

Wydział Biologii
Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań

STAN JAKOŚCI WÓD JEZIORA DUROWSKIEGO
w roku 2008

prof. dr hab. Ryszard Gołdyn - *Zakład Ochrony Wód*

dr Beata Messyasz - *Zakład Hydrobiologii*

dr Katarzyna Kowalczevska-Madura - *Zakład Ochrony Wód*

Poznań, marzec 2009

Treść opracowania

	Str.
1. Podstawy opracowania	3
2. Metody badań	4
3. Zmiany sezonowe parametrów fizyczno-chemicznych i chlorofilu-a	6
3.1. Temperatura wody	6
3.2. Przezroczystość wody	6
3.3. Odczyn pH	7
3.4. Przewodnictwo elektrolityczne	8
3.5. Koncentracja tlenu	9
3.6. Azot amonowy	10
3.7. Azot azotynowy	11
3.8. Azot azotanowy	12
3.9. Azot organiczny	12
3.10. Azot ogólny	13
3.11. Fosforany rozpuszczone	14
3.12. Fosfor ogólny	14
3.13. Koncentracja chlorofilu-a	15
4. Osady denne	16
5. Zmiany sezonowe w strukturze gatunkowej i ilościowej fitoplanktonu	19
6. Podsumowanie	23
Literatura	25

1. Podstawy opracowania

Podstawą opracowania jest umowa zawarta z Urzędem Gminy w Wągrowcu nr Tl.Tl.-2222/8/09 z dnia 13 lutego 2009 r. Na jej podstawie dokonano opracowania wyników 6-krotnych badań Jeziora Durowskiego, przeprowadzonych w 2008 r. Opracowanie to stanowi pierwszy etap w.w. umowy. Jego celem jest szczegółowe przedstawienie stanu wyjściowego ekosystemu Jeziora Durowskiego (fot. 1), przed rozpoczęciem procesu rekultywacji. Dane te będą stanowiły podstawę do porównań wyników badań uzyskiwanych w kolejnych latach prowadzenia rekultywacji tego jeziora.



Fot. 1. Południowy fragment Jeziora Durowskiego objęty opracowaniem (21.06.2008)

2. Metody badań

Badania ekosystemu Jeziora Durowskiego przeprowadzono 6-krotnie (od kwietnia do listopada), na jednym stanowisku badawczym, położonym w miejscu o największej głębokości, wynoszącej 14,6 m (tzw. głęboczek). W przekroju pionowym co 1 m wykonywano pomiary temperatury wody, stężenia tlenu rozpuszczonego, pH oraz przewodnictwa elektrolitycznego. Próbkę wody pobierano w trzech punktach przekroju pionowego, charakterystycznych dla trzech warstw termicznych: epi- (0 m, 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m), meta- (6 m, 8 m) i hipolimnionu (10 m). W laboratorium oznaczane z nich były następujące wskaźniki fizyczno-chemiczne: stężenie azotu amonowego, azotynowego, azotanowego, organicznego i ogólnego, fosforanów rozpuszczonych i ogólnych oraz chlorofil-a. Próbkę do oznaczeń biogenów utrwalała chloroformem, do oznaczeń chlorofilu-a przewożone były w stanie żywym.

Analizy fizyczno-chemiczne wykonywano zgodnie z Polskimi Normami (Siepak 1992; Elbanowska i in. 1999).

Materiał fykologiczny do badań składu jakościowo-ilościowego i biomasy fitoplanktonu pobierano każdorazowo w tych samych punktach profilu pionowego (w niniejszym opracowaniu podano tylko wyniki z powierzchniowej warstwy wody), bezpośrednio do butelek z politylenotereftalanu o objętości 1,5 litra i utrwalała płynem Lugola. Następnie próby sedymentowano do odpowiedniej objętości, nie mniejszej niż 10 ml.

Skład gatunkowy fitoplanktonu uzyskano przy użyciu mikroskopu świetlnego OLYMPUS z wykorzystaniem obiektywów 20 x i 40 x. Analiza ilościowa została wykonana w komorze o objętości 1,25 ml próby. Biomasa glonów uzyskano na podstawie iloczynu liczebności poszczególnych taksonów z ich objętością. Kształt poszczególnych gatunków przyporządkowano do figury geometrycznej i na tej podstawie obliczono objętość konkretnego taksonu (Starmach, 1989). Koncentracja biomasy fitoplanktonu została podana w mg/l.

Próby wody do analizy stężenia chlorofilu *a* zagęszczono na sączku Whatmann GF/C a następnie poddano ekstrakcji w acetonie. Pomiarów ekstynkcji dokonano za pomocą spektrofotometru przed i po zakwaszeniu 0,1 M HCl.

Ponadto bezpośrednio w terenie zmierzono również przezroczystość wody za pomocą krążka Secchiego.

Jednocześnie przy pomocy czerpacza typu Kajak pobierana była powierzchniowa (10 cm) warstwa osadów dennych. W próbkach tych oznaczano zawartość fosforu ogólnego oraz jego

poszczególnych połączeń (frakcji) wg schematu frakcjonowania zaproponowanego przez Psennera i in. (1988). Fosfor ogólny oznaczano metodą molibdenianową z kwasem askorbinowym jako reduktorem. Frakcjonowanie fosforu wykonywano z mokrej próbki osadów o objętości 1 cm³. Oznaczano w niej zawartość:

- fosforu luźno związanego (NH₄Cl-P)
- fosforu związanego z żelazem (Fe-P)
- fosforu związanego z glinem i materią organiczną (NaOH-P)
- fosforu związanego z wapniem (HCl-P)

oraz fosforu pozostałego, stanowiącego różnicę pomiędzy zawartością fosforu ogólnego oraz sumą jego poszczególnych frakcji. Po każdym etapie ekstrakcji próbka była odwirowywana a w uzyskanym roztworze oznaczano zawartość fosforu metodą molibdenianową z kwasem askorbinowym jako reduktorem.

W pobranych próbkach osadów analizowano również zawartość materii organicznej z wysuszonej w 105°C próbki, poprzez jej wyprażenie w piecu muflowym w temperaturze 550°C przez 4 godziny. Z różnicy wagi przed i po wyprażeniu obliczono procentową zawartość materii organicznej (Myślińska 2001).

W osadach analizowano także stężenie fosforu w wodzie interstycjalnej (śródosadowej). Uzyskiwano ją poprzez odwirowanie próbek osadów w wirówce przy szybkości 3000 obr./min.

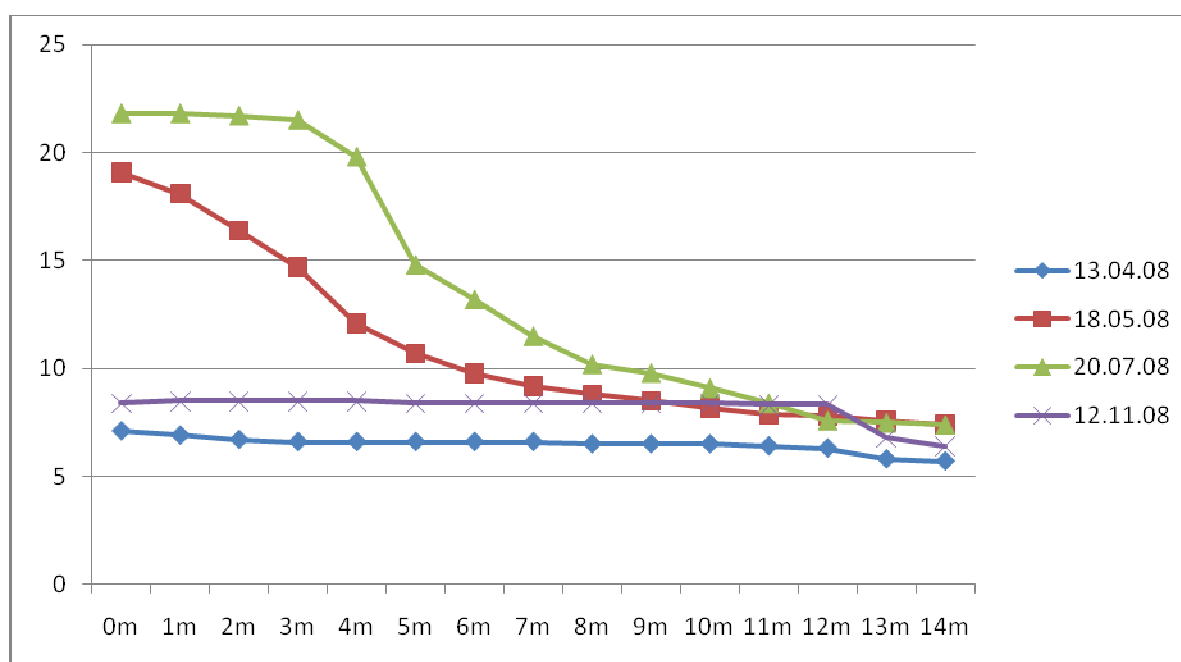


Fot. 2. Batometr (objętość 5l, wysokość 1 m) zastosowany do poboru prób wody w profilu pionowym Jeziora Durowskiego.

3. Zmiany sezonowe parametrów fizyczno-chemicznych i chlorofilu-a

3.1. Temperatura wody

Temperatura wody zmieniała się sezonowo proporcjonalnie do obserwowanej temperatury powietrza. Zaobserwowano typowe dla jezior dimiktycznych wymieszanie wód w profilu pionowym w okresie wiosennym i jesiennym a w okresie letnim stratyfikację termiczną wód (ryc. 1). Epilimnion sięgał w okresie lata 4-5 m głębokości, zaś strefa metalimnionu mieściła się na głębokości 5 - 7m. Poniżej zalegały zimne wody hypolimnionu.

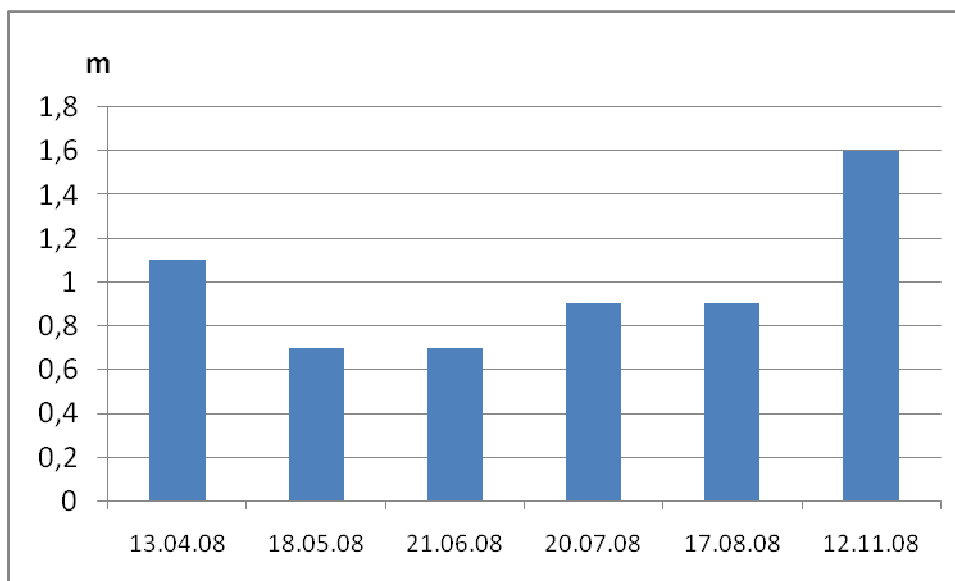


Ryc. 1. Przykładowe profile termiczne wód (°C) Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.2. Przezroczystość wody

Przezroczystość wody w Jeziorze Durowskim była bardzo mała, wahała się od 0,7 m w maju do 1,6 m w listopadzie 2008 roku (ryc. 2), przy czym średnia dla tego zbiornika wynosiła 1,06 m. Takie wartości klasyfikują wody jeziora do eutrofii.

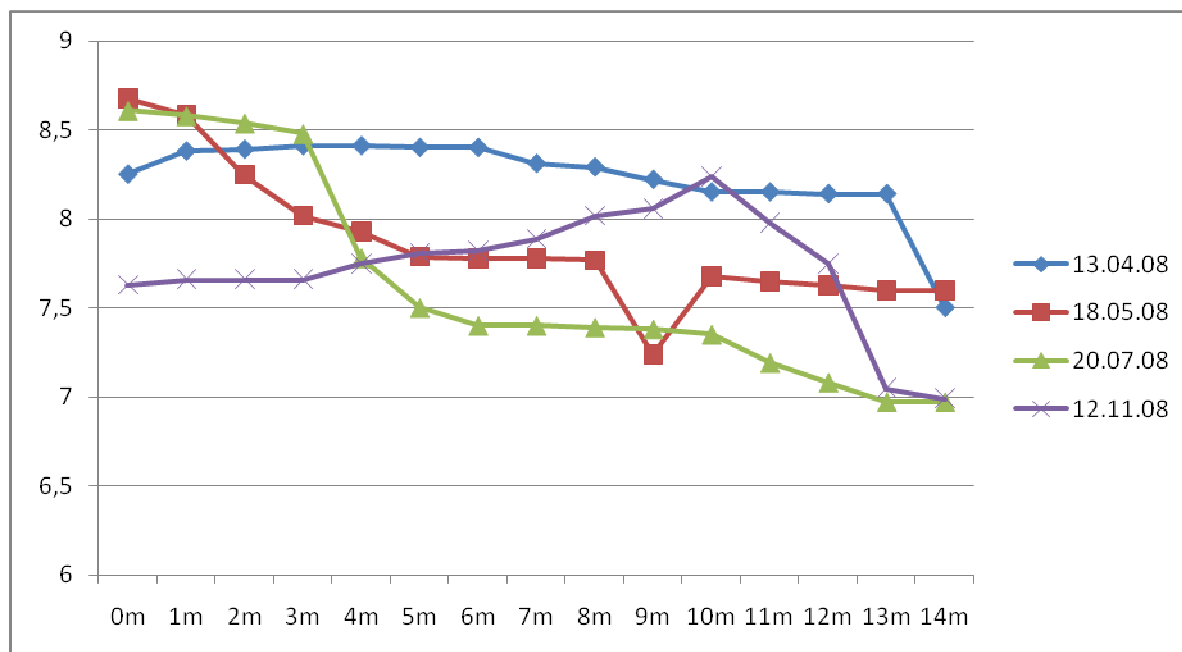
Wartości te wykazywały niezbyt duże zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi miesiącami, przy czym w kwietniu i jesienią zanotowane wartości przezroczystości wody były wyraźnie największe. Było ono więc nieco wyższe niż w roku 2006, gdy w analogicznym okresie mieściło się w zakresie 0,65-1,0 m (Gołdyn, Messyasz 2008).



Ryc. 2. Zmiany wartości przezroczystości wody mierzonej krążkiem Secchiego w jeziorze Durowskim w okresie prowadzenia badań

3.3. Odczyn pH

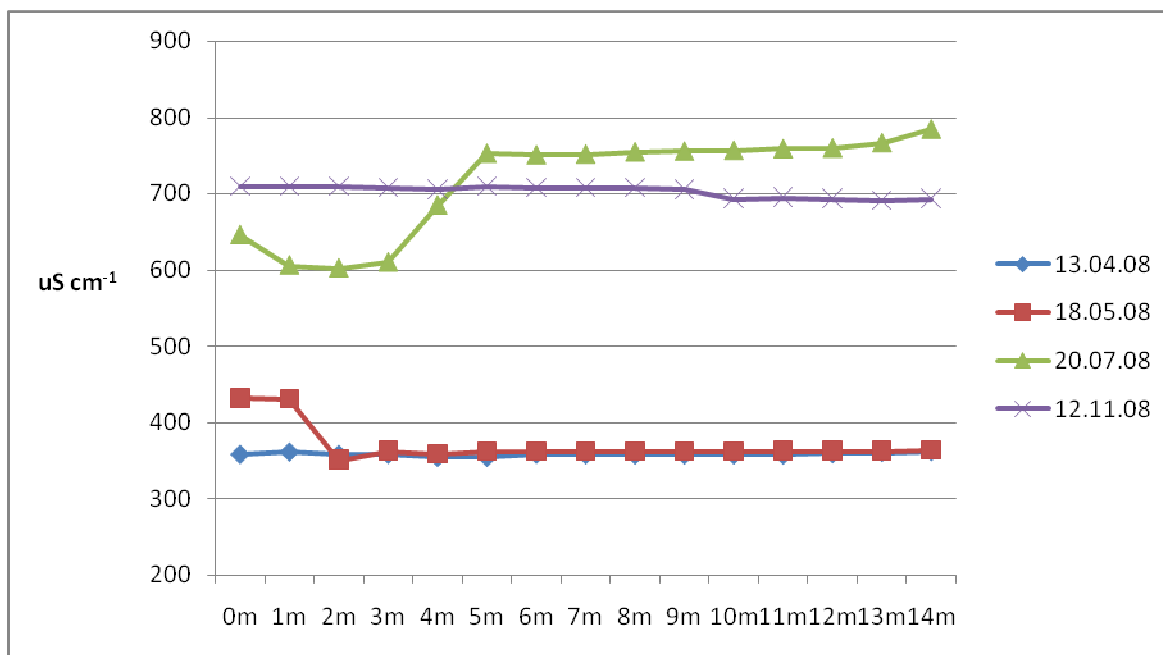
Odczyn wody w badanym zbiorniku był zasadowy, przy czym zbliżał się w warstwie hypolimnionu niekiedy do obojętnego. Wartość pH wahała się w epilimnionie od 7,63 do 8,68 (ryc. 3). Najwyższą zanotowano w sierpniu w warstwie powierzchniowej, najniższą zaś w listopadzie 2008 roku, również w warstwie powierzchniowej. Wartości pomiędzy poszczególnymi głębokościami w danej warstwie termicznej były bardzo ujednoczone. Najbardziej wyraźne zróżnicowanie zaobserwowano w lipcu w całym przekroju pionowym, gdy wartość pH malała systematycznie kolejno od epilimnionu do hypolimnionu. Niewielkie różnice zanotowano także pomiędzy sezonem wiosennym, letnim i jesiennym, przy czym wartości pH dla drugiego z nich okazały się wyższe.



Ryc. 3. Zmiany wartości pH w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.4. Przewodnictwo elektrolityczne

Wartości dla tego parametru mieściły się w zakresie $358 - 785 \mu\text{S cm}^{-1}$, co daje różną średnią dla poszczególnych okresów badawczych (ryc. 4). W okresie miksji wód stwierdzono zarówno w okresie wiosennym jak i jesiennym wyrównane wartości tego parametru w całym profilu pionowym wody. Zaobserwowano jednak wyraźnie dwukrotny wzrost wartości przewodnictwa elektrolitycznego w listopadzie (do około $700 \mu\text{S cm}^{-1}$) w stosunku do kwietnia ($350-360 \mu\text{S cm}^{-1}$). W maju wartości tego parametru były zbliżone do notowanych w kwietniu. Dopiero latem stwierdzono wzrost wartości przewodnictwa elektrolitycznego z wyraźnie zwiększonymi koncentracjami w hypolimnionie.

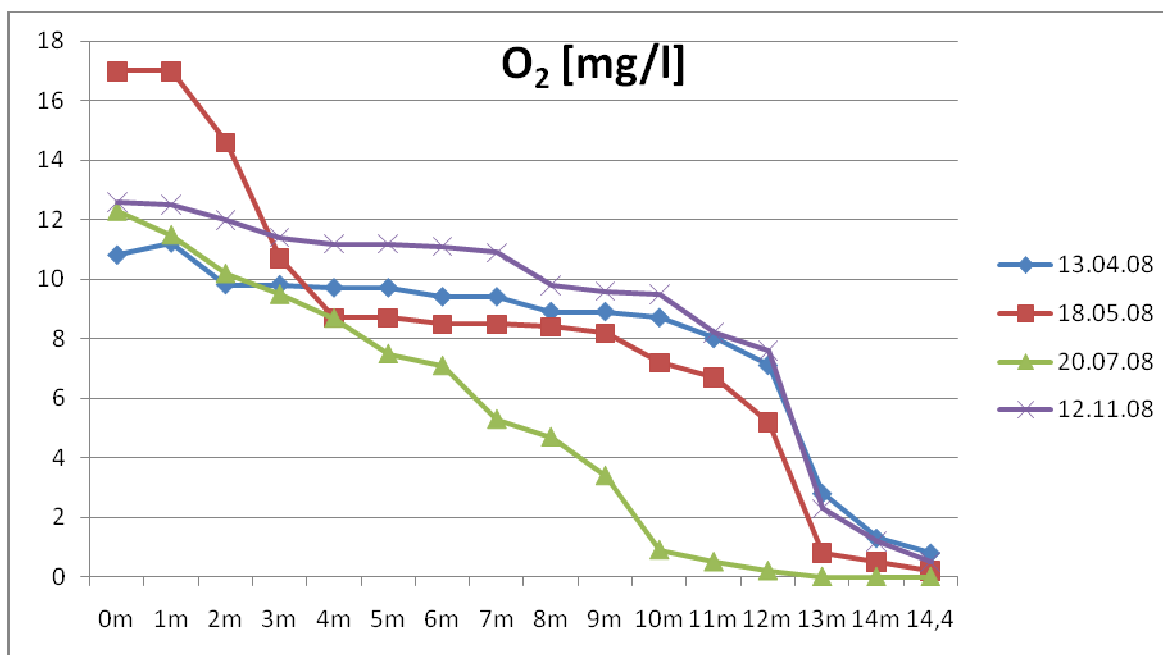


Ryc. 4. Zmiany wartości przewodnictwa elektrolitycznego w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.5. Koncentracja tlenu

Zmiany tego parametru przebiegały w sposób fluktuacyjny i były ściśle związane z rodzajem analizowanej głębokości jak i sezonem, w czasie którego dokonywano pomiaru (ryc. 5). We wszystkich okresach badawczych wartości notowane w hypolimnionie były najniższe. Wyraźny wzrost koncentracji tlenu w epilimnionie był natomiast obserwowany w maju gdy w warstwie 0-2 m osiągał maksymalną wartość.

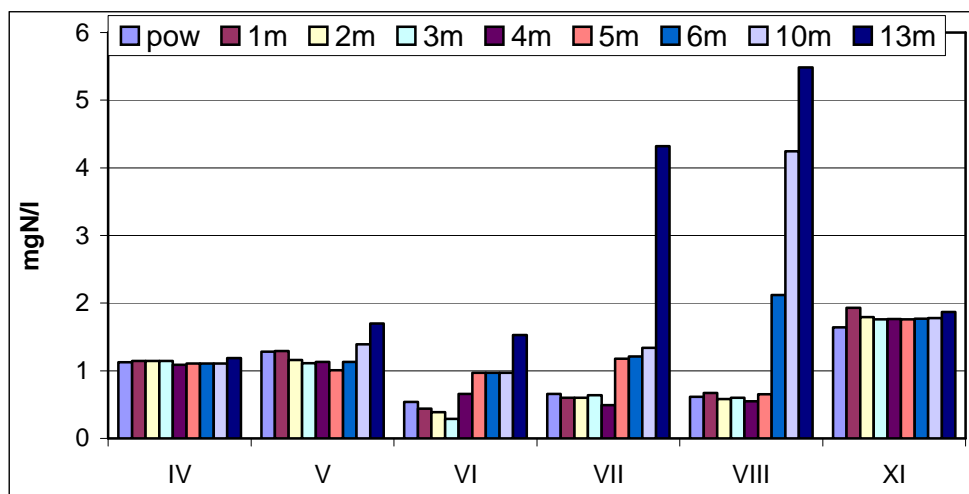
W okresie wiosennym notowano dobre natlenienie wód, ale bez strefy naddennej 13-14 m (1,3-2,8 mg/l). Od maja stopniowo pogłębiała się strefa beztlenowa przy dnie aby już w lipcu osiągnąć górny pułap na głębokości 10 m. Jesienna miksja wody nie natleniła strefy przydennej (13-14 m).



Ryc. 5. Zmiany wartości stężenia tlenu w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.6. Azot amonowy

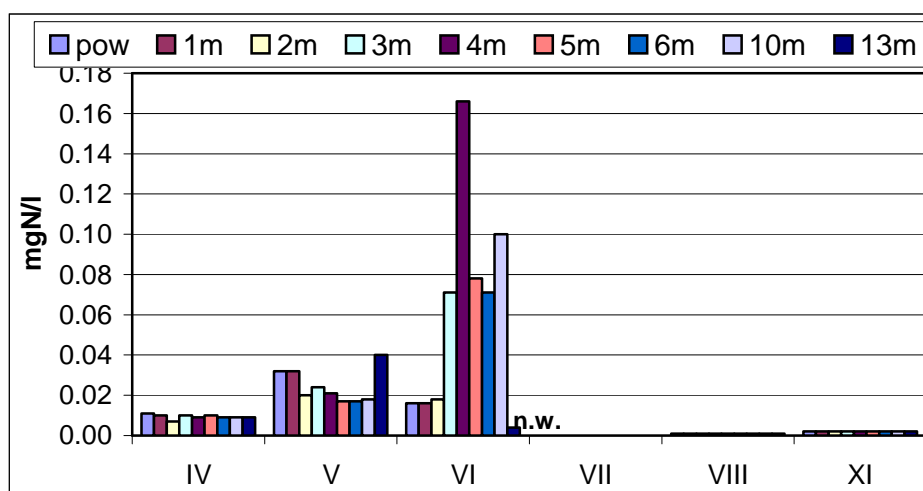
Stężenia azotu amonowego w wodach Jeziora Durowskiego wahały się w zakresie od 0,29 mgN/l do 5,48 mgN/l. Najniższe wartości odnotowano w czerwcu, natomiast najwyższe w okresie letnim, zwłaszcza w warstwach naddennych tego zbiornika. W okresie wiosennym (IV-V) oraz jesienią stężenia tej formy azotu były wyrównane w całym przekroju pionowym. Z kolei w miesiącach letnich (VI-VIII) zaobserwowano wyraźny wzrost koncentracji azotu amonowego wraz ze wzrostem głębokości. Największe różnice stwierdzono w sierpniu kiedy stężenie na powierzchni wynosiło 0,613 mgN/l a przy dnie było prawie 9-krotnie wyższe osiągając wartość maksymalną dla całego okresu w którym prowadzono badania (ryc. 6). Podwyższone wartości azotu amonowego w strefie naddennej zbiornika w okresie letnim były wynikiem wykształcenia się warunków beztlenowych w tej warstwie, w których zachodziły procesy redukcyjne. Z warstwy powierzchniowej osadów dennych następowało wówczas uwalnianie do toni wodnej jonu amonowego, który powstawał w procesie rozkładu martwej materii organicznej. Wykształcona stratyfikacja i brak mieszania się wody, powodowała gromadzenie się tych jonów w warstwie naddennej.



Ryc. 6. Zmiany stężeń azotu amonowego w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.7. Azot azotynowy

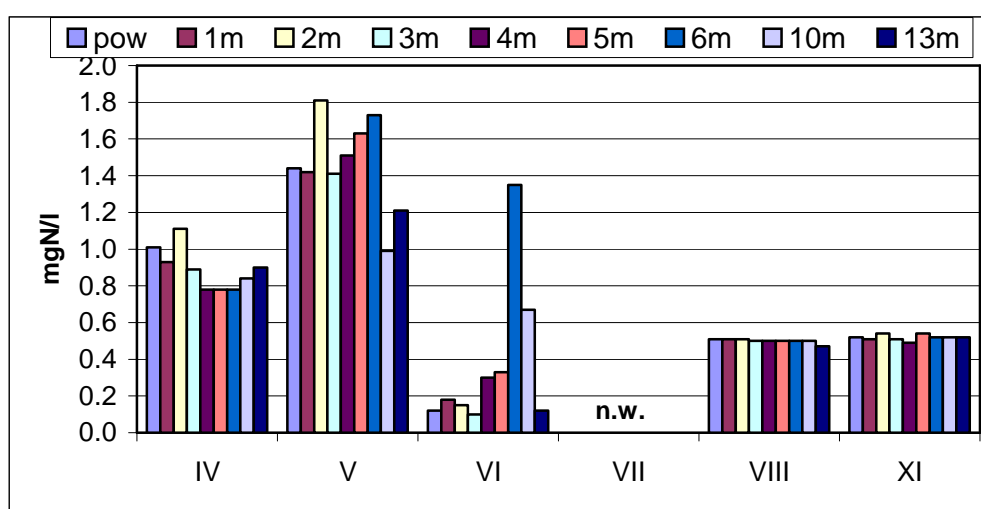
W przypadku stężeń azotu azotynowego zaobserwowano wyraźną zmienność sezonową. Wiosną począwszy od kwietnia do czerwca zawartość tej formy azotu ulegała zwiększeniu. W czerwcu odnotowano wartość maksymalną 0,166 mgN/l na głębokości 4 m. Ponadto w tym miesiącu wystąpiło wyraźne zróżnicowanie koncentracji w przekroju pionowym. W kolejnych miesiącach ilość azotu azotynowego w wodach jeziora Durowskiego była niewielka. Nie przekraczała ona 0,002 mgN/l. W lipcu tej formy azotu nie wykryto w wodach jeziora (ryc. 7).



Ryc. 7. Zmiany stężeń azotu azotynowego w przekroju pionowym jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań (n.w. – nie wykryto)

3.8. Azot azotanowy

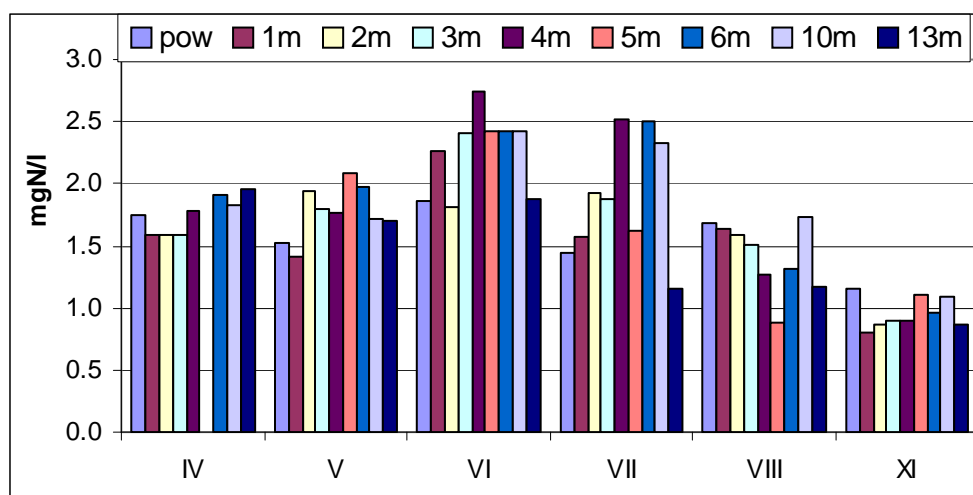
Najwyższe stężenia azotanów w wodach jeziora Durowskiego odnotowano w okresie wiosennym. Dochodziły one do 1,81 mgN/l w maju na głębokości 2 metrów. Wysokie koncentracje spowodowane były wymywaniem azotanów ze zlewni. W tym czasie ich pobieranie w toni wodnej przez organizmy fitoplanktonowe nie było tak intensywne jak w okresie letnim. W lipcu nie stwierdzono obecności tej formy azotu w wodach jeziora co było wynikiem wykorzystania azotanów przez rozwijający się fitoplankton. W sierpniu i listopadzie odnotowano wyrównane stężenia azotanów w przekroju pionowym jeziora nie przekraczające 0,54 mgN/l (ryc. 8).



Ryc. 8. Zmiany stężeń azotu azotanowego w przekroju pionowym jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań (n.w. – nie wykryto)

3.9. Azot organiczny

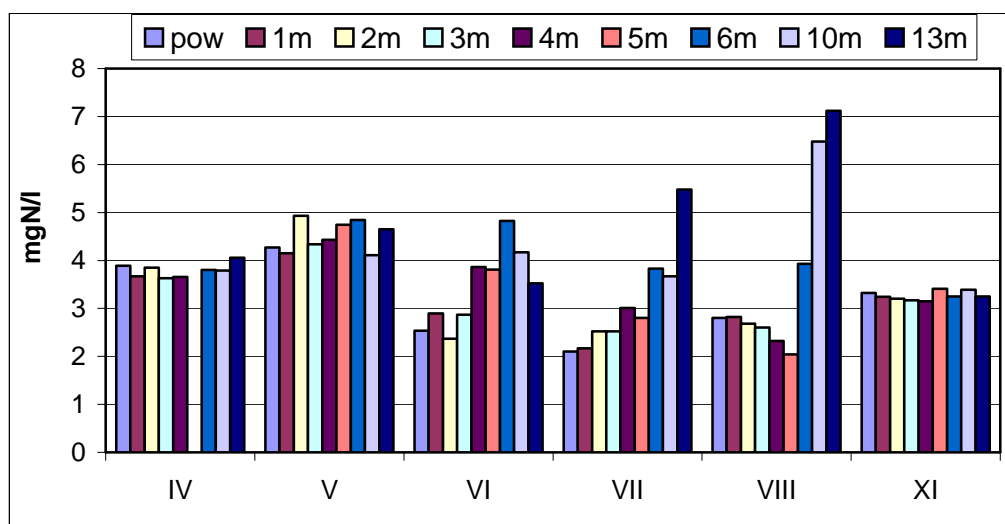
Stężenia azotu organicznego w wodach Jeziora Durowskiego mieściły się w zakresie od 0,79 mgN/l do 2,74 mgN/l (ryc. 9). Wartość najwyższą odnotowano w czerwcu na głębokości 4 metrów, a najniższą w listopadzie na głębokości 1 metra. Zawartość azotu organicznego wahała się w zależności od natężenia procesów życiowych organizmów. Wyższe koncentracje obserwowane w miesiącach letnich wskazywały na istnienie procesów wzbogacania wód zbiornika w tę właśnie formę azotu. Miały one głównie charakter autochtoniczny – były wynikiem intensywnie rozwijającego się w jeziorze fitoplanktonu.



Ryc. 9. Zmiany stężeń azotu organicznego w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.10. Azot ogólny

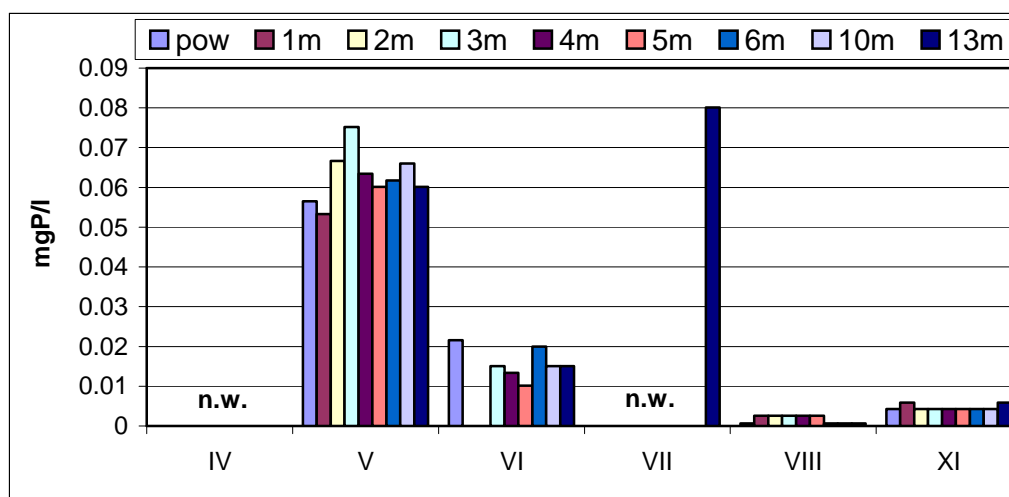
Koncentracje azotu ogólnego w Jeziorze Durowskim wykazywały wyrównane wartości w przekroju pionowym w okresach wiosennym i jesienią. W lecie zaobserwowano wyższe stężenia tego pierwiastka biogenego w warstwach głębszych zbiornika, dochodzące do 7,12 mgN/l (sierpień na głębokości 13 metrów). Minimum odnotowano w tym samym miesiącu na głębokości 5 metrów – 2,04 mgN/l (ryc. 10). Za wysokie koncentracje azotu ogólnego w okresie letnim odpowiedzialny był głównie azot amonowy.



Ryc. 10. Zmiany stężeń azotu ogólnego w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.11. Fosforany rozpuszczone

Stężenia fosforanów wykazywały wyraźną zmienność sezonową w okresie prowadzenia badań. W kwietniu nie stwierdzono występowania tej formy fosforu w wodach Jeziora Durowskiego. W maju ich ilość wyraźnie wzrosła, dochodząc na głębokości 3 metrów do 0,075 mgP/l. Stężenia tej formy fosforu były dość wyrównane w całym przekroju pionowym jeziora. W czerwcu koncentracja fosforanów uległa obniżeniu a w lipcu do głębokości 10 metrów nie była wykrywana. Było to związane z intensywnym wykorzystywaniem tej formy fosforu przez fitoplankton. Z kolei w tym samym miesiącu przy dnie jeziora stwierdzono wartość maksymalną 0,08 mgP/l co spowodowane było uwalnianiem fosforu z osadów dennych w warunkach beztlenowych. W pozostałych miesiącach w których prowadzono badania ich stężenie nie przekraczało 0,006 mgP/l i było wyrównane w całym przekroju pionowym (ryc. 11).

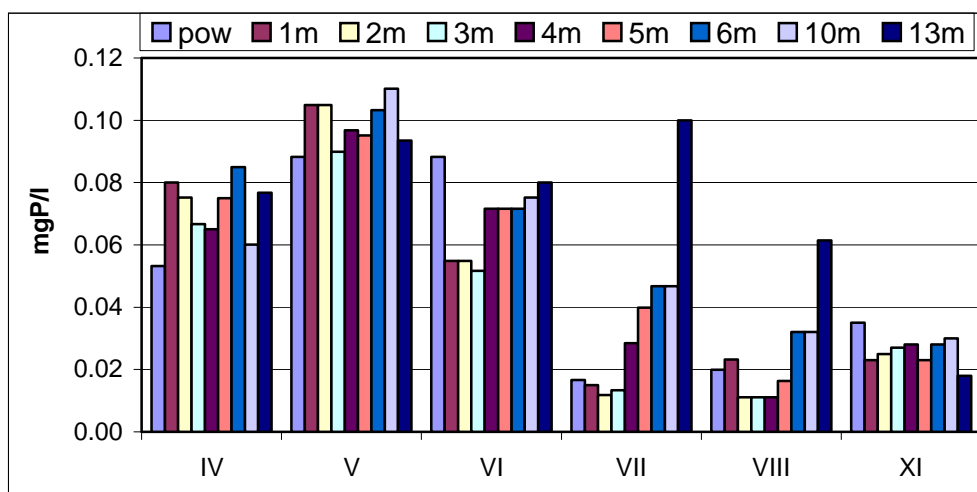


Ryc. 11. Zmiany stężeń fosforanów rozpuszczonych w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań (n.w. – nie wykryto)

3.12. Fosfor ogólny

W przypadku fosforu ogólnego stwierdzono wyraźne wyższe stężenia w okresie wiosennym. Maksimum odnotowano w maju 0,11 mgP/l na głębokości 10 metrów. Wysokie stężenia wiosną były spowodowane dopływem tego pierwiastka ze zlewni. W miesiącach letnich stwierdzono zmniejszenie się jego koncentracji, zwłaszcza w warstwie epilimnionu. W warstwach naddennych nadal utrzymywały się wysokie stężenia dochodzące do 0,1 mgP/l (lipiec). Było to związane z uwalnianiem fosforu z osadów dennych, w wyniku wykształcenia się warunków beztlenowych w tej strefie. W okresie jesiennym stwierdzono występowanie

wyrównanych stężeń w całym przekroju pionowym zbiornika nie przekraczających 0,04 mgP/l (ryc. 12).



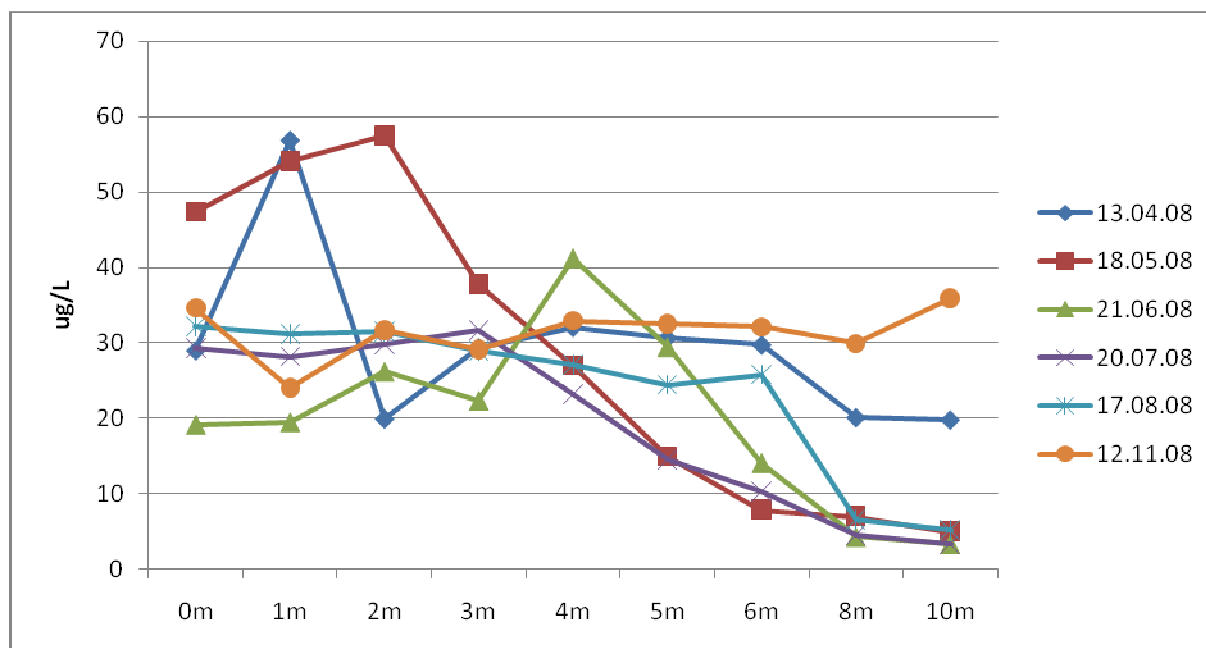
Ryc. 12. Zmiany stężeń fosforu ogólnego w przekroju pionowym Jeziora Durowskiego w okresie prowadzenia badań

3.13. Koncentracja chlorofilu-a

Najwyższe wartości chlorofilu „a” zanotowano w kwietniu oraz w maju 2008 roku. Wyniosły wówczas odpowiednio 56,8 $\mu\text{g/l}$ oraz 57,5 $\mu\text{g/l}$, przy czym obie charakteryzowały górną warstwę epilimnionu. Zaobserwowano przesuwanie się szczytu wartości chlorofilu-a z 1m (IV) na głębokość 2m (V) i później 4m (VI). Najniższa koncentracja tego parametru w epilimnionie wynosiła około 20 $\mu\text{g/l}$ (ryc. 13).

Wartości zmieniały się wyraźnie między poszczególnymi głębokościami oraz sezonami. Zróżnicowanie było najbardziej widoczne w przekroju pionowym, między epilimnionem i hypolimnionem (ryc. 13). Jesienią (listopad) wartości tego parametru były zbliżone w całym profilu pionowym i mieściły się w zakresie od 24 $\mu\text{g/l}$ do 35 $\mu\text{g/l}$.

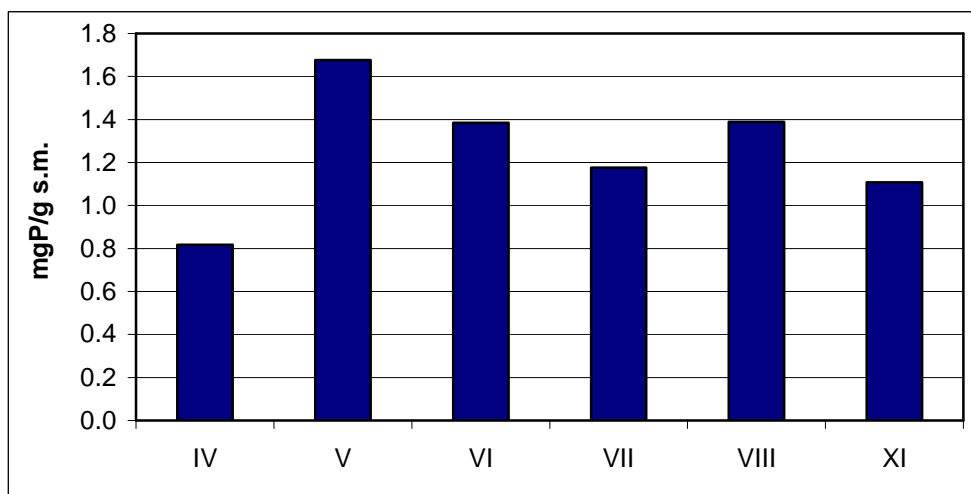
Koncentracja chlorofilu-a zmieniała się na przełomie całego roku ale jej wartości wyraźnie wskazują na eutroficzny charakter wód Jeziora Durowskiego.



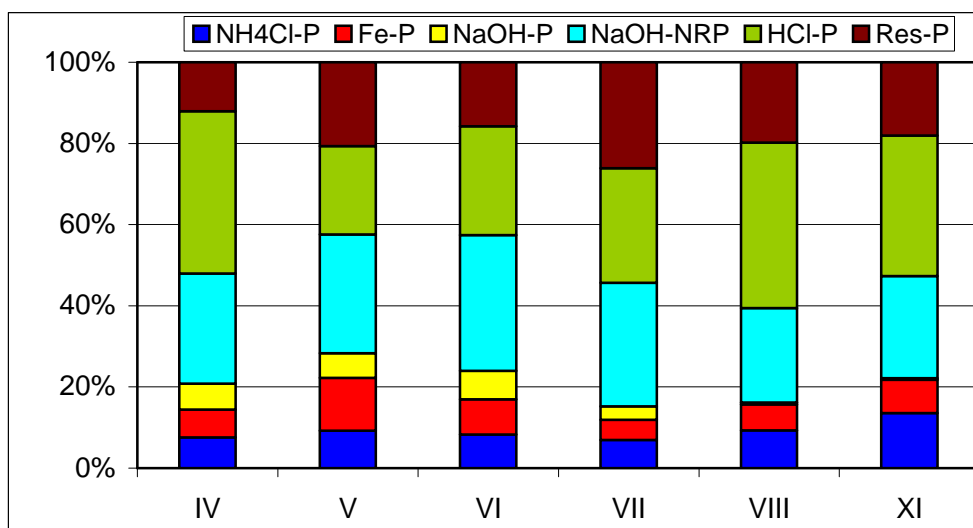
Ryc. 13. Zawartość chlorofilu a w wodach Jeziora Durowskiego w profilu pionowym

4. Osady dennie

Zawartość fosforu ogólnego w osadach dennych Jeziora Durowskiego wahała się od 0,82 mgP/g s.m. w kwietniu do 1,68 mgP/g s.m. w maju (ryc. 14). W kolejnych miesiącach jego koncentracja mieściła się w zakresie od 1,11 mgP/g s.m. do 1,39 mgP/g s.m. Dwukrotny wzrost zawartości fosforu ogólnego w maju w porównaniu do kwietnia mógł być wynikiem przeprowadzonych zabiegów rekultywacyjnych mających na celu strącenie fosforu obecnego w wodzie do osadów dennych. Natlenienie wód w całym przekroju pionowym jeziora, a co za tym idzie i powierzchniowej warstwy osadów dennych, spowodowało kumulację tego pierwiastka w osadach. Potwierdza to również zwiększenie się udziału frakcji fosforu związanej z żelazem (Fe-P) w maju (ryc. 15). Możliwość zasilania wewnętrznego jeziora w fosfor są uzależnione często od zawartości określonej frakcji fosforu w osadach. W osadach Jeziora Durowskiego największy udział miały dwie frakcje fosforu: HCl-P (31%) - frakcja charakteryzująca fosfor występujący w połączeniach z wapniem oraz NaOH-NRP (28,3%) a więc fosfor związany z materią organiczną. Pozytywną cechą dla Jeziora Durowskiego jest niewielki udział frakcji o największej dostępności biologicznej (NH₄Cl-P, Fe-P i NaOH-P) co świadczy o małych możliwościach uwalniania fosforu z osadów tego jeziora.



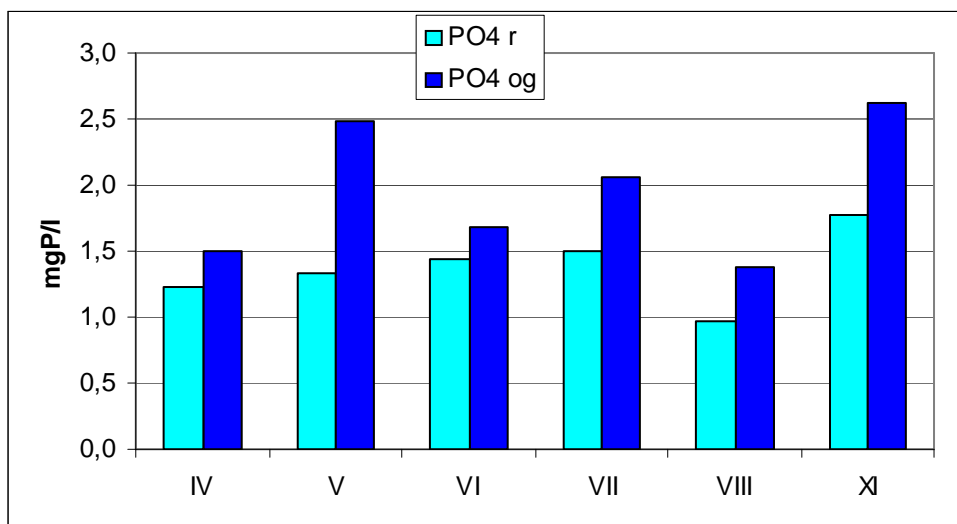
Ryc. 14. Zawartość fosforu ogólnego w osadach dennych Jeziora Durowskiego



Ryc. 15. Zmiany udziału poszczególnych frakcji fosforu w osadach dennych Jeziora Durowskiego

Woda interstycjalna

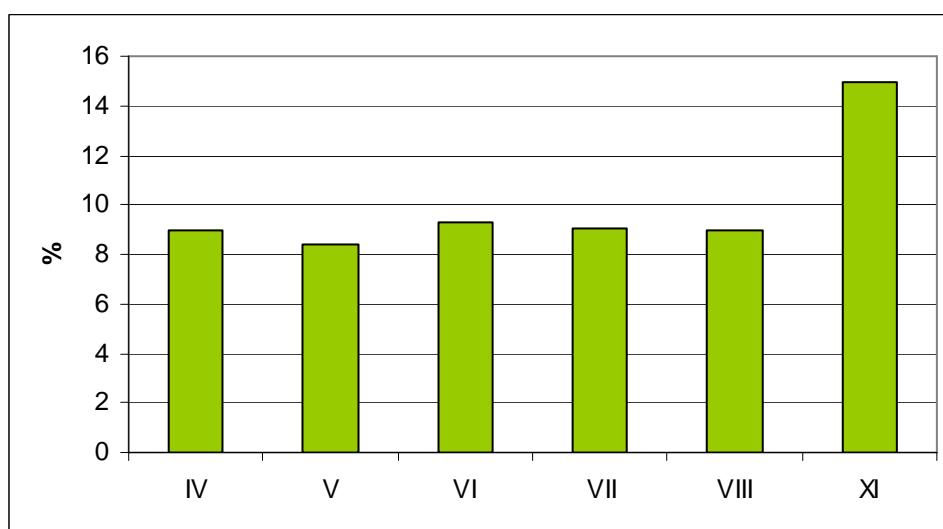
W wodzie śródosadowej osadów dennych stwierdzono niewielkie zmiany sezonowe koncentracji fosforanów rozpuszczonych oraz fosforu ogólnego. Ich stężenia mieściły się w zakresie od 0,965 mgP/l do 1,771 mgP/l dla fosforanów rozpuszczonych i od 1,381 mgP/l do 2,619 mgP/l dla fosforu ogólnego. Wartości najwyższe stwierdzono w listopadzie a najniższe w sierpniu (ryc. 16).



Ryc. 16. Zmiany zawartości fosforanów rozpuszczonych i fosforu ogólnego w wodzie interstycjalnej osadów dennych Jeziora Durowskiego

Materia organiczna w osadach dennych

Zawartość materii organicznej w osadach dennych Jeziora Durowskiego była dość niska wynosząc średnio 9,94%. Najwyższą wartość stwierdzono w okresie jesiennym – 14,9% (ryc. 17).

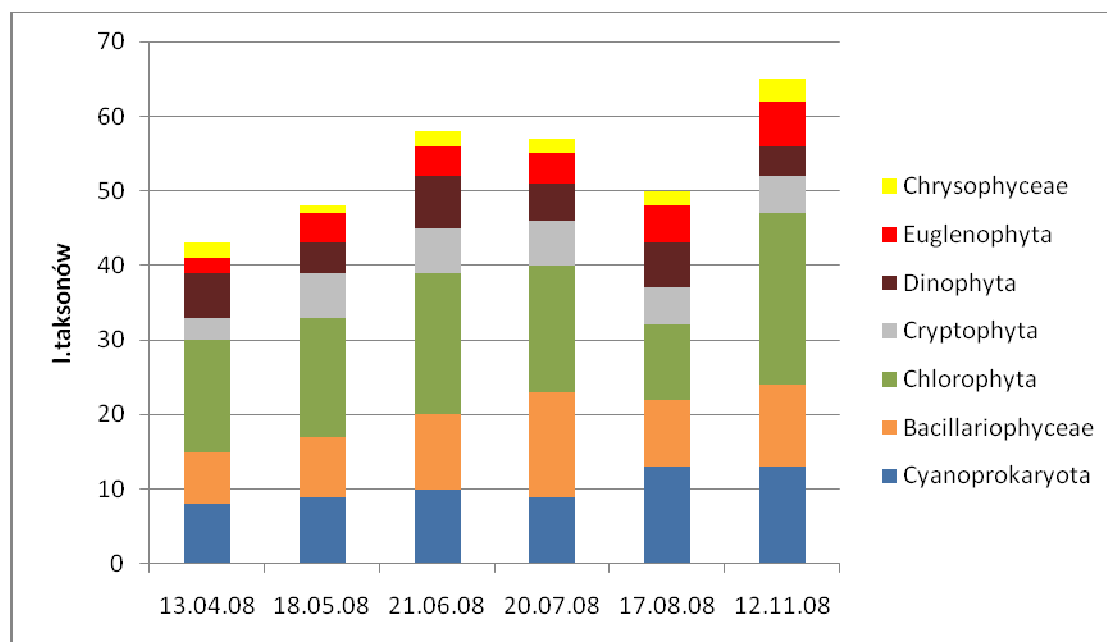


Ryc. 17. Zawartość materii organicznej w osadach dennych jeziora Durowskiego

5. Zmiany sezonowe w strukturze gatunkowej i ilościowej fitoplanktonu

Na podstawie analizy 6 prób, w okresie od kwietnia do listopada 2008 roku, zidentyfikowano w zbiorowisku fitoplanktonu łącznie 102 taksony glonów (Zał. 1). Wśród wyróżnionych grup taksonomicznych znalazły się: sinice (*Cyanoprokaryota*), okrzemki (*Bacillariophyceae*), zielenice (*Chlorophyta*), kryptofity (*Cryptophyceae*), złotowiciowce (*Chrysophyceae*), eugleniny (*Euglenophyta*) i bruzdnice (*Dinophyceae*). Największą liczbę taksonów odnotowano w obrębie zielenic (37), okrzemek (22) i sinic (18). W obrębie pozostałych grup taksonomicznych glonów planktonowych wystąpiły od 4 do 8 taksonów.

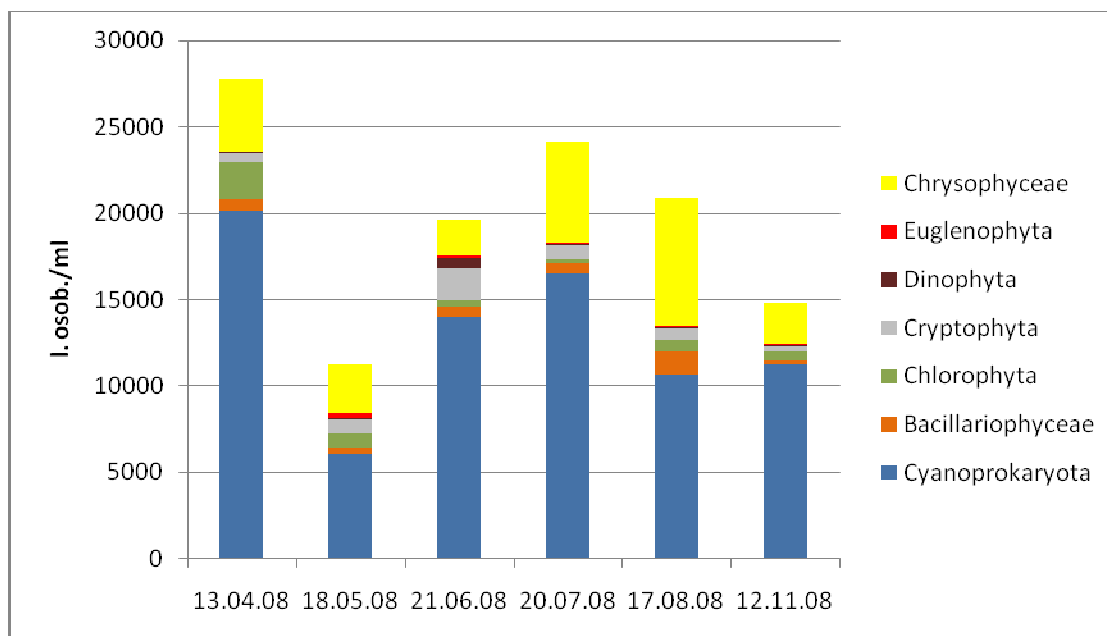
Szczegółowa analiza taksonomiczna materiału fykologicznego w warstwie powierzchniowej wód Jeziora Durowskiego wykazała niewielkie sezonowe zróżnicowanie składu gatunkowego (ryc. 18). Poszczególne okresy badawcze różniły się całkowitą liczbą zanotowanych gatunków oraz udziałem procentowym określonych grup taksonomicznych. Największym bogactwem gatunkowym charakteryzowały się zielenice, co dotyczyło wszystkich miesięcy, w których prowadzono badania. Na drugim miejscu pod względem liczby gatunków zaklasyfikowały się okrzemki a na trzecim miejscu bez zmian pozostawały sinice. Pozostałe grupy taksonomiczne jak: *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*, *Euglenophyta*, *Dinophyceae* miały niewielki udział procentowy w całkowitej liczbie gatunków bez względu na miesiąc, w którym pobierano próbę.



Ryc. 18. Zestawienie liczby taksonów fitoplanktonu w warstwie powierzchniowej wód Jeziora Durowskiego w roku 2008

We wszystkich analizowanych miesiącach pod względem liczby komórek w fitoplanktonie dominowały sinice, stanowiąc od 51% (17.08.2008) do 76% (12.11.2008) całkowitej liczebności (ryc. 19). Przewaga ta dotyczyła zazwyczaj całego okresu badań, a udział procentowy osiągany łącznie przez inne grupy taksonomiczne nigdy nie był większy od liczebności *Cyanoprokaryota*. Głównym dominantem w zbiorowisku fitoplanktonu była sinica *Limnothrix redekei*, której udział w zbiorowisku fitoplanktonu wynosił od 43% (V) do 58% (IV). Mniej liczne zielenice, okrzemki, kryptofity, bruzdnice czy eugleniny zdecydowanie rzadko mogły zaznaczyć swój większy udział na tle innych grup. W ciągu sześciu miesięcy, w czasie których prowadzono badania odnotowano widoczne zmiany sezonowe (czerwiec 2008) w całkowitej liczbie komórek glonów, co najlepiej było widoczne wśród sinic, z uwagi na duże wartości oraz wahania dochodzące do kilku rzędów wielkości (ryc. 19). Była to jedna z cech różnicujących kolejne okresy badań. Druga – to duży udział w strukturze liczebności fitoplanktonu złotowiciowców (10-35%) związany z obecnością bardzo drobnego gatunku *Erkenia subaequiciliata*. Duży udział procentowy w zbiorowisku fitoplanktonu posiadały także formy miksotroficzne, między innymi kryptofity (2-8%).

Na stanowisku badawczym pod względem liczby komórek fitoplankton osiągnął najwyższe wartości w kwietniu (27 792 kom./ml) oraz w lipcu (około 24 138 kom./ml). Tylko nieznacznie niższe wartości notowano w czerwcu i sierpniu. Z kolei najniższą wartość zanotowano w maju (11 249 kom./ml) (ryc. 19).



Ryc. 19. Zestawienie liczby komórek fitoplanktonu w warstwie powierzchniowej wód Jeziora Durowskiego w roku 2008

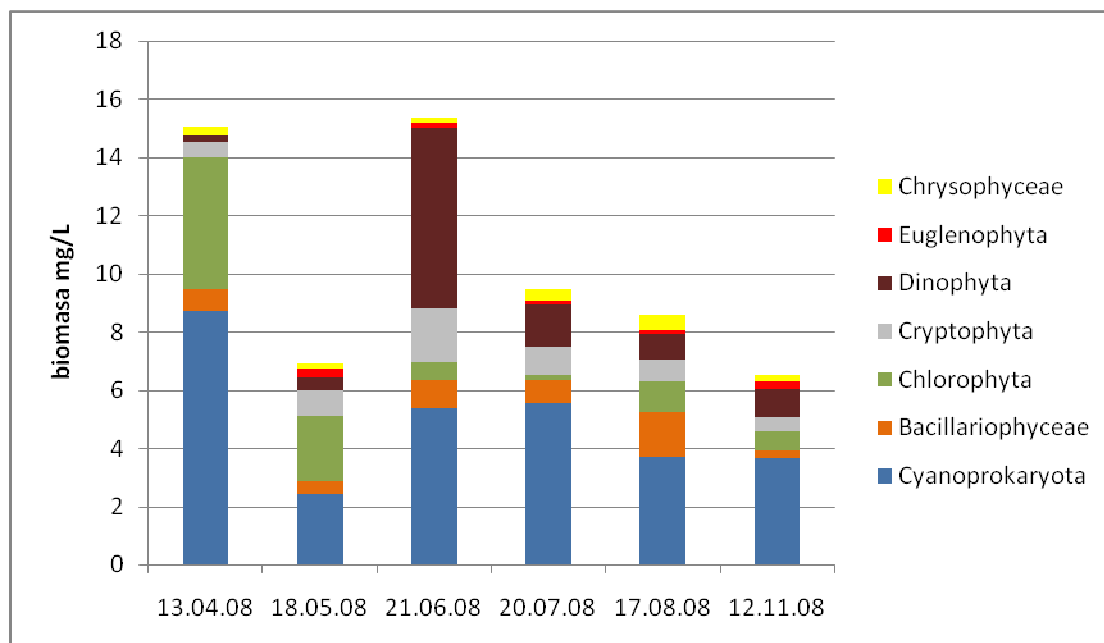
W biomacie na wszystkich stanowiskach najczęściej dominowały sinice (ryc. 20). Nieco rzadziej były to bruzdnice i zielenice, przy czym udział pierwszej z tych grup był znaczący tylko w czerwcu. W nielicznych przypadkach zwiększona biomasa dotyczyła też kryptofitów oraz okrzemek. Wartości biomasy pozostałych grup taksonomicznych glonów były bardzo niskie. Największe wartości tego wskaźnika cechujące sinice, zanotowano w kwietniu (8,733 mg/l), oraz w czerwcu i lipcu (powyżej 5 mg/l). W pozostałych miesiącach biomasa sinic kształtowała się na poziomie 2,407 – 3,634 mg/l).

Szczegółowa analiza badanych prób wykazała duże zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi miesiącami, dotyczące przede wszystkim zmian sezonowych biomasy i procentowego udziału w niej określonych grup taksonomicznych (ryc. 21).

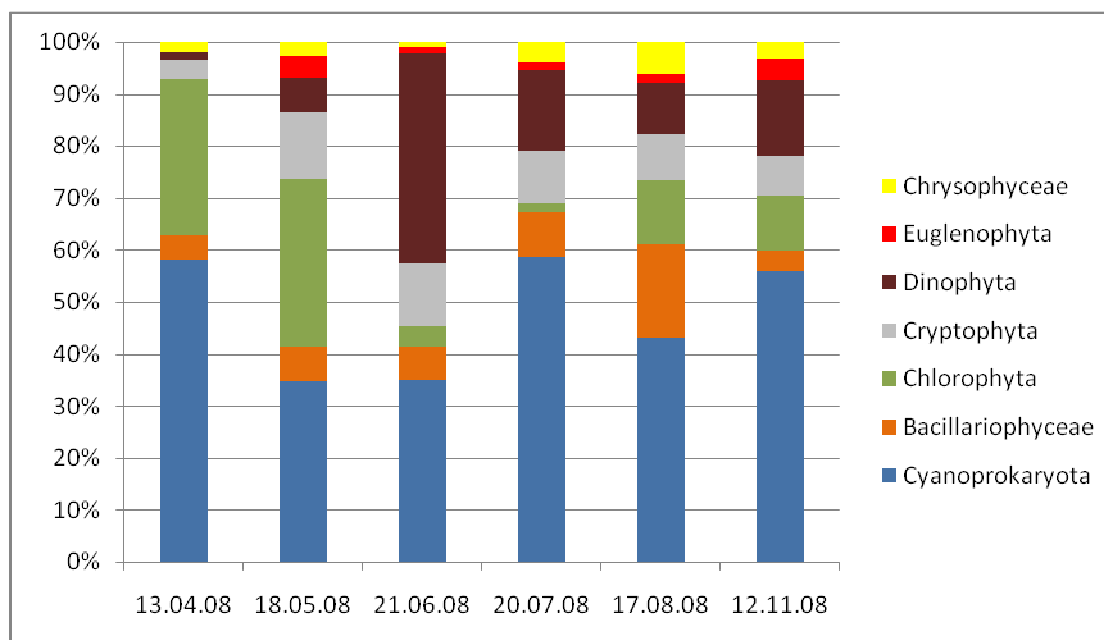
Dużą biomasą jednostkową cechowały się gatunki bruzdnic (*Peridiniopsis cuningtonii*, *P. elpatiewskyi*, *P. berolinense*, *Ceratium hirundinella*), co przy niewielkiej liczebności pozwalało stwierdzić dużą biomasę tej grupy glonów. Najwyższa zanotowana wartość wynosiła 6,220 mg/l i dotyczyła próby pobranej w czerwcu (ryc. 20, 21). Grupa ta stanowiła wówczas 41% całkowitej biomasy fitoplanktonu. W tym okresie także kryptofity (*Rhodomonas minuta*, *Cryptomonas rostrata*, *C. erosa*, *C. marssonii*) wykazały największą biomasę. Wynosiła ona wówczas 1,843 mg/l i stanowiła 12% biomasy całkowitej (ryc. 21). Bruzdnice (*Dinophyceae*) dość wysoką biomasę wykazały także w lipcu 2008 roku, ale stanowiła ona już tylko z 15% udziału w biomacie.

Dominacji w biomacie sinic (głównie należących do: *Limnothrix redekei*, *Planktothrix agardhii*, *Planktolyngbya limnetica*, *Aphanizomenon gracile* i *Aphanizomenon issatschenkoii*) mieszczącej się w granicach 35-59%, najczęściej towarzyszyły mniejsze wartości notowane wśród takich grup jak: *Dinophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chlorophyta* lub *Bacillariophyceae*. Jedynie w kwietniu (30%) oraz maju (33%) zanotowano duży udział procentowy w obrębie zielenic. W tym okresie zielenice reprezentowane były głównie przez *Monoraphidium komarkovae*, *M. griffithii*, *M. irregulare*, *M. contortum* oraz *Coelastrum reticulatum*. Najmniejszą biomasę tej grupy taksonomicznej obserwowano w lipcu (poniżej 2%).

W okresie lata stwierdzono w zbiorowisku fitoplanktonu Jeziora Durowskiego obecność gatunku inwazyjnego *Aphanizomenon aphanizomenoides*. Udział tego gatunku w biomacie fitoplanktonu wynosił w lipcu 2% (0,130 mg/l) a w sierpniu 3% (0,219 mg/l) (Załącznik 1).



Ryc. 20. Zestawienie biomasy fitoplanktonu w warstwie powierzchniowej wód Jeziora Durowskiego w roku 2008



Ryc. 21. Zestawienie procentowego udziału biomasy poszczególnych grup fitoplanktonu w warstwie powierzchniowej wód Jeziora Durowskiego w roku 2008

6. Podsumowanie

- Badania na Jeziorze Durowskim prowadzono od kwietnia do listopada 2008 roku na stanowisku obejmującym najgłębsze miejsce jeziora. Próby pobierano pod koniec kolejnych miesięcy sezonu wegetacyjnego, w profilu pionowym wody.
- Oznaczone parametry fizyczno-chemiczne w okresie wiosennej i jesiennej miksji wód w całym przekroju pionowym wykazywały zbliżone wartości, zwłaszcza pH, temperatura wody oraz przewodnictwo elektrolityczne, natomiast wyraźne zróżnicowanie związane z termicznym uwarstwieniem letnim wód. Dotyczyło ono szczególnie takich parametrów jak koncentracja tlenu i stężenia biogenów.
- Zmiany parametrów fizyczno-chemicznych miały ścisły związek z sezonem, w którym pobierano próby, co związane było z sezonowością rozwoju fitoplanktonu.
- Przejroczystość wody dla Jeziora Durowskiego wynosiła średnio 1,06 m, mniejsze wartości notowano zwykle w okresie letnim, większe w czasie wiosny i jesieni.
- Przewodnictwo elektrolityczne przyjmowało najmniejsze wartości w okresie wiosny, a największe latem i jesienią, zwłaszcza w strefie naddennej jeziora.
- Największym zróżnicowaniem sezonowym cechowała się koncentracja tlenu, najbardziej widoczne było to w strefie hypolimnionu, który ulegał odtlenieniu w lecie. Największe wartości zanotowano w maju (około 17 mg/l).
- W całym okresie badań zidentyfikowano łącznie 102 taksony fitoplanktonowych glonów i sinic, przy czym najwięcej z nich należało do takich grup jak: zielenice (*Chlorophyta*), okrzemki (*Bacillariophyceae*) oraz sinice (*Cyanoprokaryota*).
- Zmiany sezonowe składu gatunkowego dotyczyły zarówno całkowitej liczby gatunków zanotowanych w poszczególnych miesiącach, jak i udziału procentowego

określonych grup taksonomicznych. Przez większość czasu w roku dominowały zielenice, co dotyczyło wszystkich głębokości. Ich udział zazwyczaj zmniejszał się na korzyść gatunków zaliczanych do okrzemek. Na trzecim miejscu bez zmian pozostawały sinice.

- Pod względem liczby komórek przez większą część roku na wszystkich stanowiskach przeważały sinice. Odnotowano także duży udział złotowiciowców. Złotowiciowce reprezentowane były głównie przez *Erkenia subaequiliata* Skuja. Wśród kryptofitów największy udział miały: *Rhodomonas minuta* Skuja i *Cryptomonas erosa* Ehr.
- Pod względem biomasy na wszystkich stanowiskach najczęściej wyraźnie dominowały sinice. Nieco rzadziej współdominantami były zielenice, bruzdnice i kryptofity. W nielicznych przypadkach większa koncentracja biomasy dotyczyła też okrzemek.
- Bruzdnice dość duży udział w biomacie miały pod koniec zimy oraz wiosną. Reprezentowały je głównie gatunki: *Peridiniopsis berlinense* (Lemm.) Bourrelly oraz *Peridiniopsis elpatiewskyi* (Ostenf.).
- Spośród sinic wyraźnym dominantem we wszystkich miesiącach prowadzonych badań była niezmiennie *Limnothrix redekei*.
- Wyraźny spadek liczebności i biomasy fitoplanktonu w maju nie pokrywał się z wciąż utrzymującymi się w tym miesiącu dużymi wartościami chlorofilu-a. Najprawdopodobniej związane to było z rozwojem w wodzie w tym okresie bakterii fotosyntetyzujących.
- Przeprowadzone badania nie wykazały poprawy stanu jakości wody i osadów dennych w stosunku do badań wcześniejszych, co potwierdza słuszność podjęcia zabiegów rekultywacji Jeziora Durowskiego.

Literatura

ELBANOWSKA H., ZERBE J., SIEPAK J. 1999. Fizyczno-chemiczne badania wód. Wydawnictwo Naukowe PWN, Poznań.

GOŁDYN R., MESSYASZ B. 2008. Stan jakości wód i możliwości rekultywacji Jeziora Durowskiego. Wydział Biologii UAM, maszynopis.

MYŚLIŃSKA E. 2001: Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badań. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 208 str.

PSENNER R., BOSTRÖM B., DINKA M., PETTERSSON K., PUCSKO R., SAGER M., 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediment. Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 30, 83-112.

SIEPAK J. 1992. Fizyczno-chemiczna analiza wód i gruntów. Wydawnictwo UAM, Poznań, skrypt.

STARMACH K. 1989. Plankton roślinny wód słodkich. PWN, Warszawa-Kraków.

Załącznik 1. Biomasa fitoplanktonu (mg l⁻¹) w warstwie powierzchniowej wód (0 m) Jeziora Durowskiego w roku 2008 (+ - takson notowany tylko w strukturze gatunkowej; · - nie odnotowano).

	13.04.08	18.05.08	21.06.08	20.07.08	17.08.08	12.11.08
<i>Cyanoprokaryota</i>						
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs	0,518	0,055	0,109	0,094	+	0,024
<i>Anabaena affinis</i> Lemm.	·	·	·	·	+	·
<i>Aphanizomenon aphanizomenoides</i> (Forti) Hort. & Kom.	·	·	·	0,13	0,219	·
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemmerman	0,211	0,119	0,686	0,096	0,05	0,013
<i>Aphanizomenon isatschenkoi</i> (Usacc.) Pros. - Lavrenko	0,141	0,01	0,093	0,009	0,024	0,006
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronberg et Komarek	·	·	0,001	0,002	+	0,003
<i>Aphanothece minutissima</i> (W. West) Kom. - Legn. et Cronberg	·	·	·	·	·	0,006
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	0,006	0,002	+	·	0,004	0,004
<i>Jaaginema pseudogeminatum</i> (Schmid) Anagn. et Kom.	·	·	·	·	·	0,001
<i>Limnithrix redekei</i> (Van Goor) Meffert	5,147	1,523	3,268	4,476	2,736	2,869
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing	·	·	+	·	·	·
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	·	·	·	·	+	·
<i>Phormidium granulatum</i> Gardn. Anagn.	0,012	0,165	0,106	+	+	·
<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom. – Legn. Et Cronenberg		0,001	·	·	+	0,246
<i>Planktothrix agardhii</i> (D.C. ex Gom.) Anagn. et Kom.	2,562	0,519	1,09	0,234	0,221	0,367
<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Kom.	0,136	0,013	0,026	0,499	0,45	0,095
<i>Arthrospira massartii</i> Kuff.	·	·	·	·	·	+
<i>Spirulina tenerrima</i> Kütz. ex Gom.	·	·	·	·	·	+
	8,733	2,407	5,379	5,54	3,704	3,634
<i>Bacillariophyceae</i>						
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	·	·	·	0,002	·	+
<i>Amphora ovalis</i> Kützing	·	·	0,035	·	·	·

<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grun.	.	.	.	+	.	.
<i>Asterionella formosa</i> Hasall	0,157	.	.	.	.	.
<i>Cocconeis euglypta</i> (Ehr.) Clevei	.	0,093	0,047	.	.	.
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	+	.	+	0,039	.	0,027
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	.	0,016	0,016	+	+	0,009
<i>Cyclotella ocellata</i> Pant.	0,006	0,002	0,004	0,008	+	.
<i>Cyclotella operculata</i> (Ag.) Kützing	.	0,02	0,011	.	0,01	0,009
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm.	0,06	0,315	0,184	0,09	0,1	0,035
<i>Cymbella affinis</i> Kützing	.	.	.	.	.	+
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Kirchner	.	.	.	.	.	+
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.	.	.	.	.	+	.
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst	.	.	.	+	.	.
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	+	.	0,092	0,139	0,986	0,013
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehr.	.	.	.	0,028	.	.
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	+	+	0,057	0,399	0,381	0,141
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>angustissima</i> Sippen	0,505	.	0,508	0,112	0,075	0,028
<i>Melosira varians</i> Ag.	.	.	.	+	.	.
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs	.	+	.	+	.	.
<i>Navicula mensiculus</i> Schumann	.	.	.	+	+	.
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	.	+	.	.	.	+
	0,728	0,446	0,954	0,817	1,552	0,262
<i>Chlorophyta</i>						
<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard	3,706	2,054	+	+	+	0,062
<i>Chlamydomonas globosa</i> Snow	.	.	0,004	0,006	.	0,054
<i>Chlamydomonas passiva</i> Skuja	.	+	.	.	.	.
<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i> (Lemm.) Krieg.	+	.	.	+	.	+
<i>Closterium gracile</i> Brebisson ex Ralfs	+	.	.	.	.	.
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn	0,091	.	.	+	.	.

<i>Cosmarium abbreviatum</i> Raciborski	.	.	0,01	.	.	0,003
<i>Cosmarium phaseolus</i> Brebisson in Ralfs	.	.	.	0,029	.	+
<i>Cosmarium regnellii</i> Wille	.	.	0,002	0,015	0,009	0,001
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	.	+	.	.	.	.
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. et G.S. West	0,004	0,001	.	.	.	0,001
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegew.) Hegew.	0,012	0,003	0,007	0,006	.	.
<i>Desmodesmus subspicatus</i> (Chod.) Hegew. et Schmidt	+	+	0,013	0,006	.	.
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	.	.	.	+	.	.
<i>Didymocystis planctonica</i> Korsikov	0,015	.	.	.	.	0,003
<i>Elkatothrix gelatinosa</i> Wille	.	.	.	.	0,018	+
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	.	.	+	.	.	.
<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i> (Schmidle) Bohlin	0,014	0,013	0,008	0,002	+	0,001
<i>Koliella longiseta</i> (Vischer) Hindak	.	.	+	.	.	.
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hindak	.	.	+	.	.	0,02
<i>Monoraphidium circinale</i> (Nyg.) Nygaard	0,012	0,018	+	.	.	0,001
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom.-Legn.	0,106	0,016	0,009	+	0,035	0,019
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.	0,197	0,115	0,191	+	0,022	0,033
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M. Sm.) Kom.-Legn.	0,355	.	0,311	0,071	0,852	0,403
<i>Monoraphidium mirabile</i> (W. et G.S. West) Pankow	.	+	.	.	.	.
<i>Monoraphidium obtusum</i> (Kors.)Kom. - Legn.	.	.	.	+	.	+
<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	.	0,018	0,054	0,031	.	0,01
<i>Pandorina morum</i> (O.F. Müller) Bory	.	.	.	.	.	0,069
<i>Phacotus lendneri</i> Chodat.	.	.	+	.	.	.
<i>Pteromonas cordiformis</i> Lemm.	.	.	.	.	0,052	0,003
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lager.) Chodat	.	.	.	.	.	0,003
<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korsikov) Bourrelly	.	+	.	.	.	.
<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	.	+	.	.	.	.
<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansgirg	0,003	+	0,002	0,001	+	0,0004

<i>Tetraedron triangulare</i> (Chod.) Kom.	.	+	+	0,001	.	+
<i>Tetrastrum glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff	0,007	.	0,001	.	.	0,001
<i>Treubaria schmidlei</i> (Schroeder) Fott et Kovacic	.	.	.	.	0,06	.
	4,522	2,238	0,612	0,168	1,048	0,6874
<i>Cryptophyta</i>						
<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	.	0,015	0,03	0,013	0,068	.
<i>Cryptomonas erosa</i> Ehrenberg	0,194	0,17	0,397	0,301	0,22	0,136
<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	.	0,107	0,062	0,015	.	0,01
<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	.	0,014	0,112	0,12	0,016	0,08
<i>Cryptomonas rostrata</i> Troitzskaja emend I. Kiselev	0,101	0,221	0,323	0,214	0,218	0,235
<i>Rhodomonas minuta</i> Skuja	0,254	0,366	0,919	0,305	0,237	0,031
	0,549	0,893	1,843	0,968	0,759	0,492
<i>Dinophyta</i>						
<i>Peridinopsis berolinense</i> (Lemm.) Bourrelly	0,221	+	0,708	0,221	0,221	0,662
<i>Ceratium hirundinella</i> (F. B. Müller) Bergh	.	.	0,982	0,28	+	.
<i>Gymnodinium albulum</i> Lindemann	+	.	0,011	.	.	.
<i>Gymnodinium aeruginosum</i> Stein	+	+	+	+	+	+
<i>Peridiniopsis cuningtonii</i> Lemm.	+	0,064	2,447	0,331	0,074	.
<i>Peridinium cinctum</i> (O.F. Müller) Ehrenberg	+	.	+	.	0,175	0,087
<i>Peridinium willei</i> Huitfeld-Kaas	+	.	.	.	.	.
<i>Peridinopsis elpatiewskyi</i> (Ostenf.) Bourrelly	.	0,392	2,072	0,624	0,384	0,192
	0,221	0,456	6,22	1,456	0,854	0,941
<i>Euglenophyta</i>						
<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein	+	+	0,015	0,006	+	+
<i>Trachelomonas volocina</i> Ehrenberg	+	0,231	0,038	0,014	0,018	0,006
<i>Euglena pisciformis</i> Klebs	.	0,062	0,125	0,107	0,063	0,107
<i>Phacus mirabilis</i> Pochmann	.	.	0,018	0,008	+	0,015
<i>Euglena caudata</i> Hübner	.	.	.	.	0,061	.

<i>Euglena clavata</i> Skuja	.	.	.	.	.	+
<i>Euglena limnophila</i> Lemm.	.	+	.	.	.	0,147
	0	0,293	0,196	0,135	0,142	0,275
<i>Chrysophyceae</i>						
<i>Erkenia subaequiciliata</i> Skuja	0,273	0,18	0,135	0,378	0,464	0,148
<i>Dinobryon sociale</i> Ehrenberg	0,022	.	0,004	0,002	0,072	.
<i>Chrysococcus rufescens</i> Klebs	.	.	.	.	.	0,023
<i>Dinobryon bavaricum</i> Imhoff	.	.	.	.	.	0,036
	0,295	0,18	0,139	0,38	0,536	0,207