

**ADAM MICKIEWICZ UNIVERSITY POZNAŃ**  
Faculty of Geographical and Geological Sciences  
Biogeochemistry Research Unit  
Krygowskiego 10  
61-680 Poznań, PL  
Tel. +48 61 829 61 94

---

## RAPORT: ANALIZA OKRZEMKOWA rdzenia z torfowiska Serteya

### 1. Materiały i metody badawcze

Pobrane do badań rdzeń osadów reprezentują: piaski i piaski z mułami organicznymi (13,5–13,22 m); torf podstawowy (13,22–13,19 m); gytia gliniasta (13,10–11,89 m); gytia (11,89–4,20 m); i torf (powyżej 4,20 m poniżej poziomu gruntu). Jak potwierdzają pierwotne zbiory danych radiowęglowych, osady te stanowią nieprzerwany zapis zmian paleośrodowiska i relacji człowiek-środowisko na przestrzeni ostatnich 13 000 lat.

Analizę okrzemkową wykonano dla 160 próbek osadu pobranego z głębokości 700 – 1350 cm. Z próbek osadu przygotowano preparaty mikroskopowe według standardowej metody zaproponowanej przez Battarbee (1986). Okrzemki oznaczano pod mikroskopem świetlnym Nikon Eclipse E-200, przy powiększeniu 1000 i przy użyciu olejku immersyjnego. Podczas analizy diatomologicznej okrywy okrzemkowe zliczono do 300, określając je co do gatunku. Identyfikację flory okrzemkowej wykonano korzystając z następujących prac: Denys, 1991; Hoffmann i in., 2011; Krammer i Lange-Bertalot, 2011, 2010, 2008a, 2008b; Lange-Bertalot i Metzeltin, 1996; van Dam i in., 1994. Preferencje środowiskowe poszczególnych gatunków okrzemki były oparte na bazie danych zawartych w OMNIDII Wer. 4.2 (Lecointe et al., 1993). Wyniki analiz okrzemkowych zostały przedstawione w postaci diagramów okrzemkowych sporządzonych przy użyciu programu C2 (Juggins, 2007).

## 1.1. Okrzemkowe wskaźniki ekologiczne (Denys, 1991)

### Wskaźniki pH:

- acydobionty - optymalne warunki przy pH <5,5
- acydofile - optymalne warunki przy pH <7
- neutralne - najczęstsze występowanie przy pH około 7
- alkalifile - najczęstsze występowanie przy pH >7
- alkalibionty - występowanie wyłącznie przy pH >7
- indyferentne - brak określonych wymagań względem pH

### Wskaźniki trofii:

- oligotroficzne - taksony występujące w wodach oligotroficznych
- oligo do mezoeutroficznych - taksony występujące w wodach od oligotroficznych do mezotroficznych
- mezotroficzne - taksony występujące w wodach mezotroficznych
- mezo do eutroficznych - taksony występujące w wodach od mezotroficznych do eutroficznych
- eutroficzne - taksony występujące w wodach eutroficznych
- hipereutroficzne - taksony występujące w wodach hypereutroficznych
- oligo do eutroficznych (hypereutroficznych) - taksony występujące w wodach od oligotroficznych do eutroficznych (hypereutroficznych)

### Wskaźniki saprobii:

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BOD, zwane również Biologicznym Zapotrzebowaniem na tlen BZT) to ilość potrzebnego tlenu rozpuszczonego (tj. wymaganego) przez tlenowe organizmy biologiczne, aby rozbić materiał organiczny obecny w danej próbce wody w określonej temperaturze w określonym okresie czasu. Wartość BOD wyrażana jest najczęściej w miligramach tlenu zużytego na litr próbki przez 5 dni inkubacji w temperaturze 20 ° C i często jest używana jako surogat stopnia organicznego zanieczyszczenia wody.

BZT może być wykorzystywany jako miernik skuteczności oczyszczalni ścieków. BZT jest podobny w funkcji chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT), ponieważ mierzy ilość związków organicznych w wodzie. Jednak ChZT jest mniej konkretny, ponieważ mierzy wszystko, co może być chemicznie utlenione, a nie tylko poziomy biodegradowalnej materii organicznej (Tab 1).

Tab. 1. Kategoria saprobowa według (van Dam et al., 1994)

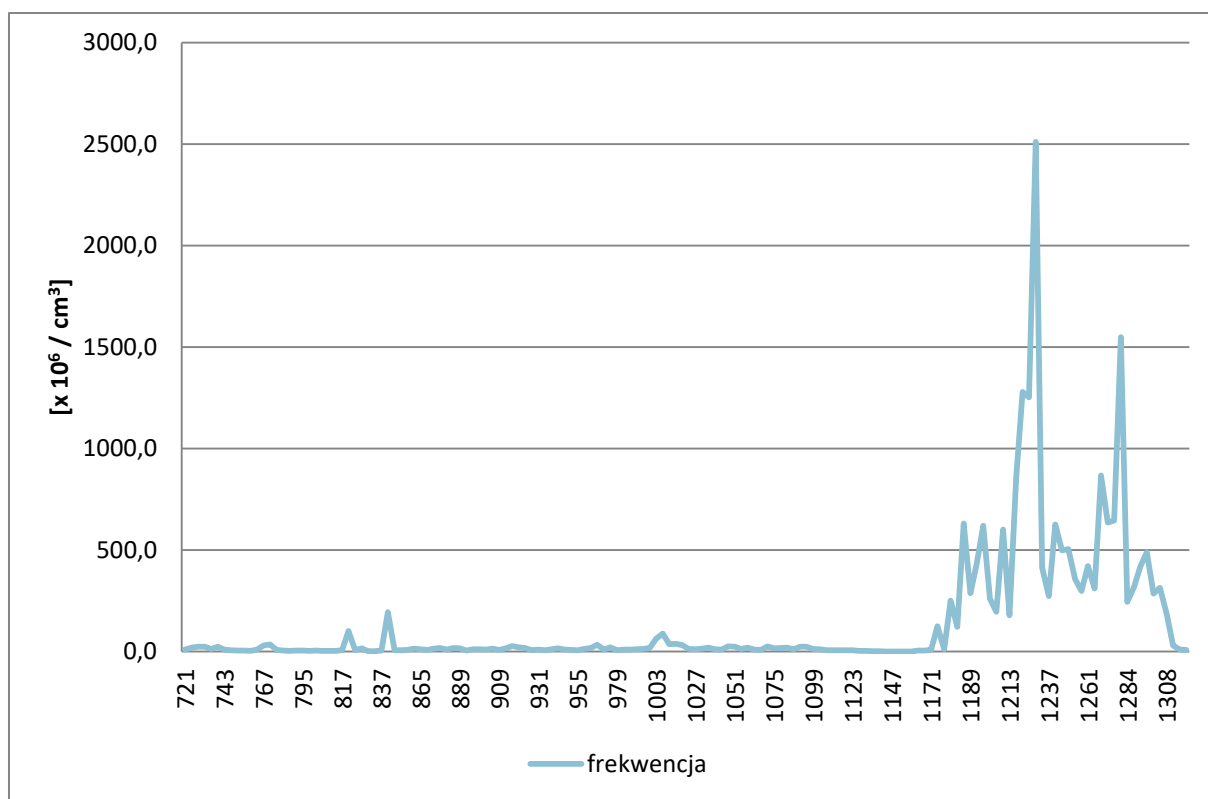
(S) Saprobity	Water quality class	Oxygen saturation (%)	Biochemical Oxygen Demand (BOD <sub>5</sub> <sup>20</sup> lub BZT) (mg l <sup>-1</sup> )
1 oligosaprobous	I, I-II	>85	<2
2 β-mesosaprobous	II	70-85	2-4
3 α-mesosaprobous	III	25-70	4-13
4 α-meso-polysaprobous	III-IV	10-25	13-22
5 polysaprobous	IV	<10	>22

## 2. Wyniki

Analiza flory okrzemkowej osadów rdzenia Serteya wykazała średni do bardzo słabego stan zachowania okryw okrzemkowych, co uwidoczniło się w licznych śladach zniszczenia czy rozpuszczenia. Udział poszczególnych gatunków był nierównomierny, ogółem rozpoznano od 5 do 39 gatunków w próbce, a różnorodność wahała się w przedziale 0,28 – 4,3. Na głębokości 1159 - 1143 cm, nie zidentyfikowano okryw okrzemkowych. Ogółem w badanym rdzeniu zidentyfikowano 163 gatunki okrzemek wraz z odmianami. Taksony dominujące, czyli udział powyżej 5% całego zbiorowiska, stanowiły 39 gatunki.

Struktura siedliskowa okrzemek nie była zróżnicowana. Dominującymi były gatunki tychoplanktoniczne, czyli plankton przypadkowy. Na taką obfitość tychoplanktonu w jeziorach wpływa falowanie i pionowe mieszanie wód, co powoduje, że okrzemki bentosowe odrywają się od podłoża i unoszą je w wodzie. Zgodnie z klasyfikacją Denysa (1991) okrzemki bentosowe, które uległy resuspsji, zaliczane są do tychoplanktonu (Ryc. 2).

Trzydzieści dziewięć gatunków było rzadkich (wystąpiło tylko raz), podczas gdy 64 gatunki (39,3 % wszystkich okrzemek) występowało w niewielkiej (1,0 – 4,8 %) liczebności. Trzydzieści dziewięć gatunków było dominujących (tj. występujących  $\geq 5\%$  zbiorowiska, w jednej lub kilku próbkach), podczas gdy trzy gatunki występowały najliczniej (tj.  $\geq 50\%$  zbiorowiska). Najliczniej występowały *Staurosira construens* Ehrenberg, *Navicula vulpina* Kützing i *Achnanthes fogedii* Håkansson. *Staurosira construens* zidentyfikowano w 147 próbkach (96, 6 % maksymalnej względnej liczebności), *Navicula vulpina* wystąpiła w 121 próbkach (max. 87,5 %), natomiast *Achnanthes fogedii* w 74 próbkach (max. 61,0 %).



Ryc. 1. Frekwencja okrzemek w osadach torfowiska Serteya

Od 1308 do 1189 cm obserwujemy wysoką frekwencję okrzemek, z dwoma punktami o największej liczebności: na głębokości 1280 cm -  $1548 \times 10^6 / \text{cm}^3$  oraz 1229 cm -  $2510 \times 10^6 / \text{cm}^3$  (Ryc. 1).

**Pod względem pH** najwięcej było taksonów alkalifilnych. Ich udział wahał się w granicach 23,8 – 99,0 % (średnia 73,9%). Od głębokości 1043 cm do stropu rdzenia, zwiększa się udział okrzemek neutralnych (neurophile) (0,6 – 71,2 %, średnio 19,6 %), (Ryc. 2).

**Analiza preferencji saprobowych** (Ryc. 2) wykazała zmiany w profilu pionowym. Początkowo od głębokości 1320 cm do 971 cm zdecydowanie większy udział stanowiły taksony beta-mezosaprobowych (wskaźników wód dość mocno zanieczyszczonych materią organiczną). W tym przedziale głębokości ich udział waha się w granicach 35,7 – 96,9 %, przy czym najwyższy udział jest na głębokości 1067 cm. Od głębokości 971 cm do 700 cm ich udział maleje, a wzrasta liczebność oligosaprobowych (z 37 % do 88,6 %, przy czym największy udział jest na głębokości 727 cm).

**Pod względem trofii** zauważa się wysoki udział taksonów mezo-eutroficznych (Ryc. 2).

### 3. Podsumowanie

Badania flory okrzemkowej rdzenia z torfowiska Serteya umożliwiają rekonstrukcję rozwoju oraz poszerzają wiedzę na temat zmian warunków ekologicznych tego zbiornika. Brak było niestety wystarczająco zachowanej flory okrzemkowej w osadach z głębokości 1159 - 1143 cm rdzenia, co uniemożliwiło jakiekolwiek wnioskowanie o warunkach jakie wówczas panowały. Oprócz okryw okrzemkowych znaleziono cysty złotowiciowców (*Chrysophyceae cysts*), szczątki igieł gąbek, makroszczątki roślinne i pyłek.

Frekwencja okrzemek największa jest w spągu rdzenia, co może wskazywać na dostęp do substancji odżywczych i swobodny rozwój fitoplanktonu a w tym okrzemek. Z faktu przewagi form tychoplanktonicznych należy wnioskować iż był to dość płytki zbiornik z silną tendencją mieszania wód (stąd wiele form które oderwały się od podłoża).

Odczyn wód jeziora współgra z poziomem trofii. Jak wskazuje grupowanie okrzemek pod względem pH, w całym profilu zdecydowanie dominują gatunki alkalifilne, z niewielkim udziałem neutralnych, co świadczy o tym że sedymentacja badanych osadów mogła zachodzić w środowisku neutralnym.

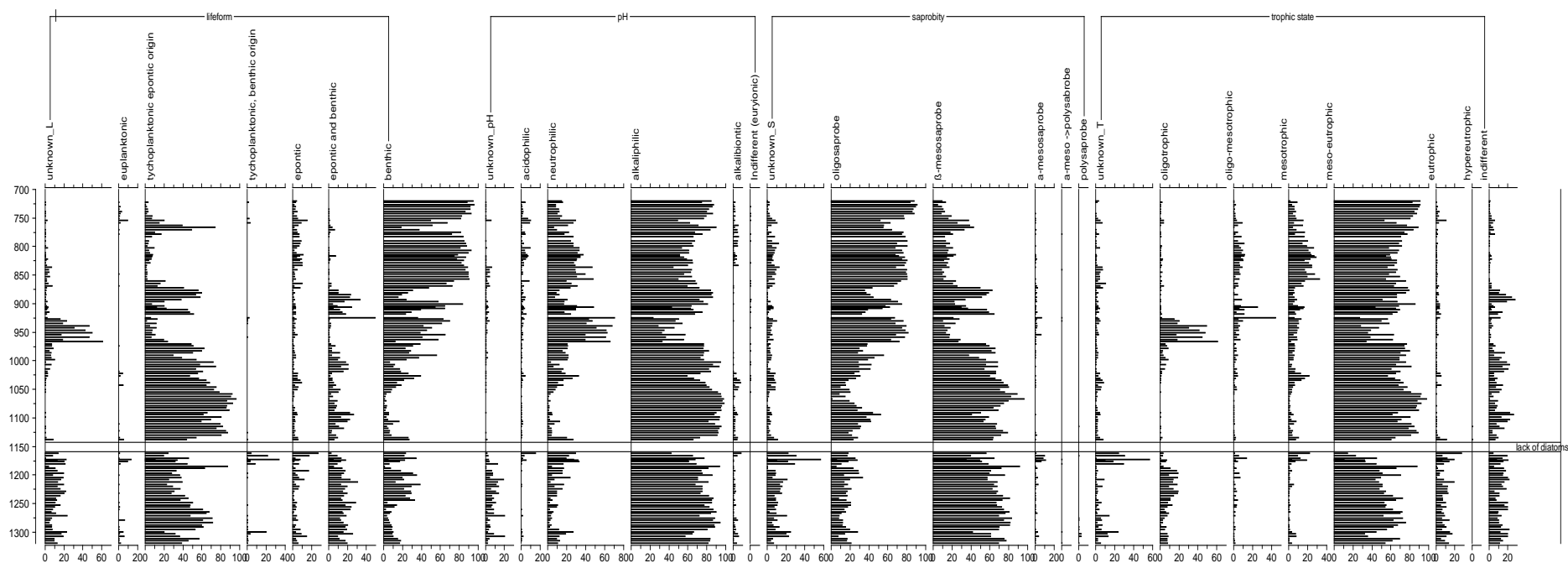
Pozostałe wykorzystane w analizie okrzemkowej kategorie ekologiczne wskazują, że wody zbiornika charakteryzowały się wodami średnio żyznymi, na co wskazywałaby dominacja okrzemek mezo-eutroficznych.

Saprobowość jest sumą wszystkich procesów rozkładu materii dostarczających wolnej energii. Można ją ocenić za pomocą dynamiki przemian dysymilacyjnych, intensywności poboru tlenu lub składu biocenozy i jest w tym ujęciu procesem przeciwnym produkcji pierwotnej. Saprobowość jest zatem tym wyższa, im większe jest zanieczyszczenie wody. Wskaźnik saprobowości określa poziom zanieczyszczenia wód martwą materią organiczną lub produktami jej gnilnego rozkładu.

Analiza diatomologiczna pod względem preferencji saprobowych wykazała że wody badanego zbiornika należały raczej do dość czystych, świadczy o tym dominacja taksonów beta-mezosaprobowych oraz towarzyszące im okrzemki oligosaprobowe.

## Literatura

- Battarbee, R.W., 1986. Diatom analysis. In: Berglund, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology*. London, John Wiley and Sons, Ltd, pp. 527–570.
- Dam, H. van van, Mertens, A., Sinkeldam, J., 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28, 117–133. doi:10.1007/BF02334251
- Denys, L., 1991. A check-list of the diatoms in the Holocene deposits of the Western Belgian coastal plain with survey of their apparent ecological requirements. *Service Geologique de Belgique* 1,2, 44.
- Hoffmann, G.M., Werum, M., Lange-Bertalot, H., 2011. *Diatomen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselagen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie*. A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell.
- Juggins, S., 2007. *C2 Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. User guide. Version 1.5*. Newcastle University, Newcastle upon Tyne, UK.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2008a. Bacillariophyceae 2, Ephytemiaceae, Bacillariaceae, Surirellaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. T 2, Fourth Edition*. Fisher, Stuttgart, p. 596.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2008b. Bacillariophyceae 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. T 3, Third Edition*. Fisher, Stuttgart, p. 577.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2010. Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heyning, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. T 1, Fourth Edition*. Fisher, Stuttgart, p. 876.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2011. Bacillariophyceae 4, Achnanthaceae. In: Ettl, H., Gärtner, G., Gerloff, J., Heyning, H., Mollenhauer, D. (Eds.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. T 4, Third Edition*. Fisher, Stuttgart, p. 437.
- Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D., 1996. Indicators of Oligotrophy. 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types. In: Lange-Bertalot, H. (Ed.), *Iconographia Diatomologica: Annotated Diatom Micrographs, T. 2*. p. 390.
- Lecointe, C., Coste, M., Prygiel, J., 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. In: *Twelfth International Diatom Symposium*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 509–513. doi:10.1007/978-94-017-3622-0\_51



Ryc. 2. Grupy ekologiczne okrzemek w osadach z torfowiska Serteya