

## **Laminowane osady denne jeziora Szurpiły jako podstawa rekonstrukcji zmian środowiska przyrodniczego w północno-wschodniej Polsce**

**Małgorzata Kinder\*<sup>1</sup>, Wojciech Tylmann<sup>1</sup>, Christian Ohlendorf<sup>2</sup>, Bernd Zolitschka<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Uniwersytet Gdański, Katedra Geomorfologii i Geologii Czwartorzędu, ul. Dmowskiego 16a, 80-264 Gdańsk*

<sup>2</sup>*Uniwersytet w Bremie, Instytut Geografii, GEOPOLAR, Celsiusstrasse FVG-M, D-28359 Brema*

### **Wprowadzenie**

Osady denne jezior odzwierciedlają zachodzące zmiany klimatyczne i środowiskowe (Ojala 2001, Zolitschka 2006) i z tego względu stanowią niezwykle cenne źródło informacji paleośrodowiskowych. Szczególne znaczenie dla rekonstrukcji paleolimnologicznych i paleoekologicznych mają osady rocznie laminowane, które umożliwiają określenie wieku absolutnego wyrażonego w latach kalendarzowych. Wzbogacenie datowań tych osadów o analizy wieloskaźnikowe pozwala tworzyć lokalne i regionalne skale chronologiczne, odmierzające liczne zdarzenia w latach kalendarzowych (Tobolski 2000). Obecnie, wraz z rozwojem metod i technik badawczych, wzrasta zainteresowanie możliwościami wykorzystania osadów rocznie laminowanych nie tylko do rekonstrukcji środowiska, lecz również do prognozowania zmian (Zolitschka 2003). Fakt ten sprawia, że stanowiska takich osadów są niezwykle cennymi obiektami badań.

Na obszarze północno-wschodniej Polski brakuje udokumentowanych stanowisk występowania postglacjalnych, rocznie laminowanych osadów jeziornych o zasięgu czasowym obejmującym późny glacjał i cały holocen. Podstawowym celem niniejszej pracy była weryfikacja występowania osadów laminowanych w jeziorze Szurpiły, w którym stwierdzono wcześniej laminację w krótkim rdzeniu osadów stropowych (Tylmann i in. 2006). Ponadto wynikiem rezeznania zmian składu chemicznego jest wstępna ocena potencjału i możliwości wykorzystania osadów dennych jeziora Szurpiły do rekonstrukcji paleoklimatycznej i paleoekologicznej.

Jezioro Szurpiły położone jest na północno-wschodnim krańcu Polski (ryc. 1), na Pojezierzu Suwalskim, a dokładniej w mezoregionie Pojezierze Wschodniosuwalskie (Kondracki 2000). Genetycznie jest to przykład jeziora morenowego, zaporowo-wytopiskowego, powstałego w obrębie form marginalnych w wyniku wytopienia brył martwego lodu (Ber 1968). Linia brzegowa jest dobrze rozwinięta i wyróżnić można cztery części jeziora: północno-wschodnią – najgłębszą (46,8 m), środkową – płytszą, oddzieloną od poprzedniej wyspą, oraz dwa płosa: zachodnią zatokę Targowisko i północno-zachodnią zatokę Jodel. Brzegi zbiornika wodnego są na ogół dosyć strome, strefa litoralu jest wąska, a dno w części fundamentalnej jest urozmaicone (ryc. 1).

### **Metody**

Badania terenowe obejmowały pobór ośmiu rdzeni osadów dennych z pływającej platformy umieszczonej w obszarze o maksymalnej głębokości. W czasie prac terenowych zastosowano próbniki grawitacyjne beztłokowe (próbnik grawitacyjny ETH, chwytacz rurowy typu Kajak) oraz sondy tłokowe (Uwitec Niederreiter, Uwitec Usinger). W ten sposób z dna jeziora pobrano równolegle pięć krótkich rdzeni oraz trzy długie (ryc. 1). Następnie rdzenie podzielone zostały na sekcje o długości 1–1,4 m i umieszczone w chłodnym pomieszczeniu (4–5°C) na Uniwersytecie w Bremie.

\* e-mail: gokin@wp.pl

W kolejnym etapie rdzenie zostały otwarte i wykonano dokumentację fotograficzną oraz opis makroskopowy osadu. Ze względu na ciemną i prawie jednolitą barwę większości świeżo otwartych rdzeni, kilka dni później wykonano drugą serię zdjęć po utlenieniu osadu, co okazało się niezwykle pomocne przy korelacji rdzeni.

W celu szybkiego i niedestrukcyjnego określenia składu chemicznego osadu wykorzystana została metoda spektroskopowa nazywana fluorescencją rentgenowską XRF (ang. X-ray Fluorescence). Rdzenie skanowano urządzeniem ITRAX XRF (Cox Analytcs, Szwecja) ze standardową rozdzielczością 0,5 cm.

### Cechy litologiczne osadów

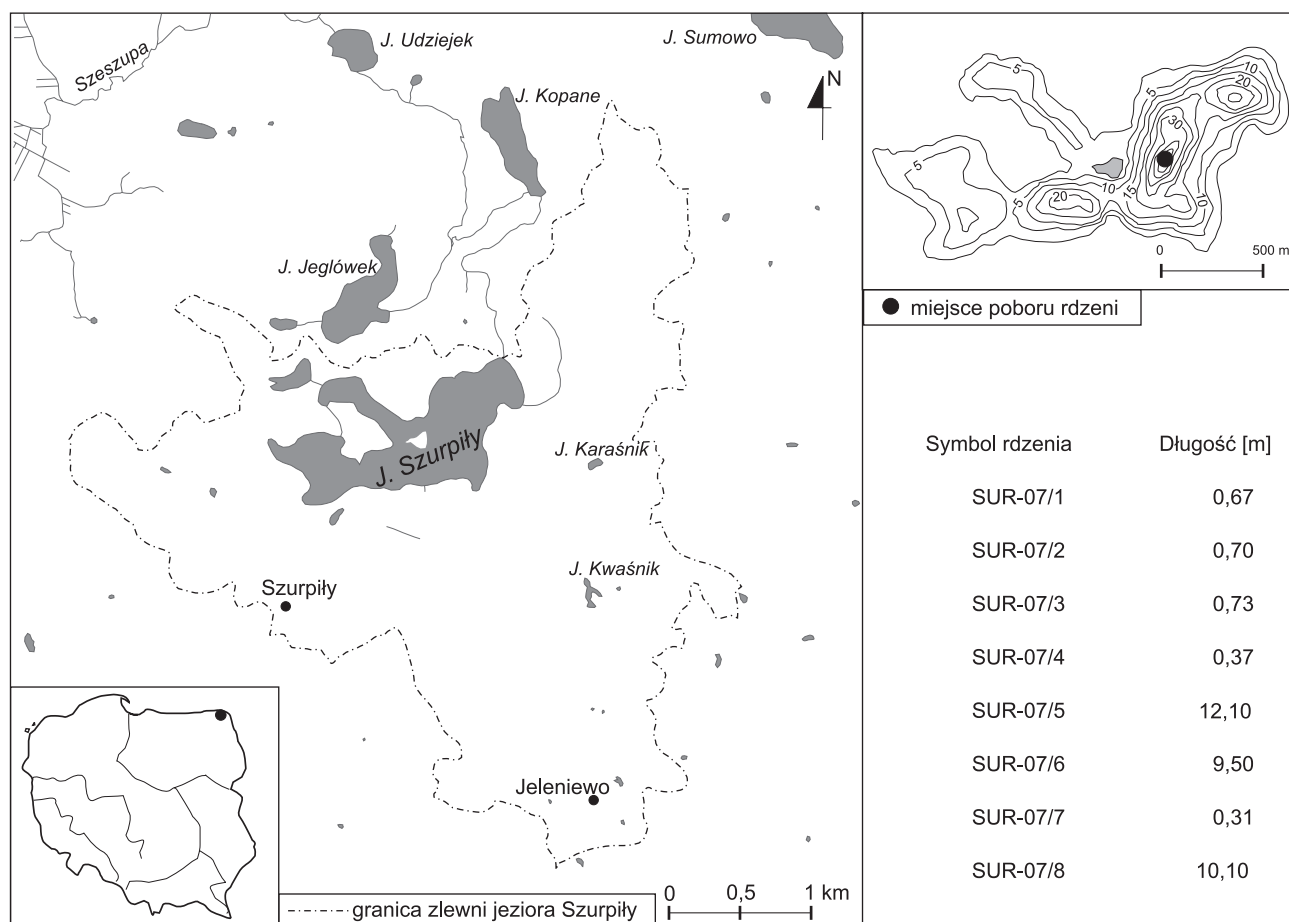
W celu otrzymania kompletnego profilu osadów dennych jeziora Szurpily, na podstawie zdjęć cyfrowych otwartych rdzeni i wspierając się wynikami skanowania XRF, dokonano korelacji poszczególnych sekcji. Efektem korelacji jednego krótkiego (SUR-07/2) i dwóch długich rdzeni (SUR-07/5 oraz SUR-07/8) jest profil o długości 1245,5 cm (ryc. 2).

Dominującym osadem jest gytia węglanowa i organiczno-węglanowa, często z domieszką materiału

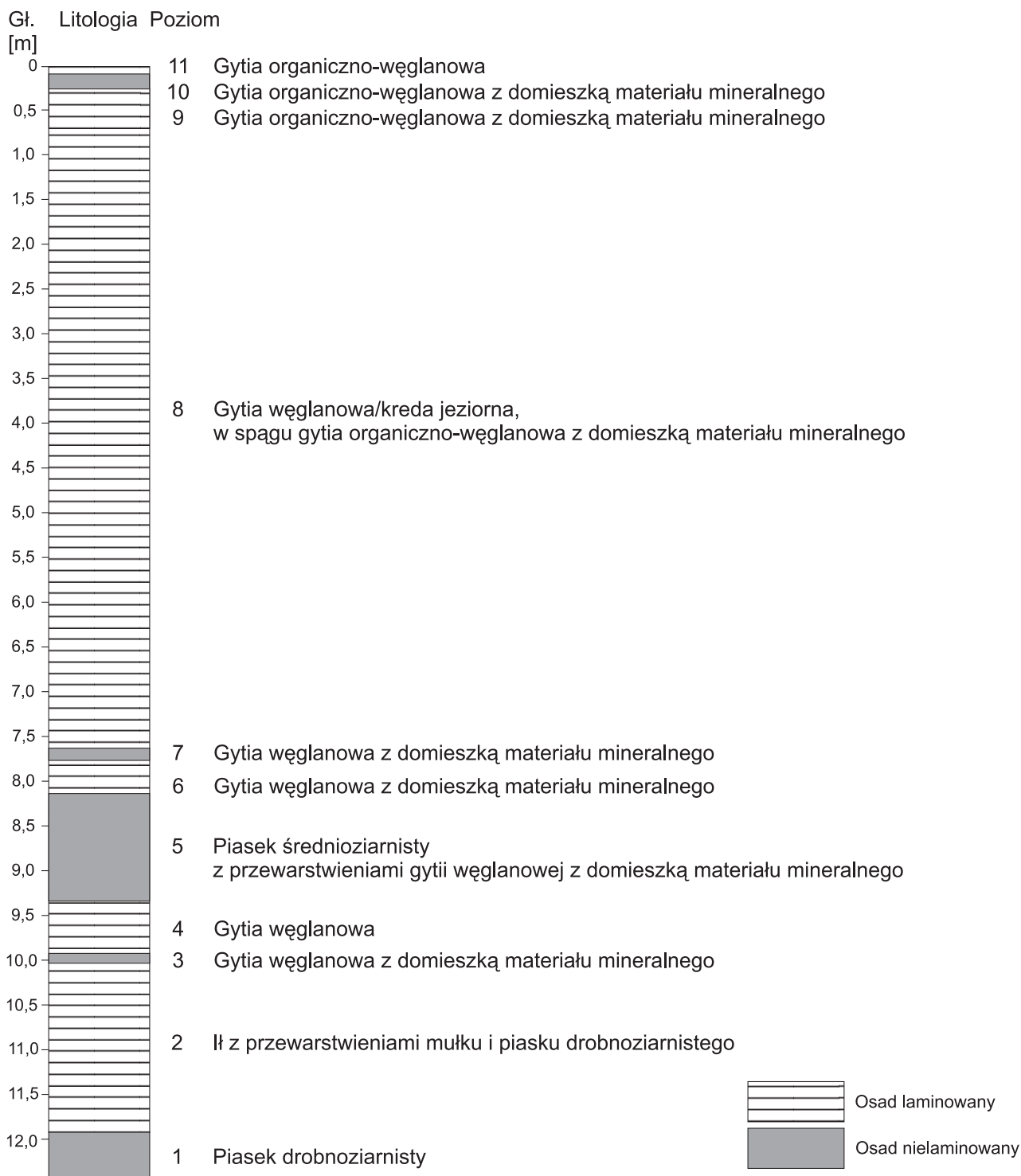
mineralnego. W profilu występują również przewarstwienia piaszczyste (poziom 1, 2 i 5). Biorąc pod uwagę uziarnienie, dominuje frakcja ilasta, a następnie mułkowa i piaszczysta. W poziomie 5 stwierdzono również piasek średnioziarnisty ze żwirem oraz nieliczne głaziki.

Pod względem struktury przeważa osad laminowany, o zmiennej miąższości lamin (od poniżej 1 mm do powyżej 5 mm), obecne są również warstwy masywne o miąższości do 4 cm. Po częściowym utlenieniu osadu niejednokrotnie ujawniała się niewidoczna w świeżym osadzie laminacja, a także związki żelaza (zmiana barwy na rudawą na głębokości 1060,5–1067,5 cm w poziomie 2).

Dla badań paleobotanicznych i paleośrodowiskowych znaczenie mogą mieć zachowane w osadzie makroszczałki, jak też fragmenty muszli. Nagromadzenia makroszczałków widoczne były w gytii węglanowej w przedziałach głębokościowych 152–763,5 cm, 934,5–997 cm, 1006–1060,5 cm, a także w piasku na głębokościach 838,5–842,5 cm, 845,5–879,5 cm oraz 1216,5–1245,5 cm. Fragmenty muszli również występowały na różnych głębokościach i w osadach różnego typu, a mianowicie w gytii organiczno-węglanowej w poziomie 10–27,5 cm oraz w piasku na głębokości 845,5–879,5 cm.



Ryc. 1. Lokalizacja obiektu badań i miejsca poboru rdzeni osadów



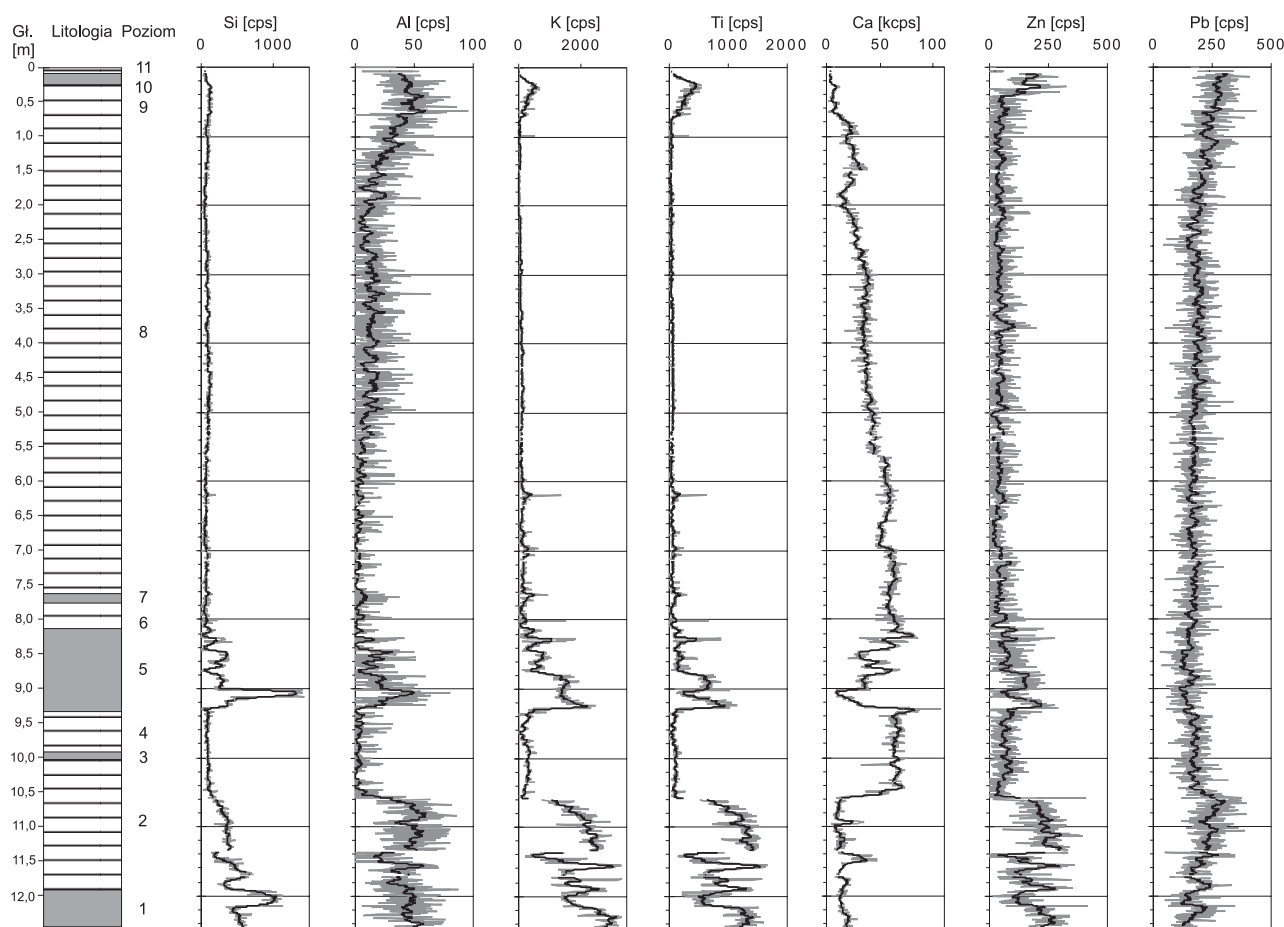
Ryc. 2. Uproszczona litologia kompletnego profilu osadów jeziora Szurpiły

### Wybrane elementy składu chemicznego

Pierwsza grupa pierwiastków chemicznych, których zmienność przedstawiono na rycinie 3 (krzem, glin, potas, tytan), to pierwiastki typowo litofilne, występujące naturalnie w skorupie ziemskiej i odzwierciedlające zwykle zmiany wielkości dostawy materiału mineralnego ze zlewni. Ich maksymalne

wartości odczytać można w profilu w poziomach 1, 2 i 5, co koreluje z obecnością materiału piaszczystego na tych głębokościach. Zwiększona zawartość tych pierwiastków chemicznych zauważalna jest również w stropowej części profilu (do ok. 80 cm z maksimum na głębokości ok. 40 cm).

Wapń występuje w osadach jeziornych głównie jako węglan wapnia, który jest jednym z podstawo-



**Ryc. 3.** Wybrane elementy składu chemicznego osadów

wych składników osadów jeziornych (Jones, Bowser 1978, Tobolski 2000). Od powierzchni do głębokości 8 m wzrasta jego zawartość, po czym następuje gwałtowny spadek na 9 m i ponowny wzrost (ryc. 3). Osady spągowe charakteryzują się niską zawartością, a najniższe wartości korespondują z warstwami piaszczystymi w profilu. Maksymalne wartości świadczą mogą, iż mamy do czynienia już nie z gytą węglanową, lecz z kredą jeziorną.

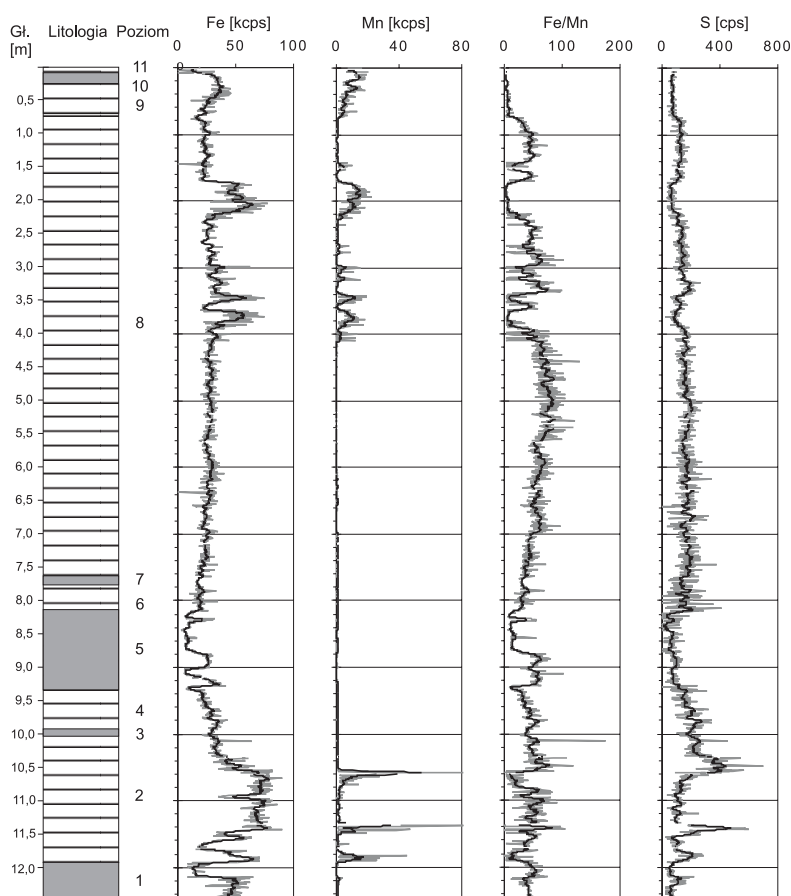
Jako przykład pierwiastków obrazujących zmiany zanieczyszczenia środowiska wybrano dwa spośród metali ciężkich, a mianowicie cynk i ołów. Ich zmienność w profilu osadów jeziora Szurpiły generalnie nawiązuje do zmienności pierwiastków litofilnych. Wzrost zawartości cynku i ołowiu w osadach stropowych powiązany jest ze zwiększonym udziałem glinu, co sugeruje naturalne uwarunkowania zmiany dostawy metali ciężkich wraz z materiałem mineralnym ze zlewni.

Ciekawie przedstawia się zmienność żelaza oraz manganu (ryc. 4). Na obu wykresach widoczna jest pewna synchronizacja wyników, szczególnie dla maksymalnych wartości w gytii węglanowej na głębokościach 2 m, 3,5 m oraz w mułkach na głębokości 10,5–11,5 m. Od 4 m do 10,5 m zawartość manganu w

osadzie jest znikoma, co może wskazywać na warunki redukcyjne w hypolimnionie. Również zwiększona koncentracja siarczków w osadzie może oznaczać beztlenowe warunki w hypolimnionie lub wynikać ze wzrostu zdolności redukcyjnych osadów (Boyle 2001). Oba przypadki towarzyszą wzrostowi produktywności jeziora, ale także wskazywać mogą na słabsze mieszanie wody w zbiorniku jeziornym. W przypadku analizowanych osadów zmienność zawartości siarki współgra ze zmianami wskaźnika Fe/Mn, który jest powszechnie stosowanym wskaźnikiem zmian warunków redoks (Engstrom, Wright 1984). W warunkach tlenowych w obu przypadkach wartości maleją, natomiast w warunkach redukcyjnych wzrastają. W związku z powyższym można stwierdzić, iż stosunek Fe/Mn rzeczywiście odzwierciedla zmiany warunków redukcyjno-oksydacyjnych w jeziorze Szurpiły.

### Uwagi końcowe

Podstawowym wnioskiem wypływającym z przeprowadzonych badań jest istnienie laminacji w przeważającej części profilu osadów jeziora Szurpiły.



Ryc. 4. Wybrane wskaźniki zmian warunków redukcyjno-oksydacyjnych

Niestety w kilku fragmentach występują warstwy masywne o miąższości 0,2–4 cm, które z pewnością stanowią utrudnienie w opracowaniu ciągłej chronologii warwowej. Niezwykle istotnym elementem jest również warstwa piasków o znacznej miąższości (poziom 5), po której następuje kontynuacja osadów laminowanych. Wykształcenie takiej warstwy może być związane zarówno z jednorazowym incydentem, jak i z depozycją w bliżej nieokreślonym przedziale czasu. W związku z powyższym można stwierdzić, że ciągła chronologia warwowa w przypadku analizowanego materiału możliwa jest do uzyskania do głębokości około 8 m. Określenie wieku osadów zalegających poniżej poziomu 5 wymagać będzie datowania radiometrycznego.

Obiecująco przedstawiają się wyniki analiz składu chemicznego, zwłaszcza zmiany zawartości pierwiastków litofilnych, które wskazują na znaczne zróżnicowanie nasilenia erozji w zlewni w różnych etapach funkcjonowania jeziora. Maksymalne wartości i duże wahania w poziomach spągowych mogą być związane z brakiem zwartej szaty roślinnej w późnym glacie (przyjmując, że osad poniżej przewarstwienia piaszczystego pochodzi z tego okresu), a, co za tym idzie, ze zwiększoną erozją i sływem powierzchniowym materiału mineralnego do jeziora.

Geneza przewarstwienia piaszczysto-żwirowego (poziom 5) jest na tym etapie badań nieustalona. Niewykluczone, że ostatni przypowierzchniowy wzrost zawartości pierwiastków litofilnych (ok. 80 cm) związany jest już z działalnością człowieka, który przez wycinki drzew oraz rozwój rolnictwa wpłynął na zwiększenie dostawy materiału mineralnego do jeziora Szurpiły.

Praca została dofinansowana z projektu MNiSW DFG/46/2007 pt. „Badania osadów laminowanych jezior północnej Polski (NORPOLAR)”.

## Literatura

- Ber A. 1968. Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, ark. Jeleniewo. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Boyle J.F. 2001. Inorganic geochemical methods in paleolimnology. [W:] W.M. Last, J.P. Smol (red.), Tracking Environmental Change Using Lake Sediments. Vol. 2. Physical and Geochemical Methods. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, s. 83–141.
- Engstrom D.R., Wright H.E. 1984. Chemical stratigraphy of lake sediments as a record of environmental change. [W:] E.Y. Haworth, J.W.G. Lund

- (red.), Lake sediments and environmental history. Leicester University Press, s. 11–68.
- Jones B.F., Bowser C.J. 1978. The Mineralogy and Related Chemistry of Lake Sediments. [W:] A. Lerman (red.), Lakes. Chemistry, Geology & Physics. Springer-Verlag, New York, s. 179–235.
- Kondracki J. 2000. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Ojala A. 2001. Varved lake sediments in southern and central Finland: long varve chronologies as a basis for Holocene paleoenvironmental reconstructions, Geological Survey of Finland, Espoo.
- Tobolski K. 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. PWN, Warszawa.
- Tylmann W., Woźniak P.P., Czarnecka K., Jaźwiecka M. 2006. New sites with laminated lake sediments in north-eastern Poland: preliminary results of field survey. *Limnological Review*, 6: 283–288.
- Zolitschka B. 2003. Dating based on freshwater – and marine-laminated sediments. [W:] A. Mackay, R. Battarbee, J. Birks, F. Oldfield (red.), Global change in the Holocene. Wyd. Arnold, Londyn, s. 92–106.
- Zolitschka B. 2006. Varved lake sediments. [W:] S.A. Elias (red.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam, s. 3105–3114.