą być poddane standardowym procesom uzdatniania, w celu uzyskania wody przeznaczonej do spożycia:

– kategoria A1 – woda wymagająca prostego uzdatniania fizycznego, w szczególności filtracji oraz dezynfekcji,

– kategoria A2 – woda wymagająca typowego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania wstępnego, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, dezynfekcji (chlorowania końcowego),

– kategoria A3 – woda wymagająca wysokosprawnego uzdatniania fizycznego i chemicznego, w szczególności utleniania, koagulacji, flokulacji, dekantacji, filtracji, adsorpcji na węglu aktywnym, dezynfekcji (ozonowania, chlorowania końcowego).

Według omówionego rozporządzenia wody badanych potoków dopływających do Zbiornika Dobczyckiego odnośnie stężenia azotu w formie  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  i  $\text{NH}_4$  zaliczono do kategorii A1, czyli do wód wymagających prostego uzdatniania fizycznego. Natomiast ze względu na stężenie fosforu do kategorii A2 z wyjątkiem potoku Dębnyk, którego wody były złej jakości i nie spełniały wymagań dla wód wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia.

Wody rzeki Raby w przypadku stężenia  $\text{NH}_4$  uznano za wody złej jakości, a ze względu na stężenie azotu w formie  $\text{NO}_3$  i  $\text{NO}_2$  zakwalifikowano do kategorii A2, natomiast w przypadku  $\text{PO}_4$  do kategorii A3.

## WNIOSKI

1. Badane bezpośrednie dopływy zbiornika Dobczyckiego w zakresie stężenia azotu i fosforu nie stanowiły poważnego zagrożenia dla jakości wód Zbiornika w drugiej połowie 2003 roku. Były one umiarkowanie zasobne w związku azotu, a znacznie bogatsze w związku fosforu.

2. Wody badanych potoków, opierając się na wartościach stężeń azotu w formie azotu amonowego, azotu azotanowego i azotu azotynowego według Rozporządzenia z 1991 można zakwalifikować do pierwszej klasy czystości. Natomiast według opracowanej oceny na podstawie nowego rozporządzenia również do I klasy z wyjątkiem Ratanicy i Trzemeśnianki, ze względu na zawartość azotynów.

3. W przypadku wód rzeki Raby, ocena jakości jest znacznie gorsza, bowiem w zakresie azotu amonowego i azotanowego mieści się ona w klasie III i I, natomiast zawartość azotu azotynowego kwalifikuje ją jako poza klasową. W świetle nowego rozporządzenia ocena ta jest bardziej zróżnicowana, bowiem w zależności od analizowanej formy azotu jest to klasa V, I i III odpowiednio dla amoniaku, azotanów i azotynów.

4. Odnosząc uzyskane wyniki badań bezpośrednich dopływów zbiornika w zakresie stężenia fosforanów do stosowanej klasyfikacji wód należy zaliczyć je do II i III klasy wg Rozporządzenia z 1991 r., a wg nowego rozporządzenia do II, III i V klasy.

5. W wodzie rzeki Raby stwierdzono najniższe stężenie fosforanów wynoszące  $0,017 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  w listopadzie, natomiast najwyższe w sierpniu –  $0,892 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wody rzeki Raby ze względu na  $\text{PO}_4$  wg Rozporządzenia z 1991 r. zaliczono do II klasy, a wg nowego rozporządzenia z 2004 r. do III klasy.

6. Obecny stan jakości wód badanych potoków nie stanowi zagrożenia dla jakości wody w Zbiorniku, natomiast rzeka Raba stanowi istotne zagrożenie ze względu na stężenia biogenów.

## BIBLIOGRAFIA

- Bochnia T. *Ocena skażenia wody dla miasta Krakowa toksynami produkowanymi przez sinice*. Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, AGH Kraków. Praca doktorska (maszynopis), 2001.
- Hermanowicz W., Dożańska W., Doilido J., Kosiorowski B., Zerze J. *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1999, 93, 105, 289.
- Kurek S., Pawlik-Dobrowolski J., Twardy S. *Ocena zagrożeń jakości wód zbiornika retencyjnego w Dobczycach ze strony rolnictwa oraz sposoby ich ograniczania [w:] Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach*. Polit. Krak. Monografia 45, Kraków 1993, s. 253–270.
- Krzanowski S., Matuszyk K., Spytek M. *Charakterystyka warunków meteorologicznych i hydrochemicznych w drugim półroczu 2003 roku w otoczeniu Zbiornika Dobczyckiego*, w druku, 2004.

- Materek E. *Hydrologia dopływów i zbiornika* [w:] *Zbiornik Dobczycki, Ekologia-Eutrofizacja-Ochrona*. Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN, Kraków 2000, s. 15–31.
- Mazur T. *Azot w glebach uprawnych*. PWN, Warszawa 1991.
- Mazurkiewicz G. *Environmental characteristics of affluents of the Dobczyce Reservoir indices*. *Acta Hydrobiol.*, 30, 1988, s. 287–296.
- Mazurkiewicz-Boroń G. *Parametry siedliskowe i troficzne* [w:] *Zbiornik Dobczycki, Ekologia-Eutrofizacja-Ochrona*. Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN, Kraków 2000, s. 63–80.
- Mrozek T., Kurek S., Pawlik-Dobrowolski J. *Wielkość i dynamika odpływu wody z bezpośrednich zlewni zbiornika retencyjnego w Dobczycach* [w:] *Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach*. Polit. Krak. Monografia 45, Kraków 1993, s. 171–191.
- Pawlik-Dobrowolski J., Domagała R., Mrozek T. *Dynamika składu chemicznego wód w bezpośrednich dopływach zbiornika retencyjnego w Dobczycach*. [w:] *Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach*. Polit. Krak. Monografia 45, Kraków 1993, s. 207.
- Pawlik-Dobrowolski J. *Próba oceny udziału zanieczyszczeń obszarowych w całkowitym ładunku składników chemicznych* [w:] *Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach*. Polit. Krak. Monografia 45, Kraków 1993, s. 249.
- Pulikowski K. *Zanieczyszczenia obszarowe w małych zlewniach rolniczych*. Zesz. Nauk. AR Wrocław nr 479, Rozprawy CCXI, 2004, s. 12–13.
- Projekt Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 10 marca 2003 roku, w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych o podziemnych.
- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 roku, w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz.U. RP 1991 | 116.
- 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. nr 204, poz. 1728).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku, w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód
- Sarna S., Jarząbek A. *Wpływ rolniczego użytkowania zlewni na jakość wód powierzchniowych obszaru pogórza*. Materiały VIII Krajowej i I Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej pt. Ochrona jakości i zasobów wód – Zasady racjonalnej gospodarki wodą. 1998 s. 93–100.
- Strzelecka I. *Wpływ Zbiornika Dobczyckiego na jakość wód rzeki Raby*. Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji AR w Krakowie. Praca dyplomowo-magisterska wykonana w Katedrze Gospodarki Wodnej i Ochrony Wód (maszynopis) 2004.
- Wojkowski J. *Wpływ opadów atmosferycznych na poziom stężenia wybranych związków biogennych w wodach rzeki Prądnik w Ojcowskim Parku Narodowym*. Roczniki AR w Poznaniu – CCXCI, 1997, s. 245–251.

Jan Pawełek, Małgorzata Spytek  
Akademia Rolnicza w Krakowie, Katedra Zaopatrzenia Osiedli w Wodę i Kanalizacji  
Agricultural University of Cracow, Department of Water Supply and Sewage System  
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 24/28, tel. (012) 632-57-88 lub (012) 662-41-08  
e-mail: rmpawele@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Krzysztof Wierzbicki*

*Jan Pawełek, Małgorzata Spytek*

## **BIOGENIC COMPOUNDS IN INFLOW FOR THE DOBCZYCE RESRVOIR**

### **SUMMARY**

The study presents the results of the research under contain a nitrogen and a phosphorus in the Dobczyce reservoir's inflows (in a period July–December 2003 year). There was a drought time, which characterized a low precipitations. The research has done on a shot in a five direct inflows of reservoir: Ratanica, Brzezówka, Dębnik, Wolnica i Trzemeśnianka and in the Raba river (Osieczany section). Obtainable results of the research with six measuring sections were compared and on this basis, water was qualified to an appropriate grade. The direct inflows of the Dobczyce reservoir, which was investigated on a contain a nitrogen and a phosphorus, wasn't serious endangered in a half a 2003 year. The inflows was moderate prosperous in a nitrogen compounds and affluent in a phosphorus compounds. The water of streams investigated rest on value of concentration nitrogen in a form: amonium nitrogen, nitrate nitrogen and nitrite nitrogen according to a decree of 1991 can qualify for a first class purity. According to decree of 2004 can qualify for a first class with exception of the Ratanica stream and the Trzemeśnianka stream, concering to nitrite nitrogen. There is a worse qualify of water in the Raba river, because of amonium nitrogen and nitrate nitrogen can rank for a III and I class, contain of nitrite nitrogen qualify water for a non class. According to a new decree, water of the Raba river can qualify for V, I i III class purity. In the water of the Raba river a min concentration phosphates ( $0,017 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) was observed in November, a max in August ( $0,892 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ). The water in the Raba river concering to  $\text{PO}_4$  according to decree of 1991 qualify for II class, according to decree of 2004 for III class.

**Key words:** Dobczyce reservoir, inflows, concentration, nitrogen, phosphorus