

**Andrzej OSUCH, Ewa OSUCH, Stanisław PODSIADŁOWSKI, Piotr RYBACKI  
Julianna RATAJCZAK, Natalia MIODUSZEWSKA**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Biosystemów  
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań  
e-mail: andrzej.osuch@up.poznan.pl

## **Ocena możliwości wpływu zasilania zewnętrznego na stężenie biogenów w wodzie Jeziora Strzeszyńskiego**

Jeziro Strzeszyńskie było najczystszy jeziorem w Poznaniu i jednym z najczystszych w Wielkopolsce. Otoczone lasami i podmokłymi łąkami, które stanowiły naturalną barierę przed splywem biogenów, przez wiele dziesiątków lat było ulubionym miejscem kąpieli dla tysięcy poznaników. Jezioro Strzeszyńskie posiada jeden naturalny dopływ zewnętrzny, jest nim Rów Złotnicki, który swój początek ma w zbiorniku retencyjnym w Suchym Lesie. Pogarszający się stan Jeziora Strzeszyńskiego rozpoczął się wraz z intensywną rozbudową mieszkaniową Jelonka i Suchego Lasu, a zwłaszcza osiedla Grzybowego, z którego ścieki sanitarne z wodami Rowu Złotnickiego docierały do jeziora. Badania wód cieku wykonane zostały w terminie 01.06.2013 r.-05.10.2013 r. w trzech stałych punktach - jeden przy ujściu ze zbiornika retencyjnego, drugi w śródlądowej części cieku, natomiast trzeci bezpośrednio przy wpływie rowu do jeziora. Wodę z cieku badano pod względem wybranych cech fizyczno-chemicznych, zawartości azotu amonowego i ortofosforanów, bowiem nadmiar tych związków wpływa na postępującą eutrofizację zbiornika wodnego. Pobrane próby wody poddane zostały analizie fotometrycznej w warunkach laboratoryjnych. Wyniki badań wskazały, że po ulewnych deszczach zawartość biogenów w Rowie Złotnickim znacznie wzrastała, co z pewnością również przyczyniło się do pogorszenia parametrów wody Jeziora Strzeszyńskiego.

**Słowa kluczowe:** Jezioro Strzeszyńskie, rekultywacja jezior, eutrofizacja jezior

### **Wprowadzenie**

Intensyfikacja eutrofizacji jezior, objawiająca się między innymi silnym zakwittem fitoplanktonu i zmniejszeniem przezroczystości wody, spowodowana jest negatywnymi skutkami działalności człowieka. Eutrofizacja jezior wpływa niekorzystnie zarówno na organizmy żyjące w wodnym ekosystemie, jak i na gospodarcze możliwości korzystania z wody [1, 2]. Przyczyny i skutki eutrofizacji jezior są szeroko opisane w literaturze limnologicznej [3-5]. Rozwój urbanizacji dwudziestego wieku przyczynił się do wzmożonego procesu eutrofizacji wód [6-8]. Najbardziej zauważalne pogorszenie się wód jeziornych nastąpiło w ostatnim trzdziestoleciu w wyniku ciągłej intensyfikacji produkcji rolniczej poprzez wprowadzanie do gleby coraz większej ilości nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin, jak również wzrostu znaczenia turystyki i przemysłu lokalnego [9]. Badania dotyczące oceny stanu zanieczyszczenia wód wskazały,

że nadmierna eutrofizacja jezior i zbiorników leżących w zlewniach zagospodarowanych rolniczo powodowana jest głównie zawartością fosforu [9-11]. Eutrofizacja uważana jest obecnie za jedno z największych zagrożeń dla bioróżnorodności w słodkowodnych zbiornikach wodnych [12]. Podczas zakwitów fitoplanktonu w zbiornikach jeziornych dochodzi do znacznego zacieńnienia wód, zmniejszenia przezroczystości oraz do deficytów tlenowych w naddennej strefie wody jeziornej. Użyźniona woda jeziorna powoduje zakwit wód jeziora, następnie wskutek obumierania glonów materia organiczna opada na dno jeziora, gdzie ulega rozkładowi i dostarcza nowe partie biogenów do akwenu [13, 14]. Podstawowym sposobem ochrony wód jest ograniczenie dopływów biogenów. Niestety, niektóre zbiorniki wodne osiągnęły już wysokie stadium degradacji, wówczas konieczne jest wprowadzanie odpowiednich metod rekultywacji [15]. Jezioro Strzeszyńskie leżące na terenie pojezierza poznańskiego jest naturalnym zbiornikiem wodnym położonym w dolinie Bogdanki, jego jedynym naturalnym dopływem jest Rów Żłotnicki. Linie brzegową porastają lasy. Jezioro wykorzystywane jest przede wszystkim do celów rekreacyjnych. Z kąpieliska korzystać może nawet dziesięć tysięcy osób.

## 1. Cel, zakres i metodologia badań

Celem pracy było sprawdzenie zmian stężenia azotu amonowego i ortofosforanów w wodach Rowu Żłotnickiego dopływających do Jeziora Strzeszyńskiego. Próby wody pobierane były w trzech punktach cieku wodnego. Pierwszy punkt znajdował się bezpośrednio przy ujściu ze zbiornika retencyjnego w Suchym Lesie - próba ta dostarczyła informacji o ilości biogenów wypływających bezpośrednio ze zbiornika retencyjnego. Druga próba pobierana była w połowie długości Rowu Żłotnickiego, trzecia natomiast bezpośrednio przy jego wpływie do Jeziora Strzeszyńskiego (rys. 1).

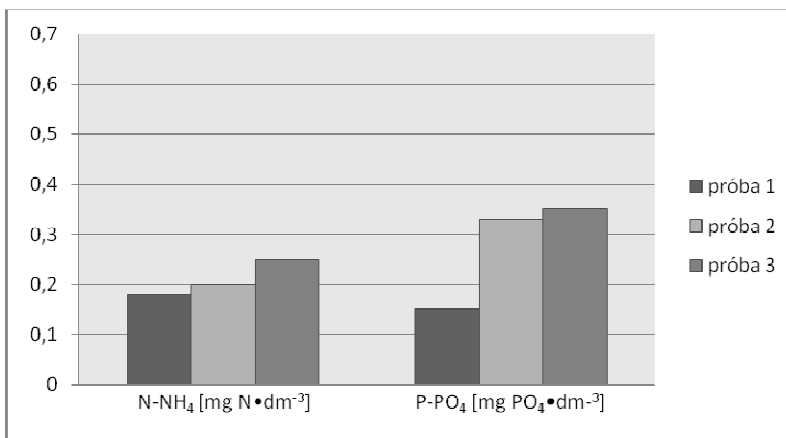


Rys. 1. Lokalizacja punktów poboru próbek wody Rowu Żłotnickiego  
Fig. 1. The location of water sampling points from Trench Żłotnicki

Porównanie tych trzech prób dostarczyło informacji o zmianach stężenia biogenów w wodzie na całej długości Rowu Żłotnickiego, a tym samym było sprawdzeniem, czy do cieku spływają związki biogenne z pól uprawnych. Badania prowadzone były od czerwca do października 2013 roku w stałych odstępach czasu, próby pobierano zawsze z tych samych miejsc do szczelnie zamkniętych pojemników o pojemności 250 cm<sup>3</sup>, następnie transportowano je do laboratorium. Pobrana woda była poddana analizie za pomocą sterowanego mikroprocesorem fotometru marki Multidirect Lovibond na zawartość azotu amonowego i ortofosforanów. Czas od chwili pobrania prób wody do momentu wykonania analiz nie przekraczał 30 minut.

## 2. Wyniki i analiza badań

Pobrane próby wody zostały poddane analizie laboratoryjnej na zawartość azotu amonowego i ortofosforanów. Jak wynika z rysunku 2, podczas pierwszego pomiaru zawartość N-NH<sub>4</sub> oraz PO<sub>4</sub> była najniższa przy ujściu ze zbiornika retencyjnego. Najwyższe stężenie obu nutrientów odnotowano przy wpływie cieku bezpośrednio do jeziora. Zarówno w drugim, jak i w trzecim punkcie pomiarowym nastąpił wzrost stężenia biogenów, co może świadczyć o spływie nawozów mineralnych bezpośrednio do cieku wodnego.

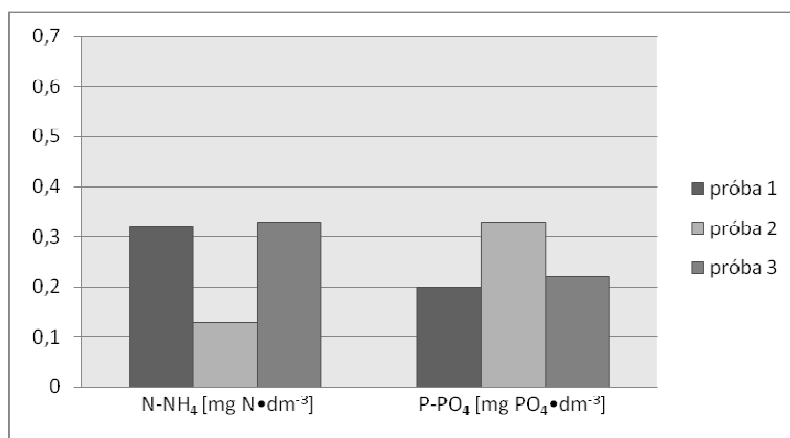


Rys. 2. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 01.06.2013 r.

Fig. 2. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 01.06.2013

Stężenie azotu amonowego w drugim punkcie pomiarowym wyraźnie się obniżyło (rys. 3). Wy tłumaczeniem tego zjawiska może być zwiększenie zapotrzebowania na ten składnik przez roślinność zlokalizowaną wzdłuż długości cieku. Pomiar stężenia azotu amonowego w trzecim punkcie pomiarowym wykazał ponowny wzrost zawartości, co wyjaśnić można spływem wód powierzchniowych z pól uprawnych. Odminną sytuację zaobserwowano w stężeniu ortofosforanów. W drugim

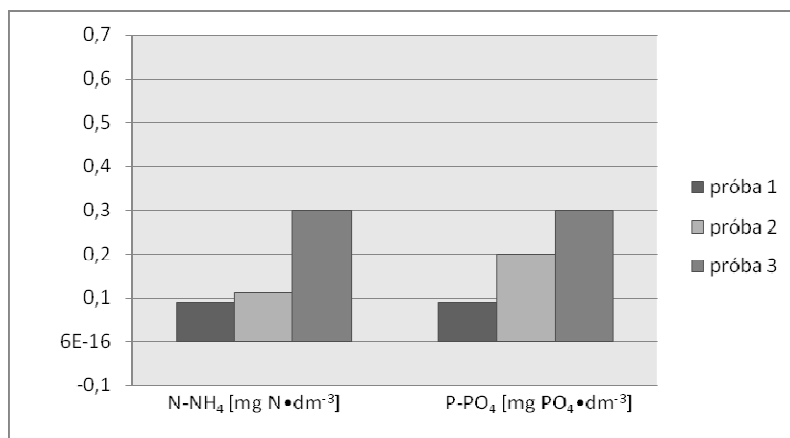
punkcie pomiarowym został odnotowany wyraźny wzrost tego wskaźnika, natomiast w trzecim jego wartość ponownie się zmniejszyła.



Rys. 3. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 15.06.2013 r.

Fig. 3. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 15.06.2013

Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 4, badanie wykonane 29.06.2013 r. dało podobne rezultaty jak pierwsze pomiary. Wraz z przepływem wody wzdłuż długości cieku stężenie biogenów w wodzie wzrosło. W miejscu ujścia do Jeziora Strzeszyńskiego stężenie zarówno azotu amonowego, jak i ortofosforanów wynosiło 0,3 mg PO<sub>4</sub>•dm<sup>-3</sup>.

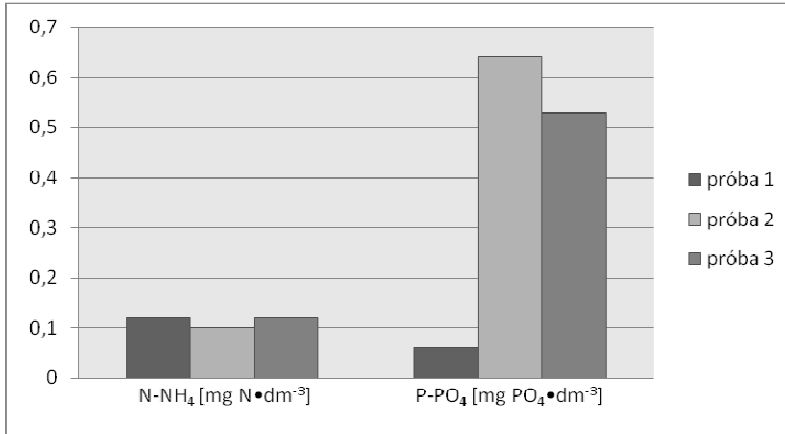


Rys. 4. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 29.06.2013 r.

Fig. 4. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 29.06.2013

Dwa dni przed wykonaniem badania przeprowadzonego 13.07.2013 r. spadły ulewne deszcze. Wyniki analiz z tego pomiaru znacznie różniły się od poprzednich.

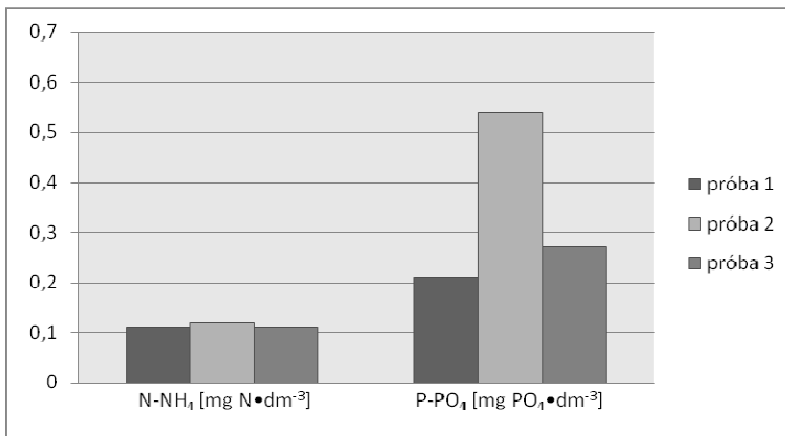
Dokładne wyniki zostały zilustrowane na rysunku 5. Stężenie azotu amonowego dla wszystkich prób było na podobnym poziomie, około  $0,1 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Zawartość ortofosforanów zarówno w drugiej, jak i trzeciej próbie wody znacznie przekroczyła  $0,5 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Były to najwyższe stężenia tego wskaźnika podczas całego cyklu badań.



Rys. 5. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 13.07.2013 r.

Fig. 5. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 13.07.2013

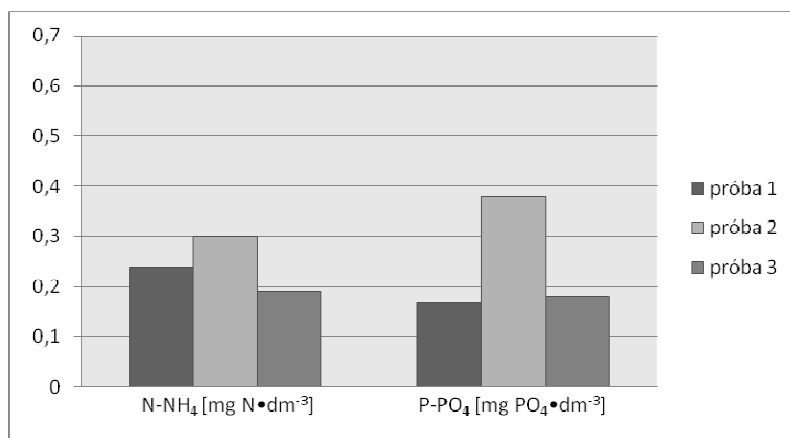
Stężenie azotu amonowego podczas kolejnych pomiarów znów oscylowało na podobnym poziomie jak poprzednio. Stężenie ortofosforanów w pierwszym i trzecim punkcie pomiarowych wynosiło nieco powyżej  $0,2 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ , natomiast w drugim punkcie zawartość przekroczyła  $0,5 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Świadczyć to może o wymywaniu fosforanów z pól uprawnych (rys. 6).



Rys. 6. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 27.07.2013 r.

Fig. 6. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 27.07.2013

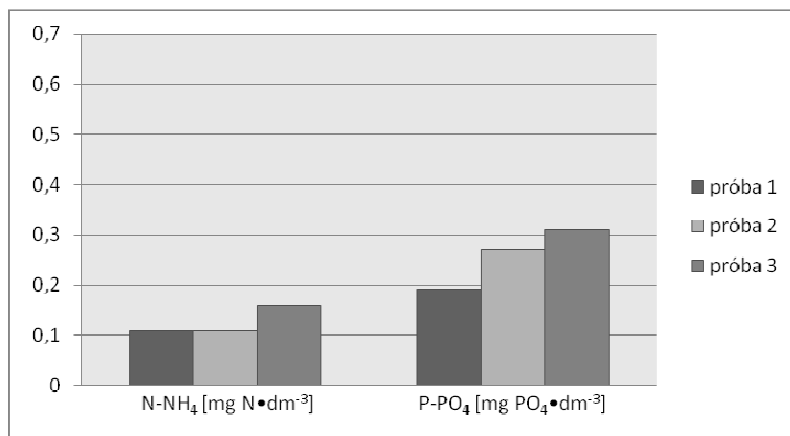
Kolejne pomiary przeprowadzone były również w trakcie trwania intensywnych opadów atmosferycznych. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 7, nastąpił wzrost stężenia azotu amonowego w wodzie na całej długości cieku. Najwyższe stężenie obu biogenów odnotowano w drugim punkcie pomiarowym.



Rys. 7. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 10.08.2013 r.

Fig. 7. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 10.08.2013

Badania przeprowadzone 24.08.2013 r. wykazały z każdym kolejnym punktem pomiarowym wyraźny wzrost stężenia azotu amonowego i ortofosforanów (rys. 8).

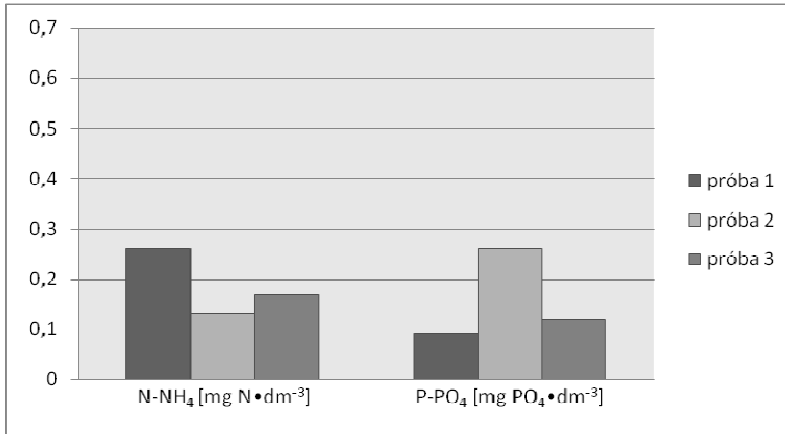


Rys. 8. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 24.08.2013 r.

Fig. 8. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 24.08.2013

Termin kolejnego pomiaru przypadł na początek września. Stężenie azotu amonowego w wodzie przy wypływie ze zbiornika retencyjnego było największe i wynosiło 0,25 mg N·dm<sup>-3</sup>, natomiast w kolejnych punktach pomiarowych nie

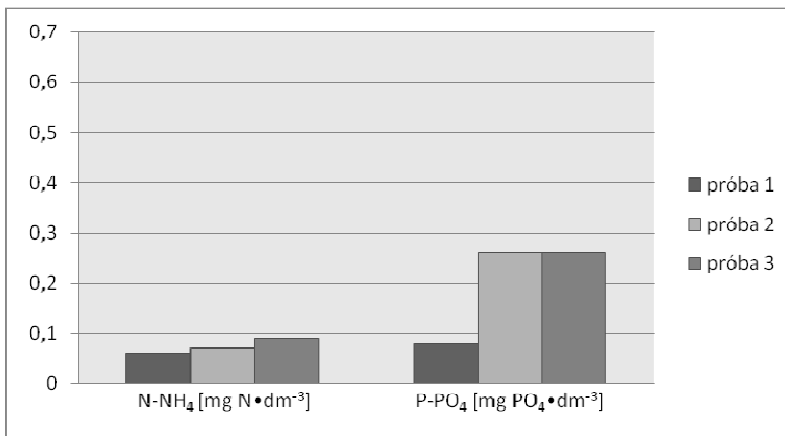
przekraczało  $0,2 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Stężenie ortofosforanów w punktach pierwszym i trzecim wynosiło  $0,1 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ , w punkcie drugim natomiast przekroczyło wartość  $0,25 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$  (rys. 9).



Rys. 9. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 07.09.2013 r.

Fig. 9. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 07.09.2013

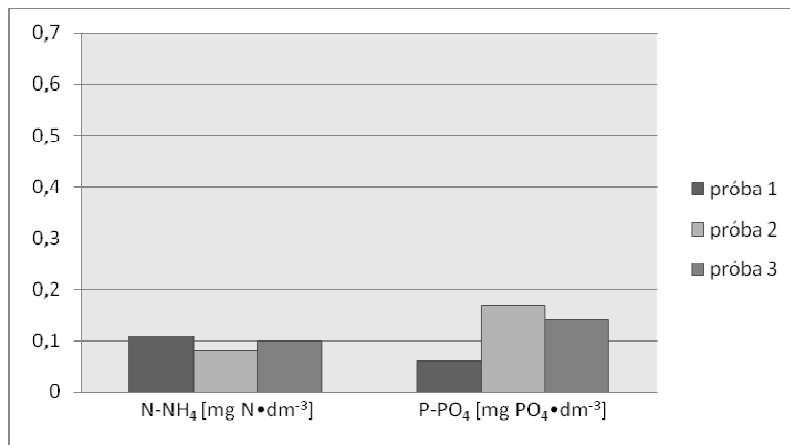
Pod koniec września przeprowadzono kolejne badania. Poziom azotu amonowego w punktach pomiarowych nie przekroczył  $0,1 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Stężenie ortofosforanów natomiast wraz z biegiem cieku wzrosło i w drugim punkcie pomiarowym wynosiło  $0,25 \text{ mg PO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ . Wartość ta utrzymała się na tym samym poziomie aż do wpływu do jeziora (rys. 10).



Rys. 10. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 21.09.2013 r.

Fig. 10. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 21.09.2013

Ostatnie badania zostały przeprowadzone na początku października 2013 r. Jak wynika z danych przedstawionych na rysunku 11, stężenia azotu amonowego i ortofosforanów we wszystkich badanych próbach wody były znacznie niższe w porównaniu do poprzednich pomiarów. Związki azotu i fosforu z okolicznych pól uprawnych zostały zakumulowane przez rośliny uprawne. Wskutek niedostarczenia w tym okresie nowych dawek nawozów mineralnych przez rolników spadła również zawartość związków przedostających się do cieku.



Rys. 11. Stężenie azotu amonowego i ortofosforanów w wodzie dnia 05.10.2013 r.

Fig. 11. The concentration of ammonia nitrogen and orthophosphate in the water on 05.10.2013

## Wnioski

Przeprowadzone badania i analizy wyników pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Okres wzmożonych opadów atmosferycznych skutkowało wzrostem związków biogenych zarówno w drugim, jak i w trzecim punktach pomiarowych, co spowodowane było wymywaniem wraz z wodą opadową pierwiastków z pobliskich pól uprawnych do Rowu Żłotnickiego.
2. Podczas okresu charakteryzującego się brakiem opadów atmosferycznych zawartość azotu amonowego i ortofosforanów w kolejnych punktach pomiarowych była mniejsza.
3. Intensyfikacja produkcji rolniczej w obrębie Rowu Żłotnickiego może przyczynić się do pogorszenia parametrów fizykochemicznych Jeziora Strzeszyńskiego, o czym świadczy stężenie biogenów w wodzie wpływającej do zbiornika.



## Literatura

- [1] Choński A., Kaniecki A., Wielka encyklopedia geografii świata. Wody ziemi, Vol. 4, Wyd. Kurpisz s.c., Poznań 1996, 39-40.
- [2] Czaplicka-Kotas A., Ślusarczyk Z., Pieta M., Szostak A., Analiza zależności między wskaźnikami jakości wody w Jeziorze Goczałkowickim w aspekcie zakwitów fitoplanktonu, *Ochrona Środowiska* 2012, 34, 1, 21-27.
- [3] Hillbricht-Ilkowska A., Różnorodność biologiczna siedlisk słodkowodnych - problemy, potrzeby, działania, *Idee Ekologiczne* 1989, Ser. Szkice 13/7, 13-55.
- [4] Kajak Z., *Hydrobiologia - limnologia, Ekosystemy wód śródlądowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
- [5] Kalf J., *Limnology*, Prentice Hall, New Jersey 2001.
- [6] Kubiak J., Tórz A., Eutrofizacja, Podstawowe problemy ochrony wód jeziornych na Pomorzu Zachodnim, *Słupskie Prace Biologiczne* 2005, 2, 17-36.
- [7] Lossow K., Ochrona i rekultywacja jezior - teoria i praktyka, *Idee Ekologiczne* 1998, Ser. Szkice 13/7, 55-71.
- [8] Olszewski P., Trofia a saprobia, *Zeszyty Naukowe WSR w Olsztynie, Seria C, Supl.* 1971, 3, 5-14.
- [9] Osuch E., Osuch A., Podsiadłowski S., Przybył J., Walkowiak R., Zmienność emisji gazów podczas aeracji pulweryzacyjnej. Aktualne problemy inżynierii biosystemów, *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań* 2015, 44-52.
- [10] Pliński M., Przyczyny i skutki zakwitów sinicowych, IV Ogólnopolskie Warsztaty Sinicowe nt. Toksyczne zakwity sinic w wodach słodkich i słonawych, *Uniwersytet Gdański, Instytut Oceanografii, Regionalne Centrum Sinicowe, Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne, Gdynia* 2009, 4-8.
- [11] Podedworna M., Marcinkiewicz M., Eutrofizacja wód, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 2004, 7-8, 275-278.
- [12] Podsiadłowski S., Gołdyn R., Metody zrównoważonej rekultywacji jezior, *Wielkopolski Biuletyn Ekologiczny* 2009, 3.
- [13] Reynolds C.S., The development of perceptions of aquatic eutrophication and its control, *Ecology & Hydrobiology* 2003, 3, 2, 149-163.
- [14] Zębek E., Szwejkowska M., Ocena wpływu podczyszczonych ścieków deszczowych na liczebność sinic w śródmiejskim jeziorze Jeziorak Mały przy zróżnicowanej wysokości opadów atmosferycznych, *Ochrona Środowiska* 2014, 36, 1, 27-31.
- [15] Żmudziński I., Kornijów R., Bolałek A., Górniak A., Olańczuk-Neyman K., Pęczalska A., Korzeniewski K., *Słownik hydrobiologiczny*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, 65, 191-192.

## Possibility Assessment of the Impact of External Power on Nutrient Concentration in Strzeszyńskie Lake Water

Strzeszyńskie Lake was the cleanest lake in Poznań and one of the cleanest in the Wielkopolska region. Surrounded by forests and wet meadows, which formed a natural barrier against runoff of nutrients, for many decades it has been a favorite bathing place for thousands of locals. Strzeszyńskie Lake has one natural external tributary, it is the Złotnicki Trench flowing from the retention tank in Suchy Las. The deteriorating state of Strzeszyńskie Lake began with the intensive development of the housing Jelonek and Suchy Las, especially Grzybowe settlements from which sewage with Złotnicki Trench waters reached the lake. The aim was to check the amount of nutrients supply from the Złotnicki Trench to Strzeszyńskie Lake. Water samples were collected at three points of the watercourse. The first point was located directly at the outlet of the reservoir in Suchy Las - this

test has provided details on the amount of nutrients flowing directly from the storage reservoir. A second attempt was charged in half the length of the watercourse, the third is directly on the impact to Strzeszyńskie Lake. The comparison of these three tests provided information about changes in the concentration of nutrients in the water along the entire length of the Złotnicki Trench, and thus it was checking whether the stream running down contains nutrients from farmland. The research was conducted from June to October 2013 at regular intervals, tests retrieved were always in the same places. Waters from the stream were tested for the selected physical and chemical characteristics, the content of ammonium and orthophosphate, because an excess of these compounds influences the progressive eutrophication of the water body. Collected water samples have been analyzed photometric under laboratory conditions. The test results indicated that after heavy rains the content of nutrients in Złotnicki Trench significantly increased, which certainly also contributed to the deterioration of the water quality of Strzeszyńskie Lake.

**Keywords:** Strzeszyńskie Lake, lakes reclamation, eutrophication of lakes