

ochrona i rekultywacja jezior

pod redakcją
Ryszarda Wiśniewskiego

Toruń 2013

Redaktor naukowy: Ryszard Wiśniewski
Redaktor techniczny: Grażyna Gaca
Recenzja naukowa: Adam Czarnecki, Ryszard Wiśniewski

Opracowanie graficzne, projekt okładki:  PZITS GRAFIKA
www.pzits.torun.pl

Publikacja zawiera nadesłane przez autorów teksty referatów i streszczenia posterów zaprezentowanych podczas VII Konferencji Naukowo-Technicznej „Ochrona i rekultywacja jezior”, która odbyła się w czerwcu 2013 r. w Przysieku koło Torunia. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za jakość i treść nadesłanych materiałów graficznych.

Organizatorzy Konferencji

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy
Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń

Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne
INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA
WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT
OCHRONY ŚRODOWISKA
W BYDGOSZCZY

85-018 Bydgoszcz, ul. Piotra Skargi 2
tel. (052) 582 64 66 do 58 322 17 44, fax 582 64 69

Wydano przy współudziale środków
Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

oraz

Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Wydawca: Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń
© 2013 Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Toruń

ISBN 978-83-931293-9-3

Druk: Salus Toruń

Szesnaście lat badań monitoringowych Jeziora Głębocek

Sixteen years of monitoring research Glebocek Lake

Jacek Goszczyński¹
Dawid Szatten²

¹Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy

²Katedra Rewitalizacji Dróg Wodnych, Instytut Geografii, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Streszczenie

Jezioro Głębocek, ze względu na położenie w granicach administracyjnych miasta Tuchola, poddawane było silnej presji antropogenicznej. Potrzeba przywrócenia akwenu lokalnej społeczności, skłoniła władze miasta do poszukiwania rozwiązania tego problemu. Opracowano szereg planów rekultywacji jeziora, z których pierwsze zostały wdrożone na początku lat 90-tych XX wieku. Zabiegi polegały na ochronie czynnej na obszarze zlewni bezpośredniej jeziora, poprzez budowę rowu opaskowego, napowietrzaniu jeziora, wreszcie, w ostatnim okresie, zastosowano inaktywację fosforu za pomocą podanego do toni wodnej koagulantu PIX-18. Porównanie archiwalnych wyników monitoringowych prowadzonych przez służby ochrony środowiska przed rozpoczęciem strącania fosforu, z badaniami przeprowadzonymi po wykonanych zabiegach, wykazało istotny spadek koncentracji związków fosforu w wodach jeziora. Nastąpiła przy tym zmiana pierwiastka limitującego produkcję pierwotną z azotu na fosfor. Jednak w efekcie nie doprowadziło to do znaczącego i jednocześnie trwałego spadku produkcji pierwotnej i oczekiwanej poprawy przezroczystości wód. Analizując w ramach kolejnych serii pomiarowych (lata 2006 – 2010) wielkość parametrów najistotniejszych dla oceny jakości wód, można zauważyć systematyczny trend wzrostu ich wartości. Fosfor ogólny, chlorofil „a” oraz przezroczystość powróciły do poziomu zbliżonego jak przed ostatnim z zastosowanych zabiegów rekultywacyjnych – charakterystycznego dla eutroficznego stanu wód. Świadczyć to może o przyjęciu niewłaściwej metody rekultywacji, jej zbyt małej intensywności, bądź o fakcie istnienia nieokreślonych do tej pory mechanizmów blokujących poprawę jakości wód zbiornika.

Abstract

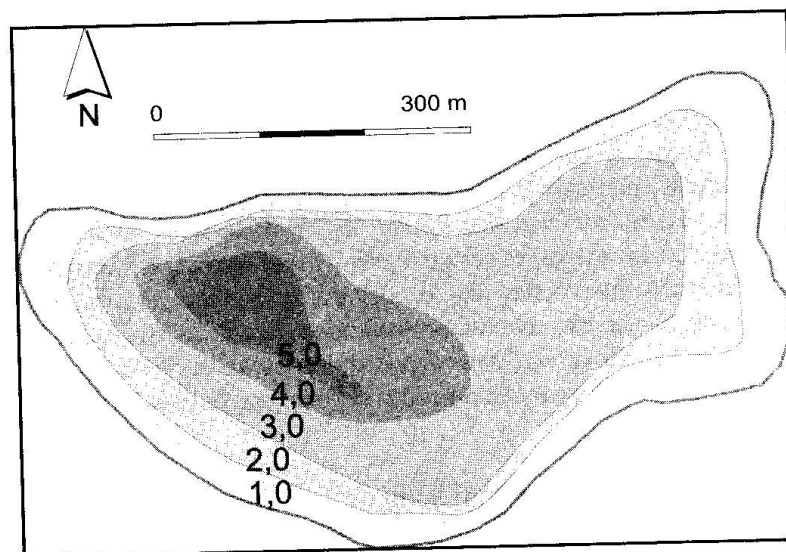
Because of the location within the administrative boundaries of the city Tuchola Glebocek Lake is subjected to strong anthropogenic pressure. A need of using lake waters, has led to the development of remediation plans that have been implemented in the early 90-ies of XX-century. The work consisted of an active protection in the direct catchment area of the lake (band), aeration treatments in the bottom layer of the lake and inactivation of the phosphorus using coagulant PIX-18. Comparing the archive results of monitoring which had been done before restoration process with results of Quality Assessment System of Lakes in the years immediately after the procedure revealed a significant decrease of phosphorus in the waters of lake. There was a change in the limitation element of primary production from nitrogen to phosphorus. However, this has not led to a significant decrease in the primary production and increase in the transparency of water. Analysing the results of the indicators examined in the next series of measurement (the period 2006 - 2010) there can be seen a trend of systematic growth of values. Total phosphorus, chlorophyll „a” and the transparency of the water returned to a similar level as it was before reclamation treatments - typical

of eutrophic water. This may prove that there was chosen an inappropriate restoration method for the adoption of this lake, it is too low intensity or the existence of environmental pressure (internal or external) making it impossible to improve the quality of the analysed lake.

1. TEREN BADAŃ

Jeziro Głęboćek zlokalizowane jest w północnej części województwa kujawsko-pomorskiego, na terenie gminy miejskiej Tuchola. Według podziału fizyczno-geograficznego J. Kondrackiego (2002) obszar ten wchodzi w skład mezoregionu Pojezierze Krajeńskie (314.69) oraz makroregionu Pojezierze Południowopomorskie. Rzeźba zlewni bezpośredniej jeziora stanowi polodowcowe zagłębienie terenu, wyerodowane w obrębie glin zwałowych, które zostało silnie przekształcone antropogenicznie. Jezioro Głęboćek to zbiornik okresowo bezodpływowy. Odpływ z jeziora – Hozjanna (prawoboczny dopływ Brdy), prowadzi wody jedynie przy wysokich stanach. Jezioro zasilane jest wodami pochodzącymi z opadów atmosferycznych oraz z pierwszego (czwartorzędowego) poziomu wodonośnego.

Jeziro posiada powierzchnię 17,4 ha (Ocena..., 1990), a ze względu na położenie w granicach miasta stanowi główny akwen miejski wykorzystywany do celów rekreacji. Głębokość maksymalna zbiornika wynosi 5,5 m, średnia natomiast 3 m (Ryc. 1.). Objętość misy jeziornej wynosi 522,0 tys. m³. Długość linii brzegowej to 1860 m, długość maksymalna 700 m, szerokość maksymalna 340 m (Karta..., 1986).



Ryc. 1. Plan batymetryczny jeziora Głęboćek z zaznaczeniem lokalizacji punktu pomiarowego

Źródło: Opracowanie własne na podstawie planu batymetrycznego IRŚ (Karta..., 1986)

Zlewnia całkowita jeziora pokrywa się zasięgiem z jego zlewnią bezpośrednią i wynosi 0,52 km². Jej pokrycie, obliczone na podstawie Corine Land Cover (2006), stanowią grunty orne (78%), przekształcane w ostatnich latach pod zabudowę mieszkaniową jednorodziną oraz zwarta zabudowa miejska (22%). Zabudowane posesje znajdują się około

100 m od linii brzegowej w zachodniej części zlewni. Do roku 1992 ten rejon miasta pozabawiony był kanalizacji. Prawdopodobnie przynajmniej część zawartości przydomowych szamb usuwano na tereny przylegające do jeziora. Najbliższe użytki rolne położone są na północnych zboczach rynn jeziornej o deniwelacji dochodzącej do 15 m. Prowadzi się na nich m.in. uprawę zbóż, a podstawowy zabieg agrotechniczny jakim jest orka, odbywa się przy zachowaniu układu bruzd, prostopadłego do linii brzegowej.

W latach 2010-2012 Gmina Tuchola zrealizowała projekt, którego celem było zwiększenie atrakcyjności turystyczno-wypoczynkowej terenów wokół jeziora Głębocek. Wybudowano nową stanicę wodną z kompletnym zapleczem oraz utwardzoną promenadę wzdłuż części brzegu jeziora, a także odświeżono plażę miejską.

2. HISTORIA REKULTYWACJI

Ze względu na bezpośrednie sąsiedztwo z Tucholą, poprawa stanu wód jeziora Głębocek była rozważana już od połowy lat 80-tych XX wieku. W związku z tym opracowano szereg projektów zabiegów rekultywacyjnych, obejmujących różne podejścia rewitalizacyjne.

Idea pierwszego z nich (Cieściński J., 1991) polegała na wybudowaniu wzdłuż brzegów zbiornika betonowego rowu opaskowego, mającego za zadanie przechwytywać substancje spływające do misy jeziornej z terenu zlewni. Inwestycja ta nie została jednak dokończona, wykonany został jedynie północny fragment rowu. Ponadto przewidziano stworzenie wokół jeziora roślinnego pasa buforowego. Kolejnym elementem prowadzonej rekultywacji miało być coroczne wykaszanie trzciny i usuwanie jej poza obręb zbiornika.

Drugi projekt (Wysocki J., 1992), wdrożony w 1993 roku, polegał na instalacji w jeziorze urządzeń napowietrzających oraz biostruktur, których zadaniem była intensyfikacja procesów samooczyszczania odbywających się w toni wodnej.

W obydwu przypadkach zakładano, że pozytywne efekty stosowanych zabiegów będą widoczne po około 8 latach od momentu rozpoczęcia prac, a zabieg napowietrzania jeziora spowoduje, że parametry określające stan czystości wód znajdą się na pograniczu II i III klasy czystości, według Systemu Oceny Jakości Jezior (Kudelska D. i in., 1992).

Drugim etapem rekultywacji Głęboczka, były zabiegi przeprowadzone przez zespół Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, pod kierownictwem prof. Lossowa. Polegały one na inaktywacji fosforu. Koncentrat PAX-18 (koagulat polichlorku glinu) rozprowadzano na powierzchnię jeziora dwukrotnie: pierwsze 15 ton preparatu zostało wprowadzone w październiku 2001 roku, a następne 20 ton w kwietniu 2003 roku. W ten sposób w czasie pierwszego zabiegu wprowadzono $2,14 \text{ g Al/m}^3$ wody (Gawrońska H. i in., 2002). Drugi proces dostarczył $2,85 \text{ g Al/m}^3$ wody. Wprowadzony do środowiska wodnego glin miał za zadanie związanie fosforu w wodzie. Powstałe w ten sposób konglomeraty sedymentują do osadu dennego, co powoduje wyłączenie tego pierwiastka z obiegu materii w jeziorze.

3. OCENA SKUTECZNOŚCI I ZABIEGÓW REKULTYWACYJNYCH

Zebrane w toku badań jeziora dane (Tab. 1.) wskazują na utrzymującą się niezmiennie niską jakość wód z tendencją pogarszania ogólnej oceny jeziora. Uwzględniając w analizie zmian porównywalne parametry z badań prowadzonych przez Akademię Techniczno-Rolniczą w Bydgoszczy w latach 1984, 1988 (Cieściński J., 1991), tj. przed rozpoczęciem rekultywacji oraz w roku 1998 (Skalecki T., 1999), a także badania WIOŚ Bydgoszcz pochodzące z lat 1994, 1995, 1999, 2002-2004 i 2006, ocena taka wydaje się w pełni uzasadniona. Jedynymi wskaźnikami, które ulegają poprawie na przestrzeni lat jest stan sanitarny jeziora oraz jego kondycja tlenowa. W pierwszym przypadku jest to efekt porządkowania gospodarki ściekowej w jego najbliższym otoczeniu. Natomiast utrzymująca się latem 1999 r. w strefie naddennej duża zawartość tlenu jest wynikiem działania urządzeń napowietrzających zainstalowanych w ramach pierwszego etapu rekultywacji.

Ocena stanu wód, wykonana przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszcz w rok po dostarczeniu pierwszej dawki koagulantu, wskazywała na obniżenie koncentracji związków fosforu w toni jeziora (Tab. 1.). Jego ilość spadła do wartości charakterystycznych dla wód czystych, zgodnie z SOJJ (Kudelska D. i in., 1992). Jednocześnie pomimo, że są to ilości uznawane za progowe dla masowego rozwoju fitoplanktonu, nie zaobserwowano zmian w pozostałych wskaźnikach określających żyzność jeziora. Dotyczyło to przede wszystkim składu ilościowego i jakościowego fitoplanktonu, który przyczynia się do występowania znacznych koncentracji barwnika fotosyntetycznego. Z uwagi na pełnione przez jezioro funkcje rekreacyjne pociąga, to za sobą utrzymywanie się przezroczystość poniżej poziomu akceptowalnego (Goszczyński J., 2002).

Tab. 1. Ocena końcowa jakości wód jeziora Głębocek wraz z wybranymi wskaźnikami według SOJJ (na podstawie badań WIOŚ w Bydgoszczy w latach 1994-2006)

wskaźnik [jednostka]	okres miejsce poboru	rok						
		1994	1995	1999	2002	2003	2004	2006
BZT ₅ [mgO ₂ /l]	lato pod powierzchnią	5,2	4,4	6,8	6,4	3,3	3,2	3,7
Fosforany [mgP/l]	wiosna pod powierzchnią	0,042	0,106	0,111	0,025	0,020	0,050	0,045
Fosfor całkowity [mgP/l]	wiosna i lato pod powierzchnią	0,213	0,143	0,262	0,095	0,085	0,085	0,095
Azot całkowity [mgN/l]	wiosna i lato pod powierzchnią	1,64	1,76	1,76	2,71	1,49	1,86	1,81
Chlorofil „a” [mg/m ³]	wiosna i lato pod powierzchnią	42,8	33,8	78,3	71,6	26,8	33,2	51,6
Widzialność krążka Secchiego [m]	wiosna i lato	0,8	0,9	0,7	0,8	0,8	1,1	0,8
SUMARYCZNA KLASA CZYSTOŚCI		3,27	3,45	3,64	3,45	2,60	3,00	3,18

Źródło: badania WIOŚ w Bydgoszczy w latach 1994-2006

Powtórne wprowadzenie do toni jeziora koagulatu PAX, dało wyraźny efekt w postaci widocznego obniżenia zawartości fosforu – jednego z podstawowych pierwiastków biogennych powodujących przyspieszoną eutrofizację wód (Tab. 1.). Zaznaczył się wyraźny spadek stężeń zarówno w warstwie powierzchniowej jak i naddennej (Makarewicz J., 2003). Mniejsza ilość fosforu zaowocowała zdecydowanym obniżeniem produkcji pierwotnej jeziora, mierzonej koncentracją chlorofilu „a”. Pomimo tego skład fitoplanktonu był liczny, a jego struktura wykazała niekorzystne dominacje sinic z rodzaju *Oscillatoria*, będących wskaźnikiem charakterystycznym dla wód eutroficznych. Wprowadzenie do jeziora 20 ton koagulatu dało stężenie 2,85 g Al/m³. Wykonane oznaczenia zawartości glinu potwierdzają prawidłowy proces wytrącania „kłaczków” glinu do osadów dennych. Stężenia tego pierwiastka zmniejszyły się o około 80%. Oznaczenia zawartości glinu wykonane wiosną 2003 roku wykazały trzynastokrotną redukcję stężeń w stosunku do analizy wykonanej przed procesem rekultywacji, natomiast latem pozostało zaledwie 2,5% ogólnej ilości tego pierwiastka, wprowadzanej podczas dozowania preparatu. Niekorzystnym zjawiskiem dla jeziora jest okresowo występująca niepełna stratyfikacja termiczno-tlenowa. Strefa dna objętego deficytem tlenowym zajmuje 15,4 ha, co stanowi prawie 80% jego powierzchni. Korzystnie, w świetle badań przeprowadzonych w 2003 roku, prezentuje się natomiast intensywność produkcji pierwotnej. Koncentracja chlorofilu „a” uległa redukcji w porównaniu z poprzednimi cyklami badań. Pomimo tego ciągle pozostawał on na wysokim poziomie (Makarewicz J., 2003).

Kolejne serie monitoringowe prowadzone w latach 2004 i 2006 wskazują jednak na powracający problem nadmiernej produkcji fitoplanktonu (Tab. 1.). Systematyczny wzrost sumarycznej klasy czystości, z poziomu 2,60 pkt w 2003 roku do poziomu 3,18 pkt w 2006 roku, pozwala wysunąć tezę o jedynie krótkotrwałej reakcji ekosystemu jeziora na wprowadzenie koagulatu glinowego.

4. STAN EKOLOGICZNY WEDŁUG WYTYCZNYCH RAMOWEJ DYREKTYWY WODNEJ

W 2007 roku nastąpiła zmiana procedury oceny wód jeziornych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. System Oceny Jakości Jezior (Kudelska D. i in., 1992) zastąpiła ocena stanu ekologicznego wód, zgodna z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE. Określana jest ona na podstawie elementów biologicznych – stanowiących podstawę przeprowadzanej oceny, które wspierane są elementami fizyczno-chemicznymi.

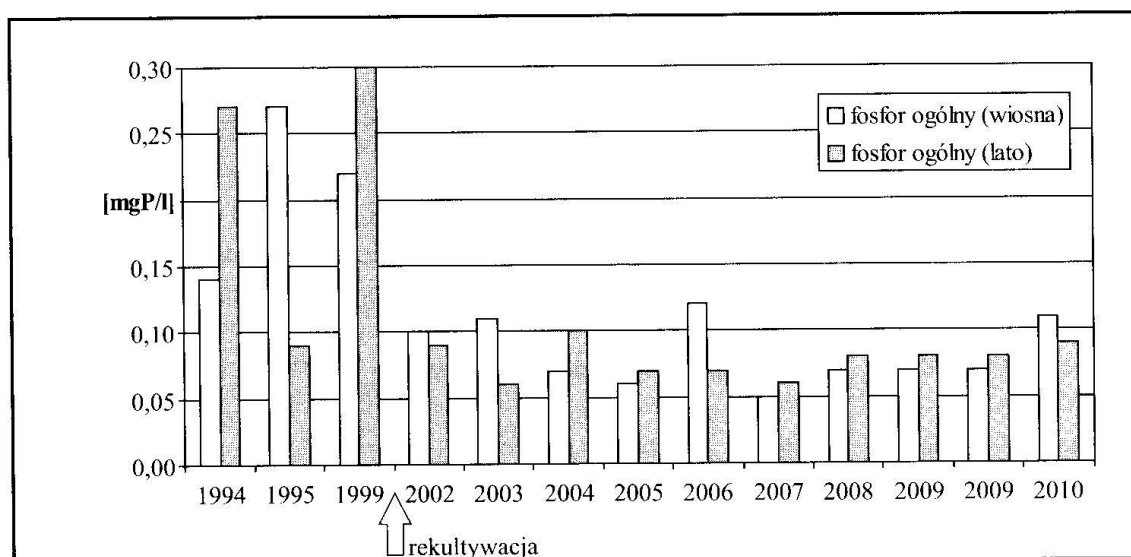
Jezioro Głęboćek w okresie 2008-2010 objęte było corocznymi seriami monitoringowymi według nowo obowiązujących wytycznych. W kolejnych latach przyjmowało ocenę końcową stanu ekologicznego od słabej do złej (Tab. 2.), czyli niespełniającą wymagań stawianych przez Ramową Dyrektywę Wodną. Na uwagę zasługuje fakt, iż nie można porównać ze sobą wartości średniorocznych z ocen SOJJ oraz stanu ekologicznego, ze względu nie inną liczbę serii danych w ramach jednego cyklu monitoringowego.

Tab. 2. Ocena stanu ekologicznego wód jeziora Głęboćek wg Ramowej Dyrektywy Wodnej na podstawie badań WIOŚ w Bydgoszczy w latach 2008-2010

wskaźnik [jednostka]	rok		
	2008	2009	2010
Chlorofil „a” [µg/l]	31,3	36,1	68,7
ESMI [-]	0,379	0,273	0,280
Widzialność krążka Secchiego [m]	0,6	0,5	0,7
Fosfor całkowity [mgP/l]	0,075	0,074	0,320
Azot całkowity [mgN/l]	2,24	2,01	2,2
STAN EKOLOGICZNY	słaby	słaby	zły

5. ZMIANY WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW

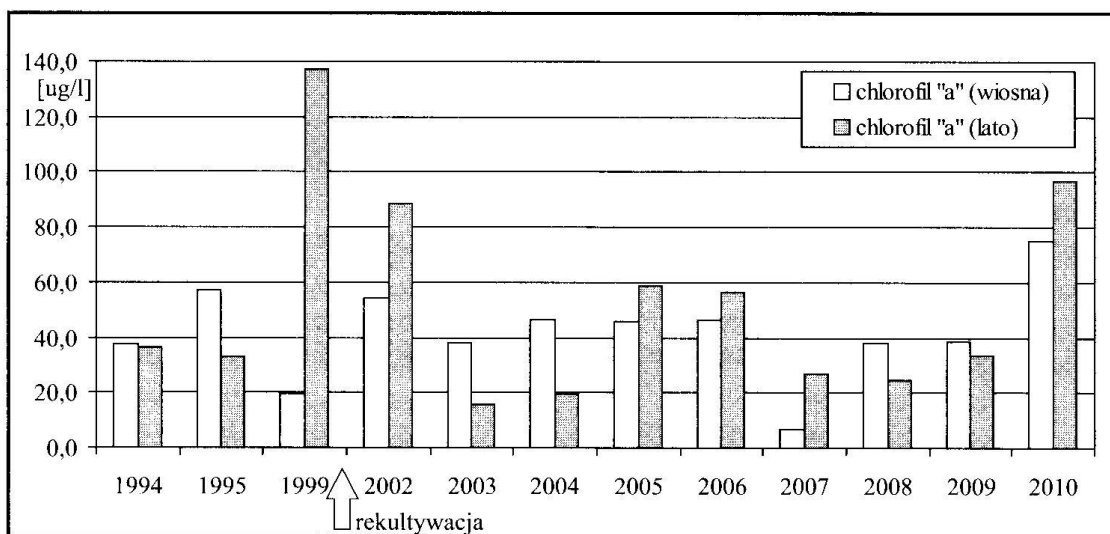
Po przeprowadzeniu w 2001 roku zabiegu rekultywacji za pomocą koagulantu PAX znacząco obniżyły się stężenia fosforu w toni wodnej. Przed rokiem 2001 stężenia fosforu ogólnego oscylowały w granicach od 0,08 mg P/l (lato 1995 roku) do 0,30 mg P/l (lato 1999 roku). Po zabiegu rekultywacyjnym średnioroczne stężenia fosforu ogólnego w wodach jeziora Głęboćek zmalały do poziomu poniżej 0,10 mg P/l, a latem wahały się od 0,06 mg P/l w 2003 roku do 0,10 mg P/l w 2004 roku. Zauważalny trend malejący utrzymywał się do 2005 roku. Od 2006 roku odnotowuje się powolny, lecz systematyczny wzrost stężeń tego wskaźnika (Ryc. 2.).



Ryc. 2. Stężenie fosforu ogólnego [mgP/l] w wodach jeziora Głęboćek (lata 1994-2010)

Źródło: Opracowanie na podstawie danych Państwowego Monitoringu Środowiska (1994-2010)

Związanie w osadach znacznej ilości fosforu wiąże się z częściowym ograniczeniem produktywności wód jeziora. Przed rekultywacją wód jeziora następował systematyczny wzrost średniorocznych stężeń chlorofilu „a”, osiągając w 1999 roku wartość 78,4 µg/l. Następnie zauważyć można było spadek wartości tego wskaźnika, który w 2003 roku osiągnął minimum wynoszące 26,8 µg/l. W kolejnych latach obserwowano ponowny wzrost średniorocznych wartości, lecz o mniejszej amplitudzie z maksymalną wartością około 52,0 µg/l (2005-2006). Następny rok charakteryzował się diametralnym spadkiem produktywności wód – średnioroczna wartość chlorofilu „a” wynosiła 16,7 µg/l. Natomiast w ostatnich dwóch latach odnotowano ponowny wzrost żyzności wód, a średnioroczna wartość chlorofilu „a” podczas ostatnich badań (2010 rok) wyniosła 67,9 µg/l (Ryc. 3).



Ryc. 3. Stężenie chlorofilu „a” [µg/l] w wodach jeziora Głęboćek (lata 1994-2010)

Źródło: dane Państwowego Monitoringu Środowiska (1994-2010)

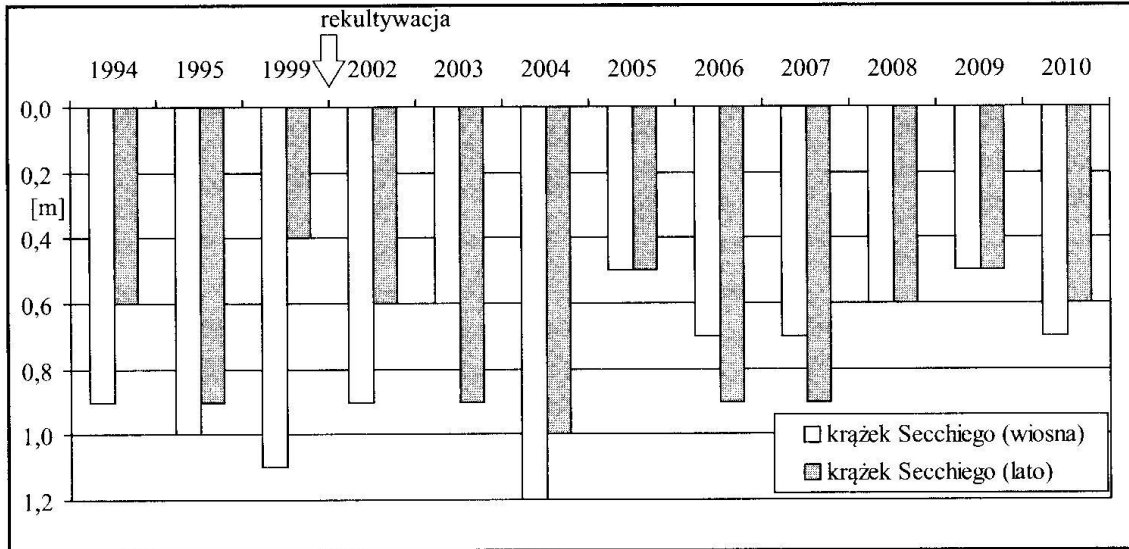
Wysoka produktywność biologiczna w znacznym stopniu ograniczała przezroczystość wód jeziora Głęboćek. Widzialność krążka Secchiego oscylowała w granicach od 0,4 m podczas letnich pomiarów w 1999 roku do 1,2 m podczas wiosennej serii w 2004 roku. Analizując ciąg danych z 11 serii badawczych, zauważyć można znaczący spadek miąższości warstwy fotycznej i powrót do warunków panujących w jeziorze przed wykonanymi zabiegami (Ryc. 4.).

6. POZIOM TROFICZNY JEZIORA

Klasyfikacja jezior określająca stopień zaawansowania rozwojowego zbiorników (Krebs Ch. J., 1996) na podstawie wskaźników zróżnicowania fitocenotycznego (wynoszącego $H=0,93$), zasiedlenia ($Z=0,56$) oraz iloczynu sukcesji ($Is=0,52$), klasyfikuje monitorowane jezioro do grupy „starzejących się”.

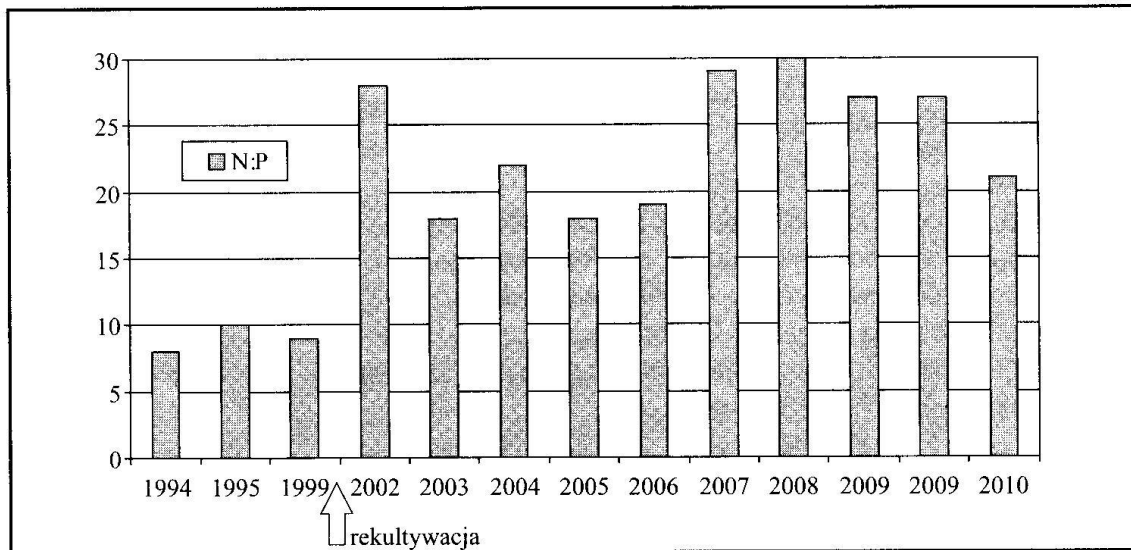
Do przeprowadzenia w 2001 roku zabiegu rewitalizacji wód jeziora Głęboćek, biogem limitującym wielkość produkcji pierwotnej był azot. Średnia wartość stosunku azotu ogólnego do fosforu ogólnego (N:P) w tym okresie wynosiła poniżej 1:10. Po znaczącym zmniejszeniu zawartości związków fosforu poprzez związanie go za pomocą koagulantu

PIX-18 w osadach dennych, stosunek N:P wzrósł niemal dwukrotnie (Ryc. 5.) powodując, iż głównym pierwiastkiem odpowiedzialnym za trofię jeziora stał się fosfor. Stosunek N:P oscyluje w granicach od około 1:20 do 1:30.



Ryc. 4. Widzialność krążka Secchiego [m] w jeziorze Głęboczek (lata 1994-2010)

Źródło: dane Państwowego Monitoringu Środowiska (1994-2010)



Ryc. 5. Stosunek azotu ogólnego do fosforu ogólnego (N:P) w wodach jeziora Głęboczek (lata 1994-2010)

Źródło: dane Państwowego Monitoringu Środowiska (1994-2010)

Indeks klasyfikacji stanu troficznego – TSI (Carlson R., 1976), obliczony dla kolejnych serii monitoringowych (okres 1994–2010), wskazuje na wysoki stan trofii wód jeziora Głęboć. Wartości TSI (chlorofil „a”) oraz TSI (krążek Secchiego) klasyfikują wody jeziora jako eutroficzne. Wartości tych wskaźników przyjmują wartości w zakresie od 58,2 do 73,4 dla TSI (chlorofil „a”) oraz od 58,6 do 70,0 dla TSI (krążek Secchiego). Natomiast wskaźnik TSI (fosfor ogólny) przyjmując wartości w zakresie od 15,3 do 37,7, klasyfikuje wody jeziora do typu oligotroficznego. Wynik ten odzwierciedla przeprowadzone zabiegi rekultywacyjne oraz zmianę pierwiastka limitującego produkcję pierwotną.

7. WNIOSKI I DYSKUSJA

Pogarszająca się czystość jezior, związana ze szczególnie silną antropopresją wywieraną na ten element środowiska, spowodowała podjęcie działań zmierzających do naprawy takiej sytuacji. Niekwestionowaną składową tych prac jest dla wielu jezior ich rekultywacja. Tego typu zabiegi stosowane były i są na całym świecie z różnym powodzeniem. Mają opinię przedsięwzięć ryzykownych, długotrwałych i wymagających poważnych nakładów finansowych (Lossow K., 1997). Z tego względu muszą być starannie zaplanowane przez zespół specjalistów oraz prowadzone pod stałym nadzorem. Wydaje się, że wymogi te w przypadku jeziora Głęboć nie zostały do końca zrealizowane. Z uwagi na pełnioną przez ten zbiornik ważną funkcję na terenie Tucholi oraz nie idącą z tym w parze jakością wód, potrzeba jego aktywnej ochrony łącznie z podjęciem prac zmierzających do jego sanacji, jest w pełni uzasadniona. Jednak inwestor musi jasno określić jaki jest cel podejmowanych działań. Sformułowanie oczekiwań „poprawy stanu czystości” bez wyznaczenia, jakie konkretne parametry i w jakim stopniu mają ulec zmianie, pozwalają na dowolną interpretację przez potencjalnego wykonawcę ewentualnej efektywności przeprowadzonej rekultywacji.

Problem braku efektywności prac przedstawić można oczywiście z innego punktu widzenia, tj. jak potoczyłyby się losy zbiornika bez rekultywacji, jest to jednak stwierdzenie demagogiczne. Z uwagi na korzystne cechy morfometryczne jeziora, stanowi ono obiekt, gdzie ponad wszelką wątpliwość można zastosować technikę rekultywacji.

Obserwując na przestrzeni 16 lat podstawowe parametry jakości wód można wyróżnić 3 okresy:

- okres pierwszy (1994-2001) charakteryzujący się dużymi stężeniami biogenów, wysoką produktywnością biologiczną i ograniczoną przezroczystością wód,
- okres drugi (2002-2005) to znacząca redukcja ilości fosforu w wyniku przeprowadzonego zabiegu rekultywacyjnego, ograniczenie produkcji pierwotnej oraz poprawę warunków fotycznych,
- okres trzeci (2006-2010) charakteryzujący się niskim (w stosunku do pierwszego okresu) poziomem fosforu z niewielką tendencją wzrostu, raptownym wzrostem produkcji fitoplanktonu w ostatnim roku obserwacji oraz powrotu przezroczystości wód do stanu przed dozowaniem PAX.

LITERATURA

- Carlson R., 1977, A trophic state index for lakes, *Limnology and Oceanography* 22.
- Cieściński J., 1991, Wybór optymalnych metod rekultywacji Jeziora Głęboćek o rolniczo-miejskim charakterze zagospodarowania zlewni, *Rozpr. dokt. ATR, Bydgoszcz*.
- Corine Land Cover, 2006.
- Gawrońska H., i in., 2002, Rekultywacja jeziora Głęboćek metodą inaktywacji fosforu, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn.
- Goszczyński J., 2002, Ocena stanu czystości jeziora Głęboćek na podstawie badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Bydgoszczy w 2002 roku, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Bydgoszcz.
- Karta morfometryczna jeziora Głęboćek, 1986, Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krebs Ch. J., 1996, *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 639.
- Kudelska D., Cydzik, D., Soszka, H., 1992, *Wytyczne monitoringu podstawowego jezior*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Lossow K., 1997, *Ochrona i rekultywacja jezior – teoria i praktyka*, [w:] *Materiały zjazdowe XVII Zjazdu Hydrobiologów Polskich*, Poznań.
- Makarewicz J., 2003, Stan czystości wód jeziora Głęboćek w 2003 roku, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Bydgoszcz.
- Ocena zasobów wodnych jezior województwa bydgoskiego, 1990, IMGW, Słupsk.
- Skąlecki T., 1999, *Charakterystyka i prognoza tempa eutrofizacji wód Jeziora Głęboćek*, niepublikowane, ATR, Bydgoszcz.
- Wysocki J., 1992, *Projekt rekultywacji Jeziora Głęboćek*, Eko-tech, Warszawa.