

JOLANTA KANCLERZ

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW JEZIORA GORZUCHOWSKIEGO NA JAKOŚĆ WÓD RZEKI MAŁEJ WEŁNY*

Streszczenie. W pracy przedstawiono wpływ Jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wełny w roku hydrologicznym 2006. Dla osiągnięcia zamierzonego celu porównano jakość wody w dwóch punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk), usytuowanych powyżej i poniżej jeziora, oraz sporządzono bilans biogenów (azotu i fosforu ogólnego) w jeziorze. Jezioro Gorzuchowskie (A = 94 ha) jest zbiornikiem przepływowym, leżącym w biegu rzeki Małej Wełny na Nizinie Środkowopolskiej. Analiza uzyskanych wyników wykazała, że jakość wody poniżej jeziora pogorszyła się w porównaniu z jakością wody powyżej jeziora. Bilans biogenów wykazał retencję azotu i fosforu ogólnego w misie jeziornej. W badanym roku jezioro zatrzymało 3836,7 kg (17%) azotu ogólnego i 299,7 kg (20%) fosforu ogólnego. Ładunki te prawdopodobnie zostały włączone do obiegu biologicznego oraz częściowo zdeponowane w osadach dennych.

Słowa kluczowe: jakość wody, bilans zanieczyszczeń, jezioro

Wstęp

Jeziora, jako naturalne zbiorniki wodne, stanowią układy ekologiczne, których funkcjonowanie opiera się przede wszystkim na przepływie wody oraz translokacji materii i zanieczyszczeń ze zlewni, a następnie ich akumulacji w zbiornikach (BAJKIEWICZ-GRABOWSKA 1996, 2002). Uwarunkowania geomorfologiczne, a także charakterystyki morfometryczne i hydrograficzne większości jezior polskich sprzyjają naturalnemu procesowi starzenia się jezior. Badania stanu ekologicznego 208 jezior w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) wykazały, że w 98 jeziorach stan był dobry i bardzo dobry, w 40 stwierdzono stan umiarkowany, a pozostałych 70 charakteryzowało się słabym stanem (klasa IV i V) (RAPORT... 2010).

*Praca naukowa finansowana jest ze środków na naukę w latach 2007-2010 jako projekt badawczy nr N305 084 32/2845.

Material i metody

Celem pracy było określenie wpływu Jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wólnej oraz sporządzenie bilansu związków biogenych (azotu i fosforu) jeziora. Dla osiągnięcia zamierzonego celu wykorzystano wyniki kompleksowych badań terenowych i analiz laboratoryjnych w roku hydrologicznym 2006, prowadzonych w zlewni rzeki Małej Wólnej. W ramach badań prowadzono m.in. pomiary hydrometryczne (stan wody, prędkość przepływu wody i głębokość rzeki) w 6 profilach usytuowanych wzdłuż biegu rzeki oraz pobierano próbki wody do analiz fizykochemicznych z częstotliwością jeden raz w miesiącu. Analizy laboratoryjne próbek wody obejmowały oznaczenia wskaźników i składników charakteryzujących właściwości fizyczne (odczyn pH i temperatura wody), warunki tlenowe (stężenia tlenu rozpuszczonego, BZT₅, ChZT), a także stężenia substancji organicznych (sucha pozostałość oraz pozostałość po prażeniu i straty po prażeniu), obecność biogenów (azot azotanowy, azot azotynowy, azot amonowy i fosforany) oraz skład mineralny (wapń, magnez, żelazo, chlorki i siarczany). Analizy próbek wody, a także ocenę jakości wody wykonano zgodnie z obowiązującymi normami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (ROZPORZĄDZENIE... 2008).

Wpływ Jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wólnej określono na podstawie porównania jakości wody w dwóch punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk), usytuowanych powyżej i poniżej jeziora.

Bilans biogenów (azotu i fosforu ogólnego) w Jeziorze Gorzuchowskim obliczono według równania (Giercuskiewicz-Bajtlik 1990 za BAJKIEWICZ-GRABOWSKĄ 2002):

$$L_{rz} = L_o + \Delta R \quad (1)$$

L_{rz} – zewnętrzne obciążenie jeziora azotem (N) lub fosforem (P) (rzeczywisty roczny ładunek) [kg],

L_o – roczny ładunek azotu lub fosforu wynoszony z jeziora [kg],

ΔR – roczny ładunek azotu lub fosforu retencjonowany w jeziorze [kg].

Wielkość ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do jeziora (L_{rz}) obliczono według następującego wzoru:

$$L_{rz} = L_d + L_{ob} + L_l + L_k + L_z + L_r + L_a + L_t \quad (2)$$

gdzie:

- L_d – roczny ładunek azotu lub fosforu wnoszonych ciekami zasilającymi jezioro, obliczony na podstawie comiesięcznych wielkości stężeń zanieczyszczeń i natężenia przepływu,
- L_{ob} – roczny ładunek zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł obszarowych, obliczony na podstawie struktury użytkowania zlewni i współczynników spływu obszarowego azotu i fosforu z danej powierzchni,
- L_l – roczny ładunek azotu lub fosforu pochodzący od ludności i turystów zamieszkałych na terenie nieskanalizowanym. Wielkość ładunku zanieczyszczeń została obliczona na podstawie liczby osób zamieszkujących tereny nieskanalizowane. W zlewni bezpośredniej jeziora znajduje się około 80 domostw niepodłączonych do kanalizacji (ok. 400 osób),

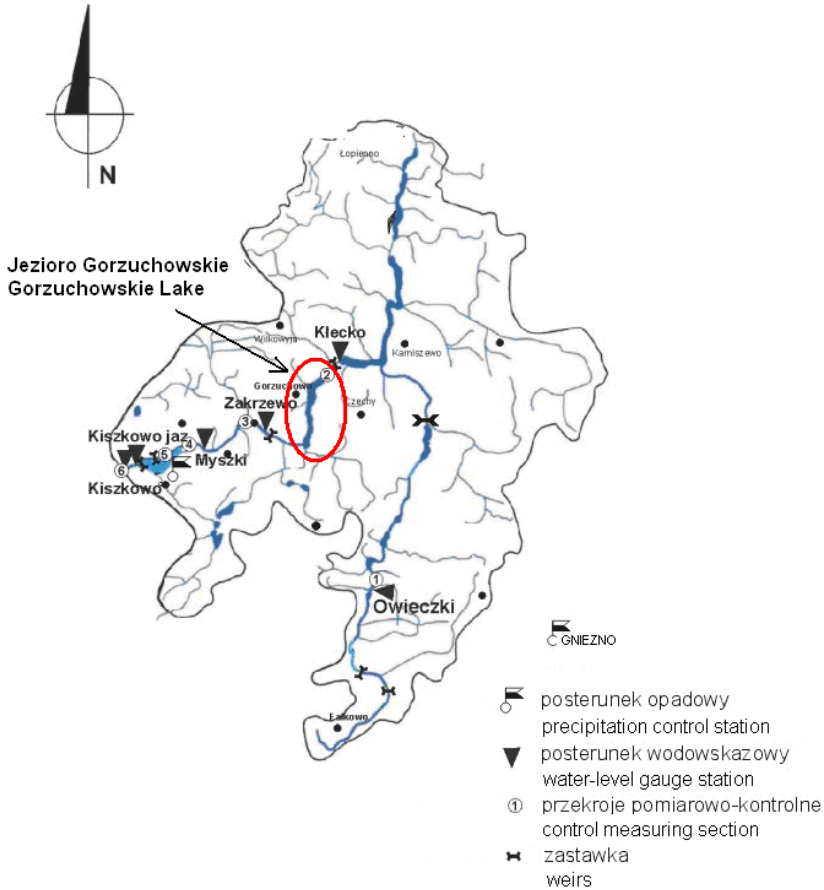
- L_k – roczny ładunek azotu lub fosforu wnoszony przez kąpiących się, obliczony na podstawie liczby dni sezonu turystycznego i liczby osób kąpiących się, z uwzględnieniem współczynnika wprowadzania ww. biogenów przez jedną osobę kąpiącą się. Liczba dni sezonu turystycznego to ok. 65 dni, a osób kąpiących się w jeziorze w ciągu dnia jest ok. 40,
- L_z – roczny ładunek azotu i fosforu wnoszony do jeziora z zanętą rybacką, obliczony na podstawie współczynnika wnoszenia azotu i fosforu przez jednego wędkarza (18,15 g N i 3,27 g P – WOŁOS i MIODUSZEWSKA 2003) i długości sezonu wędkarskiego (okres od kwietnia do końca listopada – 244 dni),
- L_r – roczny ładunek azotu lub fosforu wprowadzany do jeziora z materiałem zarybieniowym. Ilość biogenów wnoszoną z materiałem zarybieniowym w masie ryb obliczono na podstawie zawartości azotu i fosforu ogólnego w masie 1 kg ryb według Wielkich tabel kalorii i wartości odżywczych (EMNADFA i MASKOT 2009). Średnio w 1 kg ryby było odpowiednio 30 g N i 2,1 g P,
- L_a – roczny ładunek azotu lub fosforu docierający do zbiornika z opadem atmosferycznym. Ładunek substancji biogennych wprowadzany wraz z opadem atmosferycznym obliczony został według współczynnika dostawy tych zanieczyszczeń na powierzchnię badanego jeziora. Współczynnik ten wynosił, według Raportu o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2006 ze stacji opadowej zlokalizowanej w Buku, odpowiednio: dla azotu $10,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i dla fosforu $0,08 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$,
- L_t – roczny ładunek azotu lub fosforu powstały w wyniku użytkowania dróg w zlewni. W pobliżu jeziora nie ma dróg o dużym natężeniu ruchu, zatem nie uwzględniono tego składnika w bilansie zanieczyszczeń.

Wielkość ładunku azotu i fosforu wnoszoną z jeziora obliczono, sumując ładunek zanieczyszczeń wnoszonych w wodach Małej Wелny i w masie odłowionych ryb.

Wyniki badań i dyskusja

Jezioro Gorzuchowskie (52,61943 N, 17,41296 E), o zlewni bezpośredniej 18,12 km², znajduje się na Niziu Środkowopolskim, w subregionie Równiny Gnieźnieńskiej (KONDRACKI 2009). Jezioro Gorzuchowskie jest zbiornikiem przepływowym, leżącym w zlewni Małej Wелny na terenie gminy Kłecko. Zlewnia jeziora, według systemu kodowania jednostek hydrograficznych stosowanego w Unii Europejskiej, otrzymała kod 18 6653 (ATLAS... 2005).

Jezioro Gorzuchowskie, o pow. 94 ha, położone jest na Niziu Środkowopolskim, na utworach młodoglacjalnych z wysoką zawartością wapnia (> 25 mm Ca na 1 dm³) i z wysoką podatnością na degradację. W jeziorze nie zachodzi zjawisko stratyfikacji termicznej wody, dlatego jezioro zakwalifikowano do typu abiotycznego 3b. Maksymalna głębokość jeziora wynosi 5,0 m, a głębokość średnia – 2,5 m. Jezioro ma kształt silnie wydłużony, a jego część północną przecina nasyp kolejowy. Jezioro zasilane jest przez rzekę Małą Wелnę, wpływającą od strony północnej z Jeziora Kłeckiego (rys. 1). Jest ona głównym ciekim zasilającym badane jezioro. Mniejszą rolę w zasilaniu odgrywają rowy melioracyjne, które odwadniają pobliskie pola uprawne i prowadzą wodę okresowo.



Rys. 1. Zlewnia rzeki Małej Welnicy do profilu Kiszkowo (skala 1:200 000)

Fig. 1. Catchment of Mała Welnica river down to Kiszkowo (Map scale 1:200 000)

Jezioro Gorzuchowskie – według wykazu obwodów rybackich w regionie wodnym Warty – należy do obwodu rybackiego Jezioro Kleckie na rzece Mała Welnica – nr 6 (załącznik do rozporządzenia Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 30 kwietnia 2004 r. w sprawie ustanowienia obwodów rybackich).

Zarządcą jeziora jest Gospodarstwo Rybackie Skarbu Państwa w Bogucinie. Jezioro należy do typu jezior sandaczowych. W obwodzie rybackim występuje 15 gatunków ryb należących do 5 rodzin. W odłowach dominują ryby z rodziny karpioatych. Największy udział w odłowach ma leszcz.

W roku 2006 w październiku jezioro zarybiono węgorzem (wprowadzono 2 kg), linem i karpem (wprowadzono po 100 kg każdego gatunku). Wielkość odłowów w rozpatrywanym roku wynosiła około 2,14 t. Dominowały głównie takie gatunki, jak leszcz (52,8%), lin (17,5%), karaś (16,8%) i szczupak (5,93%). Odłow prowadzone są

w sposób nienaruszający stada podstawowego. Jezioro jest udostępnione do wędkowania (ok. 50 wędkarzy).

W pokrywie glebowej zlewni jeziora dominują gleby płowe i stanowią one 57,8% jej powierzchni. Najżyźniejszymi glebami są czarne ziemie (28,5%). Gleby rdzawe i bielcowe stanowią 4,4% powierzchni zlewni. Charakteryzują się one małą zdolnością retencjonowania wody oraz niewielką zasobnością w składniki odżywcze, co powoduje, że ich przydatność rolnicza jest bardzo mała. Obszar zlewni bezpośredniej jeziora jest terenem typowo rolniczym. Użytki rolne zajmują ok. 83% powierzchni zlewni, z czego 80% przypada na grunty orne, a 3% na użytki zielone.

Obciążenie jeziora ładunkiem substancji biogenych na dopływie obliczono na podstawie stężenia fosforu i azotu oraz wielkości natężenia przepływu wody. Wraz z wodami rzeki Małej Wełny do Jeziora Gorzuchowskiego w roku 2006 wnoszone było 10 337 kg N ogólnego i 725 kg P ogólnego (tab. 1). Duża dostawa tego typu zanieczyszczeń wynika z rolniczego charakteru zlewni rzeki. Zwłaszcza w okresie wczesnowiosennym w wyniku roztopów nasila się wymywanie azotu i fosforu z pól pozbawionych pokrywy roślinnej.

W Jeziorze Gorzuchowskim największym źródłem zanieczyszczenia pod względem azotu ogólnego była dostawa tego biogenu wraz z wodami rzeki Małej Wełny (10 377 kg) i ze źródeł obszarowych w ilości 9536,6 kg (tab. 1). Wielkości te stanowiły odpowiednio 45,12% i 41,62% całkowitej sumy bilansowej. Po stronie przychodu azotu ogólnego, oprócz dopływu i rolnictwa, wpływ miały również źródła rozproszone (materiał zarybieniowy, zanęta i gospodarka ściekowa gospodarstw). Ze źródeł rozproszonych do jeziora zostało wniesionych 2023,1 kg azotu ogólnego, co stanowiło ok. 8% całkowitego ładunku azotu wnoszonego do jeziora. W ramach zarybienia do jeziora w roku 2006 wprowadzono 202 kg ryb, co dało 6,1 kg N, a z zanęt wprowadzonych przez wędkarzy pochodziło 221 kg. Ze źródeł rozproszonych, obok zanęt wędkarskich i zarybień, zdecydowanie największy udział w obciążeniu jeziora biogenami mieli mieszkańcy nieposiadający kanalizacji.

W bilansie zanieczyszczeń fosforem ogólnym po stronie przychodowej największy udział miał dopływ rzeką, wnoszący 725 kg tego biogenu. Podobnie jak w bilansie azotu ogólnego, na drugim miejscu pod względem wielkości wnoszonego ładunku fosforu były źródła obszarowe (spływy powierzchniowe z użytków rolnych). Z pól uprawnych przyległych do jeziora dostarczonych zostało 434,4 kg fosforu, co stanowiło 29,21% bilansu. Z materiałem zarybieniowym, zanętami i z gospodarstw domowych dostarczono 320,3 kg fosforu (21,54%). Najmniejszy ładunek tego biogenu pochodził z opadów atmosferycznych, bo tylko 7,5 kg, czyli ok. 0,5%.

Ilość biogenów (kg N i P) wynoszonych z jeziora w roku 2006 była sumą odpływu rzeką Małą Wełną i odłowu ryb. Całkowity ładunek odprowadzony z badanego jeziora wyniósł 19 075,2 kg N i 1187,5 kg P. Największy udział przypadł na odpływ rzeczny. W masie odłowionych z jeziora ryb wyniesiono zaledwie 64,2 kg N i 4,5 kg P.

Z przedstawionego zestawienia tabelarycznego bilansu biogenów Jeziora Gorzuchowskiego (tab. 1) wynika, że do jeziora dostaje się więcej substancji biogenych (azotu i fosforu ogólnego), niż zostaje odprowadzone. Jezioro Gorzuchowskie oddało w badanym roku 19 075,2 kg azotu ogólnego i 1187,5 kg fosforu ogólnego. W masie jeziornej zostało zatrzymane 3836,7 kg azotu i 299,7 kg fosforu, co stanowiło odpowiednio 16,75% i 20,19% całkowitej wielkości wprowadzonych biogenów. Ładunek

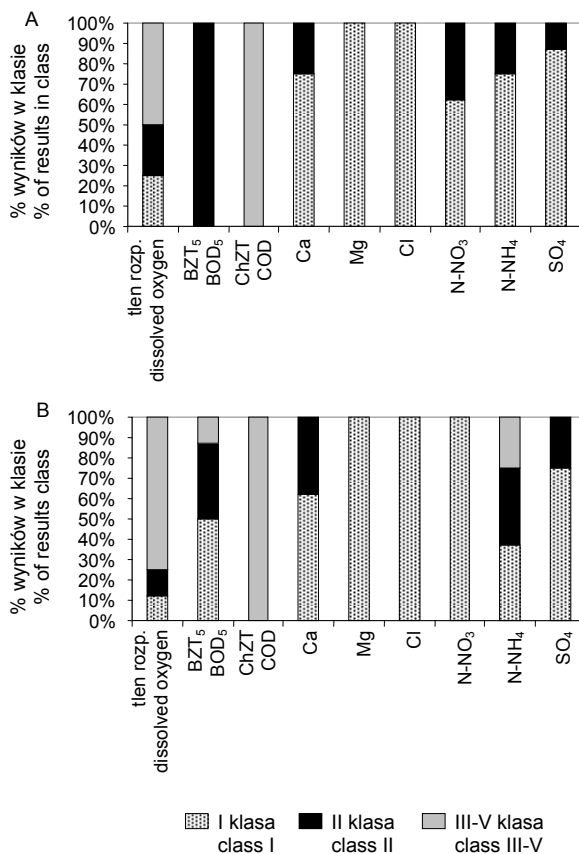
Tabela 1. Bilans biogenów Jeziora Gorzuchowskiego
Table 1. Nutrient balance of Gorzuchowskie Lake

	Składniki bilansowe Balance components		Azot Nitrogen		Fosfor Phosphorus	
			kg N	%	kg P	%
Przychód Income (L_{rz})	Dopływ – Inflow (L_d)		10 337	45,12	725	48,75
	Opad atmosferyczny – Precipitation (L_a)		1 015,2	4,43	7,5	0,50
	Źródła obszarowe – Area source (L_{ob})		9 536,6	41,62	434,4	29,21
	Źródła rozproszone Diffuse sources	Materiał zarybieniowy Fish stocking (L_r)	6,1	0,03	0,4	0,03
		Zanęta – Groundbait (L_z)	221	0,96	39,9	2,68
Ludność – Population (L_r+L_k)		1 796	7,84	280	18,83	
Dopływy całkowity – The total tributary		22 911,9	100,00	1 487,2	100,00	
Rozchód Consumption (L_o)	Odpływ – Outflow		19 011	99,66	1 183	99,62
	Odlów ryb – Catch fish		64,2	0,34	4,5	0,38
	Odpływy całkowity – Total runoff		19 075,2	100,00	1 187,5	100,00
ΔR			3 836,7	16,75	299,7	20,19

azotu i fosforu zatrzymany w jeziorze został prawdopodobnie włączony w obieg biologiczny lub zdeponowany w osadach dennych.

Jezioro Gorzuchowskie jest zbiornikiem przepływowym, jednak wymiana wody była niewystarczająca, aby skutecznie usunąć nadmiar biogenów skumulowany w akwenu. Analiza jakości wody w punktach pomiarowo-kontrolnych powyżej i poniżej jeziora wykazała duży wpływ ekosystemu jeziornego na jakość przepływającej wody w wyniku procesów zachodzących w zbiorniku. Zaobserwowano negatywne oddziaływanie jeziora na jakość wody rzeki Małej Wólnej, co wynika ze znacznego obciążenia tego jeziora biogenami i z wysokiego stopnia jego zeutrofizowania.

Jakość wody rzeki powyżej i poniżej jeziora określono według Rozporządzenia Ministra Środowiska z 2008 roku. Stężenia wskaźników jakości wody w profilu powyżej jeziora, charakteryzujące warunki tlenowe (tlen rozpuszczony i ChZT), przekraczały wartości graniczne dla II klasy jakości i dlatego stan wód rzeki określono jako poniżej dobrego (rys. 2). Najbardziej niekorzystne były warunki pod względem zawartości ChZT. W okresie badań we wszystkich pobranych próbkach wody wartości ChZT przekraczały wartość graniczną dla klasy II ($20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$). Natomiast stężenia wskaźników charakteryzujące zawartość biogenów, zasolenie i zakwaszenie (azot azotynowy i amonowy, siarczany, chlorki, wapń i magnez) odpowiadały normom I i II klasy.



Rys. 2. Ocena jakości wody w punktach pomiarowo-kontrolnych powyżej (A) i poniżej (B) Jeziora Gorzuchowskiego

Fig. 2. Assessment of water quality in control points above (A) and below (B) Gorzuchowskiego Lake

Jakość wody poniżej jeziora uległa pogorszeniu pod względem znacznego wzrostu stężeń trzech wskaźników (BZT₅, azotu azotanowego i azotu amonowego) oraz spadku stężeń tlenu rozpuszczonego. Zaobserwowano również niewielkie pogorszenie jakości wody pod względem stężeń wapnia i siarczanów. Odnotowano wzrost wyników tych wskaźników w klasie II o ok. 12%.

Wnioski

1. Jakość wody poniżej Jeziora Gorzuchowskiego uległa pogorszeniu pod względem większości przebadanych wskaźników w porównaniu z dopływem. W przekroju poniżej

jeziora notowano znacznie niższe stężenia tlenu rozpuszczonego i wyższe stężenia BZT₅, azotu azotanowego i azotu amonowego.

2. Na podstawie bilansu wykonanego dla roku 2006 stwierdzono, że jezioro zatrzymało 3836,7 kg (17%) azotu ogólnego i 299,7 kg (20%) fosforu ogólnego w misie jeziorniej. Zostały one włączone do obiegu biologicznego lub zdeponowane w osadach dennych.

3. Głównym dostawcą biogenów do jeziora w roku 2006 była rzeka Mała Wełna, którą dostarczono ok. 45% azotu całkowitego i 49% fosforu.

Literatura

- ATLAS Podziału Hydrograficznego Polski. 2005. Red. H. Czarnecka. Cz. I i II. IMGW, Warszawa.
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 1996. Odporność jezior systemu rzeczno-jeziornego Krutyni (Pojezierze Mazurskie) i ich zlewni na degradację. W: Funkcjonowanie systemów rzeczno-jeziornych w krajobrazie pojeziernym: rzeka Krutynia (Pojezierze Mazurskie). Red. A. Hillbricht-Ilkowska. Instytut Ekologii PAN, Warszawa: 43-61.
- BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E., 2002. Obieg materii w ekosystemach rzeczno-jeziornych. UW, Warszawa.
- EMNADF J., MUSKOT E., 2009. Wielkie tabele kalorii i wartości odżywczych. Wyd. Muza, Warszawa.
- KONDRACKI J., 2009. Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- RAPORT o stanie środowiska w Polsce 2008. 2010. GIOŚ. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 30 sierpnia w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. 2008. Dz. U. 162, poz. 1008.
- WOŁOS A., MIODUSZEWSKA H., 2003. Wpływ stosowania przez wędkarzy zanęt na efekty wędkowania i bilans biogenów ekosystemów wodnych. Kom. Ryb. 1: 23-27.

THE INFLUENCE OF LAKE GORZUCHOWSKIE ON WATER QUALITY IN THE MAŁA WEŁNA RIVER

Summary. This paper presents the influence of Lake Gorzuchowskie on water quality of the Mała Wełna River in hydrological year 2006. To achieve this goal the comparison of water quality in two measurement – control points (ppk) located above and below lake and pollution balance for nitrogen and phosphorus of studied lake was done. Lake Gorzuchowskie (A = 94 ha) is a reservoir located on the Mała Wełna River in the Środkowopolskie Lowlands. Analysis of results showed deterioration of water quality below studied lake in comparison with a quality of water above lake. Pollution balance indicated a retention of nitrogen and phosphorus in lake basin. In 2006 lake retained 3836.7 kg (17%) of total nitrogen and 299.7 kg (20%) of total phosphorus. These biogenic loads probably went into biological cycles and partially were deposited in the sediments.

Key words: water quality, pollution balance, lake

Kanclerz J., 2011. Wpływ Jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wełny. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #82.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Jolanta Kanclerz, Katedra Meioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-684 Poznań, Poland, e-mail: jkanclerz@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

13.06.2011

Do cytowania – For citation:

*Kanclerz J., 2011. Wpływ Jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wełny. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #82.*