

**Marta Rudna** (marta.rudna@vp.pl)

*Studenckie Koło Naukowe Geomonitoringu Uniwersytetu Łódzkiego, ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź*

## **Osady Jeziora Lubinieckiego w świetle badań paleoekologicznych**

### **Sediments of the Lubinieckie Lake by palaeoecological research**

#### **STRESZCZENIE**

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na Jeziorze Lubinieckim, w okolicach wsi Grodziszcze, Pojezierze Lubuskie. Badaniami objęty został 200 cm odcinek rdzenia pobranego na przesmyku łączącym stały ląd z wyspą. Wykonana została mikroskopowa analiza składu subfosylnych szczątków *Cladocera* oraz laboratoryjne badania parametrów fizykochemicznych. Struktura osadów wskazuje na zmienny charakter zbiornika. Wyniki badań subfosylnej fauny *Cladocera* potwierdzają zmienność warunków klimatycznych i środowiskowych w czasie, gdy zachodziła sedymentacja osadów biogenicznych. Wykresy wartości parametrów fizykochemicznych również ukazują fluktuacje klimatu ostatnich dwóch tysięcy lat.

#### **SUMMARY**

The article describes the results of a study conducted in the vicinity of Grodziszcze village. The research covered a 200 cm fragment of the core collected on a strait connecting the mainland with the island. In the course of the study, microscopic analysis of *Cladocera* sub-fossil remains along with laboratory testing of physical and chemical parameters were performed. The structure of deposits indicates a variable nature prevailing within the reservoir. Results of the research on sub-fossil *Cladocera* fauna confirm the variability of climatic and environmental conditions at the time when the biogenic deposit was accumulated. Charts presenting values of the physico-chemical parameters also indicate climatic fluctuations over the past two thousand years.

**Słowa kluczowe:** osady biogeniczne, kopalne wioślarki (*Cladocera*), parametry fizykochemiczne, Rynna Świebodzińsko-Podłogórska, Pojezierze Lubuskie

**Key words:** biogenic sediments, fossil *Cladocera*, physicochemical parameters, Świebodzińsko-Podłogórska Glacial Gully, Lubuskie Lake District

#### **WPROWADZENIE**

Osady zdeponowane w obrębie zbiornika jeziorno-torfowiskowego są głównym źródłem informacji o zmianach środowiskowych, jakie miały miejsce w przeszłości. Na ich podstawie można dokonywać rekonstrukcji paleoekologicznych, a następnie wyciągać wnioski na temat warunków środowiskowych panujących

w otoczeniu takiego obiektu w przeszłości (Szeroczyńska 1998). Osady biogeniczne są przedmiotem badań wielu specjalistów z zakresu nauk o Ziemi i środowisku (geografów, geologów, botaników itp.). Dzięki badaniom multidyscyplinarnym można przeprowadzić rekonstrukcję zmian zachodzących w środowisku na przestrzeni wieków. Dzięki analizie osadów można zrekonstruować cechy dawnego klimatu (np. średnie temperatury), właściwości zbiornika (poziom troficzny, odczyn i poziom wód), a nawet wpływ działalności człowieka.

Metodami badawczymi dającymi dobre podstawy do wnioskowania o powyższych parametrach jest oznaczenie pH i pojemności elektrolitycznej, określenie udziału materii organicznej oraz analiza ilościowa i gatunkowa bezkręgowców z rzędu wioślarek (*Cladocera*). Wymagania ekologiczne poszczególnych gatunków nie uległy zmianom od ostatniego glacjału. Aktualizm geologiczny daje podstawę do wykonywania rekonstrukcji paleoklimatycznych i paleoekologicznych (Szeroczyńska 1998).

Badania prowadzone były w misie Jeziora Lubinieckiego, znajdującego się na Pojezierzu Lubuskim. Inspiracją do podjęcia analiz osadów biogenicznych były prace archeologiczne prowadzone w otoczeniu tego zbiornika i w jego strefie brzegowej.

## **PROBLEMATYKA**

Podstawowym parametrem chemicznym wskazującym na charakter zarówno jeziora, jak i torfowiska jest odczyn jego wód (pH). Wartość pH jest zmienna w czasie i zależy od:

- rodzaju wody zasilającej jezioro lub torfowisko;
- występującej w danym okresie roślinności (zarówno w zbiorniku, jak i w jego otoczeniu);
- udziału materii mineralnej, szczególnie węglanu wapnia.

Wysoką zawartością materii organicznej sięgającą nawet 99% oraz niskim pH charakteryzują się torfowiska wysokie. W torfowiskach niskich zwykle występuje istotny udział części mineralnych, modyfikujących odczyn (Myślińska 1999). Cząstki mineralne nanoszone mogą być do zbiornika poprzez wiatr lub trafiać do niego wraz z wodami powierzchniowymi. W jeziorach zawartość materii mineralnej uzależniona jest przede wszystkim od wielkości i rodzaju materiału dostarczanego z zewnątrz, z otoczenia jeziora (Tobolski 2000).

Miarą zawartości substancji nieorganicznych jest przewodność elektrolityczna (konduktywność). Jest ona zbieżna ze stopniem mineralizacji. Ilość jonów, które zawarte są w wodzie jest ściśle związana z wartościami jakie przybiera przewodnictwo elektrolityczne. Najniższe wartości przyjmują zazwyczaj wody torfowisk wysokich (Jurys 2013).

*Cladocera* (wioślarki) to słodkowodne skorupiaki żyjące w wodach powierzchniowych. Żyją zarówno w strefie otwartej toni wodnej jak i w strefie przybrzeżnej. Po śmierci tych bezkręgowców na dno zbiornika opadają ich chitynowe pancerzyki i ulegają procesom fosylizacji. Wymagania ekologiczne poszczególnych gatunków nie uległy zmianom, wynikający z tego aktualizm geologiczny wioślarek stanowi podstawowe założenie rekonstrukcji paleoklimatycznej i paleoekologicznej (Szeroczyńska 1998). Analiza zachowanych szczątków *Cladocera* pozwala wnioskować o warunkach, jakie panowały w zbiorniku w przeszłości (Szeroczyńska, Zawisza 2007).

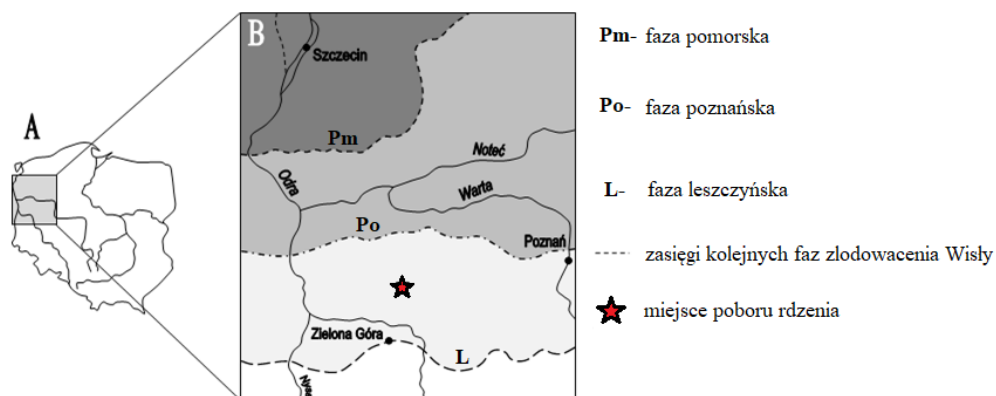
## TEREN BADAŃ

Jezioro Lubinieckie według podziału administracyjnego położone jest w województwie lubuskim, w powiecie świebodzińskim, w gminie Świebodzin. Jest oddalone około 1 kilometra od miasta Świebodzin. Jego powierzchnia wynosi niecałe 80 ha.

W podziale fizycznogeograficznym J. Kondrackiego (2002) obszar badań znajduje się w mezoregionie Pojezierze Łagowskie. Z geomorfologicznego punktu widzenia wypełnia zagłębienie w Rynnie Świebodzińsko-Podłogórskiej pochodzenia glacialnego, która powstała podczas zlodowacenia Wisły. Obszar przylegający do jeziora znalazł się w obrębie fazy leszczyńskiej tego zlodowacenia (Ryc. 1).

Według badań Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Zielonej Górze z lat 2001 i 2017 wody Jeziora Lubinieckiego wykazują tendencje do eutrofizacji (<http://www.zgora.pios.gov.pl/>). Na ten stan wpływa funkcjonowanie oczyszczalni ścieków dla miasta Świebodzin, której oczyszczone ścieki są spuszczone do zbiornika. Podczas modernizacji wprowadzono w oczyszczalni nowe rozwiązania technologiczne uzdatniania ścieków i jakość wody uległa poprawie. Nadal jednak odnotowywane są niepokojąco wysokie wartości substancji organicznych w wodzie, które świadczą o wciąż istniejącym zagrożeniu eutrofizacją komunalną.

W północno-wschodniej części masy Jeziora Lubinieckiego, w rejonie wsi Grodziszczce do lustra wody przylega torfowisko o powierzchni około 2 ha. Z tego torfowiska pobrany został rdzeń osadów. Wykonano go na przesmyku łączącym stałą łąd z wyspą, która znajduje się w niewielkiej odległości od brzegu.



Ryc.1. Położenie obszaru badań na tle zasięgów kolejnych faz zlodowaceń północnopolskich. (źródło: opracowanie własne na podstawie: Marks 2005)

Fig.1. Location of the study area against the limits of the limit of the North Polish Glaciations ice sheet. (source: own elaboration on the basis of: Marks 2005)

## MATERIAŁY I METODY

Do badania został pobrany rdzeń osadów (GR-1) z torfowiska przy Jeziorze Lublinieckim, zawierający torfy i utwory jeziorne. Odwiertu dokonano przy pomocy próbnika Instorf. Tworzące go osady zabezpieczono w warunkach laboratoryjnych oraz dokonano jego opróbowania.

Próbki do analizy parametrów fizykochemicznych pobrano w odstępie co 2 cm. Pominięta została wierzchnia warstwa (0-0,2 m) zmurszałego torfu o silnym stopniu rozkładu i zaburzonej strukturze. Oznaczono parametry fizykochemiczne:

- odczyn (pH) i konduktywność (pojemność elektrolityczna) metodą potencjometryczną;
- udział materii organicznej metodą strat na prażeniu.

Wstępne przygotowanie próbki obejmowało wysuszenie w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105°C. Następnie odważono 3 g materiału, które były następnie zalewane wodą destylowaną na 24 godziny (Myślińska 1999). Pomiarów pH i pojemności elektrolitycznej dokonano przy użyciu elektrody pH-metrycznej i konduktometrycznej.

Oznaczanie strat na prażeniu polega na określaniu utraty masy gruntu podczas prażenia (PN-B-04481:1988). Najpierw każdą świeżo pobraną próbkę z rdzenia zważono na wadze analitycznej. Następnie wysuszono je w temperaturze 105°C w suszarce laboratoryjnej przez około 5 godzin. Po ostudzeniu jeszcze raz zważono próbki. Po tej czynności parowniczej (tygielki) z próbkami umieszczono w piecu muflowym i prażono w temperaturze 550°C przez 4 godziny. Wyprażone

próbki ponownie ostudzone i zważono. Obliczenia strat na prażeniu wykonano w oparciu o wzór:

$$I_z = \frac{m_{st} - m_u}{m_{st} - m_t} 100\%$$

gdzie :

$I_z$  - procentowa zawartość strat masy podczas prażenia [%],

$m_{st}$  - masa próbki wysuszonej do stałej masy wraz z tygielkiem [g],

$m_u$  - masa próbki wyprażonej do stałej masy wraz z tygielkiem [g],

$m_t$  - masa wyprażonego tygielka [g].

Próbki do oznaczeń subfosylnej fauny *Cladocera* pobierano w odstępach mających od 4 do 18 cm miąższości rdzenia. Ponownie pominięta została górna, zmurszała warstwa (0-0,2 m). Łącznie w ten sposób otrzymano 21 próbek.

Przygotowanie próbek obejmowało podgrzewanie próbek w 100 ml 10% roztworu wodorotlenku potasu (KOH) w temperaturze 60°C (Frey 1986). Następnie każdą próbkę wstawiono na 20 minut na mieszađło magnetyczne. Po tym czasie dodano wodę destylowaną, tak by objętość próbki wynosiła 250 ml, i pozostawiono je na 24 godziny.

Przygotowane próbki przepłukano wodą destylowaną na sicie 38  $\mu$ m. Celem usunięcia węglanów z próbki przepłukano je również 8% roztworem kwasu solnego (HCl) i ponownie przemyto wodą destylowaną. Uzyskany roztwór umieszczono w plastikowych skalowanych (co 0,5 ml) fiolkach o pojemności całkowitej 15 ml.

Ostatnim etapem przygotowania próbek było zabarwienie chitynowych pancerzyków wioślarek poprzez dodanie kilku kropel safraniny. Tak przygotowane próbki poddano analizie mikroskopowej.

Za pomocą pipety automatycznej pobierano 0,1 ml roztworu z próbki i nakładano go na szkiełko laboratoryjne tworząc preparat mikroskopowy. Następnie pod mikroskopem zliczono wszystkie elementy szkieletowe wioślarek: tarczki głowowe, postabdomeny, skorupki tułowiowe i ehipia. Przeprowadzono także identyfikację gatunków *Cladocera* za pomocą klucza do oznaczania wioślarek z obszaru Europy Środkowej (Szeroczyńska, Saemaja-Korjonen 2007).

## WYNIKI

Zbadany odcinek rdzenia GR-1 miał miąższość 2 metrów (Fot. 1), zaś obecność osadów biogenicznych stwierdzono do głębokości 6 metrów. W sekwencji rdzenia wierzchnią warstwę materiału organicznego o brunatnym zabarwieniu stanowi mursz, który znajdował się na głębokości 0,0-0,2 m. Poniżej zalega seria torfów z wkładką gytii

oraz zwarta seria osadów jeziornych. Szczegółowy opis litologii zbadanych serii w rdzeniu zawiera tabela 1.



**Fot.1. Analizowany profil utworów biogenicznych GR-1. (źródło: fot. J. Twardy, 2016)**

**Photo.1. Biogenic sediments of the GR-1 core. (source: photo by J. Twardy, 2016).**

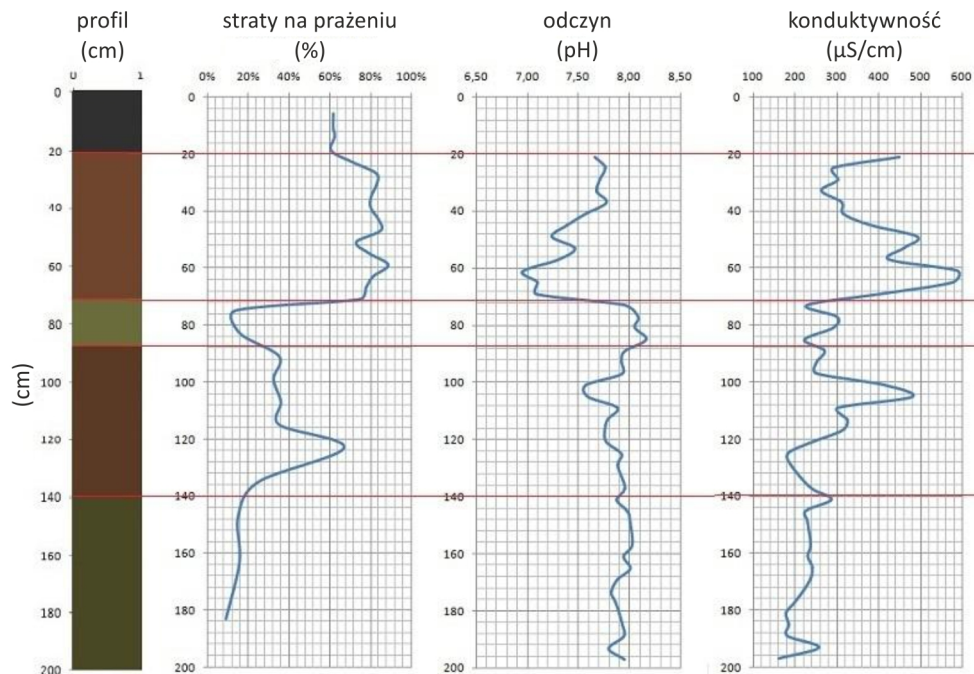
**Tab.1. Osady w rdzeniu GR-1. (źródło: opracowanie własne)**

**Tab.1. Biogenic deposits in GR-1 core. (source: own elaboration)**

<b>Głębokość (m)</b> <i>Depth (m)</i>	<b>Rodzaj osadów</b> <i>Type of the sediments</i>
0,00-0,20	Mursz
0,20-0,26	Torf silnie rozłożony (80%), z domieszką muszli
0,26-0,48	Torf mszysto-zielny (rozkład 50-60%), z rozproszonymi fragmentami muszli
0,48-0,56	Torf mszysto-zielny (rozkład 60-65%), bez muszli
0,56-0,72	Torf mszysto-zielny (rozkład 35-40%)
0,72-0,83	Gytia detrytusowo-ilasta (szczątki roślin i muszli), oliwkowo-szara
0,83-0,86	Gytia grubodetrytusowa z dużym udziałem szczątków roślin, brązowo-szara
0,86-0,92	Torf zielny z dodatkiem gytii i szczątkami muszli
0,92-1,00	Torf zielny (rozkład 25-30%) z dodatkiem gytii oraz szczątkami drewna i muszli
1,00-1,40	Torf zielny (rozkład 50%) z gytią: szczątki drewna około 1,14-1,18 m i duży fragment drewna 1,28-1,35 m
1,40-2,00	Gytia węglanowa z detrytusem roślinnym i muszelkami, brązowo-szara

## Zawartość materii organicznej, odczyn i konduktywność

Wyniki przeprowadzonego badania parametrów fizykochemicznych zestawiono na wykresie (Ryc. 2).



Ryc.2. Zestawienie wyników podstawowych parametrów fizykochemicznych w badanych utworach. (źródło: opracowanie własne)

Fig.2. The results of the basic physicochemical parameters in the analyzed biogenic sediments. (source: own elaboration)

Na głębokości 1,40-2,00 m (gytia węglanowa) wszystkie zbadane parametry nie wykazują dużej zmienności. Zawartość materii organicznej wyrażona przez wskaźnik strat na prażeniu przyjmuje wartości od 7,20% do 21,82%, stopniowo wzrastając od głębokości 2,00 do 1,60, co może wskazywać na zwiększający się udział detrytusu roślinnego. Zaobserwowano stosunkowo wysoką wartość odczynu pH – jest on lekko zasadowy, co świadczy o zasilaniu zbiornika w czasie ich depozycji wodami gruntowymi (zasobnymi w jony  $\text{OH}^-$ ). Konduktywność przyjmuje tutaj najniższe wartości jakie odnotowano w całym profilu, wartości wahają się od 160 do 287  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Następna warstwa osadów zalegająca na głębokości 1,40-0,86 m (torf zielny) charakteryzuje się dużym wzrostem udziału materii organicznej między 1,40 i 1,25 m, osiągając maksymalną wartość dla tej warstwy 66,94%. Następnie wartość ta spadła do około 35%. Odczyn pH charakteryzuje się niewielką zmiennością, wartości wahają się od 7,57 do 7,95. Z kolei wartość przewodności elektrolitycznej spada do

183,41  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (na głębokości 1,25 m) i następnie wzrasta do 478,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (na głębokości 1,05 m). Zmiany te mogą być związane ze zmianą charakteru osadów (z jeziornych na torfowe) lub zasilania zbiornika (początkowo zbiornik mógł być zasilany głównie wodami opadowymi, a następnie wzrosło znaczenie zasilania wodami gruntowymi). Straty na prażeniu sugerują, iż początkowo zawartość szczątków organicznych była stosunkowo wysoka. Próbka torfu z głębokości ok. 1,13 m została wydatowana radiowęglowo na 1710 $\pm$ 80 BP.

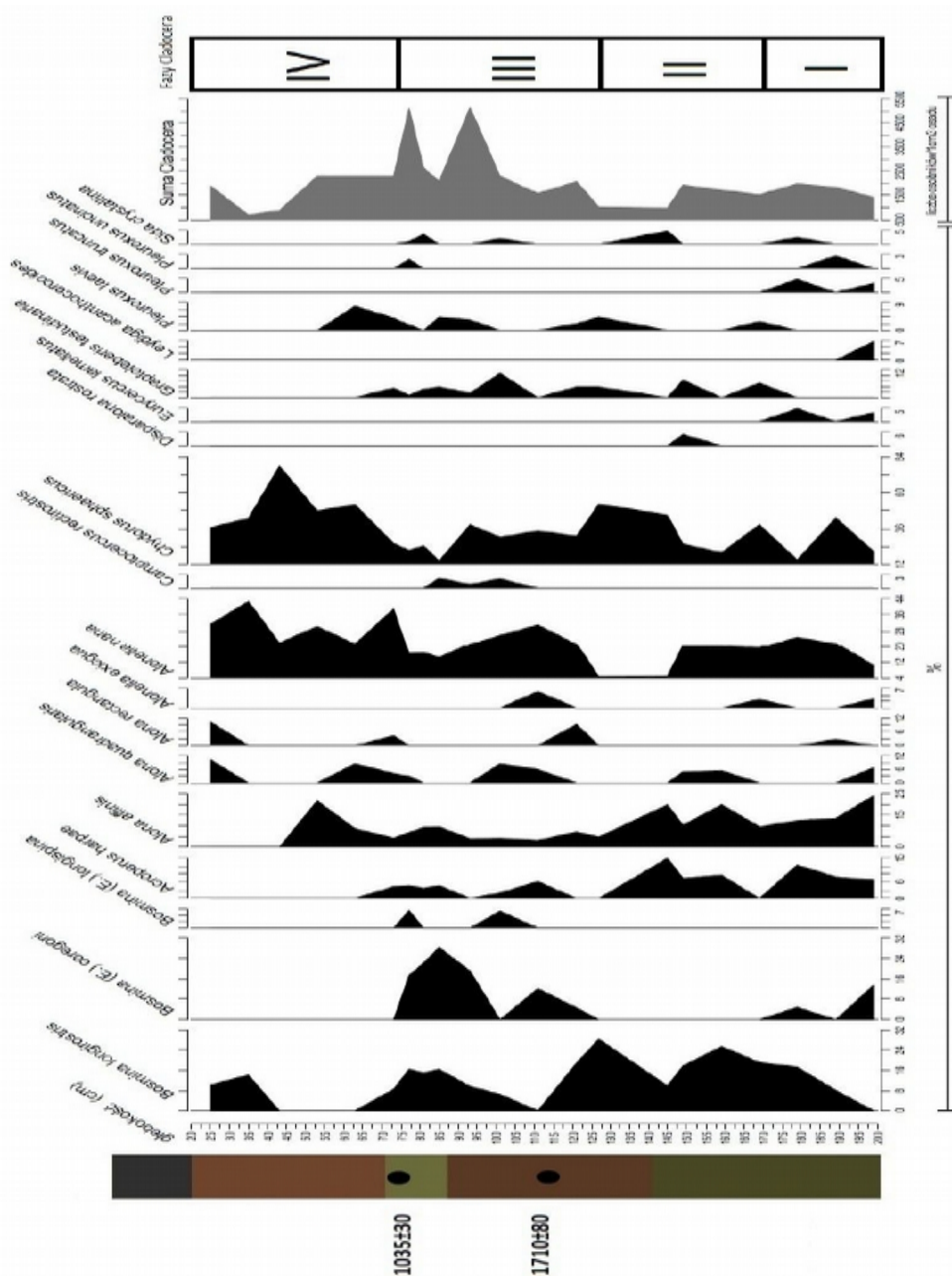
Na głębokości 0,86-0,72 m (gytia węglanowo-detrytusowa) zawartość materii organicznej początkowo maleje do 15,81%, ale następnie znów wzrasta. Zawartość substancji organicznych jest niższa niż w osadach torfowych, ponieważ zbiornik w tym okresie był ponownie jeziorem. W związku ze zmianą charakteru osadów wzrasta zasadowość. Odczyn pH osiąga maksymalne wartości odnotowane w tym profilu (8,16). Na głębokości około 0,73 m wartość ta spada do 7,95. Wskaźnik konduktywności ulega niewielkim wahaniom: najpierw jego wartość wzrosła z 222,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  do 300,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , po czym spadła do 229,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Pobrana próbka torfu z głębokości około 0,75 m wydatowana została na 1035 $\pm$ 30 BP.

W warstwie na głębokości 0,72-0,20 m (torf zielny) występuje duża zmienność wszystkich parametrów. Zawartość materii organicznej osiągnęła najwyższe wyniki i wynosiła od 71,08% (na głębokości 0,23 m) do 84,84% (na głębokości 0,47 m). Odczyn pH osiąga minimalne wartości odnotowane w całym profilu – 6,95 (0,61 m). Na tej samej głębokości występowała również maksymalna wartość wskaźnika konduktywności względem całego badanego profilu (686,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Na tej podstawie można wysnuć wniosek, że w okresie powstawania tej warstwy funkcjonowało tu torfowisko posiadające optymalne warunki rozwoju.

### **Liczebność i skład gatunkowy wioślarek (*Cladocera*)**

Przeprowadzona analiza ilościowa i gatunkowa pozwoliła na zaobserwowanie 4 faz rozwoju wioślarek, na podstawie których można wnioskować o zmianach środowiska i otoczenia zbiornika w przeszłości (Ryc. 3). Łącznie w rdzeniu stwierdzono występowanie 19 gatunków *Cladocera*.





Ryc.3. Diagram procentowej zawartości osobników *Cladocera* wraz z sumą całkowitą osobników w 1cm<sup>3</sup> osadu pobranego z jeziora Lubinieckiego na tle litologii i wieku osadów. (źródło: opracowanie własne)

Fig.3. *Cladocera* percentage diagram, total number of specimens and taxa per 1 cm<sup>3</sup> of sediment and proposed *Cladocera* zones of Lubinieckie Lake sediments according to the lithology and age of the biogenic deposits. (source: own elaboration)

### Faza I (2,00-1,70 m)

W fazie pierwszej stwierdzono 16 gatunków *Cladocera*, których maksymalna frekwencja wynosiła 2000 osobników w 1 cm<sup>3</sup>. Okres ten wyróżnia się dominacją trzech gatunków: *Chydorus sphaericus* (29,2%), *Alonella nana* (19,71%) oraz *Alona affinis* (14,6%). Dość licznie występuje również *Bosmina longirostris* (11,68%). Pozostałe gatunki to: *Acroperus harpae* (7,3%), *Bosmina* (E.) *coregoni* (4,38%), *Eurycercus lamellatus* oraz *Pleuroxus truncatus* (2,19%), *Alona quadrangularis*, *Alonella exigua*, *Graptoleberis testudinaria*, *Leydiga acanthocercoides*. Stanowią one łącznie 24,81%. Rozpoznane w tym okresie gatunki to również *Alona rectangula*, *Pleuroxus laevis*, *Pleuroxus uncinatus*, a także *Sida crystallina*. Pod koniec fazy liczebność *Bosmina coregoni* spada i pojawia się więcej osobników *Bosmina longirostris*.

### Faza II (1,70-1,28 m)

W okresie tym stwierdzono występowanie 9 gatunków wioślarek. Frekwencja wynosiła 1950 osobników w 1 cm<sup>3</sup>. Dominowały: *Chydorus sphaericus* (27,66%), *Bosmina longirostris* (19,15%), *Alonella nana* (17,02%) oraz *Alona affinis* (15,96%). Swoje maksimum rozwojowe osiągają *Bosmina longirostris*, *Alona affinis* oraz *Acroperus harpae* (9,57%). Tak jak w fazie I zaznacza się udział gatunków *Alona quadrangularis* (4,26%), *Graptoleberis testudinaria* (3,19%) oraz *Sida crystallina* (1,06%). Po raz pierwszy pojawia się *Disparalona rostrata* (2,13%), natomiast stwierdzono brak gatunków *Bosmina* (E.) *coregoni*, *Alonella exigua*, *Eurycercus lamellatus*, *Leydiga acanthocercoides*, *Alona rectangula*, *Pleuroxus laevis* i *Pleuroxus uncinatus*.

### Faza III (1,28-0,75 m)

W fazie tej występuje największa liczebność osobników *Cladocera* w 1 cm<sup>3</sup> (5150). W okresie tym stwierdzono 15 gatunków wioślarek. Dominują *Chydorus sphaericus* (29,48%) oraz *Alonella nana* (19,5%), swe maksimum rozwojowe osiąga nieobecna w fazie II *Bosmina* (E.) *coregoni* (15,42%). Występuje także *Bosmina longirostris* (13,38%), a po raz pierwszy pojawia się trzeci gatunek z rodziny *Bosminidae* – *Bosmina* (E.) *longispina* (2,27%). Znacząco spadł udział *Alona affinis* (6,12%) i *Acroperus harpae* (2,72%). Pozostałe 13,38% stanowią takie gatunki jak: *Alona quadrangularis*, *Graptoleberis testudinaria*, *Sida crystallina*, *Alona rectangula*, *Alonella exigua*, *Pleuroxus laevis*, *Pleuroxus uncinatus*.

#### Faza IV (0,75-0,20 m)

W fazie tej stwierdzono 9 gatunków *Cladocera*, ich maksymalna frekwencja wynosiła 2300 osobników w 1 cm<sup>3</sup>. Maksimum rozwojowe w profilu osiągnęły *Chydorus sphaericus* (44,23%) oraz *Alonella nana* (30,77%). Gatunki te łącznie stanowiły 75% ogólnej ilości wioślarek rozpoznanych w tej fazie. Zauważalny jest duży spadek *Bosmina longirostris* (4,81%) i zanik reszty gatunków pelagicznych: *Bosmina* (E.) *coregoni*, *Bosmina* (E.) *longispina*.

#### Interpretacja

Warunki środowiskowe panujące podczas ostatniej fazy można uznać za niekorzystne dla rozwoju wioślarek (*Alona affinis*, *Acroperus harpae*, *Chydorus sphaericus* – gatunki typu „arctic species”). Pogorszenie parametrów ekologicznych może także sugerować zmianę charakteru zbiornika z jeziora w torfowisko. Do takiego stanu rzeczy przyczynił się prawdopodobnie rozwój wczesnośredniowiecznego grodziska na wyspie nieopodal jeziora. Hipotezę tą zdaje się potwierdzać wykonane na głębokości około 0,75 m datowanie <sup>14</sup>C osadu (1035±30 BP). Osadnictwo rozwijało się w tym miejscu od IX-XI w. n.e., wtedy też ludność prawdopodobnie rozpoczęła prace melioracyjne, które były bezpośrednią przyczyną spadku poziomu wód w jeziorze i rozwoju na części dawnego dna torfowiska. Możliwe jednak jest również, iż spadek poziomu wody nie był wynikiem antropopresji, lecz spowodowany był naturalnymi zmianami klimatycznymi w tym okresie.

#### PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wskazują, iż charakter zbiornika zmieniał się na przestrzeni około dwóch tysięcy lat. Jest to widoczne wyraźnie w strukturze osadów (zaobserwowano zarówno osady jeziorne jak i torfowiskowe).

Na wykresach parametrów fizykochemicznych w osadach na głębokości około 0,75 – 0,20 m zauważalne jest nagłe pogorszenie warunków. Zmiana ta jest widoczna również na diagramie procentowej zawartości osobników *Cladocera* wraz z sumą całkowitą osobników *Cladocera*. W osadach pobranego rdzenia na tym odcinku widoczna była granica pomiędzy osadami jeziornymi, a torfowymi. Datowanie radiowęglowe wykazało, że osady na głębokości 0,75 m powstały około 1000 lat temu.

Wyniki badań fauny *Cladocera* ukazują 4 fazy zmian warunków środowiskowych podczas odkładania się osadów. Zaznaczają się okresy wzrostu liczebności ogólnej i liczby gatunków (wzrost średnich temperatur, wyższy poziom wód, zbiornik miał charakter jeziora), oraz okresy o tendencji odwrotnej (spadek średnich temperatur, niższy poziom wody, zbiornik miał charakter torfowiska). Ostatnia faza może być związana z nasileniem się antropopresji. Działalność człowieka

zapoczątkowana w czasach średniowiecza na tym obszarze mogła przyczynić się do zmian środowiskowych, takich jak obniżenie poziomu wód. Ostatnia zmiana charakteru zbiornika (z jeziora na torfowisko) pokrywa się z powstaniem grodu w Grodziszczu. Silny wzrost konduktywności osadów i zawartości materii organicznej może wynikać z dostawy do zbiornika zanieczyszczeń, jak i efektów erozji gleby z zapewne częściowo odlesionej zlewni jeziora. W chwili obecnej antropopresja jest nadal zauważalna, co potwierdzają raporty WIOŚ o stanie wód Jeziora Lubinieckiego.

## LITERATURA

- Frey D.G. (1986). *Cladocera analysis*. [W:] B.E. Berglund (red.): Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Wiley, Chichester, UK: 667-692.
- Jurys L. (2013). *Hydrogeologiczne i hydrologiczne warunki eksploatacji torfu metodą frezowania oraz rekultywacji wyrobisk w Polsce północnej*. *Górnictwo Odkrywkowe* (t. 54, z. 2): 85-94.
- Kondracki J. (2002). *Geografia regionalna Polski*. Wyd. PWN, Warszawa: 134-137.
- Marks L. (2005). *Pleistocene glacial limits in the territory of the Poland*. *Przegląd Geologiczny*, (t. 53, z. 10/2): 988-993.
- Myślińska E. (1999). *Parametry fizyczne torfów i ocena metod ich oznaczania*. *Przegląd Geograficzny* (t. 47, z.7): 676-682.
- Szeroczyńska K., Sarmaja-Korjonen K. (2007). *Atlas of Subfossil Cladocera from Central and Northern Europe*. Friends of the Lower Vistula Society: 83.
- Szeroczyńska K. (1998). *Wioślarki (Cladocera, Crustacea) jako źródło informacji w badaniach osadów jeziornych*. *Studia Geologica Polonica* (t. 112): 9-28.
- Szeroczyńska K., Zawisza E. (2007). *Paleolimnologia – historia rozwoju jezior w Polsce w świetle badań fauny wioślarek*. *Studia Limnologica et Telmatologica*, (t. 1): 51-60.
- Tobolski K. (2000). *Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych*. Wyd. PWN, Warszawa: 65.

## Źródła internetowe

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Zielonej Górze: <http://www.zgora.pios.gov.pl/> [dostęp z dn. 31.12.2018]