

Jan Pawełek, Małgorzata Spytek

**STĘŻENIE ZWIĄZKÓW BIOGENNYCH
W WODZIE POTOKÓW DOPLÝWAJĄCYCH
DO ZBIORNIKA DOBCZYCKIEGO**

**CONCENTRATION OF BIOGENIC COMPOUNDS
IN WATER OF THE STREAMS FLOWING UP
TO THE DOBCZYCE RESERVOIR**

Streszczenie

Na podstawie przeprowadzonych badań określono wartości stężeń związków azotu i fosforu w dopływach z bezpośredniej zlewni Zbiornika Dobczyckiego. Prace badawcze realizowano w okresie od lipca do grudnia 2003 i w roku hydrologicznym 2005. Zbiornik Dobczycki będący źródłem wody dla Krakowa posiada maksymalną pojemność 125 mln m³. Głównym dopływem Zbiornika Dobczyckiego jest rzeka Raba. Zbiornik jest także zasilany ze zlewni własnej o powierzchni 78,2 km², na której znajduje się kilka małych potoków mających łącznie powierzchnię zlewni 64,4 km². Oprócz rzeki Raby dostawcą biogenów do zbiornika są także potoki zlewni bezpośredniej. Pracę oparto na analizach stężeń NH₄, NO₃, NO₂ i PO₄ w próbkach wody pobieranych z następujących potoków przy ich dopływie do czaszy zbiornika: Brzezówka, Ratanica, Trzemeśnianka, Dębnik i Wolnica, z częstotliwością raz w miesiącu. Uzyskane wyniki wskazują, że stężenia związków biogenych w wodzie bezpośrednich dopływów nie stanowiły poważnego zagrożenia dla jakości wód Zbiornika Dobczyckiego w drugiej połowie 2003 roku. Podobny stan stwierdzono w roku hydrologicznym 2005. Wody badanych potoków w analizowanym okresie były umiarkowanie zasobne w związki azotu, znacznie bogatsze natomiast w związki fosforu. Przy porównaniu średnich wartości stężeń badanych wskaźników pomiędzy okresami badań można stwierdzić, że w przypadku potoku Dębnik nastąpiła poprawa jakości wody z wyjątkiem NO₃. Natomiast w potoku Wolnica nastąpiło pogorszenie w zakresie trzech wskaźników i nieznaczna poprawa w zakresie PO₄. Na podstawie wyników w roku hydrologicznym 2005 dokonano oceny jakości wody potoków Dębnik i Wolnica wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych. Wody zarówno Wolnicy, jak

i Dębnika odnośnie do stężeń NH_4 , NO_2 i PO_4 zaliczono do I klasy, natomiast w zakresie NO_3 do klasy II.

Słowa kluczowe: związki biogenne, dopływy, Zbiornik Dobczycki

Summary

Based upon investigations the concentrations of nitrogen and phosphorus compounds in tributaries of the Dobczyce reservoir were determined. The investigations were carried out in the period between July and December 2003 and during the hydrological years 2005. The Dobczyce reservoir which is the source of water for Cracow has maximum volume of 125 mln m^3 . The Raba river is the main tributary of the reservoir. The reservoir is also supplied by own basin of area 78,2 km^2 with several small streams having total area 64,4 km^2 . Apart from the Raba river streams of direct basin are suppliers of biogenic compounds to the reservoir. The work was based upon analysis of concentrations of NH_4 , NO_3 , NO_2 i PO_4 in samples of water taken from the following streams at their inflow to the reservoir bowl: Brzezówka, Ratanica, Trzemeśnianka, Dębnik and Wolnica. The samples were taken once a month. Obtained results point that the concentrations of biogenic compounds in water of direct tributaries did not determine serious threat for quality of water of the Dobczyce reservoir in the second half of 2003. The similar state was noticed in the hydrological year 2005. Waters of investigated streams in analyzed period were moderately abundant in nitrogen compounds and much more abundant in phosphorus compounds. Comparing mean concentrations of investigated indicators between analyzed periods one can state that in case of the Dębnik stream improvement of water quality except of NO_3 took place. In case of the Wolnica stream deterioration of water quality in the scope of three indicators and small improvement in PO_4 occurred. Based upon results in the hydrological year 2005 the evaluation of quality of water in the streams Dębnik and Wolnica was carried out according to the Ordinance of Environment Minister from 2004 concerning classification for presentation of surface water state (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych). Waters of both Wolnica and Dębnik taking into account concentrations of NH_4 , NO_2 i PO_4 were classified to the I class while regarding NO_3 to the II class.

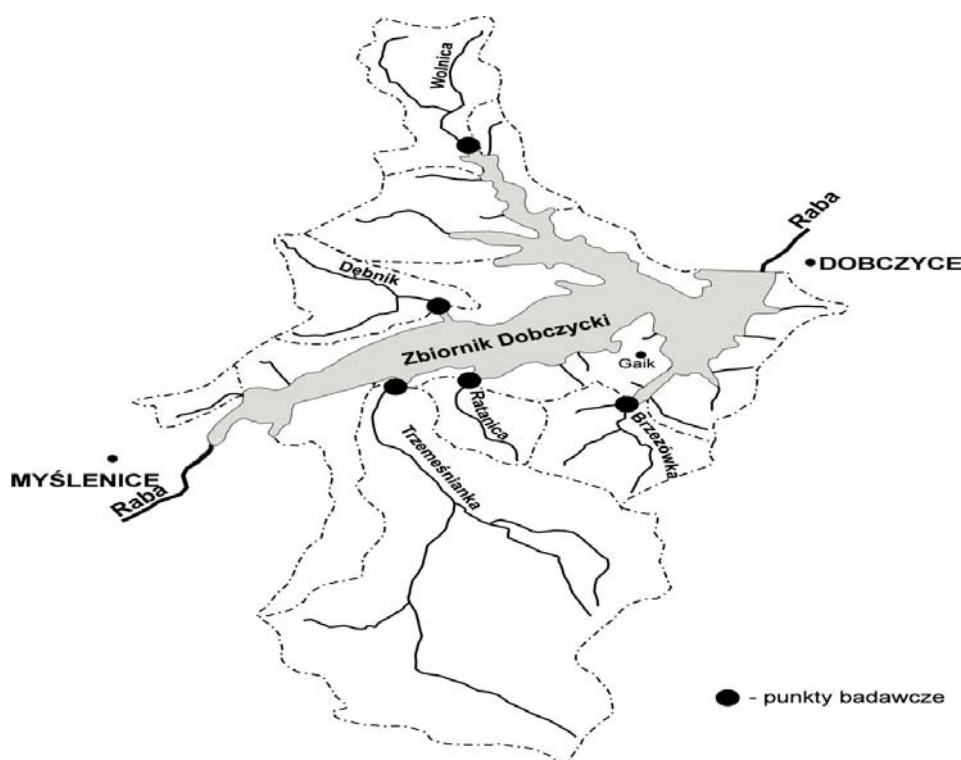
Key words: biogenic compounds, tributaries, Dobczyce reservoir

WPROWADZENIE

Eutrofizacja zbiorników jest obecnie najczęstszym i najbardziej poważnym w skutki antropogenicznym zakłóceniem funkcjonowania ekosystemów wodnych. Zasadniczą przyczyną tego procesu jest rosnący ładunek pierwiastków biogennych, a zwłaszcza związków fosforu. Nasilenie procesu eutrofizacji środowisk wodnych w wyniku nadmiernego ich obciążenia związkami azotu i fosforu stanowi obecnie problem o zasięgu światowym. Stężenie fosforu jest najważniejszą miarą eutrofizacji, bowiem jest on pierwiastkiem decydującym o eutrofizacji [Mazurkiewicz-Boroń 2002].

Zbiornik Dobczycki będący głównym źródłem wody dla Krakowa ma maksymalną pojemność 125 mln m³, w tym powodziową 25,8, wyrównawczą 84,7 i martwą 14,5 mln m³. Największym dopływem Zbiornika Dobczyckiego jest rzeka Raba. Zbiornik jest także zasilany ze zlewni własnej, na której znajduje się kilka małych dopływów.

Zlewnia własna zbiornika ma powierzchnię 78,2 km². Do Zbiornika Dobczyckiego oprócz Raby wpływa również kilka dopływów (rys. 1), posiadających łącznie powierzchnię zlewni 64,4 km². Największym dopływem bezpośrednim do zbiornika jest potok Trzemeszianka ze zlewnią 29,1 km². Prawobrzeżnymi dopływami są również potoki: Bulinka o powierzchni zlewni 9,9 km², Ratanica ze zlewnią 1,6 km² i Brzezówka mająca zlewnię 4,2 km². Lewobrzeżnymi dopływami są: potok Dębnik ze zlewnią 3,9 km² i potok Wolnica ze zlewnią 15,5 km².



Rysunek 1. Zlewnie bezpośrednich dopływów Zbiornika Dobczyckiego oraz punkty badawcze

Figure 1. Basins of direct tributaries of the Dobczyce reservoir and investigations points

Zlewnie prawostronnych dopływów zbiornika, tzn. Brzezówki, Ratanicy i Trzemeśnianki położone są na Pogórzu Wiśnickim. Tylko źródłowe partie Trzemeśnianki położone są w Beskidzie Średnim. Natomiast zlewnie dopływów lewostronnych tzn. Dębника i Wolnicy są w obrębie Pogórza Wielickiego. W zlewniach prawostronnych w podłożu występują piaskowce i łupki warstw istebniańskich dolnych i górnych. W zlewniach lewostronnych budowa geologiczna jest bardziej skomplikowana. Na podłożu warstw istebniańskich, występujących na powierzchni jedynie w południowej części zlewni, zalega płat utworów młodszych. Tworzą go piaskowce warstw krośnieńskich, podścielone słabo przepuszczalnymi utworami warstw menilitowych oraz piaskowce ciężkowickie wraz z nieprzepuszczalnymi warstwami pstrych łupków. Utwory te budują północną część zlewni Dębника i południową część zlewni Wolnicy.

Rzeźba terenu nawiązuje w dużym stopniu do budowy geologicznej. W zlewniach Pogórza Wielickiego dominuje typ rzeźby pogórzy średnich i niskich. W zlewniach Pogórza Wiśnickiego dominuje typ rzeźby pogórzy średnich, a w pewnych partiach także pogórzy wysokich, o bardzo stromych stokach i wciętych dolinach [Mrozek i in. 1993].

Rozpatrując strukturę użytkowania ziemi we wsiach położonych wokół zbiornika zauważamy, iż dominują grunty orne, które stanowią od około 36% w Trzemeśni do 64% w Zakliczynie [Guzik, Górka 2000]. Trwałe użytki zielone mają mniejszy udział w pokryciu powierzchni (około 1/3 powierzchni gospodarstw). Lasy pokrywają 31,7% ogólnej powierzchni, ale w obrębie przyrzeczy ich udział spada do 15,2%. Największe zalesienie mają obszary położone powyżej 500 m n.p.m., głównie źródłowa część zlewni Trzemeśnianki. W strukturze zasiewów przeważają zboża, a wśród nich pszenica, której udział waha się od kilkunastu procent w Drogini do ponad 40 w Brzączowicach. Na drugim miejscu są rośliny okopowe, głównie ziemniaki, 15–30%. Obsada zwierząt w przeliczeniu na duże sztuki wynosi ponad 120 sztuk na 100 ha użytków rolnych [Guzik, Górka 2000].

Celem pracy jest określenie, na podstawie przeprowadzonych badań, wartości stężeń związków azotu i fosforu w dopływach z bezpośredniej zlewni Zbiornika Dobczyckiego.

METODYKA I MATERIAŁY BADAWCZE

Prace badawcze realizowano w okresie od lipca do grudnia 2003 roku oraz w roku hydrologicznym 2004/2005. Pracę oparto na analizach stężeń mineralnych form azotu i fosforu w wodach dopływów Zbiornika Dobczyckiego. Próbkę wody pobierano bezpośrednio przy ich dopływie do czaszy zbiornika (Brzezówka, Ratanica, Trzemeśnianka, Dębник i Wolnica). Badania prowadzono w dwóch okresach. Pierwszy obejmował okres od lipca do grudnia 2003 r. Natomiast drugi dotyczył badań jakości wody w roku hydrologicznym 2005 z ograniczeniem

ich zakresu do potoków Dębnik i Wolnica. Wybrano te potoki, ponieważ ich zagrożenie ze strony rolnictwa jest duże w związku z intensywnym rolniczym użytkowaniem zlewni. Natomiast zlewnie pozostałych potoków są bardziej zalesione, jest mniejsze ich zagrożenie ze strony rolnictwa, co prowadzi do tego, iż wody są czystsze. Próbkę wody do badań pobierano na dopływie do zbiornika, z częstotliwością raz w miesiącu. Oznaczano w nich: NH_4 , NO_3 , NO_2 i PO_4 . Analizy były wykonane w laboratorium Zakładu Uzdatniania Wody (ZUW) Raba w Dobczycach za pomocą spektrofotometru Hach Dr 4000.

W ramach podstawowych obliczeń statystycznych stężeń azotu i fosforu obliczono ich wartości średnie, minimalne, maksymalne oraz odchylenie standardowe. W przeprowadzonych obliczeniach wykorzystano programy obliczeniowe Exel i Statistica 5.0 i 6.0.

WYNIKI BADAŃ

Zanieczyszczenia spływające ze zlewni bezpośredniej do Zbiornika Dobczyckiego mają przede wszystkim charakter obszarowy. W zlewni lewostronnej zbiornika przeważa rolnicze użytkowanie gleb, w którym dominują grunty orne. Największe zagrożenie z tym związane stanowią zmywy erozyjne i wymywanie składników chemicznych z profilu glebowego. Najbardziej podatne na to zjawisko są gleby lekkie i pylaste, natomiast najmniej gleby ciężkie gliniasto-ilaste, występujące w zlewni lewostronnej zbiornika [Kurek i in. 1993].

Znaczącym zagrożeniem w bezpośredniej zlewni Zbiornika Dobczyckiego są gospodarstwa, ze znaczną liczbą ludności, dużą obsadą zwierząt gospodarskich oraz niewłaściwie przechowywanymi fekaliami i odchodami zwierzęcymi. 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 azotowych i fosforowych do zbiornika. Pewien udział w zanieczyszczeniu wód ma również opad atmosferyczny. Pawlik-Dobrowolski [1993] stwierdza, że mokry opad zawiera znaczne ilości azotu amonowego i azotanowego oraz fosforanów, natomiast w opadzie suchym wprowadzane są znaczne ilości azotanów, a w mniejszym stopniu fosforanów i azotu amonowego.

Na podstawie badań prowadzonych w latach 80. (przed zalaniem zbiornika) dopływy przyszłego zbiornika podzielono na dwie grupy – czyste: Brzeźówka, Ratanica, Trzemeśnianka i Dębnik oraz dopływy o znacznej koncentracji biogenów do których należy zaliczyć Rabę i Wolnicę [Mazurkiewicz 1988]. Badania z lat 80. wskazywały, że wzrósł poziom biogenów w badanych ciekach w porównaniu do badań prowadzonych wcześniej [Wróbel 1980]. W drugiej połowie lat 80. opracowano wskaźniki zagrożenia jakości wód przez rolnictwo. Udowodniono, że Wolnica jest znacznie zagrożona ze strony rolnictwa, Brzeźówka i Dębnik średnio, a Ratanica w niewielkim stopniu [Kurek i in. 1993].

Najczystszy dopływ zbiornika to Ratanica, wynika to z faktu, iż jej zlewnia w większości jest zalesiona [Mazurkiewicz 1988; Pawlik-Dobrowolski 1993].

W 2003 roku poddano badaniom jakość wody w pięciu bezpośrednich dopływach Zbiornika Dobczyckiego (Brzezówka, Ratanica, Trzemeśnianka, Dębnik i Wolnica). Tabela 1 zawiera stężenia biogenów w wodach tych potoków przy ich ujściu do zbiornika.

Tabela 1. Stężenia związków biogenych w 2003 roku w wodzie potoków dopływających do Zbiornika Dobczyckiego

Table 1. Concentrations of biogenic compounds in 2003 in water of the streams flowing up to the Dobczyce reservoir

Dzień i miesiąc Day and month	Wskaźnik Indicator	Stężenia [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] w dopływach Concentrations [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] in tributaries				
		Brzezówka	Ratanica	Trzem.	Dębnik	Wolnica
2 VII	NH ₄	0,198	0,158	0,051	0,04	0,03
	NO ₂	0,004	0,005	0	0	0
	NO ₃	0	2	1	1	0
	PO ₄	0,455	0,402	0,13	1,17	0,163
1 VIII	NH ₄	0,428	0,207	0,004	0	0,165
	NO ₂	0,013	0,012	0,061	0,015	0
	NO ₃	1	1	0	0	1
	PO ₄	0,175	0,104	0,276	0,104	0,279
4 IX	NH ₄	0,158	0	0	0,101	0,101
	NO ₂	0,018	0,008	0,012	0,002	0,002
	NO ₃	0	0	0	0	0
	PO ₄	0,046	0,043	0,032	0,1	0,1
3 X	NH ₄	0,031	0	0,007	0,037	0,024
	NO ₂	0,011	0,016	0,015	0,014	0,01
	NO ₃	0	2	1	1	0
	PO ₄	0,208	0,202	0,089	0,114	0,083
4 XI	NH ₄	0,062	0,041	0,059	0,269	0,163
	NO ₂	0,011	0,04	0,017	0,013	0,008
	NO ₃	0	2	3	2	0
	PO ₄	0,423	0,204	0,061	0,262	0,145
11 XII	NH ₄	0,084	0,051	0,054	0,041	0,077
	NO ₂	0,017	0,014	0,015	0,013	0,015
	NO ₃	0	2	5	2	1
	PO ₄	0,536	0,393	0,133	0,253	0,122
średnia mean	NH ₄	0,160	0,114	0,035	0,092	0,093
	NO ₂	0,012	0,015	0,024	0,069	0,008
	NO ₃	1,0	1,8	2,5	1,5	1,0
	PO ₄	0,307	0,224	0,120	0,350	0,148

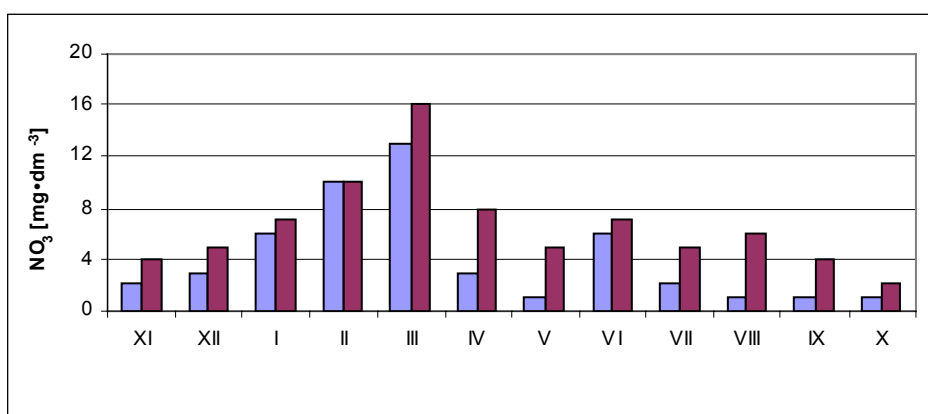
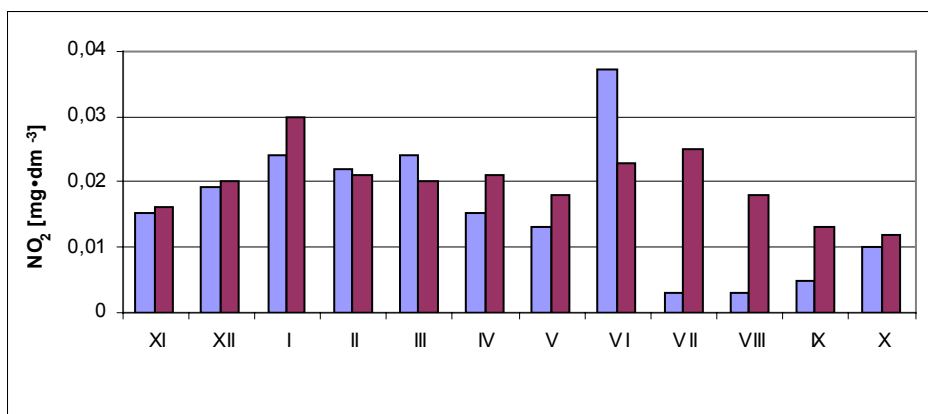
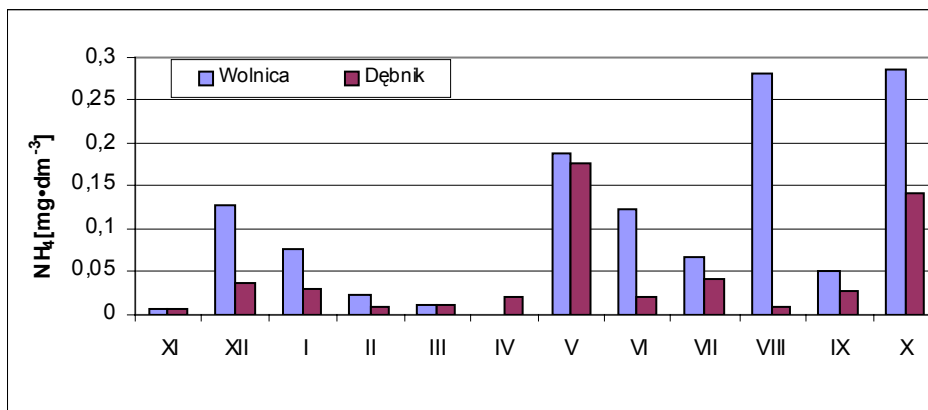
Stężenia badanych biogenów w wodach analizowanych potoków mieściły się w następujących przedziałach dla Brzezówki: NH_4 0,031–0,428, NO_2 0,004–0,018, NO_3 0–1,0, PO_4 0,046–0,536 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; dla Ratanicy stężenia kształtowały się w następującym zakresie: NH_4 0–0,207, NO_2 0,005–0,040, NO_3 1,0–2,0, PO_4 0,043–0,402 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; dla Trzemeśnianki: NH_4 0–0,059, NO_2 0–0,061, NO_3 0–5,0, PO_4 0,032–0,276 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Natomiast analizując uzyskane stężenia w wodach Dębnika w 2003 roku widzimy, iż kształtowały się w następującym zakresie: NH_4 0–0,269, NO_2 0–0,015, NO_3 0–2,0, PO_4 0,104–1,170 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; natomiast dla Wolnicy wystąpiły następujące zakresy stężeń: 0–0,269, NO_2 0–0,015, NO_3 0–2,0, PO_4 0,083–0,279 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

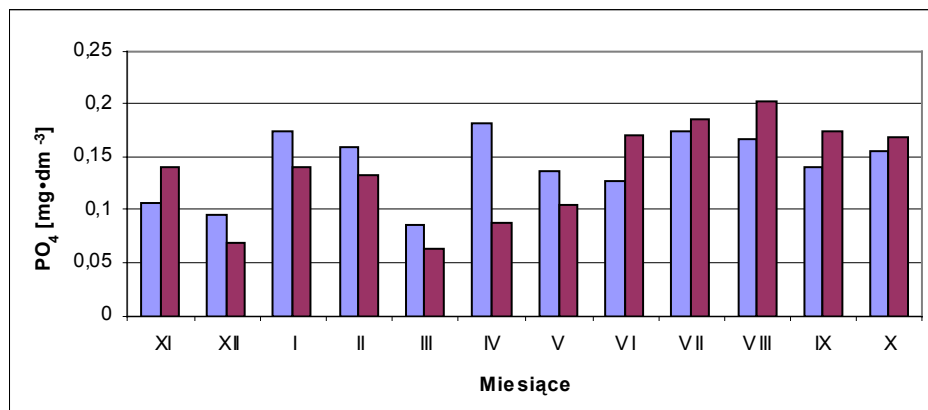
Porównując wartości stężeń między poszczególnymi potokami w rozpatrywanym półroczu 2003 r., można stwierdzić, iż w przypadku azotu amonowego najwyższe stężenia notowano najczęściej w potoku Brzezówka i było to w miesiącach: lipiec, sierpień, wrzesień i grudzień, a w potoku Ratanica jedynie w listopadzie. Stężenia azotu amonowego notowane we wszystkich potokach w badanym okresie nie przekroczyły 0,5 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. W przypadku fosforanów sytuacja przedstawiała się nieco inaczej. Najniższe stężenia tego wskaźnika obserwowano w miesiącach: wrzesień, październik, natomiast najwyższe w lipcu, listopadzie i grudniu. Stężenia fosforanów w badanym okresie nie przekraczały 0,5 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, za wyjątkiem potoku Dębnik w miesiącu lipcu, gdzie stężenie wyniosło 1,2 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Był to jednak przypadek incydentalny prawdopodobnie spowodowany niekontrolowanym zrzutem nieoczyszczonych ścieków do potoku. Generalnie pod względem analizowanych wskaźników zanieczyszczeń dopływy bezpośrednie nie stanowiły zagrożenia dla jakości wód Zbiornika Dobczyckiego.

Rozpoczęte w 2003 roku badania jakości wody bezpośrednich dopływów zbiornika kontynuowano w roku hydrologicznym 2005, ograniczając ich zakres do potoków Dębnik i Wolnica. W tabeli 2 przedstawiono charakterystyczne wartości uzyskanych wyników. Przebieg zmienności stężeń analizowanych biogenów dla obydwu badanych potoków przedstawiono na rysunku 2.

Analizując uzyskane stężenia w wodach potoku Dębnik (tab. 2), obserwujemy, iż mieściły się w następujących przedziałach: NH_4 0,007–0,177, NO_2 0,012–0,030, NO_3 2,00–16,00 oraz PO_4 0,062–0,20 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Natomiast stężenia badanych biogenów w wodach potoku Wolnica mieściły się w przedziałach: NH_4 0,001–0,286, NO_2 0,003–0,037, NO_3 1,00–13,00, PO_4 0,086–0,182 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$.

Najniższe stężenia azotu amonowego w wodach badane potoki osiągały w pierwszej połowie 2005 roku. Zarówno dla Dębnika jak i Wolnicy gwałtowny wzrost nastąpił w maju. Analizując stężenia azotynów obserwujemy, iż dla Dębnika maksimum odnotowano w styczniu, a dla Wolnicy w czerwcu. Przyczyną maksymalnych wartości azotu amonowego był prawdopodobnie punktowy zrzut zanieczyszczeń do wód badanych potoków.





Rysunek 2. Stężenia związków biogenych w wodzie Dębnika i Wolnicy w roku hydrologicznym 2005

Figure 2. Concentrations of biogenic compounds in water of the Dębnik and Wolnica streams in the hydrological years 2005

Tabela 2. Charakterystyczne wartości stężenia biogenów w wodach potoków Dębnik i Wolnica w roku hydrologicznym 2005

Table 2. Characteristic values of biogenic compounds concentration in water of the streams Dębnik and Wolnica in the hydrological year 2005

Parametr Parameter	Stężenia biogenów [mg·dm ⁻³] Biogenic compounds concentrations [mg·dm ⁻³]			
	NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄
Potok Dębnik				
Średnia Mean	0,044	0,020	6,58	0,136
Min Minimum	0,007	0,012	2,00	0,062
Max Maximum	0,177	0,030	16,00	0,202
Odch. stand. Standard deviation	0,055	0,005	3,63	0,046
Potok Wolnica / Wolnica stream				
Średnia Mean	0,104	0,016	4,083	0,142
Min Minimum	0,001	0,003	1,00	0,086
Max Maximum	0,286	0,037	13,00	0,182
Odch. stand. Standard deviation	0,101	0,010	3,94	0,032

Wartości stężeń azotanów zarówno dla Dębника jak i Wolnicy, od początku badań wzrastały do marca, następnie wartości ulegały obniżeniu. Przyczyną maksymalnych wartości w marcu w wodach badanych potoków były wysokie przepływy powodowane roztopami oraz rolnicze wykorzystanie zlewni. Azot azotanowy nie jest wiązany przez kompleks sorpcyjny gleb i dlatego łatwo ulega wymyciu [Wojkowski 1997]. Następnie spadek stężeń spowodowany był wzrostem roślinności. Wartości stężeń fosforanów dla obu badanych potoków układały się bez wyraźnych tendencji.

Porównując średnie wartości stężeń badanych wskaźników pomiędzy okresami badań można stwierdzić, że w przypadku potoku Dębник nastąpiła poprawa jakości wody z wyjątkiem NO_3 . Natomiast w potoku Wolnica nastąpiło pogorszenie w zakresie trzech wskaźników i nieznaczna poprawa w zakresie PO_4 .

Na podstawie wyników badań uzyskanych w roku hydrologicznym 2005 dokonano oceny jakości wody potoków Dębник i Wolnica wg Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych [Rozporządzenie... 2004]. Wody zarówno Wolnicy jak i Dębника odnośnie stężeń NH_4 , NO_2 i PO_4 zaliczono do I klasy, natomiast w zakresie NO_3 do klasy II (tab. 3).

Tabela 3. Klasy jakości wody w Dębniku i Wolnicy w 2004/2005 ze względu na zawartość biogenów [Rozporządzenie ... 2004]

Table 3. Water quality classes in Dębник and Wolnica streams in the years 2004/2005 regarding concentrations of biogenic compounds [Ordinance 2004]

Wskaźnik Indicator	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Ocena Evaluation
Potok Dębник / Dębник stream													
NH_4	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
NO_3	I	I	II	II	III	II	I	II	I	II	I	I	II
NO_2	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
PO_4	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	I	I	I
Potok Wolnica / Wolnica stream													
NH_4	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
NO_3	I	I	II	II	II	I	I	II	I	I	I	I	II
NO_2	I	I	I	I	I	I	I	II	I	I	I	I	I
PO_4	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

WNIOSKI

1. Stężenia związków biogenych w wodzie bezpośrednich dopływów nie stanowiły poważnego zagrożenia dla jakości wód Zbiornika Dobczyckiego w drugiej połowie 2003 roku. Podobny stan stwierdzono w roku hydrologicznym 2005.

2. Wody badanych potoków w analizowanym okresie były umiarkowanie zasobne w związki azotu, znacznie bogatsze natomiast w związki fosforu. Wskaźnikiem pogarszającym jakość był NO_3 .

3. Porównując średnie wartości stężeń badanych wskaźników pomiędzy okresami badań, stwierdzono, że w przypadku potoku Dębnik nastąpiła poprawa jakości wody z wyjątkiem NO_3 . Natomiast w potoku Wolnica nastąpiło pogorszenie w zakresie trzech wskaźników i nieznaczna poprawa w zakresie PO_4 .

4. Na podstawie wyników badań w roku hydrologicznym 2005 wody zarówno Wolnicy, jak i Dębnika w zakresie stężeń NH_4 , NO_2 i PO_4 zaliczono do I klasy, natomiast w zakresie NO_3 do klasy II.

5. Mimo dosyć dobrej jakości wody konieczny jest okresowy monitoring ze względu, iż ciekie te zasilają Zbiornik Dobczycki będący głównym dostawcą wody dla Krakowa.

BIBLIOGRAFIA

- Guzik Cz., Górka Z. *Gospodarka rolna w rejonie Zbiornika Dobczyckiego na Rabie*. Instytut Geografii UJ Maszynopis. 2000.
- 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. Kraków, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki. Monografia 145, s. 253–271, 1993.
- Mazurkiewicz G. *Environmental characteristics of affluents of the Dobczyce Reservoir indices*. Acta Hydrobiol., 30, s. 287–296, 1988.
- Mazurkiewicz-Boroń G. *Czynniki kształtujące procesy eutrofizacyjne w podgórskich zbiornikach zaporowych*. Supplementa ad Acta Hydrobiologia, 2 (2002), Kraków 200, s. 1–68.
- 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. Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki. Monografia 145, Kraków 1993, s. 171–195.
- Pawlik-Dobrowolski J. *Ocena stanu czystości wód powierzchniowych w zlewni Raby na tle źródeł zanieczyszczenia* [w:] Zlewnia Raby jako obszar alimentacji wód i zanieczyszczeń dla zbiornika retencyjnego w Dobczycach. Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki. Monografia 145, Kraków 1993, s. 131–154.
- 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.
- Wojkowski J. *Wpływ opadów atmosferycznych na poziom stężenia wybranych związków biogenych w wodach rzeki Prądnik w Ojcowskim Parku Narodowym*. Roczniki AR w Poznaniu – CCXCI, 1997, s. 245–251.
- Wróbel S. *Zbiornik zaporowy w Dobczycach i jego ochrona*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 235, 1980, s. 205–215.

Prof. dr hab. inż. Jan Pawelek*,
dr inż. Małgorzata Spytek
*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej,
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 24/28,
tel. (012) 632-57-88,
e-mail: rmpawele@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: *Doc. dr hab.. inż. Grażyna Mazurkiewicz-Boroń*