

OCENA STANU JAKOŚCI WÓD JEZIORA ŁOMNO

Andrzej Osuch¹, Piotr Rybacki¹, Ewa Osuch¹, Mariusz Adamski¹,
Tatiana Buchwald¹, Żaneta Staszak¹

¹ Instytut Inżynierii Biosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, e-mail: andrzej.osuch@up.poznan.pl, prybacki@up.poznan.pl, ewa.osuch@up.poznan.pl, mariusz.adamski@up.poznan.pl, tatiana.buchwald@up.poznan.pl, zaneta.staszak@up.poznan.pl

STRESZCZENIE

Jezioro Łomno znajduje się w województwie wielkopolskim, w powiecie poznańskim, w gminie Murowana Goślina, w miejscowości Wojnówko, w odległości 15 km od centrum Poznania i 8 km od centrum Murowanej Gośliny. Jest to niewielki rynnowo-wytopiskowy zbiornik o powierzchni 19 ha, w najgłębszym miejscu jego głębokość wynosi 6,7 m. Zbiornik pełni przede wszystkim funkcje łowieckie, jak również rekreacyjne, gdzie wyznaczone jest miejsce kąpieliskowe. Nieopodal linii brzegowej znajduje się szereg domków letniskowych. Badania polegały na sprawdzeniu podstawowych parametrów fizyczno-chemicznych wody w jeziorze. Pomiary na jeziorze zostały przeprowadzone w okresie wiosenno-letnim 2013 roku, za pomocą specjalistycznej aparatury pomiarowej, takiej jak sonda tlenowa, konduktometr, elektroda pH, fotometr i krążek Secchiego. Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione graficznie w dalszej części pracy, a szeroka analiza wyników pozwoliła na opracowanie i sformułowanie wniosków.

Słowa kluczowe: jezioro, rekultywacja jezior, eutrofizacja jezior.

ASSESSMENT OF WATER QUALITY OF LAKE ŁOMNO

SUMMARY

Lake Łomno is located in the Wielkopolska province, Poznan district, municipality of Murowana Goślina in Wojnówko, 15 km from Poznan city center and 8 km from the center of Murowana Goślina respectively. It is a small gutter reservoir with an area of 19 ha, the deepest place of its depth is 6.7 m. The tank functions primarily as fishing and leisure facility and is a designated bathing place. Near the coastline there are a number of cottages consisted of verifying basic physical and chemical parameters of water in the lake. The measurements were carried out on the lake during spring and summer 2013, using specialized measuring equipment such as oxygen sensor, conductivity, pH electrode, the photometer and Secchi disk. The research results are presented graphically in the later part of the work, as a broad analysis of the results allowed us to design and formulate conclusions.

Keywords: lake, reclamation lakes, eutrophication of lakes.

WPROWADZENIE

Największe ilości wody na Ziemi, bo około 97%, skumulowane są w oceanach i morzach, około 2% wody znajduje się w lądolodach i lodowcach, a w wodach podziemnych około 0,6%. Pozostała woda znajduje się w rzekach, jeziorach i bagnach. Pomimo różnego stanu skupienia woda w przyrodzie jest w ciągłym ruchu, ulega procesom parowania, kondensacji i opadu atmosferycznego. Woda przesiąka przez

glebę, a jej chwilowy nadmiar odprowadzany jest rzekami do jezior i mórz. Cykl ten nieustannie powtarza się w przyrodzie [Starmach i in. 1978]. Jeziora są zbiornikami wodnymi pochodzenia naturalnego, a ich wielkość może wynosić nawet setki tysięcy kilometrów kwadratowych przy głębokości dochodzącej do półtora tysiąca metrów. Na terenie Polski największa liczba jezior znajduje się na Pojezierzu Mazurskim. Powierzchnia ponad połowy jezior w Polsce nie przekracza pięciu hektarów [Kajak 2001]. Jeziora odgrywają

bardzo ważną rolę w przyrodzie i życiu człowieka [Kajak 1998]. Wskutek działalności człowieka wiele jezior w Polsce i na Świecie uległo zeutrofizowaniu [Harper 1992]. Eutrofizacja jezior jest zjawiskiem polegającym na zwiększeniu zasobności zbiornika w materię organiczną powodując jego użyźnienie. Intensyfikacja zjawiska eutrofizacji jezior, objawiająca się między innymi wzmożonym zakwitem fitoplanktonu, rozwojem roślinności zanurzonej i zmniejszeniem przezroczystości wody. Spowodowana jest skutkami ubocznymi działalności człowieka. Nadmierne użyźnienie jezior wpływa niekorzystnie zarówno na organizmy żyjące w wodnym ekosystemie, jak również na gospodarcze możliwości korzystania z wody [Choiński i Kaniecki 1996, Kajak 2001, Żmudziński i in. 2002, Podsiadłowski i Gołdyn 2009, Pliński 2009].

Proces eutrofizacji jezior, jej przyczyny i skutki oraz sposoby przeciwdziałania zostały szeroko opisane w literaturze limnologicznej [Olszewski 1971, Kalff 2001, Kubiak i Tórz 2005]. Wyraźne pogorszenie stanu czystości jezior nastąpiło w ostatnim trzydziestoleciu, jako konsekwencja rozwoju rolnictwa, w tym zwłaszcza jego chemizacji, rozwoju turystyki oraz rozwoju przemysłu lokalnego [Lossow 1998]. Eutrofizacja zaliczana jest do największych zagrożeń dla bioróżnorodności w słodkowodnych zbiornikach wodnych. Ponad 85% jezior badanych w ostatnich latach, charakteryzuje się stężeniem fosforu i przezroczystością odpowiednią dla zbiorników eutroficznych. Wiele najnowszych publikacji wskazuje o po-

garszaniu się jakością wód w Polsce [Zdanowski 1983; Hilbricht-Ilkowska 1989; Lossow 1998]. Ochrona jezior polega na znalezieniu sposobu spowolnienia, zahamowania, a nawet cofnięcia procesów degradacyjnych lub usunięcia ich ujemnych następstw [Lossow 1995a, Lossow 1995b, Lossow i Gawrońska 1998]. Podstawowym sposobem ochrony jakości wód jest ograniczenie bądź likwidacja źródeł ich zasilania w biogeny. Niestety, niektóre zbiorniki wodne osiągnęły wysokie stadium degradacji, wówczas konieczne jest wprowadzanie odpowiednich metod rekultywacji [Osuch i in. 2015].

CEL, ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Celem pracy była ocena jakości wody Jeziora Łomno, która została dokonana na podstawie badań przeprowadzonych w okresie letnim 2013 roku. Badane parametry to temperatura wody, pH, zawartość tlenu w wodzie, konduktywność, stężenie azotu amonowego i ortofosforanów. Badania przeprowadzane były ze stałą częstotliwością (co dwa tygodnie), w trzech punktach jeziora. W pracy zostały przedstawione wyniki w postaci średniej arytmetycznej ze wszystkich trzech stanowisk badawczych, które oznaczono na rycinie 1. Temperatura wody, pH, zawartość tlenu i konduktywność były mierzone in-situ w profilu pionowym. Przezroczystość wody odczytywana była za pomocą krążka Secchiego. Oznaczenie stężenia azotu amonowego i ortofosforanów odbywało się w warunkach laboratoryjnych.



Rys. 1. Rozmieszczenie stanowisk badawczych na Jeziorze Łomno
Fig. 1. Distribution of research stations on Lake Łomno

WYNIKI I ANALIZA BADAŃ

Przezroczystości wody (widzialność krążka Secchiego) jest orientacyjną miarą przenikania promieni słonecznych przez wodę, która uwarunkowana jest obecnością w wodzie cząstek zawieszonych, absorbując lub rozpraszając docierające promienie słoneczne. Pomiary wykonywane były podczas każdego terminu badawczego na wszystkich trzech stanowiskach badawczych (rys. 1). Na podstawie dokonanych pomiarów przezroczystości wody przeprowadzono analizę uzyskanych wyników, które przedstawiono w postaci średniej arytmetycznej ze wszystkich stanowisk badawczych. Na rysunku 2 przedstawiono zestawienie uzyskanych wyników przezroczystości wody w Jeziorze Łomno.

Z danych przedstawionych na rycinie 2 wynika, że przezroczystość wody w jeziorze w całym okresie badawczym oscylowała na poziomie nie przekraczającym 120 cm. Mała przezroczystość wody ogranicza dopływ promieni słonecznych w głąb toni wodnej, co uniemożliwia wzrost makrofitów.

Pomiar azotu amonowego i ortofosforanów wykonano w laboratorium za pomocą analizy fotometrycznej przy użyciu fotometru PC MultiDirect firmy Lovibond. Próby wody pobierane były ze wszystkich trzech stanowisk badawczych. Woda została pobrana do butelek i poddana analizie w dniu pobrania. Uśrednione wyniki analiz stężenia azotu amonowego i ortofosforanów z trzech stanowisk zostały przedstawione odpowiednio na rysunku 3 i 4.

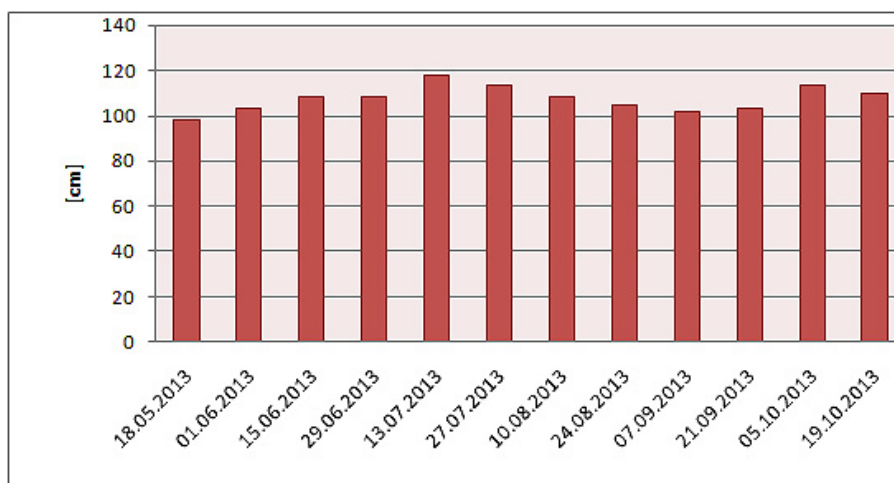
Jak wynika z danych przedstawionych na rycinie 3 stężenie azotu amonowego w wodzie w

większości pomiarów nie przekraczała $0,1 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$. Największe stężenie odnotowano pod koniec sierpnia, kiedy to wynosiło $0,13 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$. Świadczy to najprawdopodobniej o spływie zanieczyszczeń wraz z wodami po ulewnym deszczu.

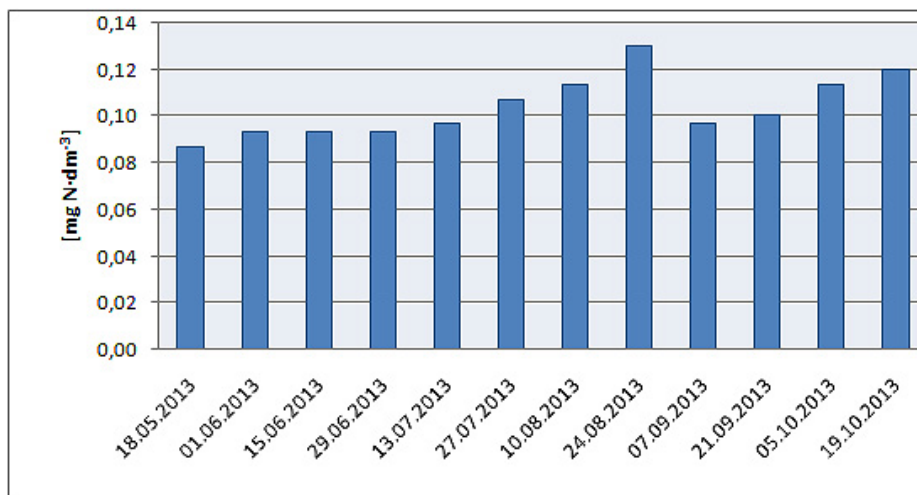
Stężenie ortofosforanów w całym okresie pomiarowym nie przekracza $0,1 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, co potwierdza dobry stan ekologiczny wody Jeziora Łomno. Kolejnym pomiarem była zawartość tlenu i pomiar temperatury w profilu pionowym jeziora, którą wykonano za pomocą sondy tlenowej CellOxi 325 podłączonej do wieloparametrowego miernika firmy WTW typu Oxi 340i. Pomiar polegał na zanurzeniu sondy tlenowej, w odstępach jednego metra, w toni wodnej jeziora, poczynając od pomiaru przy jego powierzchni. Zawartość tlenu wyrażana była w $\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a temperatura wody w $^{\circ}\text{C}$. Pomiar wykonywany był w najgłębszym miejscu jeziora, na jednym stanowisku badawczym oznaczonym na rysunku 1 cyfrą 2. Wyniki pomiarów zawartości tlenu w wodzie i temperatury w profilu pionowym zbiornika przedstawiono odpowiednio na rysunku 5 i 6.

Dane przedstawione na rysunku 5 wskazują, że zawartość tlenu w toni wodnej jeziora przy głębokości przekraczającej dwa metry gwałtownie spadała by przy dnie osiągnąć wartość zerową, co spowodowało stworzenie warunków beztlenowych. Na przełomie września i października stężenie tlenu w całym profilu wyrównało się, co świadczy o rozpoczęciu jesiennego mieszania się wody.

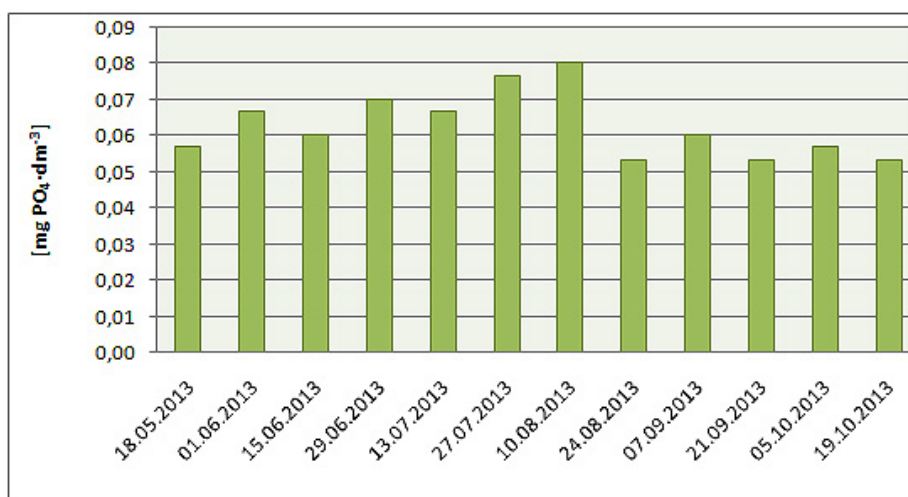
Rozkład temperatury w profilu pionowym jeziora wskazuje na wykształcenie stratyfikacji. W wierzchnich warstwach jeziora temperatura wody przekraczała 19°C . Poniżej głębokości



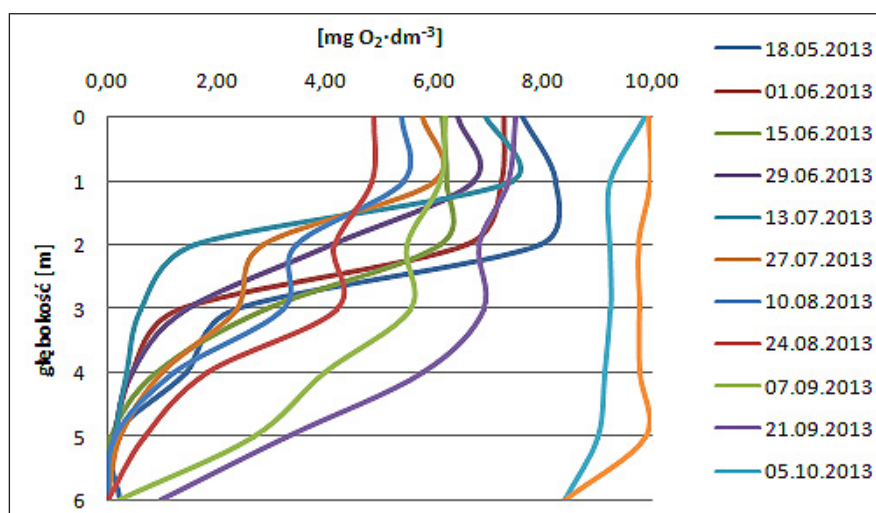
Rys. 2. Przezroczystość wody Jeziora Łomno
Fig. 2. Transparency waters of Lake Łomno



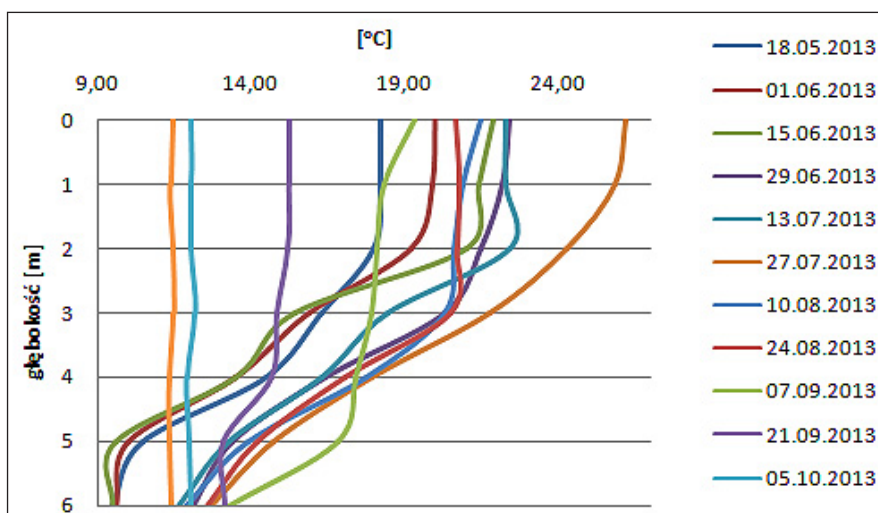
Rys. 3. Stężenie azotu amonowego w wodzie Jeziora Łomno
Fig. 3. The concentration of ammonia nitrogen in the water of Lake Łomno



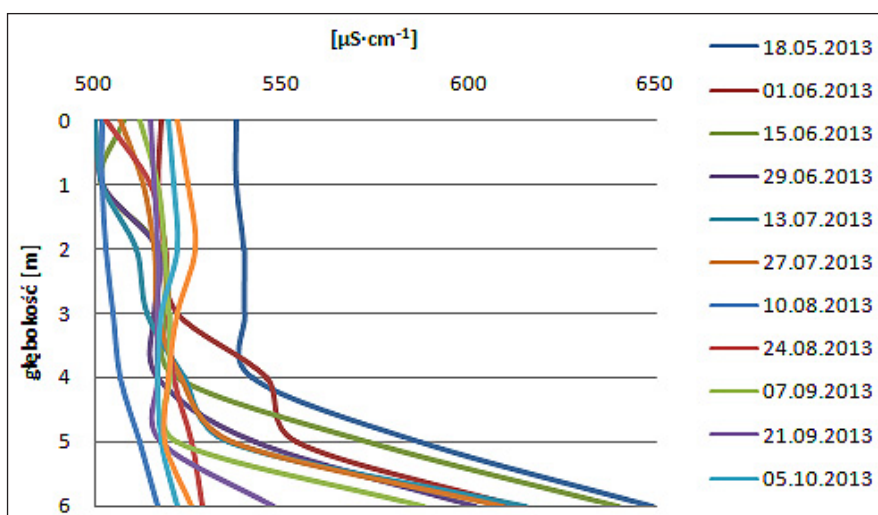
Rys. 4. Stężenie ortofosforanów w wodzie Jeziora Łomno
Fig. 4. The concentration of orthophosphate in the water of Lake Łomno



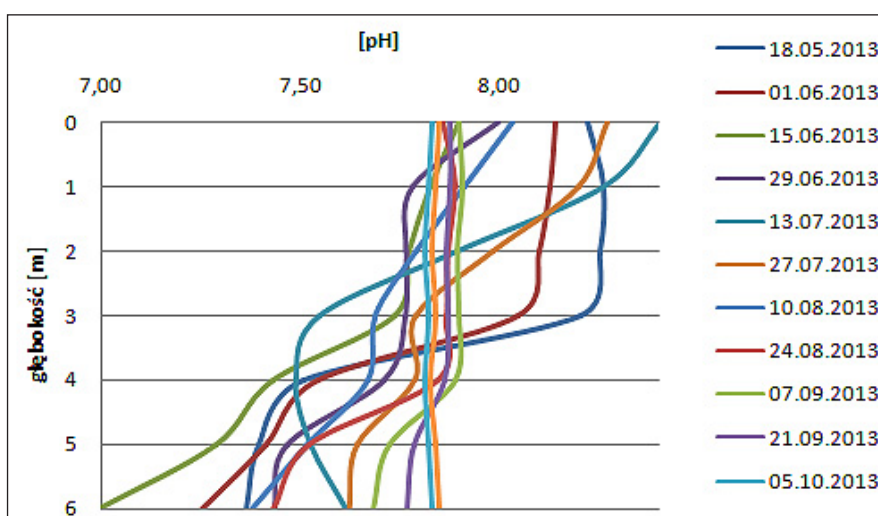
Rys. 5. Zawartość tlenu w profilu pionowym wody Jeziora Łomno
Fig. 5. The oxygen content in the vertical profile of water of Lake Łomno



Rys. 6. Temperatura wody w profilu pionowym Jeziora Łomno
 Fig. 6. The water temperature in Lake Łomno vertical profile



Rys. 7. Przewodność elektrolityczna wody w profilu pionowym Jeziora Łomno
 Fig. 7. The electrolytic conductivity of water in the vertical profile of Lake Łomno



Rys. 8. Odczyn wody w profilu pionowym Jeziora Łomno
 Fig. 8. The pH of the water in the vertical profile of Lake Łomno

dwóch metrów zaczęła się obniżać do ok. 10°C. Na początku września zaobserwowano wyrównanie temperatury w całym profilu w wyniku jesiennej miksji.

Przewodność elektrolityczna jest miarą zdolności do przewodzenia prądu elektrycznego, która zależy od stężenia jonów. W wodach naturalnych przewodność ta waha się od 50 do 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Duży wpływ na wartość przewodności elektrolitycznej wód powierzchniowych mają ścieki przemysłowe, których przewodność sięga 10 000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Pomiar ten wykonywany był przy użyciu czujnika konduktometrycznego TetraCon 325 podłączonego do miernika wieloparametrowego WTW (Oxi 340i). Konduktywność mierzona była w profilu pionowym zbiornika wskutek zanurzenia sondy na drugim stanowisku badawczym (rysunek 1). Szczegółowe wyniki pomiaru przewodności przedstawiono na rysunku 7. W wierzchniej warstwie wody przewodność elektrolityczna wynosiła średnio 500 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, natomiast przy głębokości poniżej 4 metrów jej wartość wzrastała nawet do 600 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, co świadczy o znacznym ograniczeniu produkcji pierwotnej i jednocześnie wzroście ilości związków mineralnych w wyniku zachodzących procesów mineralizacji materii organicznej w głębszych warstwach zbiornika, potwierdzając eutroficzny charakter analizowanego jeziora.

Symbol pH oznacza ujemny logarytm ze stężenia jonów wodorowych. Jony wodorowe odgrywają zasadniczą rolę w procesach biochemicznych przebiegających w środowisku naturalnym, a stopień kwasowości (pH) wody jeziornej wpływa bezpośrednio na procesy życiowe zachodzące w zbiorniku wodnym. Badania realizowane były według podobnej metodyki jak w przypadku konduktywności czy natlenienia, a pomiar wykonywany był za pomocą elektrody pH SENTIX 41-3 podłączonej do miernika wieloparametrowego WTW (Oxi 340i). Wyniki pomiaru pH w wodzie jeziora przedstawiono na rysunku 8. Odczyn wahał się w granicach 7,0–8,26 pH, co również charakteryzuje typowy zakres dla jezior eutroficznych.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania i analiza wyników pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie przez cały okres badawczy było

ustabilizowane, co świadczy o tym, że do Jeziora Łomno nie spływają bezpośrednio ścieki z pobliskich terenów rekreacyjnych.

2. Temperatura wody i zawartość tlenu w profilu pionowym Jeziora Łomno wyraźnie wskazują na wykształconą stratyfikację letnią.
3. Zakresy pomiarowe przewodności elektrolitycznej, odczynu wody oraz widoczności krążka Secchiego wskazują na eutroficzny charakter analizowanego zbiornika wodnego.
4. Wyniki badań i analiz pozwalają określić stan Jeziora Łomno jako dobry, wymagający jednak stałego monitorowania.

LITERATURA

1. Choński A., Kaniecki A., 1996. Wielka encyklopedia geografii świata. Tom IV. Wody ziemi. Wyd. Kurpisz s.c. Poznań, 39–40.
2. Harper D. 1992. Eutrophication of freshwaters: principles, problems and restoration. Chapman and Hall, London.
3. Hillbricht-Ilkowska A., 1989. Różnorodność biologiczna siedlisk słodkowodnych – problemy, potrzeby, działania. Idee Ekologiczne, Ser. Szkice 13, 7. 13–55.
4. Kajak Z., 1998. Hydrobiologia – limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
5. Kajak Z., 2001. Eutrofizacja jezior, wyd. PWN, Warszawa.
6. Kalff J., 2001. Limnology. Protice Hall, New Jersey.
7. Kubiak J., Tórz A., 2005. Eutrofizacja. Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim. Słupskie Prace Biologiczne 2, 17–36.
8. Lossow K. 1995a. Odnowa jezior. Ekoprofit, nr 5, 11–15.
9. Lossow K. 1995b. Zanikające jeziora. Ekoprofit, 07/08, 40–45.
10. Lossow K., 1998. Ochrona i rekultywacja jezior – teoria i praktyka. Idee ekologiczne, Ser. Szkice 13, 7, 55–71.
11. Lossow K., Gawrońska H. (1998): External input to Lake Wadag- Effective and Estimate Loadings. Pol. J. Envir. Stud., 7 (2), s. 95–98.
12. Olszewski P., 1971. Trofia a saprobialność. Zeszyty Naukowe WSR w Olsztynie Ser. C, Supl. 3, 5–14.
13. Osuch E., Osuch A., Podsiadłowski S., Przybył J., Walkowiak R., 2015. Zmienność emisji gazów podczas aeracji pulweryzacyjnej. W: M. Lipiński,

- J. Przybył (red.) Aktualne problemy inżynierii bio-systemów. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań 44–52.
14. Pliński M., 2009. Przyczyny i skutki zakwitów sinicowych. W: Materiały konferencji IV Ogólnopolskie Warsztaty Sinicowe „Toksyczne zakwity sinic w wodach słodkich i słonawych”. Uniwersytet Gdański, Instytut Oceanografii, Regionalne Centrum Sinicowe, Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne, Gdynia, 4–8.
15. Podsiadłowski S., Gołdyn R., 2009. Metody zrównoważonej rekultywacji jezior. Wielkopolski Biuletyn Ekologiczny nr 3.
16. Starmach K., Wróbel S., Pasternak K., 1978. Hydrobiologia. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
17. Zdanowski B., 1983. Chlorophyll content and visibility of Secchi's disc in 46 lakes. *Ekol. Pol.*, 31, 333–352.
18. Żmudziński I., Kornijów R., Bolałek A., Górniak A., Olańczuk-Neyman K., Pęczalska A., Korzeniewski K., 2002. Słownik hydrobiologiczny. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, s. 65, 191, 192.